



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ELÉCTRICA**

Implementación del mantenimiento productivo total para mejorar la  
confiabilidad en el área de maquinados en Sima Chimbote

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

Ingeniero Mecánico Electricista

**AUTORES:**

Burgos Acosta, Jose Alexander ([orcid.org/0009-0005-2241-2123](https://orcid.org/0009-0005-2241-2123))

Diaz Rebaza, Luis Alberto ([orcid.org/0009-0008-6862-705X](https://orcid.org/0009-0008-6862-705X))

**ASESORA:**

Mg. Sovero Lazo, Nelly Roxana ([orcid.org/0000-0001-5688-2258](https://orcid.org/0000-0001-5688-2258))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Sistemas y Planes de Mantenimiento

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

**TRUJILLO – PERÚ**

**2023**

## **Dedicatoria**

A mi amado hijo Chris Dereck,  
a mis padres con mucho cariño  
que ante toda adversidad  
siempre cuento con su apoyo  
incondicional.

**José Burgos Acosta**

Con todo mi corazón esta tesis va  
dedicada a mis padres, mis  
hermanos, mi hijo Luis y mi  
esposa Ana, gracias a ellos por  
ser el impulso de mi vida.

**Luis Díaz Rebaza**

## Agradecimiento

Esta tesis ha requerido de mucho esfuerzo, horas y dedicación, no hubiera sido posible culminar sin el aliento de nuestro señor todo poderoso, gracias señor por brindarnos la vida, salud y sabiduría en esta etapa de nuestra carrera profesional.

Agradecer hoy y siempre a nuestras familias nuestros hijos por ser el pilar más importante de nuestras vidas, gracias por la comprensión, gracias por su tiempo y sobre todo por su amor.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

**Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, SOVERO LAZO NELLY ROXANA, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis Completa titulada: "Implementación del Mantenimiento Productivo Total para mejorar la Confiabilidad en el área de Maquinados en Sima Chimbote", cuyos autores son DIAZ REBAZA LUIS ALBERTO, BURGOS ACOSTA JOSE ALEXANDER, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 10.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

TRUJILLO, 13 de Marzo del 2024

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
SOVERO LAZO NELLY ROXANA <b>DNI:</b> 20048561 <b>ORCID:</b> 0000-0001-5688-2258	Firmado electrónicamente por: NRSOVEROS el 19- 03-2024 11:53:10

Código documento Trilce: TRI - 0740106





**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

**Declaratoria de Originalidad de los Autores**

Nosotros, BURGOS ACOSTA JOSE ALEXANDER, DIAZ REBAZA LUIS ALBERTO estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Implementación del Mantenimiento Productivo Total para mejorar la Confiabilidad en el área de Maquinados en Sima Chimbote", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
DIAZ REBAZA LUIS ALBERTO <b>DNI:</b> 43692378 <b>ORCID:</b> 0009-0008-6862-705X	Firmado electrónicamente por: LADIAZ el 20-03-2024 18:03:54
BURGOS ACOSTA JOSE ALEXANDER <b>DNI:</b> 72420790 <b>ORCID:</b> 0009-0005-2241-2123	Firmado electrónicamente por: JABURGOS el 21-03-2024 09:04:08

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Declaratoria de Autenticidad del Asesor.....	iv
Declaratoria de Originalidad de los Autores.....	v
Índice de contenidos .....	vi
Índice de tablas .....	vii
Índice de figuras .....	xiii
Resumen.....	xv
Abstract.....	xvi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA .....	11
3.1. Tipo y diseño de Investigación.....	11
3.2. Variables y Operacionalización.....	11
3.3 Población, muestra y muestreo.....	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	13
3.5. Procedimientos .....	13
3.6. Método de análisis de datos .....	13
3.7. Aspectos éticos.....	14
IV. RESULTADOS.....	15
V. DISCUSIÓN .....	19
VI. CONCLUSIONES .....	23
VII. RECOMENDACIONES.....	24
REFERENCIAS.....	25
ANEXOS.....	31

## Índice de tablas

<b>Tabla 1:</b>	Resultados de confiabilidad inicial.....	15
<b>Tabla 2:</b>	Diseño propuesto del mantenimiento productivo total.....	16
<b>Tabla 3:</b>	Resultados posteriores de confiabilidad con respecto a la implementación del TPM. ....	17
<b>Tabla 4:</b>	Evaluación financiera. ....	18
<b>Tabla 5:</b>	Guía de criticidad.....	34
<b>Tabla 6:</b>	Análisis de criticidad de las máquinas del área de maquinado .....	35
<b>Tabla 7:</b>	Criterios de evaluación del AMEF-NPR.....	37
<b>Tabla 8:</b>	Matriz para puntuación. ....	37
<b>Tabla 9:</b>	Resultados Análisis de Modos y Efecto de Fallas (AMEF) y análisis del Número Prioritario de Riesgo (NPR) .....	38
<b>Tabla 10:</b>	Resultados Análisis de Modos y Efecto de Fallas (AMEF) y análisis del Número Prioritario de Riesgo (NPR) .....	39
<b>Tabla 11:</b>	Resultados Análisis de Modos y Efecto de Fallas (AMEF) y análisis del Número Prioritario de Riesgo (NPR) .....	40
<b>Tabla 12:</b>	Resultados Análisis de Modos y Efecto de Fallas (AMEF) y análisis del Número Prioritario de Riesgo (NPR) .....	41
<b>Tabla 13:</b>	Características técnicas de las maquinarias que forman parte de nuestra población y muestra en el área de maquinados. ....	42
<b>Tabla 14:</b>	Instrumento de recolección de datos, ficha de registros.....	49
<b>Tabla 15:</b>	Registros operativos de confiabilidad inicial de máquina Fresadora 03-056-0009. ....	50
<b>Tabla 16:</b>	Indicador inicial de máquina Fresadora 03-056-0009.....	50
<b>Tabla 17:</b>	Registros operativos de confiabilidad inicial de máquina Fresadora 03-056-0010 .....	51
<b>Tabla 18:</b>	Indicador inicial de máquina Fresadora 03-056-0010.....	51

<b>Tabla 19:</b> Registros operativos de confiabilidad inicial de máquina Punzonadora 03-096-0002 .....	52
<b>Tabla 20:</b> Indicador inicial de máquina Punzonadora 03-096-0002.....	52
<b>Tabla 21:</b> Registros operativos de confiabilidad inicial de máquina taladro radial 03-114-0001. ....	53
<b>Tabla 22:</b> Indicador inicial de máquina taladro radial 03-114-0001 .....	53
<b>Tabla 23:</b> Registros operativos de confiabilidad inicial de máquina taladro radial 03-114-0002 .....	54
<b>Tabla 24:</b> Indicador inicial de máquina taladro radial 03-114-0002 .....	54
<b>Tabla 25:</b> Registros operativos de confiabilidad inicial de máquina taladro radial 03-114-0005 .....	55
<b>Tabla 26:</b> Indicador inicial de máquina taladro radial 03-114-0005 .....	55
<b>Tabla 27:</b> Registros operativos de confiabilidad inicial de máquina taladro radial 03-114-0006 .....	56
<b>Tabla 28:</b> Indicador inicial de máquina taladro radial 03-114-0006 .....	56
<b>Tabla 29:</b> Registros operativos de confiabilidad inicial de máquina taladro radial 03-114-0007 .....	57
<b>Tabla 30:</b> Indicador inicial de máquina taladro radial 03-114-0007 .....	57
<b>Tabla 31:</b> Registros operativos de confiabilidad inicial de máquina taladro fresador 03-114-0103 .....	58
<b>Tabla 32:</b> Indicador inicial de máquina taladro fresador 03-114-0103.....	58
<b>Tabla 33:</b> Registros operativos de confiabilidad inicial de máquina torno universal 03-117-0001 .....	59
<b>Tabla 34:</b> Indicador inicial de máquina torno universal 03-117-0001 .....	59
<b>Tabla 35:</b> Registros operativos de confiabilidad inicial de máquina torno universal 03-117-0023 .....	60
<b>Tabla 36:</b> Indicador inicial de máquina torno universal 03-117-0023 .....	60
<b>Tabla 37:</b> Registros operativos de confiabilidad inicial de máquina torno universal 03-117-0024 .....	61

<b>Tabla 38:</b> Indicador inicial de máquina torno universal 03-117-0024 .....	61
<b>Tabla 39:</b> Registros operativos de confiabilidad inicial de máquina torno universal 03-117-0031 .....	62
<b>Tabla 40:</b> Indicador inicial de máquina torno universal 03-117-0031 .....	62
<b>Tabla 41:</b> Registros operativos de confiabilidad inicial de máquina torno universal 03-117-0033 .....	63
<b>Tabla 42:</b> Indicador inicial de máquina torno universal 03-117-0033 .....	63
<b>Tabla 43:</b> Cronograma de implementación del TPM .....	70
<b>Tabla 44:</b> Registro de horas de capacitación por mantenimiento autónomo .....	71
<b>Tabla 45:</b> Programa de mantenimiento autónomo .....	72
<b>Tabla 46:</b> Programa de mantenimiento autónomo .....	73
<b>Tabla 47:</b> Registro de horas de capacitación por mantenimiento planificado .....	74
<b>Tabla 48:</b> Programa de mantenimiento planificado .....	75
<b>Tabla 49:</b> Programa de mantenimiento planificado .....	76
<b>Tabla 50:</b> Registro de gastos de horas de capacitación a operadores .....	77
<b>Tabla 51:</b> Programa de capacitación .....	78
<b>Tabla 52:</b> Registros operativos de confiabilidad final de máquina Fresadora 03-056-0009 .....	79
<b>Tabla 53:</b> Indicador final de máquina Fresadora 03-056-0009 .....	79
<b>Tabla 54:</b> Registros operativos de confiabilidad final de máquina Fresadora 03-056-0010 .....	80
<b>Tabla 55:</b> Indicador final de máquina Fresadora 03-056-0010 .....	80
<b>Tabla 56:</b> Registros operativos de confiabilidad final de máquina Punzonadora 03-096-0002 .....	81
<b>Tabla 57:</b> <i>Indicador final de máquina Punzonadora 03-096-0002</i> .....	81
<b>Tabla 58:</b> Registros operativos de confiabilidad final de máquina taladro radial 03-114-0001 .....	82
<b>Tabla 59:</b> Indicador final de máquina taladro radial 03-114-0001 .....	82

<b>Tabla 60:</b> Registros operativos de confiabilidad final de máquina taladro radial 03-114-0002 .....	83
<b>Tabla 61:</b> Indicador final de máquina taladro radial 03-114-0002.....	83
<b>Tabla 62:</b> Registros operativos de confiabilidad final de máquina taladro radial 03-114-0005 .....	84
<b>Tabla 63:</b> Indicador final de máquina taladro radial 03-114-0005.....	84
<b>Tabla 64:</b> Registros operativos de confiabilidad final de máquina taladro radial 03-114-0006 .....	85
<b>Tabla 65:</b> Indicador final de máquina taladro radial 03-114-0006.....	85
<b>Tabla 66:</b> Registros operativos de confiabilidad final de máquina taladro radial 03-114-0007 .....	86
<b>Tabla 67:</b> Indicador final de máquina taladro radial 03-114-0007.....	86
<b>Tabla 68:</b> Registros operativos de confiabilidad final de máquina taladro fresador 03-114-0103 .....	87
<b>Tabla 69:</b> Indicador final de máquina taladro fresador 03-114-0103 .....	87
<b>Tabla 70:</b> Registros operativos de confiabilidad final de máquina torno universal 03-117-0001 .....	88
<b>Tabla 71:</b> Indicador final de máquina torno universal 03-117-0001 .....	88
<b>Tabla 72:</b> Registros operativos de confiabilidad final de máquina torno universal 03-117-0023 .....	89
<b>Tabla 73:</b> Indicador final de máquina torno universal 03-117-0023.....	89
<b>Tabla 74:</b> Registros operativos de confiabilidad final de máquina torno universal 03-117-0024 .....	90
<b>Tabla 75:</b> Indicador final de máquina torno universal 03-117-0024.....	90
<b>Tabla 76:</b> Registros operativos de confiabilidad final de máquina torno universal 03-117-0031 .....	91
<b>Tabla 77:</b> Indicador final de máquina torno universal 03-117-0031.....	91
<b>Tabla 78:</b> Registros operativos de confiabilidad final de máquina torno fresador 03-117-0033 .....	92

<b>Tabla 79:</b> Indicador final de máquina torno fresador 03-117-0033 .....	92
<b>Tabla 80:</b> Gastos de implementación del TPM.....	93
<b>Tabla 81:</b> Registro de inversión de herramientas para mantenimiento autónomo y planificado .....	93
<b>Tabla 82:</b> Gastos e ingresos.....	94

## Índice de figuras

Figura 1: Los ocho (8) pilares del TPM.....	8
Figura 2: Matriz de criticidad.....	35
Figura 3: Secuencia de metodología .....	36
Figura 4: Fresadora 030560009 .....	42
Figura 5: Fresadora 030560010 .....	43
Figura 6: Punzonadora 030960002 .....	43
Figura 7: Taladro radial 031140001.....	44
Figura 8: Taladro radial 031140002.....	44
Figura 9: Taladro radial 031140005.....	45
Figura 10: Taladro radial 031140006.....	45
Figura 11: Taladro radial 031140007.....	46
Figura 12: Taladro radial 03114000.....	46
Figura 13: Torno universal 031170001 .....	47
Figura 14: Torno universal 031170023.....	47
Figura 15: Torno universal 031170024.....	48
Figura 16: Torno universal 031170031 .....	48
Figura 17: Diagrama de barras de confiabilidad inicial de máquina Fresadora 03-056-0009. ....	50
Figura 18: Diagrama de barras de confiabilidad inicial de máquina Fresadora 03-056-0010 .....	51
Figura 19: Diagrama de barras de confiabilidad inicial de máquina Punzonadora 03-096-0002. ....	52
Figura 20: Diagrama de barras de confiabilidad inicial de máquina taladro radial 03-114-0001 .....	53
Figura 21: Diagrama de barras de confiabilidad inicial de máquina taladro radial 03-114-0002 .....	54

Figura 22: Diagrama de barras de confiabilidad inicial de máquina taladro radial 03-114-0005 .....	55
Figura 23: Diagrama de barras de confiabilidad inicial de máquina taladro radial 03-114-0006 .....	56
Figura 24: Diagrama de barras de confiabilidad inicial de máquina taladro radial 03-114-0007 .....	57
Figura 25: Diagrama de barras de confiabilidad inicial de máquina taladro fresador 03-114-0103 .....	58
Figura 26: Diagrama de barras de confiabilidad inicial de máquina torno universal 03-117-0001 .....	59
Figura 27: Diagrama de barras de confiabilidad inicial de máquina torno universal 03-117-0023 .....	60
<i>Figura 28: Diagrama de barras de confiabilidad inicial de máquina torno universal 03-117-0024.....</i>	<i>61</i>
Figura 29: Diagrama de barras de confiabilidad inicial de máquina torno universal 03-117-0031 .....	62
Figura 30: Diagrama de barras de confiabilidad inicial de máquina torno universal 03-117-0033 .....	63
Figura 31: Distribución máquinas en el área de maquinados .....	64
Figura 32: Diagrama de barras de confiabilidad final de máquina Fresadora 03-056-0009 .....	79
Figura 33: Diagrama de barras de confiabilidad final de máquina Fresadora 03-056-0010 .....	80
Figura 34: Diagrama de barras de confiabilidad final de máquina Punzonadora 03-096-0002 .....	81
Figura 35: Diagrama de barras de confiabilidad final de máquina taladro radial 03-0114-0001 .....	82
Figura 36: Diagrama de barras de confiabilidad final de máquina taladro radial 03-0114-0002 .....	83

Figura 37: Diagrama de barras de confiabilidad final de máquina taladro radial 03-0114-0005 .....	84
Figura 38: Diagrama de barras de confiabilidad final de máquina taladro radial 03-0114-0006 .....	85
Figura 39: Diagrama de barras de confiabilidad final de máquina taladro radial 03-114-0007 .....	86
Figura 40: Diagrama de barras de confiabilidad final de máquina taladro fresador 03-114-0103 .....	87
Figura 41: Diagrama de barras de confiabilidad final de máquina torno universal 03-117-0001 .....	88
Figura 42: Diagrama de barras de confiabilidad final de máquina torno universal 03-117-0023 .....	89
Figura 43: Diagrama de barras de confiabilidad final de máquina torno universal 03-117-0024 .....	90
Figura 44: Diagrama de barras de confiabilidad final de máquina torno universal 03-117-0031 .....	91
Figura 45: Diagrama de barras de confiabilidad final de máquina torno fresador 03-117-0033 .....	92

## Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo principal evaluar la implementación de mejora basada en mantenimiento productivo total para incrementar la confiabilidad del área de maquinado Sima Chimbote, mediante el mantenimiento autónomo, mantenimiento planificado y capacitación.

Se realizó la evaluación de las condiciones iniciales de las máquinas obteniendo un resultado de 88.10% en nivel de confiabilidad, las dimensiones calculadas fueron el tiempo medio entre fallas y tiempo medio para reparación, seguidamente se realizó un análisis de modos y efectos de falla (AMEF), para identificar las máquinas con fallas constantes y calificarlas de acuerdo al número prioritario de riesgo (NPR), el tipo de investigación fue aplicada con un diseño pre - experimental, asimismo el estudio tuvo una población y muestra de 14 máquinas en el área de maquinado de Sima Chimbote, el muestreo fue censal, como resultado final obtuvimos un valor de confiabilidad del 97.47% posterior al haber implementado el Mantenimiento Productivo Total TPM. Con respecto al costo beneficio se obtuvo 1.11 considerándolo a la implementación del mantenimiento productivo total TPM como aceptable.

**Palabras clave:** Confiabilidad, dimensiones, mantenimiento productivo total, máquinas.

## **Abstract**

The main objective of this research was to evaluate the implementation of improvement based on total productive maintenance to increase the reliability of the Sima Chimbote machining area, through autonomous maintenance, planned maintenance and training.

The evaluation of the initial conditions of the machines was carried out, obtaining a result of 88.10% in reliability level, the calculated dimensions were the average time between failures and average time for repair, followed by an analysis of failure modes and effects (FMEA). ), to identify machines with constant failures and qualify them according to the risk priority number (RPN), the type of research was applied with a pre-experimental design, also the study had a population and sample of 14 machines in the area of machining of Sima Chimbote, the sampling was census, as a final result we obtained a reliability value of 97.47% after having implemented the TPM Total Productive Maintenance. Regarding the cost benefit, 1.11 was obtained, considering the implementation of total productive maintenance TPM as acceptable.

**Keywords:** Reliability, dimensions, total productive maintenance, machines.

## I. INTRODUCCIÓN

Las compañías comerciales de los sectores industriales deben crear y mantener los estándares de calidad de sus productos a nivel mundial y técnicas de producción con la finalidad de cumplir las normas de calidad, herramientas y equipos estén en buenas condiciones mientras dure su protección, mantengan condiciones óptimas y estén suficientemente disponibles y confiables. (Olarte et al. 2010).

En todo el mundo, las empresas se han dado cuenta que los elementos de rendimiento, eficiencia y operatividad hacia los activos e instalaciones utilizados en los trabajos de producción que se correlacionan con la rentabilidad hacia su organización; En consecuencia, carecen de recursos necesarios para organizar las operaciones y los trabajos de mantenimiento, contratar colaboradores calificados y optimizar el desarrollo de fabricación mediante la mejora del programa de mantenimiento. El funcionamiento continuo, una mejor gestión empresarial, la elaboración de un programa de mantenimiento que maximice el uso de recursos brutos y la planificación del mantenimiento contribuyen a disminuir el tiempo de las fallas inoportunas en producción. (Mayorga y Quishpe 2019), Aunque mantener la operatividad y fiabilidad de los equipos industriales es crucial. A pesar de los esfuerzos de mantenimiento preventivo, muchas instalaciones industriales descubren que la baja disponibilidad y fiabilidad de los activos repercuten negativamente en el proceso. (Jauregui y Vergara 2021).

Para elaborar planes de mantenimiento que aseguren alta disponibilidad y confiabilidad de equipos e instalaciones, es necesario identificar y desarrollar métodos de gestión del mantenimiento. Uno de ellos es Mantenimiento Productivo Total. (Cuadro, 2020).

A fin de incrementar la confiabilidad de los activos mediante las operaciones de fabricación, el TPM elabora una estrategia de mantenimiento que tiene en cuenta tanto las medidas preventivas como la implicación humana. El TPM crea una estrategia de mantenimiento que tiene en cuenta las ideas de prevención e implicación humana., garantizando la disponibilidad y fiabilidad operativa de los sistemas planificados. (Castro, 2017).

La empresa a la cual va dirigida el trabajo es Sima Chimbote, es reconocida en el país por su amplia inversión en el Perú, especialmente por proyectos que se ejecutan en las diversas regiones del Perú. Y el constante progreso del mercado y las altas exigencias a los proyectos, se enfoca en asegurar el funcionamiento eficiente de los procedimientos de gestión de producción. carecen de los recursos necesarios para organizar las operaciones y las labores de mantenimiento, contratar colaboradores cualificados y optimizar el proceso de fabricación mediante la mejora del programa de mantenimiento. El funcionamiento continuo, una mejor gestión empresarial, la creación de un programa de mantenimiento que maximice el uso de los recursos brutos y la planificación del mantenimiento contribuyen a minimizar las paradas de las instalaciones. Los elementos críticos que requieren intervención en el proceso de planificación que culminan en un programa de mantenimiento de un año. Este enfoque aumenta el costo de la intervención y la confiabilidad en 2022 todavía está menos del 90% por que las técnicas utilizadas hasta ahora no han identificado realmente los dispositivos que necesitan intervención. Debido a que estas prácticas no fueron suficientes para mantener el desempeño en línea con las expectativas de la entidad, había que actualizar el plan de confiabilidad de los activos de la instalación, que el departamento de mantenimiento tenía que poner en marcha.

Con base en los hechos establecidos, continuamos formulando el problema de la siguiente manera: ¿Cómo aumentar la confiabilidad del área de Maquinado en Sima Chimbote mediante una implementación de mantenimiento productivo total?

La presente tesis tiene sentido en teoría, considerando que la confiabilidad del área de maquinados de Sima Chimbote se encuentra en un 88.10%, por lo cual se debe proceder a realizar una implementación de un TPM para mejorar la confiabilidad y tener un resultado óptimo de los activos de producción y no afectar los proyectos en ejecución de las diferentes regiones del Perú.

Justificación Científica, usando un sistema TPM los gerentes y supervisores pueden determinar los costos de mantenimiento actuales, comparar la nueva tecnología con el equipo bajo prueba.

Justificación social, los empleados de TPM reciben formación periódica en nuevas tecnologías y pueden aprender cada vez más sobre su entorno de trabajo gracias al pilar de educación por lo que se ha comprobado que adquieren más conocimientos que serán de gran utilidad ante la sociedad.

Justificación Económica, la "filosofía" TPM es la base de la presente tesis, cuando se implanta con éxito en nuestra organización, nos permite ahorrar drásticamente costes de mantenimiento introduciendo cambios correctivos en el proceso de fabricación.

De acuerdo a lo mencionado en lo anterior, la presente tesis formula el siguiente objetivo general, Evaluar la implementación de mejora basada en mantenimiento productivo total para incrementar la confiabilidad del área de maquinados en Sima Chimbote, teniendo en cuenta el objetivo general se plantean los posteriores objetivos específicos, **i)** Evaluar la confiabilidad actual de las máquinas del área de maquinado en Sima Chimbote; **ii)** Implementar el TPM para el área de maquinado en Sima Chimbote; **iii)** Evaluar la Confiabilidad de las máquinas luego de la implementación del TPM en el área de maquinado de Sima Chimbote; **iv)** Evaluar beneficio-costos de la implementación del TPM en el área Maquinados Sima Chimbote.

Como hipótesis se plantea lo siguiente: Con la implementación y ejecución del mantenimiento productivo total se espera alcanzar una confiabilidad promedio del 95% en las máquinas del área de maquinados de Sima Chimbote.

## II. MARCO TEÓRICO

Este trabajo de tesis se fundamenta en investigaciones anteriores que contribuyen al tema, como lo evidencian:

En forma nacional:

Calderón y Diaz (2022). Consideró el plan de TPM para mejorar la fiabilidad de las máquinas de su área de producción, en la ciudad de Trujillo, dicha tesis tiene como objetivo general realizar la adopción del programa de mantenimiento productivo total para mejorar la fiabilidad de las máquinas del sitio de producción, se deben considerar fresadoras, tornos, taladradoras, cortadoras, guillotinas, plegadoras. Se considera como instrumento de recolección de datos a la ficha de registro. Se determina que poniendo en práctica todo el plan de mantenimiento productivo, según el indicador MTTR, el tiempo dedicado al mantenimiento disminuyó de 10 a 5 horas – 10 minutos por intervención, lo que supone un ahorro de 4,5 horas al mes. Los valores correspondientes a la mejora de confiabilidad en la fresadora universal Lagun/N 152 89.01% - 98.77%, en el torno Tosh-SN50C 91.97% - 99.33% y el taladro de columna Bulmak-152 92.68% - 96.59% respectivamente, se concluyó que mediante los resultados obtenidos demuestra el aumento de la confiabilidad provocado por la aplicación de la estrategia de mantenimiento fundamentada en el Total Productive Maintenance TPM.

Tenemos la tesis de Villoslada (2022), desarrollada en la provincia de Lambayeque, tiene como objetivo pretender crear un sistema de gestión del mantenimiento destinado a aumentar la confiabilidad de los camiones propiedad de la Compañía de Transportes Pakatnamu donde se realizó el estudio a 51 tractocamiones en dicha provincia. Para dicha tesis se aplicó la ficha de registro y la hoja de encuesta, los resultados obtenidos aplicando la gestión de mantenimiento en 23 tractocamiones su confiabilidad es 100% y concluye que 28 tractocamiones de Transportes Pakatnamu SAC poseen una confiabilidad que oscila entre el 87,45% y 98.21%.

Por su parte (Avalos y Ávila, 2019), en cuya tesis desarrollada en la ciudad de Huaraz tuvo como objetivo general fue demostrar que el mantenimiento preventivo mejora la fiabilidad de los equipos pesados en áreas rurales. Ango Raju para esto

se realizó el estudio a 3 máquinas. Para el estudio se aplicó la guía de observación donde indican los resultados que el uso del mantenimiento preventivo tuvo una influencia notable en el aumento de la fiabilidad donde el valor promedio de las 3 máquinas oscila de 70% a 85%. Dicha tesis concluye que la evaluación final de la confiabilidad del equipo pesado concluyó que hubo una mejora promedio en los tres equipos, como lo demuestra una mejora del 7 % en la confiabilidad para el Equipo 506, del 70 % al 77 %. El equipo 507 también es un 8% más confiable que antes. De manera similar, el dispositivo 508 experimentó un aumento de confiabilidad del 71 % al 79 % y del 69 % al 78 %.

Rodríguez y Palacios (2022), su tesis se desarrolló en la ciudad de Lima busco determinar si el uso del TPM ha mejorado la eficacia general de los equipos en Volcotech Ingeniería y Servicios EIRL, realizó el estudio a la máquina de fusión en caliente donde los datos fueron recopilados en registros. Los resultados de la tesis son favorables en la confiabilidad donde se observa el incremento de 87% a 91% a lo largo de 12 semanas, concluye que con el uso del TPM mejora la confiabilidad y disponibilidad posibilitando que cada trabajador recibe capacitaciones en el autoconocimiento y supervisión de sus equipos.

García (2018), el estudio de su tesis se realizó en la provincia de Chiclayo tuvo como objetivo evaluar el estado actual del mantenimiento de los activos de la compañía, reconocer las áreas cruciales dentro del mantenimiento, crear un plan y programa de gestión del mantenimiento basado en el TPM y evaluar los resultados (beneficio-costos), para esta tesis se realizó el estudio de la implementación del TPM a 58 máquinas de un total de 110 máquinas. La propuesta de la implementación según los resultados que se obtuvieron es positiva ya que se llegó a reducir en un 8% en máquinas paradas, también hubo un aumento en el TMEF de 42 a 62 minutos, se concluye que se creó y se puso en marcha un plan de gestión del mantenimiento preventivo basado en el TPM tras tener en cuenta el análisis de la posición de partida de la compañía comercial Molinera San Luis SAC.

Castro (2017), dicha tesis se realizó en la ciudad de Chiclayo donde su objetivo es buscar aumentar la confiabilidad de las máquinas de alquiler Caterpillar de la compañía Unimaq S.A a través de la implementación y uso de un TPM, el estudio se realizó a 15 equipos que conforman el 100% donde se recopilaron los datos en

una ficha de registro de fallas, nos dio un resultado favorable ya que el tiempo de reparación para intervenciones por correctivos no programados representa un 9% del tiempo total del equipo inhabilitado por falla. Concluye que los equipos tienen una confiabilidad de 85.47% y para conseguir una confiabilidad deseada del 95% tienen que seguir los procedimientos que indica el fabricante.

Tenemos la tesis de Gómez (2021), que se realizó en la ciudad de Lima el propósito es desarrollar una implementación de mejora fundamentada en TPM con el fin de aumentar la mantenibilidad, disponibilidad y fiabilidad de las máquinas tejedoras, caldero para minimizar el tiempo de entrega pedidos del 70% al 30% y satisfacer así a los clientes, esta tesis llega a la conclusión de que el TPM es la mejor herramienta de ingeniería para tratar el problema de retrasar los pedidos de las empresas, provocados por el mantenimiento correctivo continuo en la planta de producción; el mantenimiento correctivo está presente en las tres causas raíz y representa el 70% del problema principal. A partir de los resultados del enfoque de análisis del VAN y la TIR, cabe deducir que es viable dada la diferencia del 90% entre el total de los resultados en el futuro previstos descontados y la inversión inicial.

Internacional:

Maya (2018), la tesis de desarrolló en la ciudad de Medellín tiene como objetivo con aplicar la metodología mantenimiento productivo total para el desarrollo de planes de mantenimiento innovadores en una cadena de producción de alimentos que satisface a los criterios del paso 4(mantenimiento planificado en función del tiempo) y del paso 5 (mantenimiento basado en la condición)de la base de mantenimiento planificado de la metodología TPM, se determinó tras aplicar el estudio metódico de confiabilidad RCM al desarrollo de planes de mantenimiento novedoso para una línea de producción de alimentos y la metodología RCM permite asegurar una gestión integral del mantenimiento. Como primera técnica comienza en el área de producción y consiste en limpiar, lubricar y ajustar los equipos para que sigan funcionando de forma óptima. Utilizando las técnicas de identificación de fallos para encontrar posibles puntos de falla, la segunda metodología completa estas condiciones perfectas, cuantificadas por las observaciones del estudio de diagnóstico. En 2010, el 85% de los equipos de la zona de mezclas estaban

disponibles. A partir de este año, se produjo una evolución constante con la aplicación técnica de la técnica de seguimiento, alcanzando el 93%, lo que refleja el éxito de la transición a la utilización de la metodología TPM.

Mantenimiento Productivo Total (TPM), El modelo TPM basa sus operaciones en la gestión de activos y máquinas físicos y considera la participación del operario fundamental tanto para la confiabilidad operativa como para la calidad del producto. a los trabajadores mediante el mantenimiento autónomo. (Nakajima 1988).

TPM también forma parte de Lean Manufacturing y tiene como objetivo garantizar la adecuada disponibilidad y fiabilidad en las funciones realizadas por los equipos, con cero errores y la involucración de los empleados que trabajan con errores como norma, se piensa que se está preparando. (Azid & Shamsudin, 2019). Sus beneficios incluyen: Aumentar la eficiencia y elevar los estándares de calidad, al mismo tiempo que se disminuyen costos y gastos. (Salazar, 2019).

De manera similar, el mantenimiento productivo total fomenta la participación de los empleados y los motiva a aplicar sus habilidades y conocimientos para incorporar las labores de mantenimiento en las labores cotidianas. (Pinto & Silva, 2020). El objetivo de TPM es lograr una producción óptima y mejorar la confiabilidad de los equipos eliminando por completo posibles fallas. (Solís & Torres 2021). Incorporar las labores de mantenimiento en las actividades cotidianas

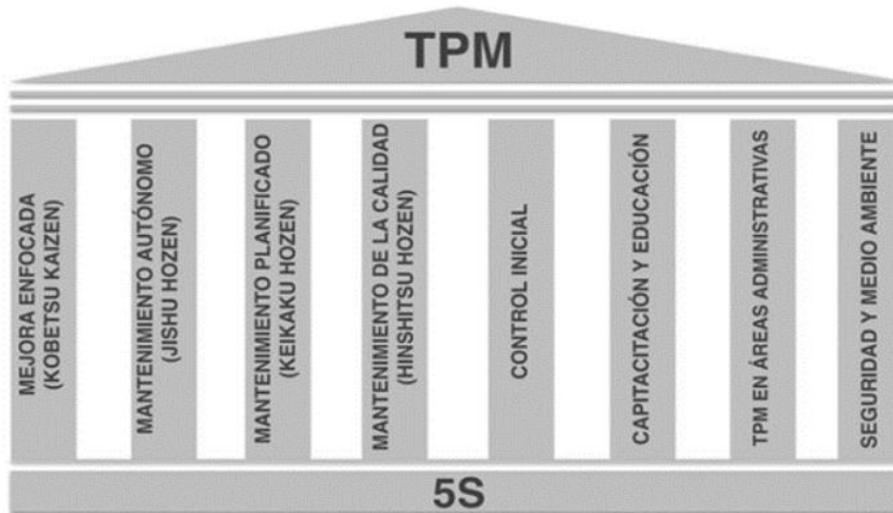
Los objetivos del Mantenimiento Productivo Total (TPM) tienen por objeto elevar el nivel de competencia y conocimientos del personal de apoyo e inculcar fiabilidad y viabilidad disciplina de diseño. Reducir el tiempo de inactividad de la marcha y los aparatos. Asegurar la funcionalidad, garantizar el tipo de mantenimiento para aumentar la eficacia del soporte y prolongar la existencia útil del hardware y los dispositivos. (Nohemy, 2021)

El enfoque TPM nos aporta las siguientes ventajas: mayor productividad, mejor calidad, optimización de empleo de los recursos humanos y disminución de los gastos de mantenimiento gracias a las correcciones y flujos de producción continuos. Uno de los elementos fundamentales que define la eficacia de una máquina o un sistema es la confiabilidad. Se describe a la posibilidad de que una pieza de maquinaria o un sistema lleve a cabo con éxito la tarea que debe realizar

en unas circunstancias de funcionamiento determinadas durante un periodo de tiempo predeterminado. (Castro, 2017).

Sobre los pilares del mantenimiento productivo total se tiene que tener en cuenta que dicho significado hace referencia sobre las personas de una organización o empresa.

Figura 1: Los ocho (8) pilares del TPM



Fuente: Lean-Management

Mantenimiento Autónomo, valor de conocimientos de los responsables para tener en estado de operatividad la máquina. Busca trabajadores capacitados para que realicen el uso satisfactorio de las máquinas y/o equipos (Lozada & Lara, 2021). Mediante un uso adecuado, se minimizará el deterioro del equipo y se establecerán las condiciones fundamentales para mantener un equipo eficaz (Reyes Povis 2020).

$$\text{Mantenimiento autónomo} = \frac{\text{número actividades realizadas}}{\text{número actividades programadas}} \times 100$$

Mantenimiento Planificado, el tercer pilar del TPM programa adecuadamente el mantenimiento rutinario de acuerdo con los requisitos de cada máquina. Con ello se pretende eliminar residuos, accidentes, fallos de producción, averías y contaminación. De este modo se eliminan los fallos y se reduce el coste y la

duración del mantenimiento (Reyes Povich 2020). Tiene como alcance erradicar los inconvenientes presentados en las máquinas mediante mejoras, prevención y actividades evitables. (Quezada, J. 2021)

$$\text{Mantenimiento Planificado} = \frac{N^{\circ} \text{ mantto planificado realizado}}{N^{\circ} \text{ mantto planificado programado}} \times 100$$

Capacitación y Entrenamiento, se determina el alcance del tema y habilidades del personal, se realizan entrenamientos sobre el equipo (Akhtar & Bashar, 2022). La metodología mantenimiento productivo total considera la capacitación y el coaching como puntos claves para la solución de inconvenientes asociados con el conocimiento técnico del personal en las actividades de mantenimiento (Reyes Povich 2020).

Confiabilidad (R) (Castillo & Cieza, 2013), se refiere a la posibilidad de que un equipo no presente fallas, o lo haga adecuadamente dentro de unos márgenes de rendimiento aceptables, la confiabilidad se define como la operación satisfactoria dentro de los límites de rendimiento establecido, en una fase determinada de su vida útil y durante un tiempo de funcionamiento establecido.

$$R = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} * 100$$

Tiempo Promedio entre Fallas (MTBF, por sus siglas en inglés), representa el tiempo promedio que transcurre entre dos fallas del mismo dispositivo o máquina. (Gasca y Medina 2017). Está ligado a la fiabilidad o probabilidad de buen funcionamiento. (Solís, G. 2004)

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo planificado para producir}}{N^{\circ} \text{ de fallas}}$$

Tiempo Promedio de Reparación (MTTR), el tiempo promedio requerido para corregir una falla y restaurar el funcionamiento normal de un equipo. (Manuel, Z. 2016). Está relacionado con la mantenibilidad o la facilidad con la que se puede realizar una intervención de mantenimiento. (Castillo, E. 2017)

$$MTTR = \frac{\textit{Tiempo total para reparar}}{\textit{N° de fallas}}$$

Otro término importante es el Análisis de criticidad, que según (Huerta Mendoza 2006), consiste en un proceso que permite determinar la jerarquía o prioridad de acciones en relación a los activos físicos. Esta metodología establece un marco que facilita la toma de decisiones precisas y eficientes. (Ver tabla 5 del Anexo 2).

El análisis modal de efectos de falla (AMEF) es una herramienta técnica de análisis preventivo que puede emplearse en sistemas que enfrentan la posibilidad de no cumplir con los objetivos de confiabilidad. Este sistema puede representar un producto, un procedimiento laboral o un medio de fabricación. (Fernández Mozo 2019). (Ver tabla 9 – 12 del Anexo 3).

Por otro lado, el análisis de fallas le permite analizar las respuestas para reducir las fallas causadas por fallas. De manera similar, la aplicación de técnicas a datos históricos permite predecir fallas de las máquinas. (Filip, Volna, & Jarusek, 2021).

También según Moreno Calva, V. (2017). Un número de prioridad de riesgo se define como un valor que se puede utilizar para priorizar los modos de falla y sus posibles causas que son identificadas y registradas por un analizador FMEA. Determinado multiplicando el nivel de gravedad por la frecuencia de error y la detectabilidad.

$$NPR = G \times F \times D$$

La cuantificación del Número de Prioridad de Riesgo (NPR) también se basa en los criterios de puntuación del NPR (ver Tabla 7 en el Anexo 3) y su matriz de puntuación. (Ver Tabla 8 en el Anexo 3)

Beneficio – Costo (B/C): compara ingresos o ahorros con costos, se refiere a un proyecto específico, si el valor es mayor que uno, entonces el proyecto es útil (Edira, C. 2020).

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de Investigación**

##### **Tipo de Investigación:**

Este trabajo se considera aplicado y se caracteriza por su propósito de aplicar y aplicar los conocimientos obtenidos. (Vargas, 2009). De enfoque cuantitativo la recopilación y se emplea el análisis de datos para explorar o responder una o más interrogantes de investigación y poner a prueba hipótesis formuladas con antelación. (Hernández y Mendoza, 2018).

##### **Diseño de Investigación:**

El diseño de la investigación es pre - experimental, por el cual se tuvo que manipular y controlar una o más variables. Por su alcance es explicativo, porque explica una relación causal entre el TPM y la confiabilidad.

#### **3.2. Variables y Operacionalización**

##### **3.2.1. Variable Independiente:**

Mantenimiento Productivo Total, las empresas industriales emplean diversas técnicas de mantenimiento, incluidas nuevas ideas para la conservación de maquinaria y dispositivos. El propósito del mantenimiento TPM busca aumentar significativamente los procedimientos de fabricación y aumentar el rendimiento de los trabajadores. (López, 2009). El propósito del TPM es mantener estándares y buscar continuamente mejoras para mejorar el desempeño técnico u operación de los procesos. (Rey, F. 2002)

##### **3.2.2. Variable Dependiente:**

La confiabilidad se caracteriza como la posibilidad de que un sistema cumpla de manera efectiva con la función específica para la cual fue concebido, en un lapso definido y bajo condiciones preestablecidas de factores ambientales, operativos, técnicos y de seguridad. (Contreras, 2022). Esta probabilidad relaciona la tasa de fallos del equipo teniendo en cuenta variables como las

circunstancias operativas, los fabricantes del producto y los factores medioambientales, entre otros. (Maya, 2018).

La estructura de la matriz de operacionalización de variables es detallada y específica (Ver Anexo 1).

### **3.3 Población, muestra y muestreo**

En términos estadísticos, la noción y el significado de la población van mucho más allá de lo que generalmente se entiende. Se denomina población a un grupo infinito o limitado de cosas o personas que comparten ciertos rasgos.

Elementos o unidades de análisis accesibles que pertenecen al área específica en el cual se lleva a cabo la investigación. (Condori 2020)

La población de nuestra tesis está establecida por un total de 14 máquinas, todas ellas ubicadas en el área de maquinado y cuyos gastos de mantenimiento son cubiertos por la empresa Sima Chimbote.

#### **Muestra**

La muestra tendría que extraerse de la población disponible, y los resultados de la muestra sólo serían relevantes para la población disponible. (Mario & Miguel 2017).

La muestra está conformada por catorce (14) máquinas de los cuales son (2) fresadoras, (1) punzonadora, (1) torno fresador, (5) taladro radial, (1) taladro fresador, (4) tornos universales que están ubicadas en el área de Maquinados de la Empresa Sima Chimbote. (Ver tabla 13 del Anexo 4)

#### **Muestreo**

Con relación a la teoría de Soto (2018), el muestreo aplicado es el censal.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.3.1. Técnica**

La técnica considerada es el análisis documental, motivo por el cual se verificará mediante un registro de fallas obtenidas en el tiempo de su funcionamiento.

#### **3.3.2. Instrumento de recolección de datos**

El instrumento a considerar es la ficha de registro. En la ficha de registro, se podrá registrar información sobre el tiempo de inactividad programado o previsto de la máquina, el número y la secuencia de ocurrencias, la hora y fecha. Estos datos son necesarios para calcular el MTBF, MTTR y la confiabilidad. (Calderón y Diaz, 2022). Ver tabla 14 del Anexo 5

### **3.5. Procedimientos**

Se describe en detalle el método empleado en el desarrollo de esta tesis:

- Adquisición de datos mediante el uso de formato de datos.
- Organización de los datos recopilados en un archivo Excel para la creación de bases de datos y el tratamiento de la información.
- Creación de tablas, gráficos y estadísticas descriptivas para ordenar los datos y la información relativos a la variable de estudio. (Van 2019).
- Hacer predicciones y juicios de valor (estadística inferencial) sobre las variables del estudio, y estimar y defender hipótesis a partir de los datos de muestras de una población conocida. (Van, 2019).
- Realizar una descripción de los datos recogidos.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Para recopilar datos e información emplearemos herramientas. También interpretaremos y evaluaremos datos numéricos, se utilizarán métodos estadísticos tanto descriptivos como inferenciales, utilizando indicadores de gestión del mantenimiento, y construiremos tablas estadísticas con MTBF y MTTR incluidos.

### **3.7. Aspectos éticos**

La implementación del TPM en la empresa Sima Chimbote permitirá realizar la mejora continua en el funcionamiento y confiabilidad óptima de las máquinas en el área de maquinados, lo cual tendrá un efecto positivo en su proceso productivo.

Nuestra tesis está aprobada por la gerencia que nos garantiza su apoyo en el desarrollo de nuestra implementación.

Dado que la información recopilada para nuestro proyecto sólo se utilizará para ayudar a encontrar respuestas en el futuro, serán auténticas y estarán protegidas por un secreto profesional.

Criterio de Objetividad: (Ratner, 2002) La obtención objetiva de datos sin el consentimiento explícito del investigador. Criterio de Veracidad: (Giraldo y Londoño, 2017), el estudio se fundamenta en datos concretos, objetivos y están sujetos a cualquier verificación.

La confidencialidad de la información utilizada para proteger la personalidad de los participantes en el estudio es una preocupación según el criterio de confidencialidad (Leahey, 2007). De este modo, la investigación del estudio garantiza la exactitud de los hechos y la información.

## IV. RESULTADOS

### Objetivo específico 1:

Evaluar la confiabilidad actual de las máquinas del área de maquinado en Sima Chimbote.

**Tabla 1:** Resultados de confiabilidad inicial.

Número	Máquinas	Horas de trabajo	Número de fallas	MTBF (h)	MTTR (h)	Confiabilidad (%)
1	Torno Univ-23	3137	66	585.36	78.07	88.23
2	Torno Fresador	3138	72	536.00	71.17	88.28
3	Taladro R01	3164	62	632.72	78.53	88.96
4	Fresadora 09	3119	63	621.42	86.80	87.74
5	Torno Univ-01	3149	66	592.07	76.30	88.58
6	Torno Univ-31	3110	68	556.77	81.00	87.30
7	Torno Univ-24	3155	65	600.19	76.07	88.75
8	Taladro R-07	3163	69	566.56	70.92	88.87
9	Taladro R-05	3080	67	572.10	89.07	86.53
10	Taladro R-02	3097	68	565.33	85.96	86.80
11	Punzonadora	3126	67	575.00	84.24	87.22
12	Taladro Fres.	3141	65	600.60	77.26	88.60
13	Taladro R-06	3153	67	588.30	75.07	88.68
14	Fresadora 10	3014	66	578.23	73.63	88.70
<b>Total</b>		<b>43746</b>	<b>931</b>	<b>8170.65</b>	<b>1104.09</b>	<b>88.10</b>

*Fuente: Elaboración propia*

### Interpretación

Se ha determinado que el nivel inicial de confiabilidad de las máquinas en el área de maquinados de la empresa Sima Chimbote es de 88.10%. La confiabilidad más baja es 86.53% (taladro radial 05) y la más alta es de 88.96% (taladro radial 01), estos resultados están basados en los registros de las horas de trabajo, números de fallas, tiempo medio de reparación y tiempo medio entre fallas. Ver tabla 15 – 42 del Anexo 6.

## Objetivo específico 2:

### Implementar el TPM para el área de maquinado en Sima Chimbote

**Tabla 2:** Diseño propuesto del mantenimiento productivo total.

Ítems	Descripción	Dimensiones	Cumplimiento
1	Antecedentes		
2	Proyecto de mantenimiento productivo total	Mantenimiento Autónomo	100 %
3	Planificación del desarrollo del programa TPM	Mantenimiento Planificado	100 %
4	Diseño del plan maestro del TPM		
5	Arranque, lanzamiento del TPM		
6	Fase de implantación	Capacitación	100 %
7	Fase de Consolidación		
<b>TOTAL</b>			<b>100 %</b>

*Fuente: Elaboración propia*

## Interpretación

Se consideró en el mantenimiento productivo total los siguientes tres pilares del TPM: el mantenimiento autónomo, mantenimiento planificado y capacitación. Se observó que las actividades se ejecutaron con un cumplimiento del 100%, el detalle se describe en la tabla 43 – 51 del Anexo 7.

### Objetivo específico 3:

Evaluar la Confiabilidad de las máquinas luego de la implementación del TPM en el área de maquinado de Sima Chimbote.

**Tabla 3:** Resultados posteriores de confiabilidad con respecto a la implementación del TPM.

Máquina	Número de fallas	Tiempo de Operación (h)	Tiempo total de Reparación (h)	MTBF (h)	MTTR (h)	Confiabilidad (%)
Torno Univ-23	22	2919	81	1464	42	97.20
Torno Fresador	21	2917	83	1513	42	97.33
Taladro R01	17	2930	70	1911	40	97.97
Fresadora 09	18	2929	71	1766	40	97.79
Torno Univ-01	18	2919	81	1923	55	97.22
Torno Univ-31	22	2904	96	1543	49	96.94
Torno Univ-24	21	2897	103	1502	52	96.66
Taladro R-07	19	2941	59	1819	39	97.90
Taladro R-05	19	2929	71	1723	41	97.67
Taladro R-02	19	2920	80	1712	42	97.61
Punzonadora	21	2913	87	1506	44	97.15
Taladro Fres.	19	2930	70	1687	43	97.53
Taladro R-06	20	2930	70	1568	34	97.86
Fresadora 10	18	2924	76	1770	42	97.68
<b>Total</b>	<b>274</b>	<b>40902</b>	<b>1098</b>	<b>1672</b>	<b>43</b>	<b>97.47</b>

*Fuente: Elaboración propia*

### Interpretación

Se determinaron los valores de las 14 máquinas después de haber realizado el mantenimiento productivo total TPM, el número de fallas total es 274 y el tiempo total de operación 40902 horas; también el tiempo total de reparación es 1098 horas y, por último, el valor obtenido de confiabilidad post test es de 97.47%. Ver tabla 52 – 79 del Anexo 8.

#### Objetivo específico 4:

Evaluar beneficio-costo de la implementación del TPM en el área Maquinados Sima Chimbote.

Tabla 4: Evaluación financiera.

EVALUACION FINANCIERA						
CONCEPTOS	AÑOS DE OPERACIÓN					
	0	1	2	3	4	5
<b>A.BENEFICIOS</b>						
Ingresos por fabricación y diseño de piezas		S/54,670.00	S/55,430.00	S/56,780.00	S/57,869.00	S/58,970.00
TOTAL DE BENEFICIOS		<b>S/54,670.00</b>	<b>S/55,430.00</b>	<b>S/56,780.00</b>	<b>S/57,869.00</b>	<b>S/58,970.00</b>
<b>B.COSTOS</b>						
TOTAL DE COSTOS		S/41,002.00	S/41,572.00	S/42,585.00	S/43,401.00	S/44,227.00
Valor residual-recuperacion capital trabajo						82,347
Inversion tangible		15,670				
Inversion intangible		14,320				
Gastos operativos		62,500				
Mantenimiento Productivo Total		6,968				
<b>FLUJO NETO DE EFECTIVO</b>	S/0.00	-S/85,790.00	S/13,858.00	S/14,195.00	S/14,468.00	S/97,090.00
<b>INDICADORES FINANCIEROS DEL PROYECTO</b>						
COSTO BENEFICIO(B/C) =			1.11			
TIR =			22.45%			
VAN =			26,962.90			

Fuente: Elaboración propia

#### Interpretación

Se determinaron los resultados obtenidos por los indicadores financieros obteniendo un costo beneficio de 1.11, lo cual indica el VAN S/. 26,962.00 y por su parte el TIR 22.45%. El dictamen del proyecto es rentable ya que el beneficio costo >1 es aceptable. Ver tabla 82 del Anexo 9.

## V. DISCUSIÓN

Los datos se utilizaron para obtener los siguientes hallazgos: tiempos totales de mantenimiento, tiempos totales de funcionamiento e indicadores de mantenimiento pretest y post test Como parte de la implementación del TPM, se analizan los resultados desde esta perspectiva, en función de los objetivos específicos alcanzados.

Se planteó como primer objetivo específico determinar el nivel de confiabilidad actual del área de maquinados de la empresa Sima Chimbote, se verificó el estado actual de las maquinarias especificadas en la muestra en referencia a la confiabilidad y sus indicadores, se obtuvo un nivel inicial de 88.10%, situación similar enfrentaron Calderón y Diaz ( 2022), en su investigación de mejora de la confiabilidad de las maquinarias en el área de producción de la empresa COMIN, a través de la implementación de un plan de mantenimiento productivo total utilizaron la metodología del mantenimiento productivo total para optimizar la confiabilidad de las máquinas. Inicialmente, las máquinas representaban un nivel de confiabilidad del 89.01%. En la presente investigación se encontró que existe coincidencia con el nivel de confiabilidad actual de la empresa Sima Chimbote, esto se dio porque los valores iniciales de confiabilidad de sus máquinas estaban debajo del 90%. El método mencionado corresponde con la investigación llevada a cabo por Castro, (2017) se encontró coincidencias con estos resultados, en su trabajo de investigación sobre la fiabilidad de los equipos de alquiler Caterpillar proporcionados por la empresa Unimaq, comenzó su estudio con una confiabilidad baja del 80%. El objetivo de este estudio fue analizar los tiempos de inoperatividad debido a mantenimientos correctivos en la flota, a través del mantenimiento productivo total comenzó a incrementar los niveles de confiabilidad inicial de las maquinarias y sus flotas. También se puede mencionar en la tesis de Avalos y Ávila (2019), también coinciden en su trabajo de investigación enmarcado en la aplicación del mantenimiento preventivo para aumentar la fiabilidad de sus maquinarias pesadas, su confiabilidad inicial se encontró en 70%. Por lo siguiente se puede considerar que los valores iniciales encontrados en los estudios de investigación, son niveles bajo de confiabilidad.

Para el desarrollo del segundo objetivo específico correspondiente a implementar el TPM para el área de maquinados en la empresa, se identificaron 3 de los principales pilares del TPM que fueron el mantenimiento autónomo, mantenimiento planificado y capacitación, en la implementación se ejecutaron a las 14 máquinas según la muestra del informe. Con base en esto, se creó una implementación del TPM que preveía la formación de un equipo de TPM incluyendo una sugerencia de planificación temporal y las tareas de mantenimiento programadas durante 90 días. Este estudio tiene similitudes con la implementación de investigación que creé para su estudio Gómez (2021), La empresa también está introduciendo el TPM dentro de la compañía, proponiéndole como una herramienta de ingeniería para mejorar la disponibilidad y confiabilidad de las máquinas con mayor índice de fallas textiles reducirá los tiempos de entrega de los productos. Puede reducir el tiempo en un 35%. A sí mismo resalta la implementación que desarrolló García (2018), en la ejecución de un plan de gestión de mantenimiento basado en el TPM para aumentar la confiabilidad en las máquinas de su empresa comercial y en base a ello obtener una mejor producción y cumplimiento en su proceso productivo, la implementación del plan de mantenimiento productivo total ayudó reduciendo el porcentaje de las interrupciones no planificadas que representan el 8% y también disminuyendo los mantenimientos correctivos. Este estudio también presenta similitudes con la implementación de investigación elaborada en su estudio, Calderón y Diaz (2022) quien también en su tesis implementación del mantenimiento productivo total para mejorar las máquinas en una compañía metalmecánica, propone resolver sus problemas utilizando el mantenimiento productivo total, el cual utilizó una serie de pilares ordenados que permitieron mejorar la gestión del mantenimiento y de esa forma evitar las fallas frecuentes en sus maquinarias y mejorar la confiabilidad. El estudio coincide con Rodríguez y Palacios (2022) donde determinó el uso del mantenimiento productivo total de mano del mantenimiento autónomo y mantenimiento planificado para mejorar la confiabilidad global de las máquinas y equipos en su empresa, de igual manera formó a sus operarios para que utilizaran las máquinas con eficacia.

El tercer objetivo específico correspondiente a evaluar la confiabilidad de las máquinas luego de la implementación del mantenimiento productivo total en el área de maquinados de Sima Chimbote, se obtuvo una confiabilidad post test de 97.47%, en las máquinas a los que se les aplicó el mantenimiento productivo total, lo cual significó una mejora de confiabilidad, así mismo resalta la implementación que desarrolló Rodríguez y Palacios (2022), en su tesis incrementó la eficiencia global de sus máquinas y equipos iniciando con una confiabilidad de 87%, da como conclusión que el uso de la aplicación del mantenimiento productivo total ayudó a mejorar la confiabilidad final con un 91%, así mismo se tiene la presentación de Castro (2017) donde indica que la confiabilidad es una métrica central para la gestión del mantenimiento, ya que está determinada directamente por el número de intervenciones no planificadas. Por lo tanto, el desarrollo del trabajo tiene como objetivo presentar una metodología TPM para reducir las pérdidas presentes en el proceso. Fabricación de dispositivos y sistemas fiables, así mismo resalta la implementación de que desarrollaron Calderón y Diaz (2022) quienes indican que tenían averías frecuentes en sus máquinas y su confiabilidad fue de 89.01% en su estado actual y luego de aplicar la metodología del mantenimiento productivo total TPM, Este se compuesto por una serie de pilares organizados y estructurados pilares eso les permitió que les permitieron mejorar su gestión y soportar los problemas descritos .para mejorar su gestión y soportar los problemas descritos ., resolvieron su problema alcanzando después de la aplicación una confiabilidad de 98,22%. El presente estudio, tiene coincidencias con la implementación investigativa de Avalos y Ávila (2019) su trabajo de investigación está enmarcado en incrementar la confiabilidad de sus maquinarias pesadas, los datos obtenidos fueron recolectados de su ficha de registros en cuanto al índice de mantenimiento, considerando que el valor inicial es del 70%, encontramos que la aplicación de mantenimiento preventivo tiene un impacto significativo en la mejora de la confiabilidad y se incrementó una confiabilidad de un 9% quedando como resultado final en 79%, de esta forma el mantenimiento que se ejecutó tuvo buenos resultados expresados en la confiabilidad final.

Para el desarrollo del cuarto objetivo específico correspondiente a evaluar beneficio-costo de la implementación del TPM en el área de maquinados en Sima Chimbote, los gastos que se asumieron en la implementación del TPM están reflejados de acuerdo a partir de ello se hizo el cálculo del beneficio de la empresa. El beneficio costo obtenido para el área de maquinados de la empresa Sima Chimbote es de 1.11 con un VAN S/. 26,962.90 de y un TIR 22.45%, existen coincidencias con García (2018), donde demuestra que la evaluación final de la implementación al cierre de su investigación obtuvo beneficio costo de 2.75, siendo rentable para su investigación. Por otra parte, se tienen coincidencias en el estudio realizado por Gómez (2021) tiene la implementación basada en el mantenimiento productivo total para incrementar la confiabilidad de sus máquinas textiles obteniendo como resultados favorables un VAN de S/. 256,536.47 y un TIR de 34%. También existen coincidencias en el estudio realizado por Villoslada (2022) en el diseño de su sistema de gestión de mantenimiento para la mejora de su confiabilidad de sus tractocamiones obtuvieron indicadores financieros favorables con resultados en el VAN de S/. 35,300.00 y un TIR de 2%.

## **VI. CONCLUSIONES**

- 6.1.** Se evaluó la confiabilidad actual de las máquinas del área de maquinados de la empresa Sima Chimbote, mediante los cálculos realizados con los datos obtenidos en la ficha de registro obteniendo un resultado inicial de confiabilidad de 88.10% en las 14 máquinas estudiadas.
- 6.2.** Se implementó el mantenimiento productivo total destinados al área de maquinados en Sima Chimbote, resaltando los puntos desarrollados por el TPM, los pilares fueron el mantenimiento autónomo, mantenimiento planificado y capacitación, los trabajos de mantenimiento se realizarán cada día con la aprobación del equipo del mantenimiento productivo total.
- 6.3.** Se evaluó la confiabilidad posterior a la implementación del mantenimiento productivo total en el área de maquinados de Sima Chimbote, obteniendo como resultado final una confiabilidad de 97.47% lo que significó un incremento de 9.37%.
- 6.4.** Se evaluó el beneficio-costos de la implementación del TPM en el área de maquinados en Sima Chimbote a partir del cual se obtienen como resultados financieros un B/C: 1.11, un VAN de S/. 26,962.90 de y un TIR 22.45%, siendo rentable el proyecto.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda a la empresa Sima Chimbote la adquisición de software de gestiones de mantenimiento para la obtención de sus indicadores por máquina, crear instrucciones de trabajo documentadas para gestionar mejor el historial de cada máquina en su área de procesamiento.
- Llevar un buen control de trabajo relacionados al mantenimiento autónomo, mantenimiento planificado, realizar capacitaciones constantes a los colaboradores del área de maquinados con la finalidad de mantenerlos actualizados.
- Mantener una constante programación de la implementación propuesta con la finalidad que el índice de confiabilidad sea superior al 95%, monitorear las fichas de registro y los instrumentos de recolección de datos.
- Tener actualizados los ingresos y costos con la finalidad de tener una buena rentabilidad para la empresa.

## REFERENCIAS

- Calderón y Díaz (2022), Plan de Mantenimiento TPM para mejorar Confiabilidad en Maquinarias del área de producción de Empresa COMIN SRLTDA 2022, Trujillo - Perú. Universidad César Vallejo.  
Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/98802>
- Villoslada (2022), DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA CONFIABILIDAD DE LOS TRACTOCAMIONES DE LA EMPRESA TRANSPORTES PAKATNAMU SAC, Lambayeque – Perú. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.  
[https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/10761/Villoslada\\_Inga\\_Jean%20Paul.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/10761/Villoslada_Inga_Jean%20Paul.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Mesías (2017), Mejorar la Gestión de Mantenimiento en la planta de procesados cárnicos San Carlos aplicando Mantenimiento Productivo Total TPM Callao – Perú. Universidad Nacional del Callao  
Disponible en: <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/2915>
- Rodríguez y Palacios (2022), Aplicación del TPM para incrementar la eficiencia global de los equipos de la empresa Volcotech Ingeniería y Servicios E.I.R.L. 2022, Ate – Perú. Universidad César Vallejo.  
Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/98906>
- García (2018), Implementación de un Plan de Gestión de Mantenimiento Preventivo Basado en TPM para aumentar la confiabilidad en las máquinas de la Empresa comercial Molinera San Luis SAC, Pimentel – Perú. Universidad San Martín de Porres. <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/4789100>
- Castro (2017), Mantenimiento Productivo Total (TPM) para incrementar la confiabilidad de los equipos de alquiler Caterpillar de la Empresa UNIMAQ S.A – 2017, Chiclayo – Perú. Universidad César Vallejo.  
Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/25906>
- Gómez (2021), Propuesta de mejora basado en TPM para incrementar la disponibilidad y confiabilidad en máquinas con mayor índice de fallas de una empresa textil, Lima – Perú. Universidad Privada de Ciencias Aplicadas.  
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/655006>

- Maya (2018), Aplicación de RCM como estrategia de implementación del mantenimiento predictivo para la metodología TMP, Medellín – Colombia. Universidad Nacional de Colombia.  
Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/64727>
- Soto, E. (2018). ¿Qué tipo de muestreo se debe utilizar en una tesis? Tesis Ciencia. Recuperado de <https://tesis-ciencia.com/2018/08/29/muestreo-muestratesis/>
- Avalos y Ávila (2019), Aplicación del mantenimiento preventivo para incrementar la confiabilidad de la maquinaria pesada. Empresa comunidad campesina Ango Raju. Huaraz. 2018. Universidad César Vallejo.  
Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/38465>
- Huaire (2019), Método de investigación, material de clase. Ate – Lima. 35 pp.  
<https://www.aacademica.org/edson.jorge.huaire.inacio/35>
- Cárcel (2016) Características de los sistemas TPM y RCM en la ingeniería del Mantenimiento. 3C Tecnología (Edición 19) Vol. 5 – N° 03. Valencia, España.  
<https://luisfelipesexto.blogia.com/2006/051001-confiabilidad-mantenibilidad-y-disponibilidad.php>
- Jáuregui y Vergara (2021) Mantenimiento total y su efecto sobre la productividad de una empresa productora de cajas de polietileno, Trujillo, 2021. Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/84406>
- Reyes (2020), Diseño de un plan de mantenimiento productivo total en una empresa de transporte de mineral para aumentar la disponibilidad de flota, Lima – Perú. Universidad Tecnológica del Perú.  
<https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/3126?show=full>
- Gasca, M. y Camargo, L. (27 de enero del 2017). Sistema para evaluar la confiabilidad de los equipos críticos en el sector industrial. Información tecnológica Vol 28.4, 111-124.  
<https://www.scielo.cl/pdf/infotec/v28n4/art14.pdf>

Mozo, F. (2019). Análisis del modo y efecto de fallas (AMEF). Universidad Privada del Norte.

<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/22284/Fernandez%20Mozo%20Jhelikza%20Marleny.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Hernández, R. y Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta.

<https://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=2612>

Azid, A., & Shamsudin, S. (2019). Conceptual Analysis and Survey of Total Productive Maintenance (TPM) and Reliability Centered Maintenance (RCM) Relationship. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, 10.1088/1757-899X/530/1/012050.

Salazar, B. (2019). *ingenieriaindustrialonline.com*. Obtenido de Mantenimiento Productivo Total (TPM):

<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/leanmanufacturing/mantenimiento-productivo-total-tpm/>

Pinto, G., & Silva, F. (2020). TPM implementation and maintenance strategic plan – a case study. *Procedia Manufacturing*, 51, 1423-1430.

doi: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.198>

Thorat, R., & Mahesha, G. (2020). Improvement in productivity through TPM Implementation. *Materials today. Proceedings*, 24(2), 1508-1517.

doi: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.04.470>

Bashar, A. , Hasin, AA y Jahangir, N. (2022), " link between tpm people management and organizational performance", *Journal of Quality in Maintenance Engineering* , vol. 28 N° 2, págs. 350-366. <https://doi.org/10.1108/JQME-11-2019-0105>

Lozada, J., & Lara, C. (2021). TPM-Based Maintenance Plan for Turbine Recovery Machinery. *Journal of Phys: Conf. Ser.* 1878 012034 DOI 10.1088/1742-6569/1878/1/012034

Filip, Volna, & Jarusek, (2021). Innovative approach to preventive maintenance of production equipment based on a modified tpm methodology for industry 4.0. *Applied Science*, <https://doi.org/10.3390/app11156953>.

Edira, C. (2020). Cost – Benefit análisis of green infrastructure in cruce de las Manuel Gomez Morin and roads Francisco Villarreal on CD. Juarez, Chih <http://erecursos.uacj.mx/bitstream/handle/20.500.11961/5703/Tesis%20Edira%20Canuta%20Villalobos.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Moreno Calva, V. (2017). Manual Guide for the Development of Y- Mode Analysis Glitch Effect. 19.

Manuel, Z. (2016). Indicators for heavy equipment maintenance management <https://revistas.uap.edu.pe/ojs/index.php/CYD/index>

Solís-Meza, M., & Torres-Rodríguez, R. (2021). Contributions of TPM in improving maintenance management *INGENIAR Scientific Magazine: Engineering Technology and Research*. ISSN: 2737-6249., 4(8 Spanish Ed.), 58-78. <https://doi.org/10.46296/ig.v4i8edespdic.0051>

Nohemy, C. (2021). Implementation of the TPM-Lean Manufacturing methodology to improve the overall equipment efficiency (OEE) in the production of spare parts in a metalworking company <http://dx.doi.org/10.15381/idata.v24i1.18402>  
[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1810-99932021000100049](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-99932021000100049)

Condori, O. (2020). Universe, population and sample: <https://www.aacademica.org/cporfirio/18>

Mario, E., & Miguel, V. (2017). The research protocol v: The calculation of sample size <https://doi.org/10.29262/ram.v64i2.267>  
[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2448-91902017000200220](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-91902017000200220)

Contreras, R. (2022). Confiabilidad en las industrias. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de ciencias Físico Matemáticas, Puebla –

México.[https://www.fcfm.buap.mx/assets/docs/docencia/tesis/matematicas/Re  
neContrerasSevilla.pdf](https://www.fcfm.buap.mx/assets/docs/docencia/tesis/matematicas/Re<br/>neContrerasSevilla.pdf)

Ratner, C. (2002). Subjectivity and Objectivity in Qualitative Methodology. Forum Qualitative Social Research, 3. <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0114-fqs0203160>

Leahey, E. (2007). Not by Productivity Alone: How Visibility and Specialization Contribute to Academic Earnings, Volume 72, Issue 4 533 - 561

<https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/000312240707200403>

Vargas, Z. (2009). La investigación aplicada una forma de conocer las realidades con evidencia científica en Costa Rica, Universidad de Costa Rica San Pedro, Montes de Oca, Educación, vol. 33, num. 1, 2009, pp. 155 – 165.

Solís, G. 2004). Libro de técnicas de mantenimiento industrial, Rev. 5. [https://issuu.com/guillermosolis92/docs/libro\\_de\\_mantenimiento\\_industrial](https://issuu.com/guillermosolis92/docs/libro_de_mantenimiento_industrial)

GIRALDO-GUTIÉRREZ, Francisco Luis y Londoño-Vásquez, David Alberto, 2017. Descripción y referencia: el lenguaje como posibilidad de veracidad. Un asunto de límites de sistemas-mundo y actos de habla. Cuadernos de Lingüística Hispánica [en línea] Boyacá, Colombia: Vol. 2, No. 29, pp 163-17 [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121053X2017000100163](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121053X2017000100163)

Rey, F. 2002. Mantenimiento total de la producción, Fundación Confemetal. <https://books.google.com.pe/books?id=t05vRBKtkQcC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

(Quezada, J. 2021). Desarrollo de un plan de mantenimiento para las máquinas de la empresa Planhofa C.A. mediante el mantenimiento productivo total (TPM), Ambato – Ecuador. Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/32384/1/Tesis%20I.%20M.%20625%20-%20Quezada%20Pedrera%20John%20Manuel.pdf>

Aimable, Sherrian S. The effects of total productive maintenance on cost savings and equipment reliability.

Degree: 2017, University of Wisconsin-Stout  
<http://digital.library.wisc.edu/1793/82240>

(Castillo, E. 2017). Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo basado en la confiabilidad en la empresa Fabrication Technology Company SAC para la mejora de la productividad, Chiclayo – Perú. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.

[https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/915/1/TL\\_CastilloRamirezEver.pdf](https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/915/1/TL_CastilloRamirezEver.pdf)

Huerta Mendoza, R. (2006). El Análisis de Criticidad, una Metodología para Mejorar la Confiabilidad. *Ingeniería Mecánica*, 4, 13-19.

Parra Márquez, C., & Crespo Márquez, A. (2020). Métodos de Análisis de Criticidad y Jerarquización de Activos. July 2020.

<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21197.87524>

Martínez Niño, J. L. (2018). Análisis de criticidad aplicado a sistemas productivos en la industria procesadora de alimentos, basado en el modelo semicuantitativo MCR (Matriz de Criticidad por Riesgo). Diciembre, 11.

<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.13024.92168>

Salazar Saldaña, L. S. (2019). Mantenimiento centrado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad de equipos críticos del proceso de producción de hielo en la empresa Lesser S.A.C. In Universidad César vallejo.

# **ANEXOS**

## ANEXO 1: Operacionalización de las variables

*Implementación del Mantenimiento Productivo Total para mejorar la Confiabilidad en el área de Maquinados en Sima Chimbote*

Variable Independiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Mantenimiento Productivo Total	Es una herramienta de trabajos metódicos que ayudan a mejorar el desempeño de su organización, ofrece ventajas competitivas (Rodríguez y Palacios, 2022)	Con la implementación del TPM, se busca aumentar la confiabilidad de los equipos, se mide por medio del mantenimiento planificado, autónomo, capacitaciones y entrenamientos (Calderón y Díaz, 2022)	Mantenimiento autónomo	- Número de actividades realizadas. -Número de actividades programadas.	De Razón
			Mantenimiento planificado	-Número de mantenimiento realizado. -Número de mantenimiento planificado.	
			Capacitaciones	-Número de horas de personas capacitadas -Número de personas capacitadas	
Variable dependiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Confiabilidad	Determinación de la eficiencia de los equipos o sistemas, probabilidad de un equipo que desempeñe la función que se requiere de este, durante un periodo de tiempo determinado (Castro, 2017).	La confiabilidad es un dato estadístico, probabilidad por la cual determina o calcula a partir de los registros de los paros, se mide mediante el tiempo medio entre fallas y tiempo medio de reparación (Castro, 2017).	Tiempo medio entre fallas	-Tiempo total disponible -Tiempo de inactividad -Número de parada de planta	De Razón
			Tiempo medio para reparación	-Tiempo total de mantenimiento -Número de reparaciones	

Fuente: Elaboración propia

## **ANEXO 2**

### **Análisis de criticidad**

Para llevar a cabo la evaluación de criticidad, se emplean métodos que contribuyen a la identificación y clasificación de los equipos en un entorno industrial (Parra Márquez & Crespo Márquez, 2020). La aplicación de estas técnicas busca establecer una jerarquía de los equipos según el nivel de riesgo, lo que a su vez promueve una gestión de mantenimiento más eficaz (Martínez Niño, 2018).

Un ejemplo de enfoque semicuantitativo de criticidad es el modelo "CTR" (Criticidad Total por Riesgo).

$$CTR = FF \times C$$

$$C = (IO * FO) + CM + SHA$$

Donde:

IO: Impacto Operacional

FO: Factor de flexibilidad operacional

CM: Factor de costos mantenimiento

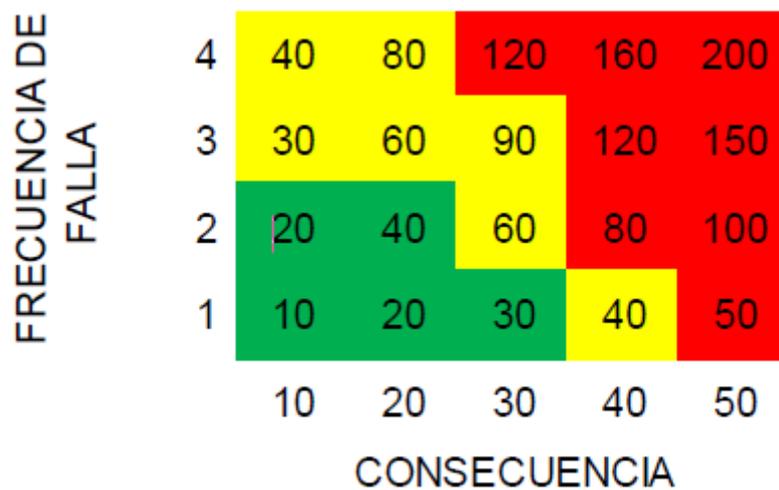
SHA: Factor de impacto en seguridad, higiene y ambiente

**Tabla 5:** Guía de criticidad

<b>1 FRECUENCIA DE FALLA (F.F.) (escala 1-4)</b>
4: Frecuente: mayor a 38 eventos al año
3: Promedio: 30 eventos al año
2: Bueno: entre 10 y 20 evento al año
1: Excelente: menos de 5 eventos al año
<b>2 IMPACTO OPERACIONAL (I.O.) (escala 1-10)</b>
10: Pérdidas de producción superiores al 75%
7: Pérdidas de producción entre el 50% y el 74%
5: Pérdidas de producción entre el 25% y el 49%
3: Pérdidas de producción entre el 10% y el 24%
1: Pérdidas de producción menor al 10%
<b>3 IMPACTO POR FLEXIBILIDAD OPERACIONAL (I.F.O.) (escala 1-4)</b>
4: No se cuenta con unidades de reserva para cubrir la producción, tiempos de reparación y logística muy grandes
2: Se cuenta con unidades de reserva que logran cubrir de forma parcial el impacto de producción, tiempos de reparación y logística intermedios
1: Se cuenta con unidades de reserva en línea, tiempos de reparación y logística pequeños
<b>4 IMPACTO EN COSTOS DE MANTENIMIENTO (I.C.M.) (escala 1-2)</b>
2: Costes de reparación, materiales y mano de obra superiores a 5000 Soles
1: Costes de reparación, materiales y mano de obra inferiores a 5000 Soles
<b>5 IMPACTO EN SEGURIDAD, HIGIENE Y MEDIO AMBIENTE (I.S y M.A.)(escala 1-8)</b>
8: Riesgo alto de pérdida de vida, daños graves a la salud del personal y/o incidente ambiental mayor (catastrófico) que exceden los límites permitidos
6: Riesgo medio de pérdida de vida, daños importantes a la salud, y/o incidente ambiental de difícil restauración
3: Riesgo mínimo de pérdida de vida y afección a la salud (recuperable en el corto plazo) y/o incidente ambiental menor (controlable), derrames fáciles de contener y fugas repetitivas
1: No existe ningún riesgo de pérdida de vida, ni afección a la salud, ni daños ambientales

Fuente: (Salazar Saldaña, 2019)

Figura 2: Matriz de criticidad



**Tabla 6:** Análisis de criticidad de las máquinas del área de maquinado

Ítem.	Máquinas	F.F.	I.O	I.F.O.	I.C.M.	I.S. y M.A	Consecuencia	Criticidad	Nivel de criticidad
1	Torno Universal 23	4	3	2	1	3	10	40	Semi critico
2	Torno Fresad 33	4	3	2	1	3	10	40	Semi critico
3	Taladro R-01	4	3	2	1	3	10	40	Semi critico
4	Fresadora 09	4	3	2	1	3	10	40	Semi critico
5	Torno Univ-01	4	3	2	1	3	10	40	Semi critico
6	Torno Univ-31	4	3	2	1	3	10	40	Semi critico
7	Torno Univ-24	4	3	2	1	3	10	40	Semi critico
8	Taladro R-07	4	3	2	1	3	10	40	Semi critico
9	Taladro R-05	4	3	2	1	3	10	40	Semi critico
10	Taladro R-02	4	3	2	1	3	10	40	Semi critico
11	Punzonadora	4	5	2	2	3	15	60	Semi critico
12	Taladro Fres	4	3	2	1	3	10	40	Semi critico
13	Taladro R-06	4	3	2	1	3	10	40	Semi critico
14	Fresadora 10	4	3	2	1	3	10	40	Semi critico

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO 3

### Ventajas potenciales del AMEF

Este procedimiento de análisis tiene una serie de ventajas potenciales significativas, se detalla:

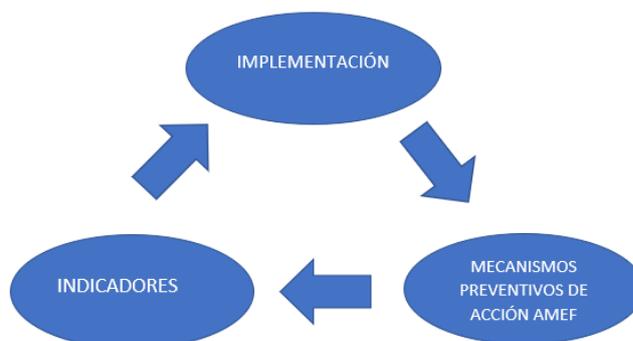
- Identificar los posibles defectos en el producto, proceso o sistema
- Determinar el impacto que podría tener cada falla potencial
- Establecer niveles de confiabilidad para la detección de fallas
- Evaluar mediante indicadores específicos la relación entre: gravedad, ocurrencia y detección
- Identificar oportunidad de mejora
- Considerar la información del AMEF como recurso de capacitación en los procesos. (Fernández, 2019)

### ¿Cuándo debo implementar análisis de modo efecto y falla?

El análisis de modo efecto y falla es un proceso que fortalece a la organización, y su implementación no requiere condiciones especiales de operación.

- Diseño de nuevos productos y/o servicios.
- Diseño de procesos
- Programa de mantenimiento preventivo
- Cada etapa del proceso y documentación del producto.
- Etapa de recopilación de información como recurso formativo. (Fernández Mozo 2019)

Figura 3: Secuencia de metodología



Fuente: Salazar (2020)

**Tabla 7:** Criterios de evaluación del AMEF-NPR

<b>Gravedad</b>	
Descripción	Puntaje
Imperceptible	1
Escasa, falla menor	2-3
Baja, Fallo inminente	4-5
Media, fallo pero no para el sistema	6-7
Elevada, falla critica	8-9
Muy elevada, con problemas de seguridad, no conformidad	10

<b>Frecuencia de fallos</b>	
Descripción	Puntaje
1 falla en mas de 2 años	1
1 falla cada 2 años	2-3
1 falla cada año	4-5
1 falla entre 6 meses y 1 año	6-7
1 falla entre 1 a 6 meses	8-9
1 falla al mes	10

<b>Detectabilidad</b>	
Descripción	Puntaje
Obvia	1
Escasa	2-3
Moderada	4-5
Frecuente	6-7
Elevada	8-9
Muy elevada	10

Fuente: *Elaboración propia*

**Tabla 8:** Matriz para puntuación.

500 - 1000	Riesgo de falla ALTO
125 - 499	Riesgo de falla MEDIO
1 -124	Riesgo de falla BAJO
0	No existe riesgo de falla

**Tabla 9:** Resultados Análisis de Modos y Efecto de Fallas (AMEF) y análisis del Número Prioritario de Riesgo (NPR)

ANÁLISIS DE MODO DE EFECTOS Y FALLAS (AMEF)															
AREA:	Maquinado								CÓDIGO:						
DPTO:	Mantenimiento								FECHA:						
EQUIPO:	Fresadora - Punzonadora - Taladro radial														
Máquina	Descripción de fase	Modos de fallo	Efecto	S	Causa	O	Controles	D	NPR	Acciones	Acciones tomadas	S	O	D	NPR
Fresadora 03-056-0009	Mantenimiento Motor Eléctrico	Se quema el bobinado	No proporciona energía rotacional	8	Aumento de corriente nominal que puedes soportar los bobinados	7	Regulación de corriente mediante fusibles o breaker	7	343	Medir el amperaje diariamente	Medir el amperaje diariamente	5	3	3	45
		Desgaste de las escobillas	Energía rotacional intermitente	5	Alto trabajo del motor	9	Revisión escobillas cada 3 meses	5	180	Revisión de parámetros eléctricos cada 2 meses	Sustitución	4	5	2	40
Fresadora 03-056-0010	Inspección transmisión poleas	Se revienta su sección longitudinal	No existe transmisión a los elementos	8	Exceso de tensión	5	Revisión de tensiones 1 vez cada 2 meses	4	160	Revisar semanalmente	Proporcionar la tensión adecuada	8	2	2	32
		Deshilachado de su sección	Transmisión a elementos es deficiente	8	Fatiga por el tiempo de trabajo	6	No existen	3	144	Revisar las bandas 1 vez al mes	Reemplazo de las bandas	7	1	4	28
Punzonadora 03-096-0002	Chequeo caja de velocidades	Desgaste falla engranajes y ejes de caja	Descontrol de velocidades en el sistema transmisión	7	Falta de lubricación	3	Lubricación una vez al mes	9	220	Revisar y lubricar puntos lubricación	Cambio engranajes defectuosos	7	1	5	35
		falla en el sistema eléctrico caja de velocidades	Impide transmisión de rotación de ejes	5	Bajo aislamiento y corto circuitos en conductores eléctricos	6	Megado de cables eléctricos	5	150	Aplicar mantenimiento preventivo eléctrico	Aislamiento de conductores, reemplazo de conductores dañados	4	3	3	36
Taladro Radial 03-114-0001	Revisión sistema de refrigeración	Suciedad del aceite de refrigeración	Calentamiento en los elementos y herramientas	5	Malos filtros de aceite	7	Evaluar hojas técnicas de filtros	7	245	Limpieza y revisión de filtro semanal	Sustitución de aceite y revisión de viscosidad	5	3	3	45
		Fugas en la bomba de aceite	Flujo de aceite discontinuo en la refrigeración	6	Sellos o empaques averiados	6	Revisión mensualmente	5	180	Revisión de bombas y mangueras	Remplazo de sellos de la bomba	5	3	3	45

Elaboración propia

**Tabla 10:** Resultados Análisis de Modos y Efecto de Fallas (AMEF) y análisis del Número Prioritario de Riesgo (NPR)

ANÁLISIS DE MODO DE EFECTOS Y FALLAS (AMEF)															
AREA:	Maquinado										CÓDIGO:				
DPTO:	Mantenimiento										FECHA:				
EQUIPO:	Taladro radial														
Máquina	Descripción de fase	Modos de fallo	Efecto	S	Causa	O	Controles	D	NPR	Acciones	Acciones tomadas	S	O	D	NPR
Taladro Radial 03-114-0002	Inspección tablero eléctrico	Corto circuito en el sistema	Torno en estado de inoperatividad	9	Mal aislamiento de los conductores	4	Megado de conductores eléctricos	6	216	Reporte megado de cables eléctricos	Megado de conductores de acuerdo al programa	7	2	3	42
		Se quemaron aparatos eléctricos y electrónicos	No es posible encender ni operar la fresadora	7	Deficiencia en la regulación de tensión	3	Revisar el nivel de tensión semanalmente	8	168	Instalar reguladores de tensión	Instalación de reguladores de tensión	9	1	2	18
Taladro Radial 03-114-0005	Chequeo mesa de trabajo	Desnivel en mesa de trabajo	Mal corte y modelado de piezas	8	El terreno de base cede por el tiempo de uso de la fresadora	4	Nivelación correcta de la mesa de trabajo	8	256	Revisar nivel de mesa semanalmente	Se midió el nivel y se realizó la nivelación	7	2	2	28
Taladro Radial 03-114-0006	Revisión tornillo sin fin	Daños en las ranuras y picaduras	Fallas en los avances de la mesa	10	Fatiga del material	4	Revisar anualmente	4	160	Revisar cada tres meses	Remplazo de tornillo	7	2	2	28
Taladro Radial 03-114-0007	Palancas de avance	Rajaduras del elemento	No es posible cortar las piezas	4	Escaso de fuerza y fatiga	5	Ninguno	8	160	Revisar deformaciones y tiempo	Se sustituyó la herramienta	4	3	2	24

Elaboración propia

**Tabla 11:** Resultados Análisis de Modos y Efecto de Fallas (AMEF) y análisis del Número Prioritario de Riesgo (NPR)

ANÁLISIS DE MODO DE EFECTOS Y FALLAS (AMEF)															
<b>AREA:</b>	Maquinado								<b>CÓDIGO:</b>						
<b>DPTO:</b>	Mantenimiento								<b>FECHA:</b>						
<b>EQUIPO:</b>	Taladro fresador - Torno universal														
Máquina	Descripción de fase	Modos de fallo	Efecto	S	Causa	O	Controles	D	NPR	Acciones	Acciones tomadas	S	O	D	NPR
Taladro Fresador 03-114-0103	Motor	El esforzar la capacidad de empleo, puede llevar a que se queme la bobina del motor	Parada del taladro quedando en estado de inoperatividad	10	Sobrecalentamiento y paro en esa área	2	Regulacion de corriente mediante fusibles o breaker	6	120	No exceder la capacidad del motor y evitar altas temperaturas	Realizar el calculo y diseño de los aparatos eléctricos del tablero general	7	2	4	43
Torno Universal 03-117-0001	Volante móvil	No permite deslizarse en forma vertical a la porta broca	Funcion que permite el empuje vertical hacia la pieza	9	Mal manejo o falla en el mecanismo	4	Visual, solo si el mecanismo no permite deslizarse verticalmente	6	216	No exceder el apalancamiento excesivo	Evitar el apalancamiento excesivo	9	2	4	72
Torno Universal 03-117-0023	Soporte de sujeción	No soporta la pieza a maquinar	La sujeción de pieza a trabajar no permanece a la altura deseada	4	Sobrecargar el soporte y su ruptura	9	Soporte de la pieza a maquinar	5	180	Trabajar con la capacidad de peso de sujeción	Verificar manual de especificación de peso recomendado	4	3	2	24
Torno Universal 03-117-0024	Portabroca	Desgastes en sus diámetros internos	La sujeción de broca no es la adecuada	7	Desagaste por el tiempo de servicio	4	Colocacion de laines en el diametro interno	8	224	No exceder en tiempo de trabajos consecutivos	Enbocinado interno del portabrocas	6	2	4	48

Elaboración propia

**Tabla 12:** Resultados Análisis de Modos y Efecto de Fallas (AMEF) y análisis del Número Prioritario de Riesgo (NPR)

ANÁLISIS DE MODO DE EFECTOS Y FALLAS (AMEF)															
AREA:	Maquinado										CÓDIGO:				
DPTO:	Mantenimiento										FECHA:				
EQUIPO:	Torno universal - Torno fresador														
Máquina	Descripción de fase	Modos de fallo	Efecto	S	Causa	O	Controles	D	NPR	Acciones	Acciones tomadas	S	O	D	NPR
Torno Universal 03-117-0031	Cabeza móvil	Sujeción debil, ademas mal ajuste la parte del carro	Desbastes incorrectos	8	Uso inadecuado de los accesorios para la cabeza móvil	5	Se observa que el accesorio no presenta movimiento adecuado y buen aprieto	7	280	Utilizar adecuadamente los accesorios del torno para evitar daños en la cabeza móvil	Uso adecuado para evitar daños directos en el cabezal móvil y los accesorios se podran utilizar de la mejor manera	4	2	3	24
	Barra sin fin	Daños en la barra sin fin	No se puede realizar cuerda en piezas	7	Uso inadecuado de la barra	4	Daños en la barra (visual)	4	112	Reemplazo de la barra	Reemplazo de la barra	4	2	2	16
Torno Fresador 03-117-0033	Caja de engranajes	Falta de un engranaje	No se puede realizar el tipo de cuerda deseada	5	Uso inadecuado de la caja de engranajes	3	Revisión periodica	9	135	Revisión caja para evitar objetos extraños	Reemplazo del engranaje o parte dañada	4	2	2	16
	Palanca de embrague	Mal apriete del arbol y del barreno	No se reliza de forma adecuada el cilindrado	8	Uso inadecuado del equipo	5	Revisión del movimiento	5	200	Ajuste de palancas de acuerdo	Ajuste de palancas	6	2	3	36

Elaboración propia

## ANEXO 4

**Tabla 13:** Características técnicas de las maquinarias que forman parte de nuestra población y muestra en el área de maquinados.

Código	Equipo	Modelo	Marca	Voltaje	Potencia
03-056-0009	Fresadora	FWV-V3/1	KLOPP	440	7,5 kW
03-056-0010	Fresadora	FWV-V3/1	KLOPP	440	7,5 kW
03-096-0002	Punzonadora	S/MOD	WHITNEY	440	7,5 kW
03-114-0001	Taladro radial	12UH/1600	KOLB	440	4 kW
03-114-0002	Taladro radial	12UH/1600	KOLB	440	4 kW
03-114-0005	Taladro radial	RFH 100	CSEPEL	440	10 kW
03-114-0006	Taladro radial	RFH 75	CSEPEL	440	10 kW
03-114-0007	Taladro radial	RFH75	CSEPEL	440	10 kW
03-114-0103	Taladro Fresador	AG32	UNIVERSAL	440	8 kW
03-117-0001	Torno Universal	S-315	ECONOMY	440	10 kW
03-117-0023	Torno Universal	S-316	ECONOMY	440	10 kW
03-117-0024	Torno Universal	S-317	ECONOMY	440	10 kW
03-117-0031	Torno Universal	TLV 105	ECONOMY	440	10 kW
03-117-0033	Torno fresador	JN-280 T	ECONOMY	440	10 kW

*Fuente: Elaboración propia*

Figura 4: Fresadora 030560009



Figura 5: Fresadora 030560010



Figura 6: Punzonadora 030960002



Figura 7: Taladro radial 031140001



Figura 8: Taladro radial 031140002



Figura 9: Taladro radial 031140005



Figura 10: Taladro radial 031140006



Figura 11: Taladro radial 031140007



Figura 12: Taladro radial 03114000



Figura 13: Torno universal 031170001



Figura 14: Torno universal 031170023



Figura 15: Torno universal 031170024



Figura 16: Torno universal 031170031





## ANEXO 6

**Tabla 15:** Registros operativos de confiabilidad inicial de máquina Fresadora 03-056-0009.

Item	Periodo (Meses)	Días calendario	Horas calendario	Tiempo de Mantenimiento Correctivo (h)	Tiempo de Mantenimiento Preventivo (h)	Tiempo de Operación (h)	Número de fallas
1	Ene-22	24	288	40	10	238	4
2	Feb-22	23	276	30	0	246	4
3	Mar-22	26	312	26	0	286	4
4	Abr-22	22	264	46	0	218	6
5	May-22	26	312	35	0	277	5
6	Jun-22	25	300	32	0	268	5
7	Jul-22	23	276	36	10	230	6
8	Ago-22	25	300	28	0	272	4
9	Set-22	26	312	35	0	277	5
10	Oct-22	25	300	46	0	254	7
11	Nov-22	26	312	36	0	276	6
12	Dic-22	26	312	35	0	277	7
<b>Total</b>		<b>297</b>	<b>3564</b>	<b>425</b>	<b>20</b>	<b>3119</b>	<b>63</b>

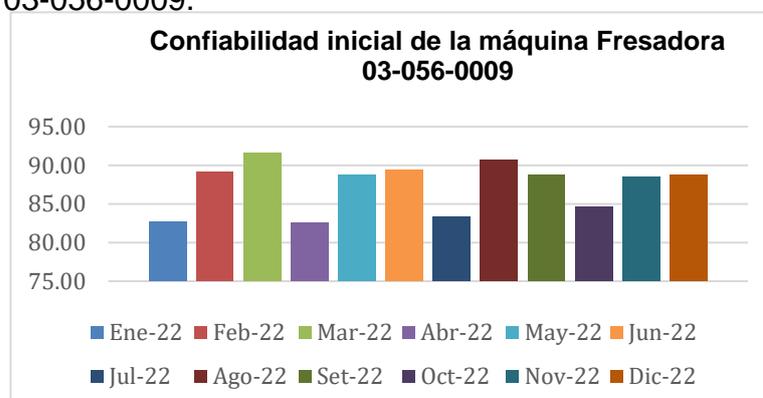
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 16:** Indicador inicial de máquina Fresadora 03-056-0009

Item	Periodo (Meses)	Horas calendario	Número de fallas	Tiempo de Operación (h)	Tiempo total de Reparación (h)	MTBF (h)	MTTR (h)	Confiabilidad (%)
1	Ene-22	288	4	238.00	50.00	59.50	12.50	82.64
2	Feb-22	276	4	246.00	30.00	61.50	7.50	89.13
3	Mar-22	312	4	286.00	26.00	71.50	6.50	91.67
4	Abr-22	264	6	218.00	46.00	36.33	7.67	82.58
5	May-22	312	5	277.00	35.00	55.40	7.00	88.78
6	Jun-22	300	5	268.00	32.00	53.60	6.40	89.33
7	Jul-22	276	6	230.00	46.00	38.33	7.67	83.33
8	Ago-22	300	4	272.00	28.00	68.00	7.00	90.67
9	Set-22	312	5	277.00	35.00	55.40	7.00	88.78
10	Oct-22	300	7	254.00	46.00	36.29	6.57	84.67
11	Nov-22	312	6	276.00	36.00	46.00	6.00	88.46
12	Dic-22	312	7	277.00	35.00	39.57	5.00	88.78
<b>Total</b>		<b>3564</b>	<b>63</b>	<b>3119.00</b>	<b>445.00</b>	<b>621.42</b>	<b>86.80</b>	<b>87.74</b>

Fuente: Elaboración propia

**Figura 17:** Diagrama de barras de confiabilidad inicial de máquina Fresadora 03-056-0009.



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 17:** Registros operativos de confiabilidad inicial de máquina Fresadora 03-056-0010

Item	Periodo (Meses)	Días calendario	Horas calendario	Tiempo de Mantenimiento Correctivo (h)	Tiempo de Mantenimiento Preventivo (h)	Tiempo de Operación (h)	Número de fallas
1	Ene-22	24	288	36	8	244	6
2	Feb-22	23	276	40	0	236	5
3	Mar-22	26	312	35	0	277	5
4	Abr-22	22	264	28	0	236	6
5	May-22	26	312	32	0	280	6
6	Jun-22	25	300	26	0	274	6
7	Jul-22	23	276	25	8	243	4
8	Ago-22	25	300	32	0	268	5
9	Set-22	26	312	38	0	274	5
10	Oct-22	25	300	26	0	274	7
11	Nov-22	26	312	30	0	282	6
12	Dic-22	26	312	24	0	288	6
<b>Total</b>		<b>297</b>	<b>3564</b>	<b>372</b>	<b>16</b>	<b>3176</b>	<b>67</b>

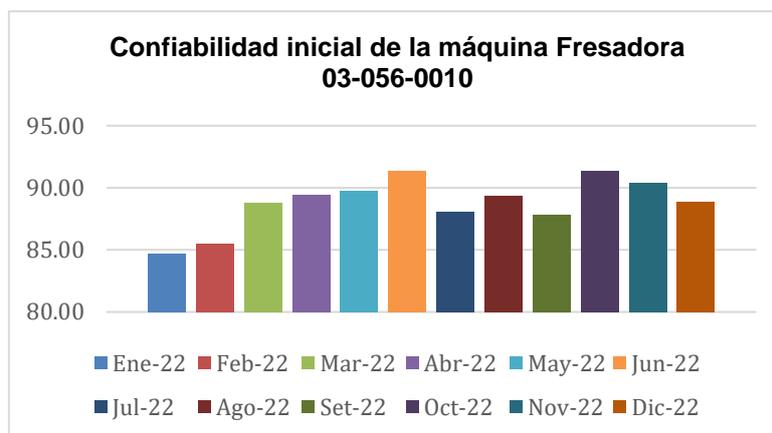
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 18:** Indicador inicial de máquina Fresadora 03-056-0010

Item	Periodo (Meses)	Horas calendario	Número de fallas	Tiempo de Operación (h)	Tiempo total de Reparación (h)	MTBF (h)	MTTR (h)	Confiabilidad (%)
1	Ene-22	288	6	244	44	40.67	7.33	84.72
2	Feb-22	276	5	236	40	47.20	8.00	85.51
3	Mar-22	312	5	277	35	55.40	7.00	88.78
4	Abr-22	264	6	236	28	39.33	4.67	89.39
5	May-22	312	6	280	32	46.67	5.33	89.74
6	Jun-22	300	6	274	26	45.67	4.33	91.33
7	Jul-22	276	4	243	33	60.75	8.25	88.04
8	Ago-22	300	5	268	32	53.60	6.40	89.33
9	Set-22	312	5	274	38	54.80	7.60	87.82
10	Oct-22	300	7	274	26	39.14	3.71	91.33
11	Nov-22	312	6	282	30	47.00	5.00	90.38
12	Dic-22	312	6	288	24	48.00	6.00	88.89
<b>Total</b>		<b>3564</b>	<b>67</b>	<b>3176</b>	<b>388</b>	<b>578.23</b>	<b>73.63</b>	<b>88.70</b>

Fuente: Elaboración propia

**Figura 18:** Diagrama de barras de confiabilidad inicial de máquina Fresadora 03-056-0010



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 19:** Registros operativos de confiabilidad inicial de máquina Punzonadora 03-096-0002

Item	Periodo (Meses)	Dias calendario	Horas calendario	Tiempo de Mantenimiento Correctivo (h)	Tiempo de Mantenimiento Preventivo (h)	Tiempo de Operación (h)	Número de fallas
1	Ene-22	24	288	32	10	246	5
2	Feb-22	23	276	42	0	234	5
3	Mar-22	26	312	35	0	277	6
4	Abr-22	22	264	40	0	224	7
5	May-22	26	312	38	0	274	5
6	Jun-22	25	300	40	0	260	6
7	Jul-22	23	276	36	10	230	6
8	Ago-22	25	300	38	0	262	7
9	Set-22	26	312	38	0	274	5
10	Oct-22	25	300	38	0	262	5
11	Nov-22	26	312	32	0	280	4
12	Dic-22	26	312	32	0	302	6
<b>Total</b>		<b>297</b>	<b>3564</b>	<b>441</b>	<b>20</b>	<b>3125</b>	<b>67</b>

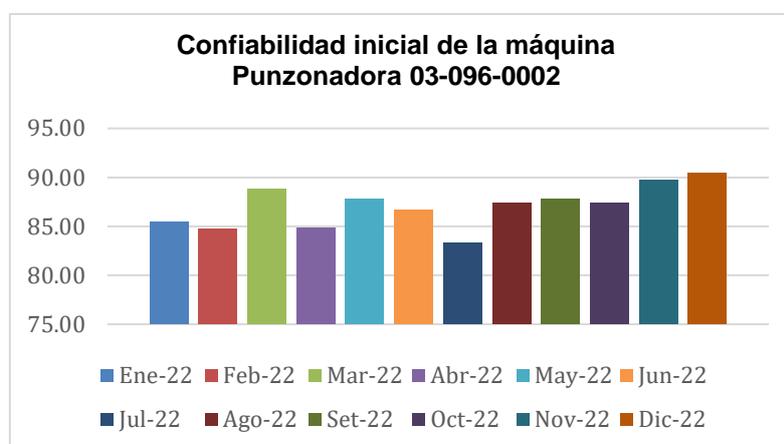
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 20:** Indicador inicial de máquina Punzonadora 03-096-0002

Item	Periodo (Meses)	Horas calendario	Número de fallas	Tiempo de Operación (h)	Tiempo total de Reparación (h)	MTBF (h)	MTTR (h)	Confiabilidad (%)
1	Ene-22	288	5	246	42	49.20	8.40	85.42
2	Feb-22	276	5	234	42	46.80	8.40	84.78
3	Mar-22	312	6	277	35	46.17	5.83	88.78
4	Abr-22	264	7	224	40	32.00	5.71	84.85
5	May-22	312	5	274	38	54.80	7.60	87.82
6	Jun-22	300	6	260	40	43.33	6.67	86.67
7	Jul-22	276	6	230	46	38.33	7.67	83.33
8	Ago-22	300	7	262	38	37.43	5.43	87.33
9	Set-22	312	5	274	38	54.80	7.60	87.82
10	Oct-22	300	5	262	38	52.40	7.60	87.33
11	Nov-22	312	4	280	32	70.00	8.00	89.74
12	Dic-22	312	6	302	32	50.33	5.33	90.42
<b>Total</b>		<b>3564</b>	<b>67</b>	<b>3125</b>	<b>461</b>	<b>575.60</b>	<b>84.24</b>	<b>87.23</b>

Fuente: Elaboración propia

Figura 19: Diagrama de barras de confiabilidad inicial de máquina Punzonadora 03-096-0002.



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 21:** Registros operativos de confiabilidad inicial de máquina taladro radial 03-114-0001.

Item	Periodo (Meses)	Dias calendario	Horas calendario	Tiempo de Mantenimiento Correctivo (h)	Tiempo de Mantenimiento Preventivo (h)	Tiempo de Operación (h)	Número de fallas
1	Ene-22	24	288	28	0	260	6
2	Feb-22	23	276	35	12	229	5
3	Mar-22	26	312	30	0	282	5
4	Abr-22	22	264	40	0	224	6
5	May-22	26	312	26	0	286	4
6	Jun-22	25	300	35	0	265	5
7	Jul-22	23	276	22	0	254	4
8	Ago-22	25	300	24	12	264	4
9	Set-22	26	312	30	0	282	6
10	Oct-22	25	300	42	0	258	7
11	Nov-22	26	312	30	0	282	5
12	Dic-22	26	312	34	0	278	5
<b>Total</b>		<b>297</b>	<b>3564</b>	<b>376</b>	<b>24</b>	<b>3164</b>	<b>62</b>

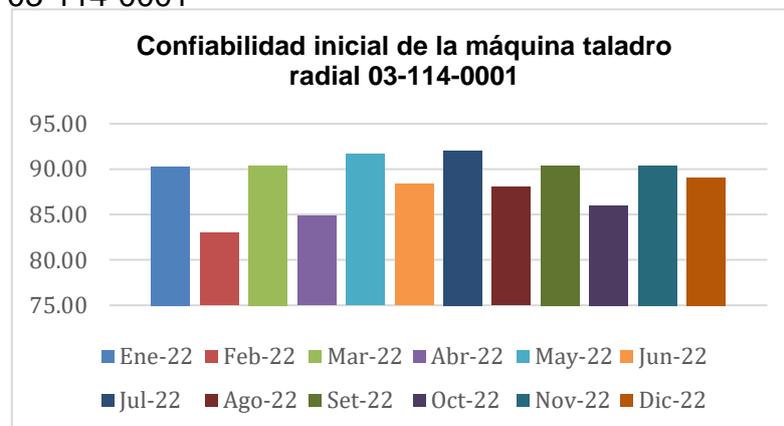
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 22:** Indicador inicial de máquina taladro radial 03-114-0001

Item	Periodo (Meses)	Horas calendario	Número de fallas	Tiempo de Operación (h)	Tiempo total de Reparación (h)	MTBF (h)	MTTR (h)	Confiabilidad (%)
1	Ene-22	288	6	260	28	43.33	4.67	90.28
2	Feb-22	276	5	229	47	45.80	9.40	82.97
3	Mar-22	312	5	282	30	56.40	6.00	90.38
4	Abr-22	264	6	224	40	37.33	6.67	84.85
5	May-22	312	4	286	26	71.50	6.50	91.67
6	Jun-22	300	5	265	35	53.00	7.00	88.33
7	Jul-22	276	4	254	22	63.50	5.50	92.03
8	Ago-22	300	4	264	36	66.00	9.00	88.00
9	Set-22	312	6	282	30	47.00	5.00	90.38
10	Oct-22	300	7	258	42	36.86	6.00	86.00
11	Nov-22	312	5	282	30	56.40	6.00	90.38
12	Dic-22	312	5	278	34	55.60	6.80	89.10
<b>Total</b>		<b>3564</b>	<b>62</b>	<b>3164</b>	<b>400</b>	<b>632.72</b>	<b>78.53</b>	<b>88.96</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Figura 20:** Diagrama de barras de confiabilidad inicial de máquina taladro radial 03-114-0001



Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 23:** Registros operativos de confiabilidad inicial de máquina taladro radial 03-114-0002

Item	Periodo (Meses)	Días calendario	Horas calendario	Tiempo de Mantenimiento Correctivo (h)	Tiempo de Mantenimiento Preventivo (h)	Tiempo de Operación (h)	Número de fallas
1	Ene-22	24	288	40	0	248	7
2	Feb-22	23	276	38	12	226	6
3	Mar-22	26	312	42	0	270	6
4	Abr-22	22	264	38	0	226	5
5	May-22	26	312	32	0	280	7
6	Jun-22	25	300	40	0	260	6
7	Jul-22	23	276	40	0	236	5
8	Ago-22	25	300	38	12	250	4
9	Set-22	26	312	32	0	280	4
10	Oct-22	25	300	35	0	265	5
11	Nov-22	26	312	36	0	276	6
12	Dic-22	26	312	32	0	280	7
<b>Total</b>		<b>297</b>	<b>3564</b>	<b>443</b>	<b>24</b>	<b>3097</b>	<b>68</b>

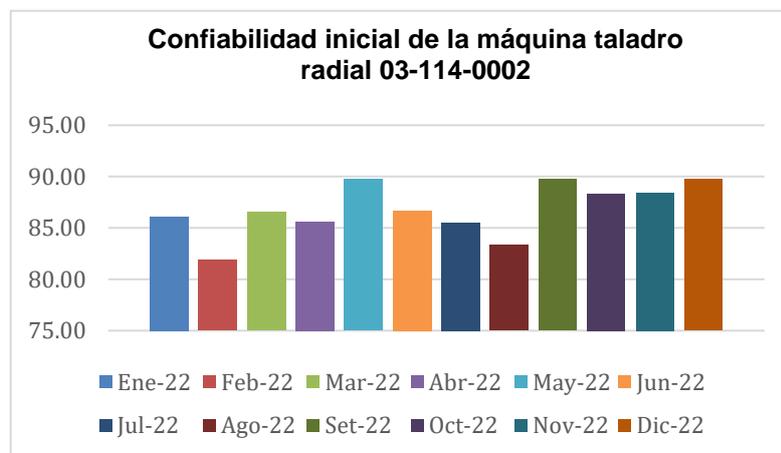
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 24:** Indicador inicial de máquina taladro radial 03-114-0002

Item	Periodo (Meses)	Horas calendario	Número de fallas	Tiempo de Operación (h)	Tiempo total de Reparación (h)	MTBF (h)	MTTR (h)	Confiabilidad (%)
1	Ene-22	288	7	248	40	35.43	5.71	86.11
2	Feb-22	276	6	226	50	37.67	8.33	81.88
3	Mar-22	312	6	270	42	45.00	7.00	86.54
4	Abr-22	264	5	226	38	45.20	7.60	85.61
5	May-22	312	7	280	32	40.00	4.57	89.74
6	Jun-22	300	6	260	40	43.33	6.67	86.67
7	Jul-22	276	5	236	40	47.20	8.00	85.51
8	Ago-22	300	4	250	50	62.50	12.50	83.33
9	Set-22	312	4	280	32	70.00	8.00	89.74
10	Oct-22	300	5	265	35	53.00	7.00	88.33
11	Nov-22	312	6	276	36	46.00	6.00	88.46
12	Dic-22	312	7	280	32	40.00	4.57	89.74
<b>Total</b>		<b>3564</b>	<b>68</b>	<b>3097</b>	<b>467</b>	<b>565.33</b>	<b>85.96</b>	<b>86.80</b>

Fuente: Elaboración propia

**Figura 21:** Diagrama de barras de confiabilidad inicial de máquina taladro radial 03-114-0002



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 25:** Registros operativos de confiabilidad inicial de máquina taladro radial 03-114-0005

Item	Periodo (Meses)	Dias calendario	Horas calendario	Tiempo de Mantenimiento Correctivo (h)	Tiempo de Mantenimiento Preventivo (h)	Tiempo de Operación (h)	Número de fallas
1	Ene-22	24	288	32	0	256	6
2	Feb-22	23	276	36	12	228	6
3	Mar-22	26	312	40	0	272	5
4	Abr-22	22	264	52	0	212	7
5	May-22	26	312	46	0	266	6
6	Jun-22	25	300	35	0	265	5
7	Jul-22	23	276	35	0	241	5
8	Ago-22	25	300	38	12	250	4
9	Set-22	26	312	40	0	272	6
10	Oct-22	25	300	36	0	264	7
11	Nov-22	26	312	32	0	280	4
12	Dic-22	26	312	38	0	274	6
<b>Total</b>		<b>297</b>	<b>3564</b>	<b>460</b>	<b>24</b>	<b>3080</b>	<b>67</b>

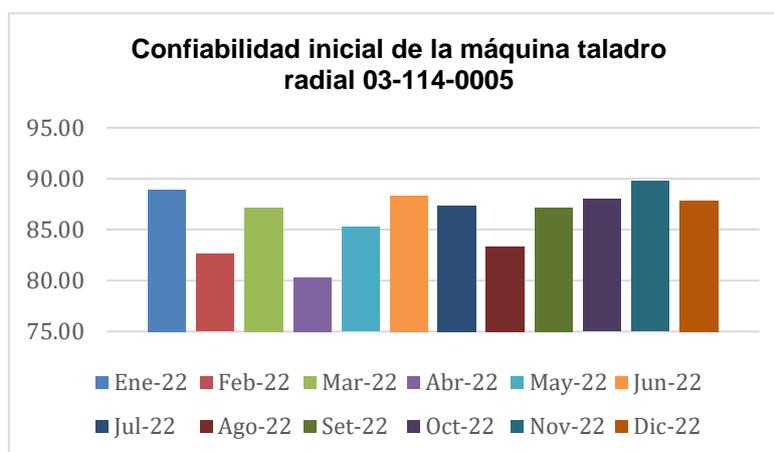
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 26:** Indicador inicial de máquina taladro radial 03-114-0005

Item	Periodo (Meses)	Horas calendario	Número de fallas	Tiempo de Operación (h)	Tiempo total de Reparación (h)	MTBF (h)	MTTR (h)	Confiabilidad (%)
1	Ene-22	288	6	256	32	42.67	5.33	88.89
2	Feb-22	276	6	228	48	38.00	8.00	82.61
3	Mar-22	312	5	272	40	54.40	8.00	87.18
4	Abr-22	264	7	212	52	30.29	7.43	80.30
5	May-22	312	6	266	46	44.33	7.67	85.26
6	Jun-22	300	5	265	35	53.00	7.00	88.33
7	Jul-22	276	5	241	35	48.20	7.00	87.32
8	Ago-22	300	4	250	50	62.50	12.50	83.33
9	Set-22	312	6	272	40	45.33	6.67	87.18
10	Oct-22	300	7	264	36	37.71	5.14	88.00
11	Nov-22	312	4	280	32	70.00	8.00	89.74
12	Dic-22	312	6	274	38	45.67	6.33	87.82
<b>Total</b>		<b>3564</b>	<b>67</b>	<b>3080</b>	<b>484</b>	<b>572.10</b>	<b>89.07</b>	<b>86.53</b>

Fuente: Elaboración propia

**Figura 22:** Diagrama de barras de confiabilidad inicial de máquina taladro radial 03-114-0005



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 27:** Registros operativos de confiabilidad inicial de máquina taladro radial 03-114-0006

Item	Periodo (Meses)	Dias calendario	Horas calendario	Tiempo de Mantenimiento Correctivo (h)	Tiempo de Mantenimiento Preventivo (h)	Tiempo de Operación (h)	Número de fallas
1	Ene-22	24	288	40	0	248	8
2	Feb-22	23	276	36	12	228	6
3	Mar-22	26	312	32	0	280	6
4	Abr-22	22	264	32	0	232	6
5	May-22	26	312	25	0	287	5
6	Jun-22	25	300	40	0	260	5
7	Jul-22	23	276	24	0	252	4
8	Ago-22	25	300	25	12	263	5
9	Set-22	26	312	30	0	282	5
10	Oct-22	25	300	32	0	268	4
11	Nov-22	26	312	35	0	277	7
12	Dic-22	26	312	36	0	276	6
<b>Total</b>		<b>297</b>	<b>3564</b>	<b>387</b>	<b>24</b>	<b>3153</b>	<b>67</b>

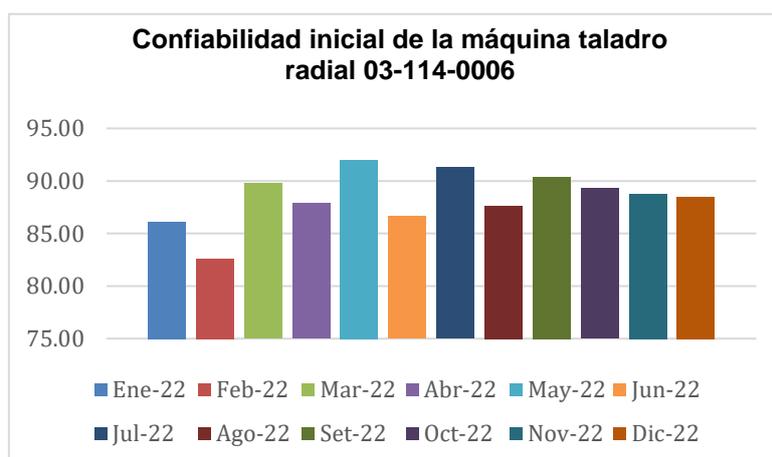
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 28:** Indicador inicial de máquina taladro radial 03-114-0006

Item	Periodo (Meses)	Horas calendario	Número de fallas	Tiempo de Operación (h)	Tiempo total de Reparación (h)	MTBF (h)	MTTR (h)	Confiabilidad (%)
1	Ene-22	288	8	248	40	31.00	5.00	86.11
2	Feb-22	276	6	228	48	38.00	8.00	82.61
3	Mar-22	312	6	280	32	46.67	5.33	89.74
4	Abr-22	264	6	232	32	38.67	5.33	87.88
5	May-22	312	5	287	25	57.40	5.00	91.99
6	Jun-22	300	5	260	40	52.00	8.00	86.67
7	Jul-22	276	4	252	24	63.00	6.00	91.30
8	Ago-22	300	5	263	37	52.60	7.40	87.67
9	Set-22	312	5	282	30	56.40	6.00	90.38
10	Oct-22	300	4	268	32	67.00	8.00	89.33
11	Nov-22	312	7	277	35	39.57	5.00	88.78
12	Dic-22	312	6	276	36	46.00	6.00	88.46
<b>Total</b>		<b>3564</b>	<b>67</b>	<b>3153</b>	<b>411</b>	<b>588.30</b>	<b>75.07</b>	<b>88.68</b>

Fuente: Elaboración propia

**Figura 23:** Diagrama de barras de confiabilidad inicial de máquina taladro radial 03-114-0006



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 29:** Registros operativos de confiabilidad inicial de máquina taladro radial 03-114-0007

Item	Periodo (Meses)	Dias calendario	Horas calendario	Tiempo de Mantenimiento Correctivo (h)	Tiempo de Mantenimiento Preventivo (h)	Tiempo de Operación (h)	Número de fallas
1	Ene-22	24	288	35	0	253	5
2	Feb-22	23	276	25	12	239	5
3	Mar-22	26	312	32	0	280	6
4	Abr-22	22	264	30	0	234	6
5	May-22	26	312	30	0	282	6
6	Jun-22	25	300	36	0	264	7
7	Jul-22	23	276	32	0	244	6
8	Ago-22	25	300	34	12	254	7
9	Set-22	26	312	36	0	276	7
10	Oct-22	25	300	35	0	265	5
11	Nov-22	26	312	20	0	292	5
12	Dic-22	26	312	32	0	280	4
<b>Total</b>		<b>297</b>	<b>3564</b>	<b>377</b>	<b>24</b>	<b>3163</b>	<b>69</b>

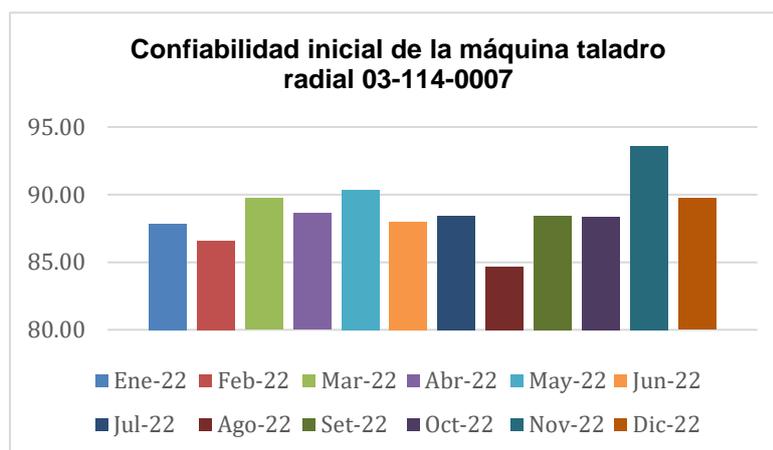
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 30:** Indicador inicial de máquina taladro radial 03-114-0007

Item	Periodo (Meses)	Horas calendario	Número de fallas	Tiempo de Operación (h)	Tiempo total de Reparación (h)	MTBF (h)	MTRR (h)	Confiabilidad (%)
1	Ene-22	288	5	253	35	50.60	7.00	87.85
2	Feb-22	276	5	239	37	47.80	7.40	86.59
3	Mar-22	312	6	280	32	46.67	5.33	89.74
4	Abr-22	264	6	234	30	39.00	5.00	88.64
5	May-22	312	6	282	30	47.00	5.00	90.38
6	Jun-22	300	7	264	36	37.71	5.14	88.00
7	Jul-22	276	6	244	32	40.67	5.33	88.41
8	Ago-22	300	7	254	46	36.29	6.57	84.67
9	Set-22	312	7	276	36	39.43	5.14	88.46
10	Oct-22	300	5	265	35	53.00	7.00	88.33
11	Nov-22	312	5	292	20	58.40	4.00	93.59
12	Dic-22	312	4	280	32	70.00	8.00	89.74
<b>Total</b>		<b>3564</b>	<b>69</b>	<b>3163</b>	<b>401</b>	<b>566.56</b>	<b>70.92</b>	<b>88.87</b>

Fuente: Elaboración propia

**Figura 24:** Diagrama de barras de confiabilidad inicial de máquina taladro radial 03-114-0007



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 31:** Registros operativos de confiabilidad inicial de máquina taladro fresador 03-114-0103

Item	Periodo (Meses)	Dias calendario	Horas calendario	Tiempo de Mantenimiento		Tiempo de Operación (h)	Número de fallas
				Correctivo (h)	Preventivo (h)		
1	Ene-22	24	288	36	12	240	6
2	Feb-22	23	276	34	0	242	6
3	Mar-22	26	312	40	0	272	6
4	Abr-22	22	264	30	0	234	5
5	May-22	26	312	30	0	282	5
6	Jun-22	25	300	52	0	248	7
7	Jul-22	23	276	36	12	228	6
8	Ago-22	25	300	36	0	264	6
9	Set-22	26	312	30	0	282	5
10	Oct-22	25	300	26	0	274	4
11	Nov-22	26	312	25	0	287	5
12	Dic-22	26	312	24	0	288	4
<b>Total</b>		<b>297</b>	<b>3564</b>	<b>399</b>	<b>24</b>	<b>3141</b>	<b>65</b>

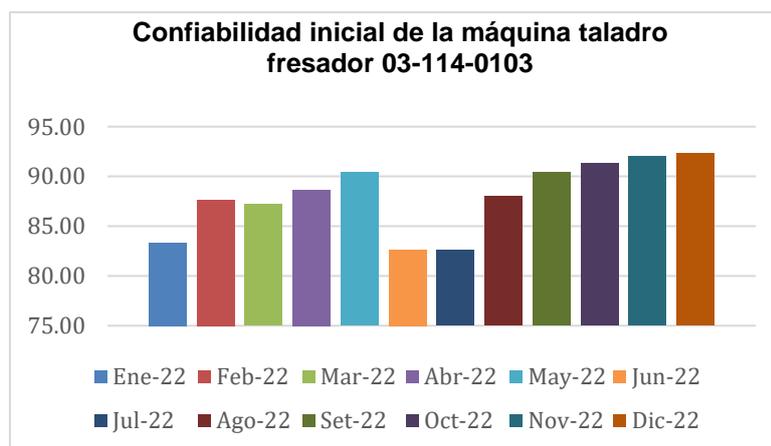
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 32:** Indicador inicial de máquina taladro fresador 03-114-0103

Item	Periodo (Meses)	Horas calendario	Número de fallas	Tiempo de Operación (h)	Tiempo total de Reparación (h)	MTBF (h)	MTTR (h)	Confiabilidad (%)
1	Ene-22	288	6	240	48	40.00	8.00	83.33
2	Feb-22	276	6	242	34	40.33	5.67	87.68
3	Mar-22	312	6	272	40	45.33	6.67	87.18
4	Abr-22	264	5	234	30	46.80	6.00	88.64
5	May-22	312	5	282	30	56.40	6.00	90.38
6	Jun-22	300	7	248	52	35.43	7.43	82.67
7	Jul-22	276	6	228	48	38.00	8.00	82.61
8	Ago-22	300	6	264	36	44.00	6.00	88.00
9	Set-22	312	5	282	30	56.40	6.00	90.38
10	Oct-22	300	4	274	26	68.50	6.50	91.33
11	Nov-22	312	5	287	25	57.40	5.00	91.99
12	Dic-22	312	4	288	24	72.00	6.00	92.31
<b>Total</b>		<b>3564</b>	<b>65</b>	<b>3141</b>	<b>423</b>	<b>600.60</b>	<b>77.26</b>	<b>88.60</b>

Fuente: Elaboración propia

Figura 25: Diagrama de barras de confiabilidad inicial de máquina taladro fresador 03-114-0103



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 33:** Registros operativos de confiabilidad inicial de máquina torno universal 03-117-0001

Item	Periodo (Meses)	Dias calendario	Horas calendario	Tiempo de Mantenimiento Correctivo (h)	Tiempo de Mantenimiento Preventivo (h)	Tiempo de Operación (h)	Número de fallas
1	Ene-22	24	288	40	0	248	6
2	Feb-22	23	276	36	0	240	6
3	Mar-22	26	312	35	0	277	5
4	Abr-22	22	264	32	0	232	6
5	May-22	26	312	28	14	270	7
6	Jun-22	25	300	32	0	268	6
7	Jul-22	23	276	30	0	246	6
8	Ago-22	25	300	28	0	272	4
9	Set-22	26	312	26	0	286	4
10	Oct-22	25	300	30	0	270	5
11	Nov-22	26	312	30	14	268	5
12	Dic-22	26	312	40	0	272	6
<b>Total</b>		<b>297</b>	<b>3564</b>	<b>387</b>	<b>28</b>	<b>3149</b>	<b>66</b>

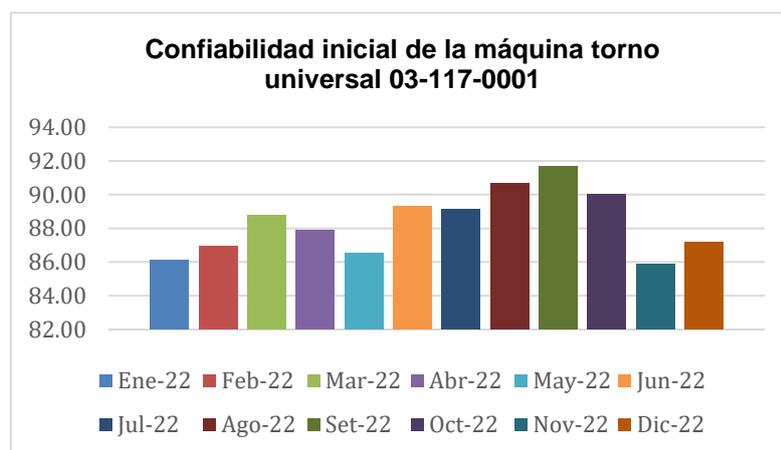
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 34:** Indicador inicial de máquina torno universal 03-117-0001

Item	Periodo (Meses)	Horas calendario	Número de fallas	Tiempo de Operación (h)	Tiempo total de Reparación (h)	MTBF (h)	MTRR (h)	Confiabilidad (%)
1	Ene-22	288	6	248	40	41.33	6.67	86.11
2	Feb-22	276	6	240	36	40.00	6.00	86.96
3	Mar-22	312	5	277	35	55.40	7.00	88.78
4	Abr-22	264	6	232	32	38.67	5.33	87.88
5	May-22	312	7	270	42	38.57	6.00	86.54
6	Jun-22	300	6	268	32	44.67	5.33	89.33
7	Jul-22	276	6	246	30	41.00	5.00	89.13
8	Ago-22	300	4	272	28	68.00	7.00	90.67
9	Set-22	312	4	286	26	71.50	6.50	91.67
10	Oct-22	300	5	270	30	54.00	6.00	90.00
11	Nov-22	312	5	268	44	53.60	8.80	85.90
12	Dic-22	312	6	272	40	45.33	6.67	87.18
<b>Total</b>		<b>3564</b>	<b>66</b>	<b>3149</b>	<b>415</b>	<b>592.07</b>	<b>76.30</b>	<b>88.58</b>

Fuente: Elaboración propia

Figura 26: Diagrama de barras de confiabilidad inicial de máquina torno universal 03-117-0001



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 35:** Registros operativos de confiabilidad inicial de máquina torno universal 03-117-0023

Item	Periodo (Meses)	Dias calendario	Horas calendario	Tiempo de Mantenimiento Correctivo (h)	Tiempo de Mantenimiento Preventivo (h)	Tiempo de Operación (h)	Número de fallas
1	Ene-22	24	288	42	0	246	6
2	Feb-22	23	276	35	0	241	5
3	Mar-22	26	312	36	0	276	5
4	Abr-22	22	264	36	0	228	6
5	May-22	26	312	32	14	266	5
6	Jun-22	25	300	30	0	270	5
7	Jul-22	23	276	42	0	234	7
8	Ago-22	25	300	28	0	272	6
9	Set-22	26	312	36	0	276	6
10	Oct-22	25	300	30	0	270	5
11	Nov-22	26	312	28	14	270	6
12	Dic-22	26	312	24	0	288	4
<b>Total</b>		<b>297</b>	<b>3564</b>	<b>399</b>	<b>28</b>	<b>3137</b>	<b>66</b>

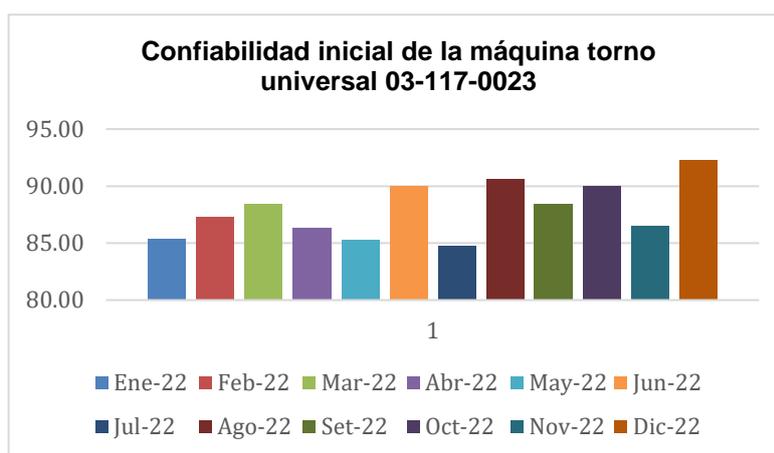
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 36:** Indicador inicial de máquina torno universal 03-117-0023

Item	Periodo (Meses)	Horas calendario	Número de fallas	Tiempo de Operación (h)	Tiempo total de Reparación (h)	MTBF (h)	MTTR (h)	Confiabilidad (%)
1	Ene-22	288	6	246	42	41.00	7.00	85.42
2	Feb-22	276	5	241	35	48.20	7.00	87.32
3	Mar-22	312	5	276	36	55.20	7.20	88.46
4	Abr-22	264	6	228	36	38.00	6.00	86.36
5	May-22	312	5	266	46	53.20	9.20	85.26
6	Jun-22	300	5	270	30	54.00	6.00	90.00
7	Jul-22	276	7	234	42	33.43	6.00	84.78
8	Ago-22	300	6	272	28	45.33	4.67	90.67
9	Set-22	312	6	276	36	46.00	6.00	88.46
10	Oct-22	300	5	270	30	54.00	6.00	90.00
11	Nov-22	312	6	270	42	45.00	7.00	86.54
12	Dic-22	312	4	288	24	72.00	6.00	92.31
<b>Total</b>		<b>3564</b>	<b>66</b>	<b>3137</b>	<b>427</b>	<b>585.36</b>	<b>78.07</b>	<b>88.23</b>

Fuente: Elaboración propia

Figura 27: Diagrama de barras de confiabilidad inicial de máquina torno universal 03-117-0023



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 37:** Registros operativos de confiabilidad inicial de máquina torno universal 03-117-0024

Item	Periodo (Meses)	Dias calendario	Horas calendario	Tiempo de Mantenimiento Correctivo (h)	Tiempo de Mantenimiento Preventivo (h)	Tiempo de Operación (h)	Número de fallas
1	Ene-22	24	288	36	0	252	6
2	Feb-22	23	276	32	0	244	6
3	Mar-22	26	312	25	0	287	5
4	Abr-22	22	264	25	0	239	5
5	May-22	26	312	30	14	268	6
6	Jun-22	25	300	24	0	276	4
7	Jul-22	23	276	35	0	241	5
8	Ago-22	25	300	40	0	260	5
9	Set-22	26	312	36	0	276	6
10	Oct-22	25	300	32	0	268	7
11	Nov-22	26	312	36	14	262	6
12	Dic-22	26	312	30	0	282	4
<b>Total</b>		<b>297</b>	<b>3564</b>	<b>381</b>	<b>28</b>	<b>3155</b>	<b>65</b>

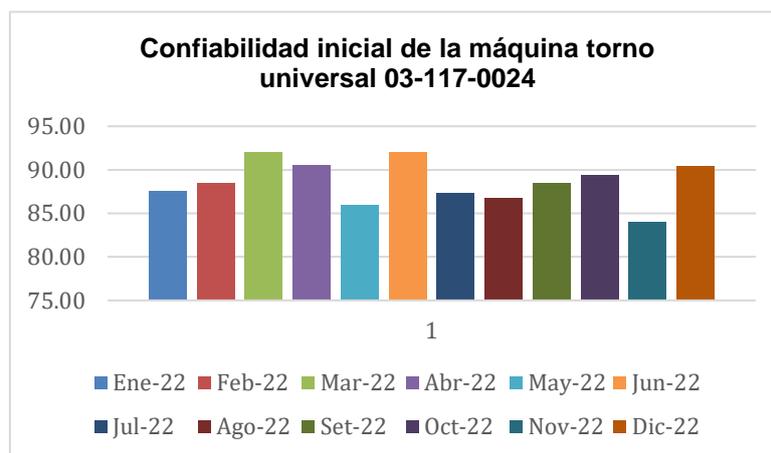
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 38:** Indicador inicial de máquina torno universal 03-117-0024

Item	Periodo (Meses)	Horas calendario	Número de fallas	Tiempo de Operación (h)	Tiempo total de Reparación (h)	MTBF (h)	MTTR (h)	Confiabilidad (%)
1	Ene-22	288	6	252	36	42.00	6.00	87.50
2	Feb-22	276	6	244	32	40.67	5.33	88.41
3	Mar-22	312	5	287	25	57.40	5.00	91.99
4	Abr-22	264	5	239	25	47.80	5.00	90.53
5	May-22	312	6	268	44	44.67	7.33	85.90
6	Jun-22	300	4	276	24	69.00	6.00	92.00
7	Jul-22	276	5	241	35	48.20	7.00	87.32
8	Ago-22	300	5	260	40	52.00	8.00	86.67
9	Set-22	312	6	276	36	46.00	6.00	88.46
10	Oct-22	300	7	268	32	38.29	4.57	89.33
11	Nov-22	312	6	262	50	43.67	8.33	83.97
12	Dic-22	312	4	282	30	70.50	7.50	90.38
<b>Total</b>		<b>3564</b>	<b>65</b>	<b>3155</b>	<b>409</b>	<b>600.19</b>	<b>76.07</b>	<b>88.75</b>

Fuente: Elaboración propia

*Figura 28: Diagrama de barras de confiabilidad inicial de máquina torno universal 03-117-0024*



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 39:** Registros operativos de confiabilidad inicial de máquina torno universal 03-117-0031

Item	Periodo (Meses)	Días calendario	Horas calendario	Tiempo de Mantenimiento Correctivo (h)	Tiempo de Mantenimiento Preventivo (h)	Tiempo de Operación (h)	Número de fallas
1	Ene-22	24	288	48	0	240	6
2	Feb-22	23	276	40	0	236	6
3	Mar-22	26	312	32	0	280	7
4	Abr-22	22	264	38	0	226	6
5	May-22	26	312	36	14	262	5
6	Jun-22	25	300	35	0	265	5
7	Jul-22	23	276	32	0	244	6
8	Ago-22	25	300	35	0	265	6
9	Set-22	26	312	35	0	277	5
10	Oct-22	25	300	35	0	265	5
11	Nov-22	26	312	32	14	266	6
12	Dic-22	26	312	28	0	284	5
<b>Total</b>		<b>297</b>	<b>3564</b>	<b>426</b>	<b>28</b>	<b>3110</b>	<b>68</b>

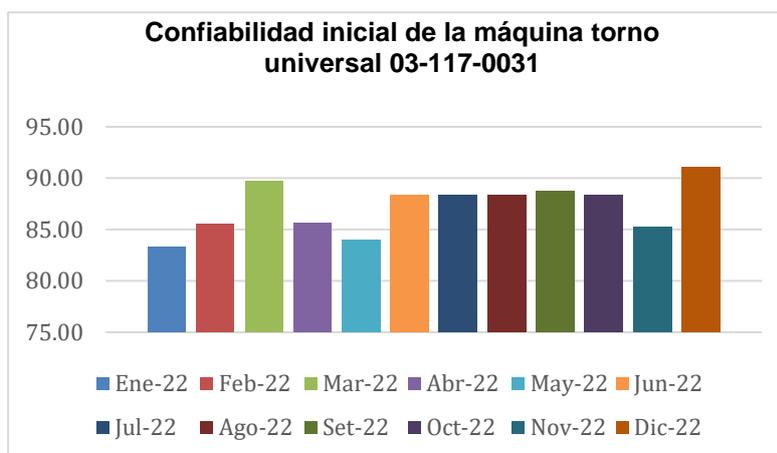
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 40:** Indicador inicial de máquina torno universal 03-117-0031

Item	Periodo (Meses)	Horas calendario	Número de fallas	Tiempo de Operación (h)	Tiempo total de Reparación (h)	MTBF (h)	MTTR (h)	Confiabilidad (%)
1	Ene-22	288	6	240	48	40.00	8.00	83.33
2	Feb-22	276	6	236	40	39.33	6.67	85.51
3	Mar-22	312	7	280	32	40.00	4.57	89.74
4	Abr-22	264	6	226	38	37.67	6.33	85.61
5	May-22	312	5	262	50	52.40	10.00	83.97
6	Jun-22	300	5	265	35	53.00	7.00	88.33
7	Jul-22	276	6	244	32	40.67	5.33	88.41
8	Ago-22	300	6	265	35	44.17	5.83	88.33
9	Set-22	312	5	277	35	55.40	7.00	88.78
10	Oct-22	300	5	265	35	53.00	7.00	88.33
11	Nov-22	312	6	266	46	44.33	7.67	85.26
12	Dic-22	312	5	284	28	56.80	5.60	91.03
<b>Total</b>		<b>3564</b>	<b>68</b>	<b>3110</b>	<b>454</b>	<b>556.77</b>	<b>81.00</b>	<b>87.30</b>

Fuente: Elaboración propia

**Figura 29:** Diagrama de barras de confiabilidad inicial de máquina torno universal 03-117-0031



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 41:** Registros operativos de confiabilidad inicial de máquina torno universal 03-117-0033

Item	Periodo (Meses)	Días calendario	Horas calendario	Tiempo de Mantenimiento Correctivo (h)	Tiempo de Mantenimiento Preventivo (h)	Tiempo de Operación (h)	Número de fallas
1	Ene-22	24	288	38	12	238	5
2	Feb-22	23	276	35	0	241	5
3	Mar-22	26	312	42	0	270	7
4	Abr-22	22	264	36	0	228	6
5	May-22	26	312	28	0	284	6
6	Jun-22	25	300	35	0	265	7
7	Jul-22	23	276	48	12	216	8
8	Ago-22	25	300	26	0	274	6
9	Set-22	26	312	20	0	292	5
10	Oct-22	25	300	28	0	272	6
11	Nov-22	26	312	36	0	276	6
12	Dic-22	26	312	30	0	282	5
<b>Total</b>		<b>297</b>	<b>3564</b>	<b>402</b>	<b>24</b>	<b>3138</b>	<b>72</b>

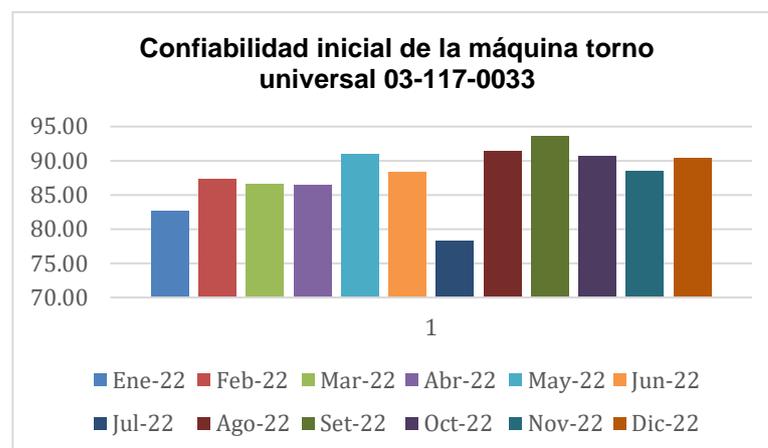
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 42:** Indicador inicial de máquina torno universal 03-117-0033

Item	Periodo (Meses)	Horas calendario	Número de fallas	Tiempo de Operación (h)	Tiempo total de Reparación (h)	MTBF (h)	MTTR (h)	Confiabilidad (%)
1	Ene-22	288	5	238	50	47.60	10.00	82.64
2	Feb-22	276	5	241	35	48.20	7.00	87.32
3	Mar-22	312	7	270	42	38.57	6.00	86.54
4	Abr-22	264	6	228	36	38.00	6.00	86.36
5	May-22	312	6	284	28	47.33	4.67	91.03
6	Jun-22	300	7	265	35	37.86	5.00	88.33
7	Jul-22	276	8	216	60	27.00	7.50	78.26
8	Ago-22	300	6	274	26	45.67	4.33	91.33
9	Set-22	312	5	292	20	58.40	4.00	93.59
10	Oct-22	300	6	272	28	45.33	4.67	90.67
11	Nov-22	312	6	276	36	46.00	6.00	88.46
12	Dic-22	312	5	282	30	56.40	6.00	90.38
<b>Total</b>		<b>3564</b>	<b>72</b>	<b>3138</b>	<b>426</b>	<b>536.36</b>	<b>71.17</b>	<b>88.29</b>

Fuente: Elaboración propia

Figura 30: Diagrama de barras de confiabilidad inicial de máquina torno universal 03-117-0033



Fuente: Elaboración propia

Figura 31: Distribución máquinas en el área de maquinados



## **ANEXO 7**

### **IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL EMPRESA SIMA CHIMBOTE**

#### **ANTECEDENTES**

La empresa se fundó a principios de 1845, cuando Ramón Castilla Marquesado llegó al poder por primera vez. En mayo de 1845 el primer puerto pesquero del Perú se construyó en el Callao y recibió el nombre de "Fábrica Nacional". Posteriormente, el nombre se cambió a Marine Factory. Durante el gobierno de Manuel Odría se creó el Servicio Industria de la Marina (SIMA), administrado por la Armada del Perú, a partir de la infraestructura del sector industrial del Arsenal Naval del Callao. La gestión y los talleres relacionados han sido asumidos por SIMA, con foco en el abastecimiento de armadas, empresas privadas y buques mercantes nacionales. Así, SIMA comenzó a centrarse en la construcción naval. Actualmente, la empresa es responsable de la fabricación, montaje de componentes y montaje de estructuras en tres ubicaciones en Perú (Callao, Chimbote e Iquitos), cada una con una capacidad de producción de acero de más de 15.000 toneladas.

#### **Misión Sima Chimbote**

Empresa fundada por una destacada familia peruana, comprometida con la defensa nacional y el desarrollo económico y tecnológico del país, gestionando proyectos de gran envergadura y muy significativos en diversos campos.

#### **Visión Sima Chimbote**

Ser el más excelente astillero naval en América Latina y destacar en comparación con empresas de tu área.

#### **Proyecto mantenimiento productivo total**

La metodología del mantenimiento total de una empresa se encuentra en todas sus áreas y/o talleres. H. De las máquinas y sistemas a los procesos de producción. De esta forma, la atención se centra en la mejora continua de la organización continua de esta metodología se implementa mediante técnicas, procesos y recursos vinculados con los objetivos principales.

Además, esta metodología implica principalmente involucrar a los empleados de la empresa en los trabajos. Sistema de gestión general de confiabilidad y mantenimiento. De manera similar, el mantenimiento productivo total contribuye a la mejora sistemática de las tareas. Esto hace que la empresa sea más competitiva en comparación con otras organizaciones que pueden ofrecer productos de calidad a costos competitivos sin causar errores o anomalías en el proceso de producción.

### **Desarrollo del programa de mantenimiento productivo total**

En el programa para Sima Chimbote se implementó inicialmente considerando las tres fases de introducción, implementación e integración mediante la aplicación de tres de los ocho pilares del TPM, que consisten en mantenimiento voluntario, mantenimiento planificado y capacitación.

#### **Fase de Introducción**

En esta etapa se inicia la comunicación con la gerencia para desarrollar un programa TPM dentro de Sima Chimbote. Esto incluye los siguientes pasos:

#### **Aviso formal de la decisión de implementar el mantenimiento productivo total**

Los empleados deben saber por qué se implementó el TPM en Sima Chimbote.

Los empleados de la empresa deben comprender por qué se está implementando TPM y, una vez que la gerencia acepta la implementación, se debe completar el desarrollo del programa. Se informará a los empleados directamente involucrados de la empresa y de la industria sobre la importancia del mantenimiento productivo total.

#### **Difusión introductoria sobre el mantenimiento productivo total**

Se distribuirá la información necesaria a las partes interesadas, incluidos conceptos clave, beneficios clave y objetivos de la herramienta, principalmente relacionados con la confiabilidad de las máquinas y plantas de la empresa.

## **Diseño de implementación del mantenimiento productivo total**

Este plan se enfoca en definir las actividades a realizar para el desarrollo del mantenimiento productivo total en un período de tiempo determinado, teniendo en cuenta los pilares de esta herramienta, para que se puedan alcanzar los objetivos de mantenimiento.

### **Arranque, lanzamiento del TPM**

Una vez aprobado la implementación, es necesario crear un ambiente estimulante y motivador para que las personas puedan concentrarse en desarrollar el programa. Primero, debemos explicar el propósito del TPM y sus beneficios para que los mantenedores de Sima Chimbote puedan asumir las responsabilidades necesarias.

### **Fase de Implantación**

En esta fase se realizan las actividades que se tienen considerando los pilares considerados, las acciones previstas para cada pilar para alcanzar los objetivos del mantenimiento productivo total incluyen:

#### **Formular mantenimiento autónomo**

**Objetivo:** Obtenga un conocimiento más profundo de la máquina que se está inspeccionando, aclare los requisitos esenciales para un funcionamiento sin problemas e instruya al operador sobre todas las tareas que deben realizarse al inicio del trabajo.

**Procedimiento:** Se desarrollan programas de mantenimiento autónomo para determinar las tareas diarias y/o semanales de limpieza, inspección y lubricación de las máquinas inspeccionadas. Además, se ha elaborado un manual de normas y medidas de seguridad, que enumera varias recomendaciones que se deben tener en cuenta antes, durante y después de utilizar la máquina.

**Herramientas:** Para desarrollar este pilar se utilizan las siguientes herramientas:

- Datos técnicos de la máquina

- Programa semanales y mensuales de mantenimiento autónomo
- Manuales de normas y medidas de seguridad

### **Implementar mantenimiento planificado**

**Objetivo:** Reduzca las interrupciones y el tiempo de inactividad (averías de la máquina) y aumente el tiempo de actividad (confiabilidad) a un costo mínimo.

**Procedimiento:** Se procederá a elaborar un nuevo programa de mantenimiento, teniendo como base el manual de fabricante de las máquinas y su historial de mantenimiento, de manera que se realizará los ajustes y mejoras adecuadas, con el fin de que se logre reducir las averías de esta máquina, y por ende un mayor grado de confiabilidad

#### **Herramientas:**

- Manual de fabricante de la máquina
- Programa de mantenimiento preventivo

### **Capacitación y entrenamiento del personal**

**Objetivo:** Así, mejorando constantemente el talento y el rendimiento, brindar educación y capacitación para fomentar las habilidades y la participación de los empleados de una organización mediante un enfoque de capacitación.

**Procedimiento:** Se llevarán a cabo cursos de capacitación para trabajadores de mantenimiento y operadores de máquinas procesadoras, cubriendo temas importantes relacionados con mantenimiento productivo total y el esmero adecuado de las máquinas en estudio.

#### **Herramientas:**

- Plan de capacitaciones
- Registro de asistencia de personal

### **Fase de Consolidación**

La fase final preservará los objetivos alcanzados en la primera fase de desarrollo. Como esta herramienta TPM está en desarrollo, no se pueden sacar conclusiones en este momento y se esperan mejores resultados en el futuro.

### **Consolidar la implantación del mantenimiento productivo total y mejorar las metas y objetivos**

Sima Chimbote continúa esforzándose por alcanzar altas metas que reflejen la visión de la empresa.



**Tabla 44:** Registro de horas de capacitación por mantenimiento autónomo

HORAS DE CAPACITACIÓN DE OPERADORES POR MANTENIMIENTO AUTÓNOMO																	
Tema de capacitación	Tipo de capacitación	Expositor	Designado	Nº de personas	Tiempo(h)	15/01/2023	22/01/2023	29/01/2023	5/02/2023	12/02/2023	19/02/2023	26/02/2023	3/03/2023	10/03/2023	17/03/2023	Mecánico y electricistas (S/.)	Impresiones (S/.)
Capacitación TPM	Teoría	Jefe de Mtto	Operadores	3	2											181.20	10.00
	Practica	Jefe de Mtto			2												
Operación y mantenimiento de máquinas	Teoría	Jefe de Mtto	Maquinistas	3	1											90.60	10.00
	Practica	Jefe de Mtto			2												
Lubricación de engranes y cajas	Teoría	Jefe de Mtto	Operadores	3	1											90.60	10.00
	Practica	Jefe de Mtto			2												
Operación mantenimiento de máquinas herramientas	Teoría	Jefe de Mtto	Supervisores	2	1											90.60	10.00
	Practica	Jefe de Mtto			2												
Mantenimiento de tableros de control y fuerza	Teoría	Jefe de Mtto	Operadores	3	1											90.60	10.00
	Practica	Jefe de Mtto			2												
Seguridad Eléctrica	Teoría	Jefe de Mtto	Técnicos	2	1											90.60	10.00
	Practica	Jefe de Mtto			1												
Accesorios de sujeción	Teoría	Jefe de Mtto	Operadores	3	1											90.60	10.00
	Practica	Jefe de Mtto			2												
Las 5'S	Teoría	Jefe de Mtto	Operadores	3	1											90.60	10.00
	Practica	Jefe de Mtto			2												
Peligros y riesgos en el trabajo	Teoría	Jefe de Mtto	Técnicos	2	1											90.60	10.00
	Practica	Jefe de Mtto			2												
Inspección y monitoreo de equipos	Teoría	Jefe de Mtto	Operadores	3	2											181.20	10.00
	Practica	Jefe de Mtto			2												
<b>Total gasto de capacitación por Mantenimiento Autónomo S/.</b>																<b>3008.60</b>	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 45:** Programa de mantenimiento autónomo

# PROGRAMA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO-2023

		SEMANAS																																																						
MAQUINAS	ACTIVIDAD	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52			
Torno Univ-23	A-B-C-D	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E		E		E			E			E			E			E			E			E			E			E			E			E			P		P					
Torno Fresador	A-B-C-D	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E		E		E			E			E			E			E			E			E			E			E			E			P		P		P						
Taladro Rad-01	A-B-C-D	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E		E		E			E			E			E			E			E			E			E			E			E			E			P		P					
Fresadora -09	A-B-C-D	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E		E		E			E			E			E			E			E			E			E			E			E			P		P		P						
Torno Univ-01	A-B-C-D	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E		E		E			E			E			E			E			E			E			E			E			E			E			P		P					
Torno Univ-31	A-B-C-D	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E		E		E			E			E			E			E			E			E			E			E			E			E			P		P		P			
Torno Univ-24	A-B-C-D	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E		E		E			E			E			E			E			E			E			E			E			E			E			E			P		P		

A= LIMPIEZA E INSPECCIÓN INICIAL , ELIMINAR CONTAMINACION  
 B= LUBRICACIÓN PUNTOS CLAVE DE LA MAQUINA  
 C= CHEQUEO DE DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD, INSPECCION  
 D= TOMAS DE MEDICIONES DE DATOS VOLTAJES Y AMPERAJES DE MAQUINA

TIPO DE ACTIVIDAD: "P" =PROGRAMADA "E"= EJECUTADA  
 "R"= REPROGRAMADA "N"= NO EJECUTADA

Fuente: Elaboración propia



**Tabla 47:** Registro de horas de capacitación por mantenimiento planificado

HORAS DE CAPACITACIÓN A OPERADORES																	
Tema de capacitación	Tipo de capacitación	Expositor	Designado	Nº de personas	Tiempo(h)	7/01/2023	14/01/2023	21/01/2023	2/02/2023	9/02/2023	16/02/2023	26/02/2023	3/03/2023	10/03/2023	17/03/2023	Mecánico y electricistas (S/.)	Impresiones (S/.)
Manejo de documentos y reportes de fallas	Teoría	Jefe de Mtto	Operadores	6	1											181.20	10.00
	Practica	Jefe de Mtto			1												
Chequeo y llenado de check list	Teoría	Jefe de Mtto	Maquinistas	6	1											181.20	10.00
	Practica	Jefe de Mtto			1												
Revisión de sistemas de Lubricación	Teoría	Jefe de Mtto	Operadores	6	1											181.20	10.00
	Practica	Jefe de Mtto			1												
Puebas de circuitos electromecánicos	Teoría	Jefe de Mtto	Supervisores	2	1											60.40	10.00
	Practica	Jefe de Mtto			1												
Limpieza en el área de trabajo	Teoría	Jefe de Mtto	Operadores	6	1											181.20	10.00
	Practica	Jefe de Mtto			1												
<b>Total gasto de capacitación S/.</b>																<b>1670.40</b>	

Fuente: Elaboración propia





**Tabla 50:** Registro de gastos de horas de capacitación a operadores

HORAS DE CAPACITACIÓN OPERADORES																	
Tema de capacitación	Tipo de capacitación	Expositor	Designado	Nº de personas	Tiempo(h)	7/01/2023	14/01/2023	21/01/2023	2/02/2023	9/02/2023	16/02/2023	26/02/2023	3/03/2023	10/03/2023	17/03/2023	Mecánico y eléctricos (S/.)	Impresiones (S/.)
Manejo de documentos y reportes de fallas	Teoría	Jefe de Mtto	Operadores	6	1											93.6	5
	Practica	Jefe de Mtto			1												
Chequeo y llenado de check list	Teoría	Jefe de Mtto	Maquinistas	3	1											46.8	5
	Practica	Jefe de Mtto			1												
Revisión de sistemas de Lubricación	Teoría	Jefe de Mtto	Operadores	6	1											93.6	5
	Practica	Jefe de Mtto			1												
Puebas de circuitos electromecánicos	Teoría	Jefe de Mtto	Supervisores	2	1											31.2	5
	Practica	Jefe de Mtto			1												
Limpieza en el área de trabajo	Teoría	Jefe de Mtto	Operadores	6	1											93.6	5
	Practica	Jefe de Mtto			1												
<b>Total gasto de capacitación</b>															<b>Total S/ 767.60</b>		

Fuente: Elaboración propia



## ANEXO 8

**Tabla 52:** Registros operativos de confiabilidad final de máquina Fresadora 03-056-0009

Item	Periodo (Meses)	Dias calendario	Horas calendario	Tiempo de Mantenimiento Correctivo (h)	Tiempo de Mantenimiento Preventivo (h)	Tiempo de Operación (h)	Número de fallas
1	Ene-23	25	300	5	8	287	2
2	Feb-23	24	288	6	0	282	2
3	Mar-23	26	312	4	0	308	1
4	Abr-23	24	288	5	0	283	2
5	May-23	25	300	8	0	292	2
6	Jun-23	25	300	5	0	295	1
7	Jul-23	23	276	8	8	260	2
8	Ago-23	26	312	6	0	306	2
9	Set-23	26	312	4	0	308	2
10	Oct-23	26	312	4	0	308	2
<b>Total</b>		<b>250</b>	<b>3000</b>	<b>55</b>	<b>16</b>	<b>2929</b>	<b>18</b>

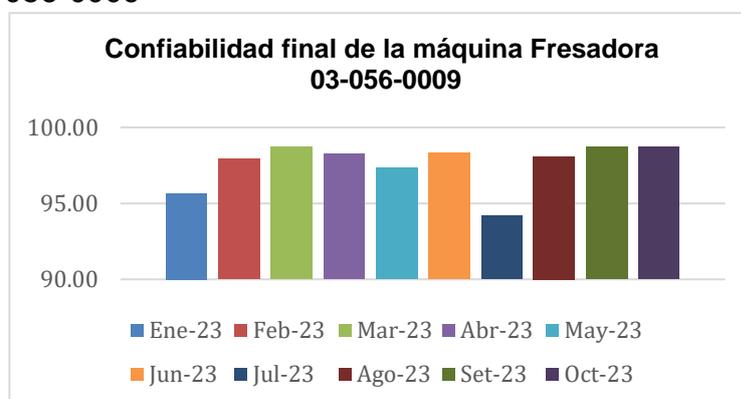
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 53:** Indicador final de máquina Fresadora 03-056-0009

Item	Periodo (Meses)	Horas calendario	Número de fallas	Tiempo de Operación (h)	Tiempo total de Reparación (h)	MTBF (h)	MTTR (h)	Confiabilidad (%)
1	Ene-23	300	2	287.00	13.00	143.50	6.50	95.67
2	Feb-23	288	2	282.00	6.00	141.00	3.00	97.92
3	Mar-23	312	1	308.00	4.00	308.00	4.00	98.72
4	Abr-23	288	2	283.00	5.00	141.50	2.50	98.26
5	May-23	300	2	292.00	8.00	146.00	4.00	97.33
6	Jun-23	300	1	295.00	5.00	295.00	5.00	98.33
7	Jul-23	276	2	260.00	16.00	130.00	8.00	94.20
8	Ago-23	312	2	306.00	6.00	153.00	3.00	98.08
9	Set-23	312	2	308.00	4.00	154.00	2.00	98.72
10	Oct-23	312	2	308.00	4.00	154.00	2.00	98.72
<b>Total</b>		<b>3000</b>	<b>18</b>	<b>2929.00</b>	<b>71.00</b>	<b>1766.00</b>	<b>40.00</b>	<b>97.79</b>

Fuente: Elaboración propia

**Figura 32:** Diagrama de barras de confiabilidad final de máquina Fresadora 03-056-0009



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 54:** Registros operativos de confiabilidad final de máquina Fresadora 03-056-0010

Item	Periodo (Meses)	Días calendario	Horas calendario	Tiempo de Mantenimiento Correctivo (h)	Tiempo de Mantenimiento Preventivo (h)	Tiempo de Operación (h)	Número de fallas
1	Ene-23	25	300	6	8	286	2
2	Feb-23	24	288	8	0	280	2
3	Mar-23	26	312	8	0	304	2
4	Abr-23	24	288	6	0	282	2
5	May-23	25	300	4	0	296	2
6	Jun-23	25	300	8	0	292	2
7	Jul-23	23	276	8	8	260	2
8	Ago-23	26	312	4	0	308	1
9	Set-23	26	312	4	0	308	1
10	Oct-23	26	312	4	0	308	2
<b>Total</b>	<b>250</b>	<b>3000</b>	<b>60</b>	<b>16</b>	<b>2924</b>	<b>18</b>	

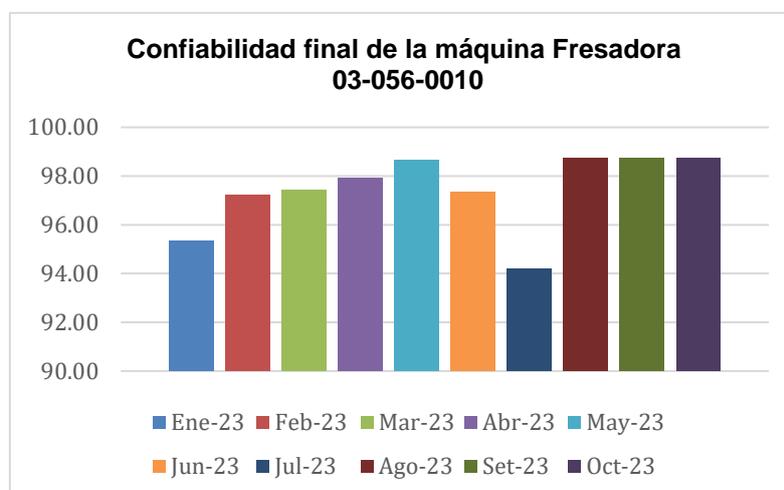
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 55:** Indicador final de máquina Fresadora 03-056-0010

Item	Periodo (Meses)	Horas calendario	Número de fallas	Tiempo de Operación (h)	Tiempo total de Reparación (h)	MTBF (h)	MTTR (h)	Confiabilidad (%)
1	Ene-23	300	2	286	14	143.00	7.00	95.33
2	Feb-23	288	2	280	8	140.00	4.00	97.22
3	Mar-23	312	2	304	8	152.00	4.00	97.44
4	Abr-23	288	2	282	6	141.00	3.00	97.92
5	May-23	300	2	296	4	148.00	2.00	98.67
6	Jun-23	300	2	292	8	146.00	4.00	97.33
7	Jul-23	276	2	260	16	130.00	8.00	94.20
8	Ago-23	312	1	308	4	308.00	4.00	98.72
9	Set-23	312	1	308	4	308.00	4.00	98.72
10	Oct-23	312	2	308	4	154.00	2.00	98.72
<b>Total</b>	<b>3000</b>	<b>18</b>	<b>2924</b>	<b>76</b>	<b>1770.00</b>	<b>42.00</b>	<b>97.68</b>	

Fuente: Elaboración propia

**Figura 33:** Diagrama de barras de confiabilidad final de máquina Fresadora 03-056-0010



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 56:** Registros operativos de confiabilidad final de máquina Punzonadora 03-096-0002

Item	Periodo (Meses)	Días calendario	Horas calendario	Tiempo de Mantenimiento Correctivo (h)	Tiempo de Mantenimiento Preventivo (h)	Tiempo de Operación (h)	Número de fallas
1	Ene-23	25	300	6	8	286	2
2	Feb-23	24	288	6	0	282	3
3	Mar-23	26	312	8	0	304	3
4	Abr-23	24	288	8	0	280	2
5	May-23	25	300	8	0	292	2
6	Jun-23	25	300	6	0	294	1
7	Jul-23	23	276	9	8	259	2
8	Ago-23	26	312	10	0	302	2
9	Set-23	26	312	6	0	306	2
10	Oct-23	26	312	4	0	308	2
<b>Total</b>		<b>250</b>	<b>3000</b>	<b>71</b>	<b>16</b>	<b>2913</b>	<b>21</b>

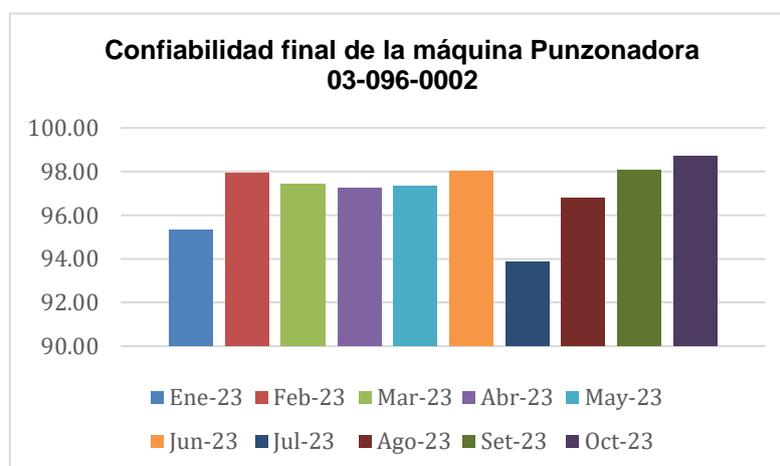
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 57:** Indicador final de máquina Punzonadora 03-096-0002

Item	Periodo (Meses)	Horas calendario	Número de fallas	Tiempo de Operación (h)	Tiempo total de Reparación (h)	MTBF (h)	MTRR (h)	Confiabilidad (%)
1	Ene-23	300	2	286	14	143.00	7.00	95.33
2	Feb-23	288	3	282	6	94.00	2.00	97.92
3	Mar-23	312	3	304	8	101.33	2.67	97.44
4	Abr-23	288	2	280	8	140.00	4.00	97.22
5	May-23	300	2	292	8	146.00	4.00	97.33
6	Jun-23	300	1	294	6	294.00	6.00	98.00
7	Jul-23	276	2	259	17	129.50	8.50	93.84
8	Ago-23	312	2	302	10	151.00	5.00	96.79
9	Set-23	312	2	306	6	153.00	3.00	98.08
10	Oct-23	312	2	308	4	154.00	2.00	98.72
<b>Total</b>		<b>3000</b>	<b>21</b>	<b>2913</b>	<b>87</b>	<b>1505.83</b>	<b>44.17</b>	<b>97.15</b>

Fuente: Elaboración propia

**Figura 34:** Diagrama de barras de confiabilidad final de máquina Punzonadora 03-096-0002



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 58:** Registros operativos de confiabilidad final de máquina taladro radial 03-114-0001

Item	Periodo (Meses)	Dias calendario	Horas calendario	Tiempo de Mantenimiento Correctivo (h)	Tiempo de Mantenimiento Preventivo (h)	Tiempo de Operación (h)	Número de fallas
1	Ene-23	25	300	6	8	286	2
2	Feb-23	24	288	7	0	281	2
3	Mar-23	26	312	8	0	304	2
4	Abr-23	24	288	4	0	284	1
5	May-23	25	300	3	0	297	1
6	Jun-23	25	300	6	0	294	2
7	Jul-23	23	276	6	8	262	2
8	Ago-23	26	312	4	0	308	2
9	Set-23	26	312	2	0	310	1
10	Oct-23	26	312	8	0	304	2
<b>Total</b>		<b>250</b>	<b>3000</b>	<b>54</b>	<b>16</b>	<b>2930</b>	<b>17</b>

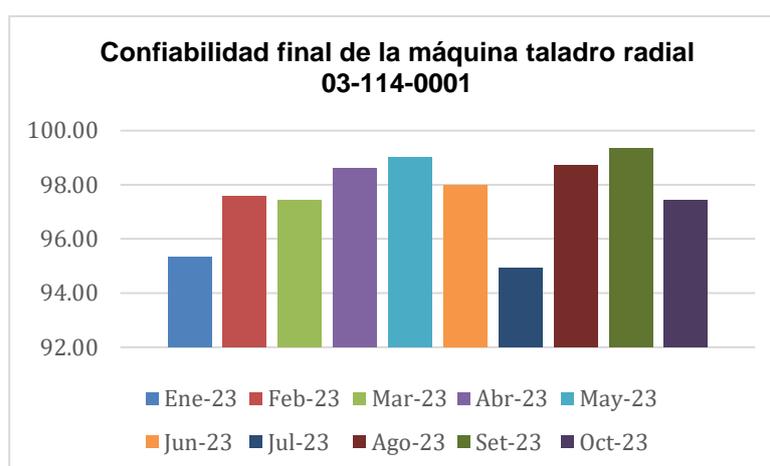
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 59:** Indicador final de máquina taladro radial 03-114-0001

Item	Periodo (Meses)	Horas calendario	Número de fallas	Tiempo de Operación (h)	Tiempo total de Reparación (h)	MTBF (h)	MTRR (h)	Confiabilidad (%)
1	Ene-23	300	2	286	14	143.00	7.00	95.33
2	Feb-23	288	2	281	7	140.50	3.50	97.57
3	Mar-23	312	2	304	8	152.00	4.00	97.44
4	Abr-23	288	1	284	4	284.00	4.00	98.61
5	May-23	300	1	297	3	297.00	3.00	99.00
6	Jun-23	300	2	294	6	147.00	3.00	98.00
7	Jul-23	276	2	262	14	131.00	7.00	94.93
8	Ago-23	312	2	308	4	154.00	2.00	98.72
9	Set-23	312	1	310	2	310.00	2.00	99.36
10	Oct-23	312	2	304	8	152.00	4.00	97.44
<b>Total</b>		<b>3000</b>	<b>17</b>	<b>2930</b>	<b>70</b>	<b>1910.50</b>	<b>39.50</b>	<b>97.97</b>

Fuente: Elaboración propia

**Figura 35:** Diagrama de barras de confiabilidad final de máquina taladro radial 03-0114-0001



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 60:** Registros operativos de confiabilidad final de máquina taladro radial 03-114-0002

Item	Periodo (Meses)	Días calendario	Horas calendario	Tiempo de Mantenimiento Correctivo (h)	Tiempo de Mantenimiento Preventivo (h)	Tiempo de Operación (h)	Número de fallas
1	Ene-23	25	300	8	8	284	2
2	Feb-23	24	288	6	0	282	2
3	Mar-23	26	312	8	0	304	2
4	Abr-23	24	288	6	0	282	2
5	May-23	25	300	12	0	288	2
6	Jun-23	25	300	4	0	296	1
7	Jul-23	23	276	4	8	264	2
8	Ago-23	26	312	8	0	304	2
9	Set-23	26	312	2	0	310	1
10	Oct-23	26	312	6	0	306	3
<b>Total</b>		<b>250</b>	<b>3000</b>	<b>64</b>	<b>16</b>	<b>2920</b>	<b>19</b>

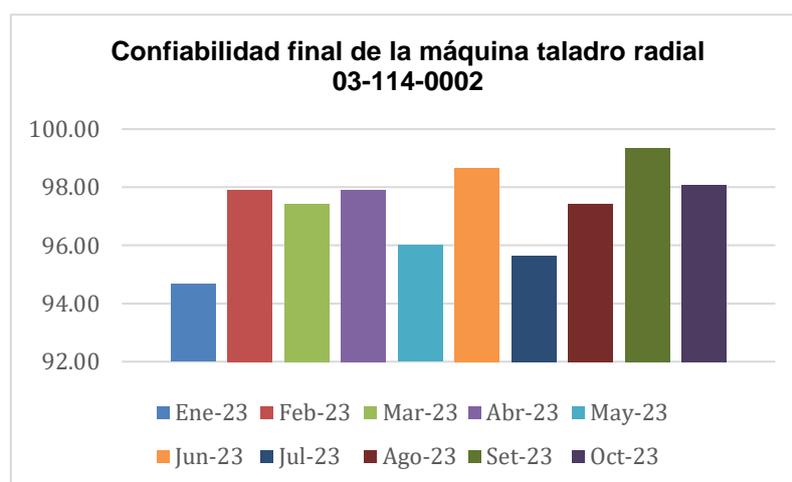
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 61:** Indicador final de máquina taladro radial 03-114-0002

Item	Periodo (Meses)	Horas calendario	Número de fallas	Tiempo de Operación (h)	Tiempo total de Reparación (h)	MTBF (h)	MTRR (h)	Confiabilidad (%)
1	Ene-23	300	2	284	16	142.00	8.00	94.67
2	Feb-23	288	2	282	6	141.00	3.00	97.92
3	Mar-23	312	2	304	8	152.00	4.00	97.44
4	Abr-23	288	2	282	6	141.00	3.00	97.92
5	May-23	300	2	288	12	144.00	6.00	96.00
6	Jun-23	300	1	296	4	296.00	4.00	98.67
7	Jul-23	276	2	264	12	132.00	6.00	95.65
8	Ago-23	312	2	304	8	152.00	4.00	97.44
9	Set-23	312	1	310	2	310.00	2.00	99.36
10	Oct-23	312	3	306	6	102.00	2.00	98.08
<b>Total</b>		<b>3000</b>	<b>19</b>	<b>2920</b>	<b>80</b>	<b>1712.00</b>	<b>42.00</b>	<b>97.61</b>

Fuente: Elaboración propia

**Figura 36:** Diagrama de barras de confiabilidad final de máquina taladro radial 03-0114-0002



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 62:** Registros operativos de confiabilidad final de máquina taladro radial 03-114-0005

Item	Periodo (Meses)	Dias calendario	Horas calendario	Tiempo de Mantenimiento Correctivo (h)	Tiempo de Mantenimiento Preventivo (h)	Tiempo de Operación (h)	Número de fallas
1	Ene-23	25	300	8	0	292	2
2	Feb-23	24	288	6	8	274	3
3	Mar-23	26	312	8	0	304	2
4	Abr-23	24	288	8	0	280	2
5	May-23	25	300	4	0	296	2
6	Jun-23	25	300	3	0	297	2
7	Jul-23	23	276	6	0	270	2
8	Ago-23	26	312	4	8	300	1
9	Set-23	26	312	4	0	308	1
10	Oct-23	26	312	4	0	308	2
<b>Total</b>		<b>250</b>	<b>3000</b>	<b>55</b>	<b>16</b>	<b>2929</b>	<b>19</b>

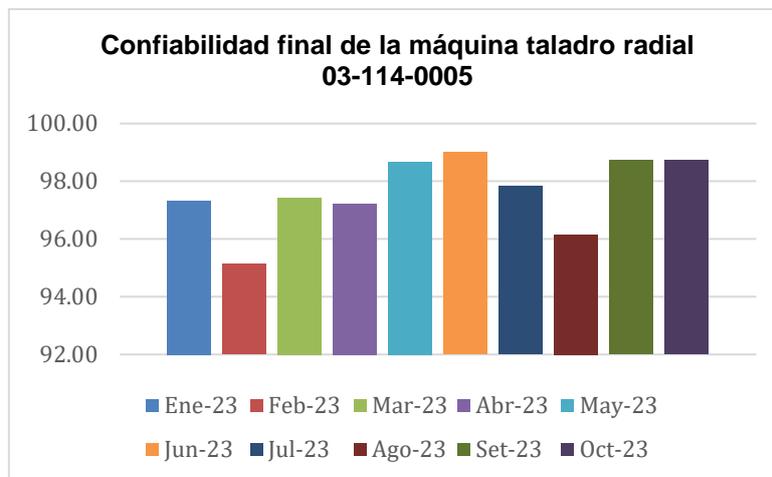
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 63:** Indicador final de máquina taladro radial 03-114-0005

Item	Periodo (Meses)	Horas calendario	Número de fallas	Tiempo de Operación (h)	Tiempo total de Reparación (h)	MTBF (h)	MTTR (h)	Confiabilidad (%)
1	Ene-23	300	2	292	8	146.00	4.00	97.33
2	Feb-23	288	3	274	14	91.33	4.67	95.14
3	Mar-23	312	2	304	8	152.00	4.00	97.44
4	Abr-23	288	2	280	8	140.00	4.00	97.22
5	May-23	300	2	296	4	148.00	2.00	98.67
6	Jun-23	300	2	297	3	148.50	1.50	99.00
7	Jul-23	276	2	270	6	135.00	3.00	97.83
8	Ago-23	312	1	300	12	300.00	12.00	96.15
9	Set-23	312	1	308	4	308.00	4.00	98.72
10	Oct-23	312	2	308	4	154.00	2.00	98.72
<b>Total</b>		<b>3000</b>	<b>19</b>	<b>2929</b>	<b>71</b>	<b>1722.83</b>	<b>41.17</b>	<b>97.67</b>

Fuente: Elaboración propia

**Figura 37:** Diagrama de barras de confiabilidad final de máquina taladro radial 03-0114-0005



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 64:** Registros operativos de confiabilidad final de máquina taladro radial 03-114-0006

Item	Periodo (Meses)	Días calendario	Horas calendario	Tiempo de Mantenimiento Correctivo (h)	Tiempo de Mantenimiento Preventivo (h)	Tiempo de Operación (h)	Número de fallas
1	Ene-23	25	300	6	0	294	2
2	Feb-23	24	288	8	8	272	3
3	Mar-23	26	312	4	0	308	2
4	Abr-23	24	288	4	0	284	1
5	May-23	25	300	8	0	292	2
6	Jun-23	25	300	4	0	296	2
7	Jul-23	23	276	6	0	270	2
8	Ago-23	26	312	4	8	300	2
9	Set-23	26	312	4	0	308	2
10	Oct-23	26	312	6	0	306	2
<b>Total</b>		<b>250</b>	<b>3000</b>	<b>54</b>	<b>16</b>	<b>2930</b>	<b>20</b>

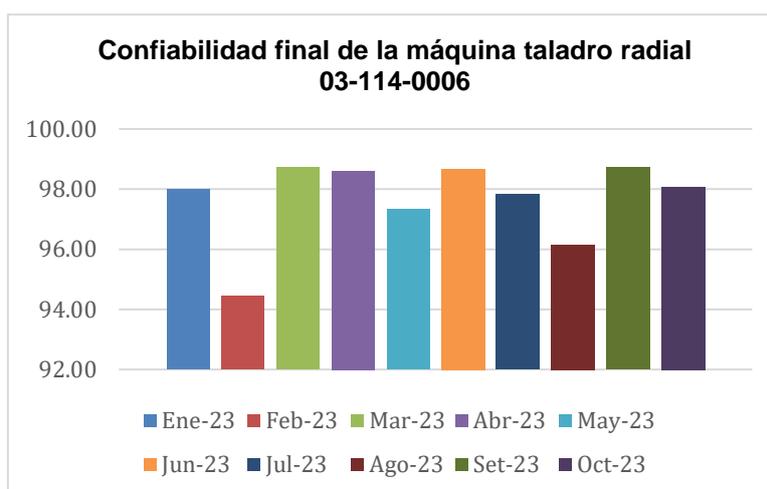
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 65:** Indicador final de máquina taladro radial 03-114-0006

Item	Periodo (Meses)	Horas calendario	Número de fallas	Tiempo de Operación (h)	Tiempo total de Reparación (h)	MTBF (h)	MTTR (h)	Confiabilidad (%)
1	Ene-23	300	2	294	6	147.00	3.00	98.00
2	Feb-23	288	3	272	16	90.67	5.33	94.44
3	Mar-23	312	2	308	4	154.00	2.00	98.72
4	Abr-23	288	2	284	4	142.00	2.00	98.61
5	May-23	300	2	292	8	146.00	4.00	97.33
6	Jun-23	300	1	296	4	296.00	4.00	98.67
7	Jul-23	276	2	270	6	135.00	3.00	97.83
8	Ago-23	312	2	300	12	150.00	6.00	96.15
9	Set-23	312	2	308	4	154.00	2.00	98.72
10	Oct-23	312	2	306	6	153.00	3.00	98.08
<b>Total</b>		<b>3000</b>	<b>20</b>	<b>2930</b>	<b>70</b>	<b>1567.67</b>	<b>34.33</b>	<b>97.86</b>

Fuente: Elaboración propia

**Figura 38:** Diagrama de barras de confiabilidad final de máquina taladro radial 03-0114-0006



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 66:** Registros operativos de confiabilidad final de máquina taladro radial 03-114-0007

Item	Periodo (Meses)	Dias calendario	Horas calendario	Tiempo de Mantenimiento Correctivo (h)	Tiempo de Mantenimiento Preventivo (h)	Tiempo de Operación (h)	Número de fallas
1	Ene-23	25	300	2	0	298	2
2	Feb-23	24	288	2	8	278	2
3	Mar-23	26	312	8	0	304	3
4	Abr-23	24	288	4	0	284	2
5	May-23	25	300	2	0	298	2
6	Jun-23	25	300	3	0	297	1
7	Jul-23	23	276	6	0	270	2
8	Ago-23	26	312	4	8	300	1
9	Set-23	26	312	4	0	308	3
10	Oct-23	26	312	8	0	304	1
<b>Total</b>		<b>250</b>	<b>3000</b>	<b>43</b>	<b>16</b>	<b>2941</b>	<b>19</b>

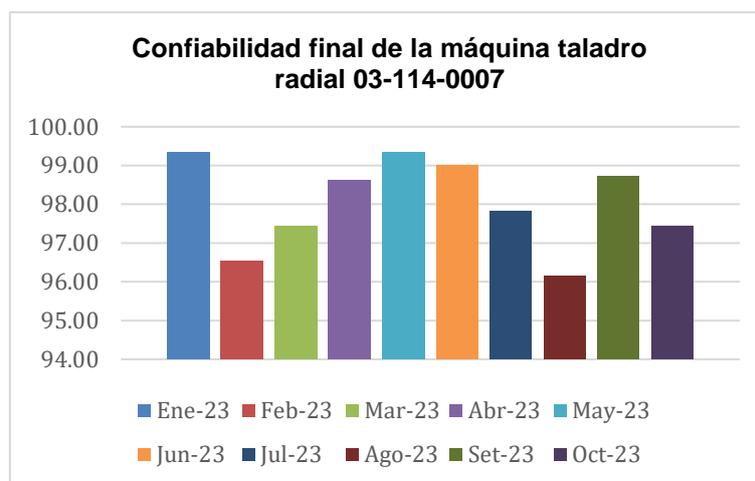
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 67:** Indicador final de máquina taladro radial 03-114-0007

Item	Periodo (Meses)	Horas calendario	Número de fallas	Tiempo de Operación (h)	Tiempo total de Reparación (h)	MTBF (h)	MTTR (h)	Confiabilidad (%)
1	Ene-23	300	2	298	2	149.00	1.00	99.33
2	Feb-23	288	2	278	10	139.00	5.00	96.53
3	Mar-23	312	3	304	8	101.33	2.67	97.44
4	Abr-23	288	2	284	4	142.00	2.00	98.61
5	May-23	300	2	298	2	149.00	1.00	99.33
6	Jun-23	300	1	297	3	297.00	3.00	99.00
7	Jul-23	276	2	270	6	135.00	3.00	97.83
8	Ago-23	312	1	300	12	300.00	12.00	96.15
9	Set-23	312	3	308	4	102.67	1.33	98.72
10	Oct-23	312	1	304	8	304.00	8.00	97.44
<b>Total</b>		<b>3000</b>	<b>19</b>	<b>2941</b>	<b>59</b>	<b>1819.00</b>	<b>39.00</b>	<b>97.90</b>

Fuente: Elaboración propia

**Figura 39:** Diagrama de barras de confiabilidad final de máquina taladro radial 03-114-0007



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 68:** Registros operativos de confiabilidad final de máquina taladro fresador 03-114-0103

Item	Periodo (Meses)	Días calendario	Horas calendario	Tiempo de Mantenimiento Correctivo (h)	Tiempo de Mantenimiento Preventivo (h)	Tiempo de Operación (h)	Número de fallas
1	Ene-23	25	300	8	0	292	2
2	Feb-23	24	288	6	8	274	1
3	Mar-23	26	312	4	0	308	2
4	Abr-23	24	288	2	0	286	2
5	May-23	25	300	4	0	296	2
6	Jun-23	25	300	7	0	293	2
7	Jul-23	23	276	4	0	272	1
8	Ago-23	26	312	7	8	297	2
9	Set-23	26	312	4	0	308	2
10	Oct-23	26	312	8	0	304	3
<b>Total</b>		<b>250</b>	<b>3000</b>	<b>54</b>	<b>16</b>	<b>2930</b>	<b>19</b>

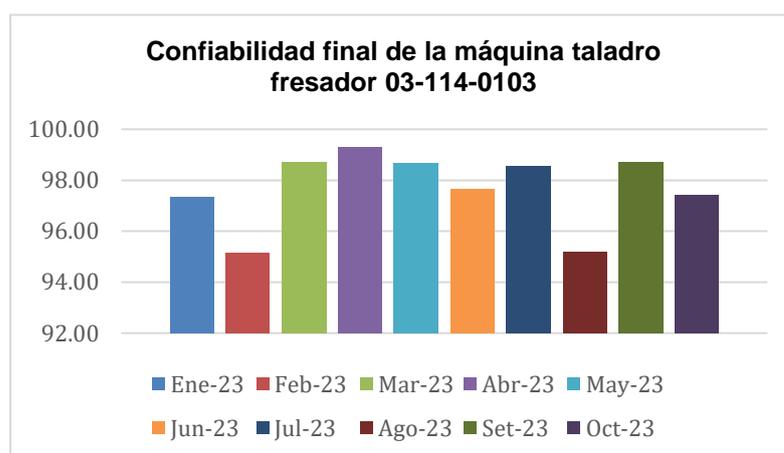
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 69:** Indicador final de máquina taladro fresador 03-114-0103

Item	Periodo (Meses)	Horas calendario	Número de fallas	Tiempo de Operación (h)	Tiempo total de Reparación (h)	MTBF (h)	MTTR (h)	Confiabilidad (%)
1	Ene-23	300	2	292	8	146.00	4.00	97.33
2	Feb-23	288	1	274	14	274.00	14.00	95.14
3	Mar-23	312	2	308	4	154.00	2.00	98.72
4	Abr-23	288	2	286	2	143.00	1.00	99.31
5	May-23	300	2	296	4	148.00	2.00	98.67
6	Jun-23	300	2	293	7	146.50	3.50	97.67
7	Jul-23	276	1	272	4	272.00	4.00	98.55
8	Ago-23	312	2	297	15	148.50	7.50	95.19
9	Set-23	312	2	308	4	154.00	2.00	98.72
10	Oct-23	312	3	304	8	101.33	2.67	97.44
<b>Total</b>		<b>3000</b>	<b>19</b>	<b>2930</b>	<b>70</b>	<b>1687.33</b>	<b>42.67</b>	<b>97.53</b>

Fuente: Elaboración propia

**Figura 40:** Diagrama de barras de confiabilidad final de máquina taladro fresador 03-114-0103



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 70:** Registros operativos de confiabilidad final de máquina torno universal 03-117-0001

Item	Periodo (Meses)	Dias calendario	Horas calendario	Tiempo de Mantenimiento Correctivo (h)	Tiempo de Mantenimiento Preventivo (h)	Tiempo de Operación (h)	Número de fallas
1	Ene-23	25	300	8	0	292	2
2	Feb-23	24	288	8	8	272	1
3	Mar-23	26	312	9	0	303	3
4	Abr-23	24	288	6	0	282	1
5	May-23	25	300	8	0	292	2
6	Jun-23	25	300	4	0	296	2
7	Jul-23	23	276	6	0	270	1
8	Ago-23	26	312	4	8	300	2
9	Set-23	26	312	6	0	306	1
10	Oct-23	26	312	6	0	306	3
<b>Total</b>		<b>250</b>	<b>3000</b>	<b>65</b>	<b>16</b>	<b>2919</b>	<b>18</b>

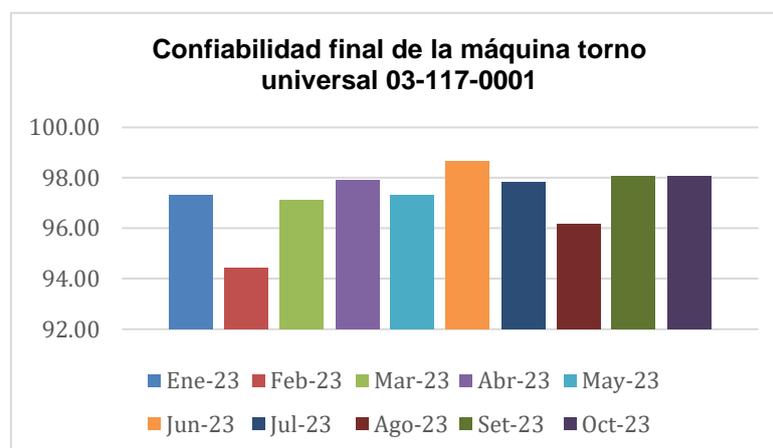
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 71:** Indicador final de máquina torno universal 03-117-0001

Item	Periodo (Meses)	Horas calendario	Número de fallas	Tiempo de Operación (h)	Tiempo total de Reparación (h)	MTBF (h)	MTTR (h)	Confiabilidad (%)
1	Ene-23	300	2	292	8	146.00	4.00	97.33
2	Feb-23	288	1	272	16	272.00	16.00	94.44
3	Mar-23	312	3	303	9	101.00	3.00	97.12
4	Abr-23	288	1	282	6	282.00	6.00	97.92
5	May-23	300	2	292	8	146.00	4.00	97.33
6	Jun-23	300	2	296	4	148.00	2.00	98.67
7	Jul-23	276	1	270	6	270.00	6.00	97.83
8	Ago-23	312	2	300	12	150.00	6.00	96.15
9	Set-23	312	1	306	6	306.00	6.00	98.08
10	Oct-23	312	3	306	6	102.00	2.00	98.08
<b>Total</b>		<b>3000</b>	<b>18</b>	<b>2919</b>	<b>81</b>	<b>1923.00</b>	<b>55.00</b>	<b>97.22</b>

Fuente: Elaboración propia

**Figura 41:** Diagrama de barras de confiabilidad final de máquina torno universal 03-117-0001



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 72:** Registros operativos de confiabilidad final de máquina torno universal 03-117-0023

Item	Periodo (Meses)	Dias calendario	Horas calendario	Tiempo de Mantenimiento Correctivo (h)	Tiempo de Mantenimiento Preventivo (h)	Tiempo de Operación (h)	Número de fallas
1	Ene-23	25	300	8	0	292	3
2	Feb-23	24	288	6	0	282	3
3	Mar-23	26	312	6	8	298	2
4	Abr-23	24	288	4	0	284	2
5	May-23	25	300	9	0	291	2
6	Jun-23	25	300	4	0	296	2
7	Jul-23	23	276	6	0	270	2
8	Ago-23	26	312	6	0	306	2
9	Set-23	26	312	4	8	300	1
10	Oct-23	26	312	12	0	300	3
<b>Total</b>		<b>250</b>	<b>3000</b>	<b>65</b>	<b>16</b>	<b>2919</b>	<b>22</b>

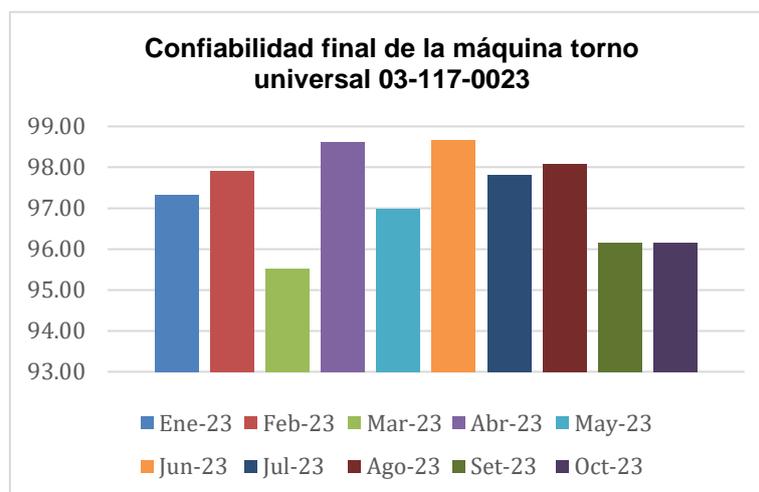
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 73:** Indicador final de máquina torno universal 03-117-0023

Item	Periodo (Meses)	Horas calendario	Número de fallas	Tiempo de Operación (h)	Tiempo total de Reparación (h)	MTBF (h)	MTTR (h)	Confiabilidad (%)
1	Ene-23	300	3	292	8	97.33	2.67	97.33
2	Feb-23	288	3	282	6	94.00	2.00	97.92
3	Mar-23	312	2	298	14	149.00	7.00	95.51
4	Abr-23	288	2	284	4	142.00	2.00	98.61
5	May-23	300	2	291	9	145.50	4.50	97.00
6	Jun-23	300	2	296	4	148.00	2.00	98.67
7	Jul-23	276	2	270	6	135.00	3.00	97.83
8	Ago-23	312	2	306	6	153.00	3.00	98.08
9	Set-23	312	1	300	12	300.00	12.00	96.15
10	Oct-23	312	3	300	12	100.00	4.00	96.15
<b>Total</b>		<b>3000</b>	<b>22</b>	<b>2919</b>	<b>81</b>	<b>1463.83</b>	<b>42.17</b>	<b>97.20</b>

Fuente: Elaboración propia

**Figura 42:** Diagrama de barras de confiabilidad final de máquina torno universal 03-117-0023



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 74:** Registros operativos de confiabilidad final de máquina torno universal 03-117-0024

Item	Periodo (Meses)	Días calendario	Horas calendario	Tiempo de Mantenimiento Correctivo (h)	Tiempo de Mantenimiento Preventivo (h)	Tiempo de Operación (h)	Número de fallas
1	Ene-23	25	300	16	0	284	3
2	Feb-23	24	288	10	0	278	2
3	Mar-23	26	312	10	8	294	3
4	Abr-23	24	288	8	0	280	2
5	May-23	25	300	8	0	292	2
6	Jun-23	25	300	6	0	294	2
7	Jul-23	23	276	7	0	269	2
8	Ago-23	26	312	12	0	300	2
9	Set-23	26	312	4	8	300	1
10	Oct-23	26	312	6	0	306	2
<b>Total</b>		<b>250</b>	<b>3000</b>	<b>87</b>	<b>16</b>	<b>2897</b>	<b>21</b>

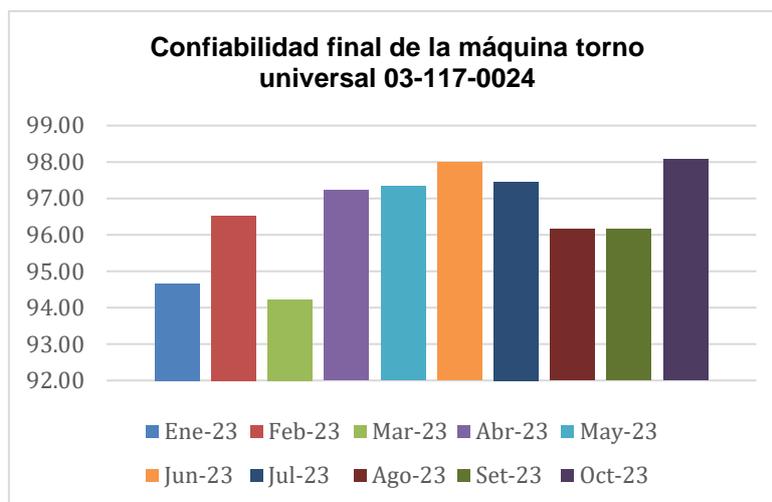
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 75:** Indicador final de máquina torno universal 03-117-0024

Item	Periodo (Meses)	Horas calendario	Número de fallas	Tiempo de Operación (h)	Tiempo total de Reparación (h)	MTBF (h)	MTRR (h)	Confiabilidad (%)
1	Ene-23	300	3	284	16	94.67	5.33	94.67
2	Feb-23	288	2	278	10	139.00	5.00	96.53
3	Mar-23	312	3	294	18	98.00	6.00	94.23
4	Abr-23	288	2	280	8	140.00	4.00	97.22
5	May-23	300	2	292	8	146.00	4.00	97.33
6	Jun-23	300	2	294	6	147.00	3.00	98.00
7	Jul-23	276	2	269	7	134.50	3.50	97.46
8	Ago-23	312	2	300	12	150.00	6.00	96.15
9	Set-23	312	1	300	12	300.00	12.00	96.15
10	Oct-23	312	2	306	6	153.00	3.00	98.08
<b>Total</b>		<b>3000</b>	<b>21</b>	<b>2897</b>	<b>103</b>	<b>1502.17</b>	<b>51.83</b>	<b>96.66</b>

Fuente: Elaboración propia

Figura 43: Diagrama de barras de confiabilidad final de máquina torno universal 03-117-0024



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 76:** Registros operativos de confiabilidad final de máquina torno universal 03-117-0031

Item	Periodo (Meses)	Dias calendario	Horas calendario	Tiempo de Mantenimiento Correctivo (h)	Tiempo de Mantenimiento Preventivo (h)	Tiempo de Operación (h)	Número de fallas
1	Ene-23	25	300	10	0	290	3
2	Feb-23	24	288	8	0	280	3
3	Mar-23	26	312	12	8	292	3
4	Abr-23	24	288	8	0	280	2
5	May-23	25	300	6	0	294	2
6	Jun-23	25	300	6	0	294	2
7	Jul-23	23	276	6	0	270	1
8	Ago-23	26	312	8	0	304	2
9	Set-23	26	312	4	8	300	1
10	Oct-23	26	312	12	0	300	3
<b>Total</b>		<b>250</b>	<b>3000</b>	<b>80</b>	<b>16</b>	<b>2904</b>	<b>22</b>

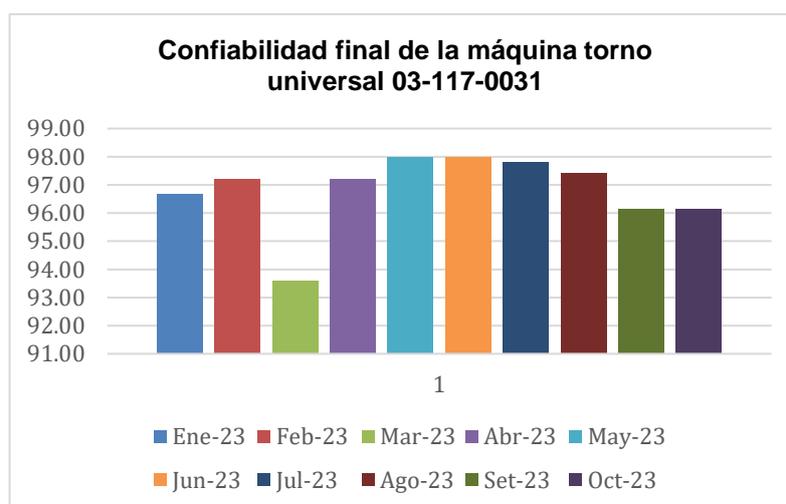
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 77:** Indicador final de máquina torno universal 03-117-0031

Item	Periodo (Meses)	Horas calendario	Número de fallas	Tiempo de Operación (h)	Tiempo total de Reparación (h)	MTBF (h)	MTTR (h)	Confiabilidad (%)
1	Ene-23	300	3	290	10	96.67	3.33	96.67
2	Feb-23	288	3	280	8	93.33	2.67	97.22
3	Mar-23	312	3	292	20	97.33	6.67	93.59
4	Abr-23	288	2	280	8	140.00	4.00	97.22
5	May-23	300	2	294	6	147.00	3.00	98.00
6	Jun-23	300	2	294	6	147.00	3.00	98.00
7	Jul-23	276	1	270	6	270.00	6.00	97.83
8	Ago-23	312	2	304	8	152.00	4.00	97.44
9	Set-23	312	1	300	12	300.00	12.00	96.15
10	Oct-23	312	3	300	12	100.00	4.00	96.15
<b>Total</b>		<b>3000</b>	<b>22</b>	<b>2904</b>	<b>96</b>	<b>1543.33</b>	<b>48.67</b>	<b>96.94</b>

Fuente: Elaboración propia

**Figura 44:** Diagrama de barras de confiabilidad final de máquina torno universal 03-117-0031



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 78:** Registros operativos de confiabilidad final de máquina torno fresador 03-117-0033

Item	Periodo (Meses)	Dias calendario	Horas calendario	Tiempo de Mantenimiento Correctivo (h)	Tiempo de Mantenimiento Preventivo (h)	Tiempo de Operación (h)	Número de fallas
1	Ene-23	25	300	8	0	292	3
2	Feb-23	24	288	6	0	282	2
3	Mar-23	26	312	8	8	296	3
4	Abr-23	24	288	9	0	279	2
5	May-23	25	300	8	0	292	2
6	Jun-23	25	300	6	0	294	2
7	Jul-23	23	276	4	0	272	1
8	Ago-23	26	312	6	0	306	2
9	Set-23	26	312	4	8	300	1
10	Oct-23	26	312	8	0	304	2
<b>Total</b>		<b>250</b>	<b>3000</b>	<b>67</b>	<b>16</b>	<b>2917</b>	<b>20</b>

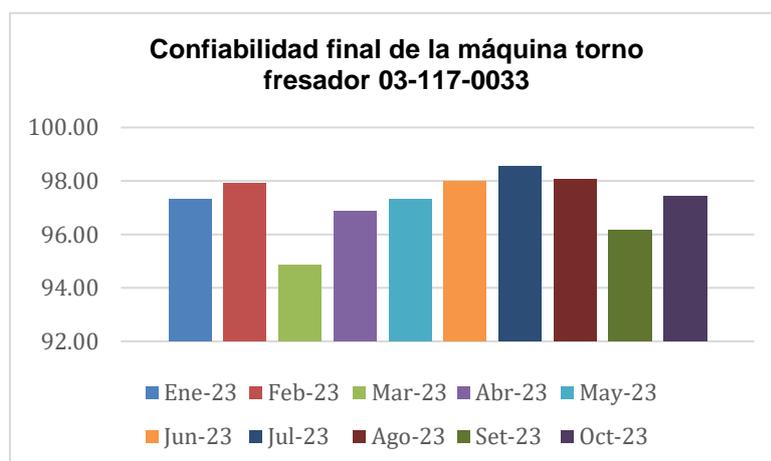
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 79:** Indicador final de máquina torno fresador 03-117-0033

Item	Periodo (Meses)	Horas calendario	Número de fallas	Tiempo de Operación (h)	Tiempo total de Reparación (h)	MTBF (h)	MTTR (h)	Confiabilidad (%)
1	Ene-23	300	3	292	8	97.33	2.67	97.33
2	Feb-23	288	2	282	6	141.00	3.00	97.92
3	Mar-23	312	3	296	16	98.67	5.33	94.87
4	Abr-23	288	2	279	9	139.50	4.50	96.88
5	May-23	300	2	292	8	146.00	4.00	97.33
6	Jun-23	300	2	294	6	147.00	3.00	98.00
7	Jul-23	276	2	272	4	136.00	2.00	98.55
8	Ago-23	312	2	306	6	153.00	3.00	98.08
9	Set-23	312	2	300	12	150.00	6.00	96.15
10	Oct-23	312	1	304	8	304.00	8.00	97.44
<b>Total</b>		<b>3000</b>	<b>21</b>	<b>2917</b>	<b>83</b>	<b>1512.50</b>	<b>41.50</b>	<b>97.33</b>

Fuente: Elaboración propia

Figura 45: Diagrama de barras de confiabilidad final de máquina torno fresador 03-117-0033



Fuente: Elaboración propia

## ANEXO 9

**Tabla 80:** Gastos de implementación del TPM

<b>Costos implementación del TPM</b>	
<b>Inversiones</b>	<b>Costo (S/)</b>
Horas capacitación mantenimiento autónomo	3008.60
Horas capacitación mantenimiento Planificado	1670.40
horas de Capacitación a operadores	767.60
Herramientas Mantenimiento autónomo	671.20
Herramientas Mantenimiento planificado	630.00
Gastos varios (breack documentos)	220.00
<b>Costo total</b>	<b>6967.80</b>

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 81:** Registro de inversión de herramientas para mantenimiento autónomo y planificado

<b>Inversión de herramientas para Manenimiento autonomo y planificado</b>					
<b>Mantenimiento</b>	<b>Herramientas materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>U.M.</b>	<b>P. Unit S/.</b>	<b>P. Total S/.</b>
<b>Mantenimiento Autónomo</b>	Herramientas de Lubricación	1.00	PZ	45.00	45.00
	Herramientas para cambio de palancas	1.00	PZ	40.00	40.00
	Graseras neumaticas	1.00	PZ	70.00	70.00
	Graseras manuales	2.00	PZ	45.00	170.00
	Mangueras para aire	8.00	M	8.90	71.20
	Juego de destornilladores planos dieléctricc	2.00	PZ	65.00	130.00
	Alicate universal	2.00	PZ	35.00	70.00
<b>Mantenimiento Planificado</b>	Juego de destornilladores planos mecánico:	1.00	PZ	75.00	75.00
	Taladros manuales	1.00	PZ	120.00	120.00
	Juego de llaves mixtas	1.00	PZ	95.00	95.00
	Juego de llaves francesas	1.00	PZ	75.00	75.00
	Amoladoras monofasicas	1.00	PZ	120.00	120.00
	Abrazaderas	10.00	PZ	2.50	25.00
	Combas	1.00	pz	25.00	25.00
Juego de llaves exagonales	1.00	PZ	120.00	120.00	
Arco sierra	2.00	PZ	25.00	50.00	
<b>Costo Total S/.</b>					<b>1301.20</b>

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 82:** Gastos e ingresos

<b>GASTOS E INGRESOS</b>													
<b>DESCRIPCIÓN DE LOS INGRESOS</b>	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>	<b>Septiembre</b>	<b>Octubre</b>	<b>Noviembre</b>	<b>Diciembre</b>	<b>anual</b>
Fabricación y diseño de piezas S/.	4,500.00	4,650.00	3,980.00	4,600.00	4,560.00	4,700.00	4,650.00	4,555.00	4,356.00	4,670.00	4,800.00	4,649.00	54,670.00
<b>DESCRIPCIÓN DE GASTOS</b>	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>	<b>Septiembre</b>	<b>Octubre</b>	<b>Noviembre</b>	<b>Diciembre</b>	<b>anual</b>
Repuestos y/o materiales - correctivos S/.	897.00	976.00	997.00	1,020.00	1,240.00	1,430.00	790.00	890.00	760.00	987.00	1,034.00	980.00	12,001.00
Consumibles varios - correctivos S/.	760.00	960.00	856.00	925.00	950.00	876.00	890.00	1,030.00	915.00	996.00	956.00	860.00	10,974.00
Herramientas y equipos - correctivos S/.	980.00	845.00	943.00	975.00	865.00	698.00	845.00	976.00	890.00	945.00	820.00	687.00	10,469.00
Costos energeticos - luz agua S/.	1,010.00	1,200.00	985.00	1,020.00	1,100.00	1,040.00	1,025.00	1,234.00	987.40	1,020.00	1,045.00	1,200.00	12,866.40
Materiales e insumos - preventivo S/.	970.00	1,030.00	989.00	786.00	956.00	860.00	978.00	987.00	690.00	845.00	860.00	876.00	10,827.00
Actividades de mejora - preventivo S/.	760.00	640.00	540.00	450.00	350.00	280.00	320.00	410.00	340.00	285.00	250.00	738.00	5,363.00
<b>TOTAL GASTOS MENSUALES</b>	<b>5,377.00</b>	<b>5,651.00</b>	<b>5,310.00</b>	<b>5,176.00</b>	<b>5,461.00</b>	<b>5,184.00</b>	<b>4,848.00</b>	<b>5,527.00</b>	<b>4,582.40</b>	<b>5,078.00</b>	<b>4,965.00</b>	<b>5,341.00</b>	<b>62,500.40</b>
<b>PROMEDIO DE GASTOS MENSUALES: 5,208.37</b>													

*Fuente: Elaboración propia*

**AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA**

Yo MILLER CAMACHO GÓMEZ  
identificado con DNI 40987046 en mi calidad de JEFE DE PRODUCCIÓN  
del área de FABRICACIONES TX-40  
de la empresa SIMA CHIMBOTE METAL MECANICA  
con R.U.C.N° 20100003351 ubicada en la ciudad de CHIMBOTE

**OTORGO LA AUTORIZACIÓN,**

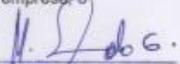
Al señor (a, ita.) BURGOS ACOSTA JOSÉ - DÍAZ REBAZA LUIS  
Identificado(s) con DNI N°..... de la Carrera profesional INGENIERIA  
MECÁNICA ELÉCTRICA para que utilice la siguiente información de la empresa:  
- DATOS TÉCNICOS DE LAS MÁQUINAS, INFORMACIÓN DE  
REGISTROS E HISTORIALES.  
- ARCHIVOS Y DOCUMENTOS RELACIONADOS A SU ESTUDIO

con la finalidad de que pueda desarrollar su ( ) Informe estadístico, ( ) Trabajo de Investigación, (  ) Tesis para optar el Título Profesional.

Publique los resultados de la investigación en el repositorio institucional de la UCV.

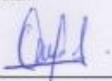
( ) Mantener en reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa o

Mencionar el nombre de la empresa.

  
Ing. Miller Camacho Gómez  
Firma y sello del Representante Legal  
DIVISION DE INVESTIGACION TECNICA SIMA CHIMBOTE

DNI: 40987046

El Estudiante declara que los datos emitidos en esta carta y en el Trabajo de Investigación, en la Tesis son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el Estudiante será sometido al inicio del procedimiento disciplinario correspondiente; asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.

  
Firma del Estudiante

DNI: 72420190

Firma del Estudiante

DNI: 43692378