



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Aplicación del Mantenimiento Productivo Total para Aumentar la  
Disponibilidad de las Máquinas de la Empresa LV&C SAC,  
Chimbote - 2022**

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

**AUTORES:**

Marquez Espinoza, Edmard Roberth ([orcid.org/0000-0002-0328-0859](https://orcid.org/0000-0002-0328-0859))

Mora Huaman, Jaime Xiomar ([orcid.org/0000-0002-3051-2395](https://orcid.org/0000-0002-3051-2395))

**ASESORA:**

Mg. Ing. Villar Tiravanti, Lily Margot ([orcid.org/0000-0003-1456-8951](https://orcid.org/0000-0003-1456-8951))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión Empresarial y Productiva

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL Y UNIVERSITARIA:**

Desarrollo Económico, Empleo y Emprendimiento

**CHIMBOTE – PERÚ**

**2022**

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar este trabajo de investigación a mi pequeña hija Alessia Sofia, por ser mi motor y motivo para mantenerme firme ante todas las circunstancias y poder culminar satisfactoriamente mi carrera profesional

Edmard Roberth Márquez Espinoza

Este presente trabajo lo dedico en especial a Dios quien ha sido mi guía, mi fortaleza por ser el inspirador y darme su mano lleno de amor y fidelidad, para poder continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres quienes, con su amor, paciencia y esfuerzo han permitido que llegue a cumplir hoy un sueño más; gracias a los valores de mis abuelos por inculcarme el ejemplo de esfuerzo y valentía.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a toda mi familia, por apoyarme cuando más lo necesito, por extender su mano en los momentos más difíciles y por el amor brindado cada día.

Jaime Xiomar Mora Huaman

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer en primer lugar a Dios, que día a día me permite tener fuerzas necesarias para lograr mis objetivos trazados en la vida, a mi padre por darme la oportunidad de poder culminar mi carrera universitaria y siempre confiar en mí; y a mi madre por ser parte fundamental para mi crecimiento como profesional.

Edmard Roberth Márquez Espinoza

Mi profundo agradecimiento a la empresa LV&C SAC por confiar en nosotros, al abrirnos las puertas y permitir realizar todo el proceso investigativo dentro de su establecimiento.

No obstante, mis agradecimientos a la Universidad Cesar Vallejo, a la facultad de Ingeniería Industrial – Chimbote, a mi directora de escuela y en especial a mi docente la Mg. Lily Margot Villar Tiravanti quien con la enseñanza de sus conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias por su paciencia, dedicación y apoyo.

Finalmente quiero agradecer a mi madre que nunca dejó de confiar en mí, su amor incondicional fue la clave para poder salir adelante, gracias por tanto amor.

Jaime Xiomar Mora Huaman

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT .....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA .....	13
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	13
3.2. Variables y operacionalización .....	14
3.3. Población, muestra y muestreo .....	14
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	15
3.5. Procedimientos.....	17
3.6. Método de análisis de datos .....	19
3.7. Aspectos éticos.....	19
IV. RESULTADOS.....	21
V. DISCUSIÓN.....	55
VI. CONCLUSIONES .....	60
VII. RECOMENDACIONES.....	62
REFERENCIAS.....	63
ANEXOS .....	81



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Número de máquinas de la empresa LV&C SAC. ....	15
Tabla 2. Técnicas e instrumentos para recolección de datos. ....	16
Tabla 3. Validación de instrumentos. ....	17
Tabla 4. Método de análisis de datos. ....	19
Tabla 5. Máquinas de la empresa LV&C S.A.C. ....	22
Tabla 6. Fallas de acuerdo con el tipo de máquina ....	24
Tabla 7. Resumen del cuestionario estructurado del TPM. ....	25
Tabla 8. Análisis de la verificación de la metodología 5 “S” ....	27
Tabla 9. Resultado de análisis de criticidad ....	32
Tabla 10. Disponibilidad inicial de la máquina fresadora ....	33
Tabla 11. Disponibilidad inicial del taladro vertical ....	34
Tabla 12. Disponibilidad inicial de la máquina mandrinadora ....	35
Tabla 13. Disponibilidad inicial de la máquina esmeril de banco. ....	36
Tabla 14. Disponibilidad inicial de la máquina de soldar ....	37
Tabla 15. Disponibilidad inicial de la máquina cepilladora. ....	38
Tabla 16. Disponibilidad inicial de la máquina de torno. ....	39
Tabla 17. Disponibilidad inicial de la sierra mecánica ....	40
Tabla 18. Promedio de la disponibilidad inicial de las máquinas de la empresa LV&C S.A.C. ....	41
Tabla 19. Cálculo del OEE ....	42
Tabla 20. Identificación de máquinas críticas. ....	24
Tabla 21. 5W de la Máquina Taladro vertical ....	24
Tabla 22. 5W de la Máquina Mandrinadora. ....	25
Tabla 23. 5W de la Máquina Esmeril de banca ....	25
Tabla 24. 5W de la Máquina de Soldar ....	25
Tabla 25. 5W de la Cepilladora ....	26
Tabla 26. 5W de la Máquina Torno ....	26
Tabla 27. Cronograma de limpieza de las máquinas ....	27
Tabla 28. Cronograma de limpieza de las máquinas ....	28
Tabla 29. Disponibilidad después de la implementación – Taladro vertical. ....	40
Tabla 30. Disponibilidad después de la implementación – taladro vertical. ....	41

Tabla 31. Disponibilidad después de la implementación – mandrinadora.....	41
Tabla 32. Disponibilidad después de la implementación – esmeril de banco.....	42
Tabla 33. Disponibilidad después de la implementación – máquina de soldar.....	42
Tabla 34. Disponibilidad después de la implementación – cepilladora.....	42
Tabla 35. Disponibilidad después de la implementación – torno.....	43
Tabla 36. Disponibilidad después de la implementación – sierra mecánica.....	43
Tabla 37. Resumen de la disponibilidad después de la mejora.....	44
Tabla 38. Eficiencia global de los equipos.....	44
Tabla 39. Análisis descriptivo – MTBF .....	45
Tabla 40. Análisis descriptivo – MTTR .....	46
Tabla 41. Análisis descriptivo – Disponibilidad.....	46
Tabla 42. Análisis descriptivo – Rendimiento.....	47
Tabla 43. Análisis descriptivo – Calidad.....	47
Tabla 44. Análisis descriptivo .....	48
Tabla 45. Prueba de normalidad - MTBF .....	48
Tabla 46. Prueba de Student – MTBF .....	49
Tabla 47. Prueba de normalidad - MTTR .....	49
Tabla 48. Prueba de Student – MTTR.....	50
Tabla 49. Prueba de normalidad – disponibilidad.....	50
Tabla 50. Prueba de Student – disponibilidad .....	51
Tabla 51. Prueba de normalidad – Rendimiento .....	51
Tabla 52. Prueba de Student – Rendimiento.....	52
Tabla 53. Prueba de normalidad – Calidad .....	52
Tabla 54. Prueba de Student – Calidad.....	53
Tabla 55. Prueba de normalidad – OEE.....	53
Tabla 56. Prueba de Student – OEE .....	54

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Procedimiento de investigación.....	18
Figura 2. Organigrama .....	21
Figura 3. Análisis del Checklist de mantenimiento .....	26
Figura 4. Deficiente orden y limpieza en el área de mantenimiento .....	28
Figura 5. Diagrama Ishikawa.....	29
Figura 6. Diagrama de Pareto .....	30
Figura 7. Fresadora – disponibilidad inicial .....	33
Figura 8. Taladro vertical – disponibilidad inicial .....	34
Figura 9. Mandrinadora – disponibilidad inicial.....	35
Figura 10. Esmeril de banco – disponibilidad inicial .....	36
Figura 11. Máquina de soldar – disponibilidad inicial .....	37
Figura 12. Cepilladora – disponibilidad inicial.....	38
Figura 13. Torno – disponibilidad inicial .....	39
Figura 14. Sierra mecánica – disponibilidad inicial .....	40
Figura 15. Promedio de la disponibilidad inicial de las máquinas.....	41
Figura 16. Eficiencia global de los equipos – inicial .....	42
Figura 17. Acta de constitución del Comité TPM.....	43
Figura 18. Diagrama de Gantt de la implementación TPM.....	44
Figura 19. Checklist de monitoreo e inspección .....	30
Figura 20. Checklist de mantenimiento autónomo del taladro vertical .....	31
Figura 21. Checklist de mantenimiento autónomo de la mandrinadora.....	32
Figura 22. Checklist de mantenimiento autónomo del esmeril de banca .....	33
Figura 23. Checklist de mantenimiento autónomo de la máquina de soldar .....	34
Figura 24. Checklist de mantenimiento autónomo de la cepilladora .....	35
Figura 25. Checklist de mantenimiento autónomo del torno.....	36
Figura 26. Procedimiento para la elaboración de un programa de mantenimiento preventivo.....	37
Figura 27. Cronograma anual de mantenimiento preventivo.....	38
Figura 28. Cronograma de capacitación TPM .....	39
Figura 29. Capacitación de los trabajadores .....	40

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo principal aumentar la disponibilidad mediante la aplicación del mantenimiento productivo total; en ese sentido, la metodología que se empleó corresponde al tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo y un diseño pre experimental. La población fue de 8 máquinas y la muestra fue la misma. Dentro de las técnicas empleadas destaca la observación directa, análisis documental y la encuesta. Los resultados obtenidos en el presente estudio indican una disponibilidad inicial de 56% y una eficiencia global de equipos (OEE) del 40%. Bajo esa perspectiva, se procedió con la ejecución del mantenimiento productivo total, el cual se basó en cuatro pilares tales como: mejoras enfocadas, mantenimiento autónomo, mantenimiento planificado y capacitaciones. Después de la implementación, se obtuvo una mejora de la disponibilidad, de 56% a 71%, asimismo, se evidenció una mejora en el OEE de 40% a 66%, el cual está dentro del criterio de evaluación regular. Finalmente se concluye indicando que la aplicación del mantenimiento productivo total si logró aumentar la disponibilidad de las máquinas de la empresa, según el análisis estadístico inferencial, la significancia fue de 0.004 siendo menor que 0.005 por tanto se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la alterna.

**Palabras clave:** Disponibilidad, mantenimiento productivo total, criticidad, eficiencia global.

## ABSTRACT

The main objective of this research was to increase availability through the application of total productive maintenance; In this sense, the methodology that was used corresponds to the type applied, with a quantitative approach and a pre-experimental design. The population was 8 machines and the sample was the same. Among the techniques, direct observation, documentary analysis and survey stand out. The results obtained in this study indicate an initial availability of 56% and an overall equipment efficiency (OEE) of 40%. Under this perspective, we proceeded with the execution of total productive maintenance, which was based on four pillars such as: focused improvements, autonomous maintenance, planned maintenance and training. After the implementation, an improvement in availability was obtained, from 56% to 71%, after the implementation, an improvement in the OEE from 40% to 66% was evidenced, which is within the regular evaluation criteria. Finally, it is concluded indicating that the application of total productive maintenance does not decrease the availability of the company's machines, according to the inferential statistical analysis, the significance was 0.004, being less than 0.005, therefore the null hypothesis is denied and the alternative is based.

**Keywords:** availability, total productive maintenance, criticality, global efficiency.

## I. INTRODUCCIÓN

En el ámbito internacional, hoy en día todas las empresas que realizan una actividad comercial que incluye el uso de maquinarias, ha conllevado a que las compañías tengan más disponibles sus activos fijos, en ese sentido, según la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (2019) indica que más de 11 billones de dólares anuales son el resultado de la venta de productos metalmecánicos, lo cual llega a representar más del 30 % del total mundial de las empresas industriales dentro del sector metalmecánico en el mundo. El personal operativo no interviene en el desarrollo del mantenimiento programado de su equipo, y cuando se presenta un problema no sabe reportarlo con la exactitud que se requiere, esto influye en la baja disponibilidad de los equipos siendo una de las tantas debilidades que se tiene como problema global en las empresas dedicadas al servicio de mantenimiento metalmecánico (Suárez, 2018).

En ese sentido, las empresas están constantemente obligadas a mantener sus equipos y herramientas en las condiciones adecuadas para que puedan ejecutar sus procesos correctamente (Denia, 2018). El uso excesivo e inadecuado de estos dispositivos provoca el mayor porcentaje de problemas, por lo que es necesario mantener estos dispositivos en consecuencia, ya que en ocasiones no se pueden seguir utilizando para obtener los beneficios que se merecen (Bakirtzis et al., 2018, p. 55). A nivel internacional, el 65,5% de las empresas de la industria de maquinaria metálica realizan mayormente mantenimiento correctivo, es decir, esperar a que una máquina falle antes de poder realizar el mantenimiento adecuado, lo que resulta en una baja disponibilidad de la máquina y compromete el cumplimiento de las entregas de ingeniería (Bernardi, 2017).

Bajo ese contexto, a nivel nacional, según Bhunia, Shaikh y Cárdenas (2020) indica que en el Perú existen 2,154 empresas dedicadas al sector mantenimiento metalmecánico, donde el 84.17% de ellas, presentan problemas y quejas por parte de los clientes en cuanto al tiempo de entrega del trabajo y esto se debe a que no existe una cultura en cuanto al mantenimiento productivo total, y esto influye en las dificultades, tales como el poco provecho por el mantenimiento y disponibilidad de maquinarias, que provocan detenciones intempestivas, ocasionando consecuencias poco favorables para las empresas (Hossen et al., 2020).

Por otro lado, a nivel local, en Chimbote, según Canahua (2021) existen 65 empresas dedicadas al sector metalmecánico, el cual indica que el 84.3% de estas organizaciones sufren problemas en cuanto a la entrega de trabajos en el tiempo establecido, debido a que mayormente entregan a destiempo, el cual perjudica a la empresa contratista en sus actividades comerciales, esto se debe a que la disponibilidad de sus equipos son sumamente bajas, ya que no existe una cultura de mantenimiento preventivo, sino que esperan que sus activos fijos sufran una parada intempestiva en sus actividades para recién procedan a realizar un mantenimiento correctivo.

De lo mencionado, en Chimbote, se encuentra la empresa LV&C SAC, quien está dentro del sector metalmecánico y actualmente presta servicios de mantenimiento a las embarcaciones instaladas en SIMA SA; según el jefe de proyectos, mencionó que en los últimos años se han venido presentando una serie de dificultades, es decir, existe una violación en el área de mantenimiento al aplicar el mantenimiento preventivo, la forma en que opera el área es que una vez que ocurre una falla, producen una acción correctiva, lo que tiene como resultado que la máquina no funcione en su totalidad, acortando su ciclo de vida y aumentando los costos de mantenimiento correctivo.

Con ayuda del jefe de mantenimiento se construyó un diagrama de Ishikawa (Anexo 1) para determinar las causas de mayor frecuencia dentro del área de mantenimiento, donde se halló que los problemas más relevantes para que las actividades de trabajos se detengan, es por el poco mantenimiento y lubricación de los activos fijos, los tubos, las partes oxidadas y cañerías deficientes, los pocos repuestos, la escasez de un historial de mantenimiento de las máquinas, maniobras incorrectas, mala calibración de máquinas, operarios no capacitados e implementos en desorden.

Por otro lado, con ayuda de los trabajadores del área de mantenimiento, se halló la frecuencia que causa la baja disponibilidad de los equipos (Anexo 2), en el cual se diagnosticó que las causas primordiales son: la ausencia de mantenimiento preventivo, colaboradores sin capacitación, manejo incorrecto de las máquinas, procedimientos inadecuados, falta de limpieza y orden en el área de mantenimiento, ausencia de indicadores de medición, déficit de supervisión y paradas de

producción; esta información es de gran preocupación para la empresa, porque influye en la disponibilidad de las máquinas por lo que también influye en el lapso de entrega de los trabajos de mantenimiento para la empresa contrata (SIMA), lo que muchas veces se afecta su rentabilidad. Ante lo mencionado, se estableció lo siguiente ¿En qué medida la aplicación del mantenimiento productivo total aumenta la disponibilidad de las máquinas de la empresa LV&C SAC, Chimbote – 2022?

Asimismo, la presente investigación se justificó a nivel social, debido a que la empresa elaboró un plan de capacitaciones basada en la cultura del TPM, el cual contribuye en el crecimiento de los conocimientos de todos los colaboradores de la empresa, el cual les hace más competitivos en diferentes organizaciones que éstos vayan a laborar. A nivel económico, se justificó debido a que al implementar el TPM la empresa cuenta con un buen plan de mantenimiento preventivo y autónomo, que ayudó a reducir costos de mantenimiento correctivos innecesarios, y esta reducción incrementó la rentabilidad de la empresa. En el aspecto innovador, aplicar el mantenimiento productivo total dentro de una organización generó que la empresa sea cada vez más competitiva dentro del mercado laboral, ya que el mantenimiento productivo total es una cultura general que pretende mejorar toda la organización de la empresa. A nivel metodológico, en el presente estudio se elaboraron formatos basados en el mantenimiento productivo total y disponibilidad, los cuales fueron validados y también pueden servir como antecedente para otros investigadores.

El objetivo general es: Aplicar el mantenimiento productivo total para aumentar la disponibilidad de las máquinas de la empresa LV&C SAC, Chimbote – 2022. Los objetivos específicos fueron: Determinar el nivel de criticidad de las máquinas de la empresa LV&C SAC. Determinar la disponibilidad inicial de las máquinas de la empresa LV&C SAC. Ejecutar el mantenimiento productivo total para mejorar la disponibilidad de las máquinas de la empresa LV&C SAC. Evaluar la disponibilidad de las máquinas después de aplicar el mantenimiento productivo total de la empresa LV&C SAC. La hipótesis de investigación es la aplicación del mantenimiento productivo total aumenta significativamente la disponibilidad de las máquinas de la empresa LV&C SAC, Chimbote – 2022. La hipótesis nula es la aplicación del mantenimiento productivo total no aumenta significativamente la disponibilidad de las máquinas de la empresa LV&C SAC.



## II. MARCO TEÓRICO

Esta tesis contiene recopilaciones de investigaciones de autores internacionales y nacionales.

A nivel internacional, según Filscha, Meilily y Hendy (2019) en su artículo de investigación denominado “Total Productive Maintenance Policy to Increase Effectiveness and Maintenance Performance Using Overall Equipment Effectiveness” cuyo objetivo, fue aumentar la eficacia y rendimiento mediante la inserción del mantenimiento productivo total (TPM). La metodología de la investigación tuvo como diseño pre experimental asimismo, la implementación se complementó aplicando la metodología del six sigma. Los resultados obtenidos mostraron una mejora del valor del OEE hasta un 71.27%, asimismo, el valor de disponibilidad, rendimiento y valor de calidad fue de 82,56 %, 90,83 % y 95,04 % respectivamente. Finalmente concluyen indicando que se logró reducir los indicadores de MTTR y MTBF.

Según Tian y Jeng (2021) en su artículo de investigación denominado “Implementing total productive maintenance in a manufacturing small or médium sized Enterprise” la metodología empleada en la presente investigación corresponde a un diseño experimental. La implementación de la mejora fue a base de los pilares del TPM; inicialmente se procedió a solicitar la colaboración de la gerencia, con la finalidad de que brinden las facilidades para la implementación del TPM. Los resultados de la OEE inicialmente eran de 66.9% y después de la implementación el OEE fue de 88.89%. Finalmente concluyen indicando que, de las principales pérdidas que fueron básicamente seis, la composición del equipo se resolvió mediante la mejora enfocada, lo que contribuyó con una mejora significativa al OEE, asimismo, indicaron que se logró el objetivo establecido.

González (2019) en su tesis denominado “Propuesta de implementación de la metodología TPM a la Empresa Forest Center” donde el objetivo principal se basó en la inserción de la metodología TPM. La metodología de investigación se fundamentó en el diseño no experimental. Como parte de los resultados se puede indicar que se logró realizar los distintos análisis y reuniones con los trabajadores de la empresa, se procedió con la aplicación del TPM mediante los pilares basado en la mejora enfocada, mantenimiento autónomo, mantenimiento planeado,

entrenamiento y capacitación, gestión temprana, mantenimiento de la calidad y seguridad, higiene y ambiente. Finalmente concluye indicando que a la evaluación respecto a las pérdidas por tiempos muertos fue de 1.400 horas durante el año 2017 lo cual hace a una pérdida total de \$291.000.000.

Bernal y Parra (2020) en su tesis denominada “Aplicación del TPM para los equipos y herramientas de la planta de fabricación y ensamblaje de vehículos de Niko Racing Colombia” cuyo objetivo general fue aumentar la productividad y mejorar la calidad del producto. El desarrollo se basó en la aplicación de las 5 “S” como parte del complemento del TPM. Los resultados mostraron la disminución de los costos de mantenimiento, asimismo, se evidenció el crecimiento de la disponibilidad de máquinas de un 30% lo cual repercute en el crecimiento de la vida útil de las máquinas. Asimismo, el costo de la implementación del TPM fue de \$ 21.000.000. Finalmente concluyen indicando que las tablas AMEF lograron crear y consolidar la información que sirvió como datos para la aplicación de dos pilares del TPM.

Pinto et al. (2020) En su artículo de investigación denominado “TPM implementation and maintenance strategic plan – a case study” el objetivo de la investigación fue disminuir la cantidad de averías de equipos de la empresa en estudio e incrementar la eficiencia global de los equipos. La metodología de investigación se basó en un diseño experimental. Los resultados obtenidos después de la implementación fueron positivos, se llegó a reducir en un 23% las averías por fallas de los tornos, con respecto a los centros de mecanizados, la reducción de averías por fallas fue de 38%. Finalmente concluyen indicando que en base a las mejoras realizadas respecto a la implementación del TPM, se pudo mejorar la disponibilidad de los activos fijos y por lo tanto la efectividad de los equipos (OEE) que tuvo un aumento del 5%.

A nivel nacional, según Izquierdo (2018) en su tesis denominada “Aplicación del Mantenimiento Productivo Total para Incrementar la Disponibilidad de Equipos de la Empresa Producciones Ganaderas Andinas S.A.C., 2018” el objetivo general de su investigación fue mejorar la disponibilidad mediante la implementación del TPM; la investigación tuvo una metodología de tipo aplicada y diseño pre experimental, cuya población se consideró un total de 7 equipos. Como parte de los resultados se determinó un total de 85 fallas dentro de un periodo de tiempo de 142 semanas,

la máquina con más fallas identificada fue el molino de maíz, picadora de modelo TM 02 y TM 01. La disponibilidad inicialmente fue de 87% después de la implementación de la mejora, la disponibilidad aumentó a 93%. Concluyó indicando que se aprueba la hipótesis, debido que sí se evidenció el aumento de la disponibilidad de equipos de la empresa en estudio.

Solis (2021) en su tesis, denominado “Implementación del Mantenimiento Productivo Total para aumentar la disponibilidad de las máquinas del área de maestranza en CROMMETS” el objetivo general de la investigación fue aumentar la disponibilidad de las máquinas del área de maestranza. La metodología de investigación corresponde al tipo aplicada, de diseño experimental y cuyo método es explicativo. Se consideró trabajar con los cuatro equipos los cuales presentaban mayor cantidad en mantenimientos correctivos. La disponibilidad inicial de los equipos estudiados fue de 89.62% después de la implementación la disponibilidad aumentó a 97.8%. Se finaliza indicando que fue posible incrementar la eficiencia global de los equipos (OEE) de 76.49% a 86.18%.

Reyes (2020) en su tesis denominado “Diseño de un Plan de Mantenimiento Productivo Total en una Empresa de Transporte de Mineral para Aumentar la Disponibilidad de Flota” la finalidad de la investigación se basó en incrementar la disponibilidad de la flota mediante la implementación del TPM. La metodología que se usó fue de tipo descriptivo, de método aplicada y con un diseño no experimental. La muestra de estudio estuvo considerada por 18 camiones. Los resultados muestran un incremento de la disponibilidad, ya que en un inicio se tenía una disponibilidad de 82% lo cual después de la implementación, la disponibilidad aumentó a 90% durante un periodo de seis meses. Concluye indicando que se logró aumentar el MTBF pasando de 10.15 a 17.36 horas al mes.

Cáceres y Gamez (2019) en su estudio nombrado “Aplicando Herramientas TPM para Mejorar la Productividad Durante el Rodaje, Estructuras JCB S.A.C., 2019” el propósito de la investigación fue aplicar la metodología TPM con el objetivo de minimizar los factores que inciden en la baja disponibilidad de máquinas y aumentarlas de manera significativa. La metodología utilizada fue un enfoque aplicado, cuantitativo y un diseño preexperimental, con una población conformada por 10 máquinas y equipos con baja disponibilidad y una muestra igual a la

población. El resultado, después de aplica la metodología del TPM, se registró un aumento de la eficiencia en el proceso de granallado en un 16.17%, la eficacia aumentó un 17,81 % y la productividad laboral un 22,86 %. Finalmente, llegaron a concluir que la implementación del TPM sirve de guía para el desarrollo de un programa de mantenimiento preventivo de la máquina de voladura.

Por el estudio publicado en la Universidad César Vallejo de Shupingahua (2021) titulado “Plan de Mantenimiento Preventivo en la empresa CONCREMAX - Lurín para incrementar la disponibilidad de maquinarias”, cuyo objetivo principal se fundamentó en desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad en maquinarias. Dentro de la metodología, empleó el tipo de investigación aplicado, basado también en un enfoque cuantitativo, de diseño preexperimental. En los resultados se tuvo que, a través del cuestionario de auditoría de mantenimiento preventivo, se halló que la empresa solo cumple el 50.16% de los ítems evaluados de mantenimiento, lo que quiere decir que el nivel de mantenimiento es aceptable, pero se puede mejorar, a su vez, se determinó que la disponibilidad de las máquinas inicial son 79.75%, para dar solución al problema, se realizó un plan de mantenimiento preventivo y la inducción de capacitaciones a los colaboradores. Como conclusión se tuvo que la disponibilidad aumentó a 89.87%.

Mejia y Ibaran (2021) en su investigación “Plan de mantenimiento preventivo basado en el RCM, para mejorar la disponibilidad a las maquinarias de una empresa metal mecánica de la Región” planteó como finalidad establecer un plan de mantenimiento basado en el RCM para lograr una mejora en la disponibilidad de las Maquinarias. La metodología aplicada es una investigación del tipo aplicada y de diseño no experimental en la que obtuvo como resultados un MTBF de 190.70, MTTR de 12.90, un aumento del 12.36% y 0.29% en la disponibilidad y confiabilidad respectivamente. Además, encontró que en una empresa metalmecánica todas las máquinas existen 36 fallas, las cuales 20 fallas son clasificadas como críticas, asimismo, 12 de ellas fueron identificadas como semi críticas y 4 fueron no críticas. En base a las fallas críticas se obtiene que existen 9 fallas características de las cuales 6 fallas son consideradas no deseables, 2 fallas son consideradas reductibles a deseables y 1 falla es considerada aceptable. Finalmente concluyeron

que el Plan de Mantenimiento preventivo basado en el RCM permite obtener una mejora en la disponibilidad de las máquinas de una empresa metal mecánica.

En cuanto a las teorías relacionadas del tema, se procedió a definir la variable independiente el cual, mantenimiento productivo total (TPM), según González, Farfán y Fuentes (2018), indica que el TPM está enfocado de manera primordial a mejorar la productividad de la organización, es decir, desde la alta gerencia hasta los cargos mínimos, donde por consecuencia reduce costos innecesarios de producción, de mantenimiento y de reparación de máquinas; por otro lado, Kanti y Cudney (2021, p. 87), ha comprobado que TPM incluye la mejora continua de los recursos productivos a través de la participación activa de todos los protagonistas; se ve la industria como un sistema que combina hombre y máquina, y que a la larga se debe maximizar la eficacia y eficiencia del sistema (Cuatrecasas, 2022).

Sin embargo, Rajadell (2021, p. 265), indica que la metodología TPM se centra en brindar una cultura organizacional, es decir, mantener a todos los colaboradores activos a su rendimiento, ya que, con las capacitaciones brindadas, los trabajadores conocen los correctos y adecuados procedimientos que se debe realizar en sus actividades de mantenimiento; cabe indicar que esta filosofía empezó en Japón. Por otro lado, para Ramadhani et al., (2022, p. 59) indica que el TPM no es solo función de los mantenedores, sino también de todos los involucrados en el proceso productivo. Esto requiere la distribución de funciones en diferentes niveles, desde los operadores que están directamente involucrados con el equipo, hasta los tradicionalmente responsables del mantenimiento y los responsables en definir el equipo.

Según Castillo, Fernández y Ángeles (2018, p. 29), sostiene que el objetivo del TPM es reducir o mitigar todas las fallas de los activos fijos, mejorando la eficacia, eficiencia y productividades de todos los sistemas de mantenimiento, ya sea de dirección, de hidráulica, etc., y de esa manera se tenga cero fallas, por otro lado, Torres, (2020, p. 33) resumió el objetivo de TPM de la siguiente manera: maximizar la utilización de las instalaciones; mantener la maquinaria a lo largo de su ciclo de vida; con esto busca familiarizar a todas las áreas que tiene la empresa, con el objetivo de que los colaboradores participen, y tengan responsabilidades en cuanto al mantenimiento planificado de sus actividades.

Álvarez y Rodríguez (2021) indica que son cinco metas interdependientes, que representan los requisitos mínimos para desarrollar un plan TPM: maximización de la eficiencia del equipo; involucrar a todas las personas y grupos que diseñen, utilicen o mantengan los equipos en el mismo; Obtener un régimen de mantenimiento efectivo durante toda la vida útil del equipo; Involucrar a todos los empleados, desde los trabajadores hasta los gerentes; y mejorar TPM a través de la motivación a través de actividades independientes en grupos pequeños; con el adecuado cumplimiento de estas los requisitos de calidad de los productos fueron cada vez más estrictos y no se permite la presencia de un solo producto defectuoso.

Por otro lado, para poder aplicar un adecuado mantenimiento, es preciso identificar primero los equipos o máquinas considerados los más críticos, en ese sentido, el análisis de criticidad se define como un método que permite categorizar los procesos o métodos con relación al impacto que este genera, asimismo permite distinguir de manera más clara los grupos a los cuales se debe dar mayor prioridad. En ese sentido, se dice que, la criticidad se puede interpretar como consecuencia por frecuencia; en base a ello, se dice que la consecuencia se relaciona con la flexibilidad operacional y el impacto, el cual implica también costos de reparación, así como también impactos de medio ambiente y de seguridad. Por lo que, para que se pueda realizar la evaluación de la criticidad de un equipo o una máquina, se procede a realizar una matriz de doble entrada y los que intervienen son, la frecuencia de fallas y el otro aspecto es las consecuencias o impactos de las fallas propiamente dichas. La mencionada matriz tiene la finalidad de determinar la intensidad del riesgo (menor o mayor) mediante la identificación de colores verde (criticidad baja), amarillo (criticidad media) y rojo (criticidad alta) (Crespo et al., 2018).

En base a lo mencionado anteriormente, las ventajas de la aplicación del TPM permiten disponer de un menor número de fallas en equipos, menor tiempo de espera y preparación, mayor control sobre herramientas y equipos, protección ambiental, ahorro de energía, mayor capacitación y experiencia del recurso humano, todas estas ventajas están diseñadas para maximizar la eficiencia general del equipo y reducir los costos incurridos durante el ciclo de vida de la máquina (Hosseinzadeh et al., 2020). El TPM se desglosa en 8 pilares, que son

mantenimiento preventivo, mantenimiento de calidad, mantenimiento autónomo, mejoras enfocadas, inspecciones preliminares, capacitación y entrenamiento, excelencia y administración, seguridad y entorno. Con estos pilares la organización en donde se ejecute siempre tiende a tener mejoras, es decir, no solo aumenta la disponibilidad de sus activos fijos, sino que, además, mantiene a sus colaboradores activos y con una cultura basada en el mantenimiento preventivo (Yunusa-Kaltungo y Labib, 2021). Para esta investigación se tomaron el 50% de los pilares, es decir 4 pilares; los cuales son las siguientes:

La primera dimensión de esta investigación fue la mejora dirigida, la cual se encarga de reconocer cabalmente los déficits que se muestran en las diferentes partes de la empresa con el fin de evitar la pérdida de los recursos disponibles para la creación de sistemas, procedimientos, etc., con lo cual se obtuvo mecanismos más eficientes, la segunda dimensión, mantenimiento autónomo, se refiere a un solo proceso donde tanto el operador como el mantenimiento son realizados por una sola persona. Además, es responsable de capacitar a los operadores en el mantenimiento y reparación de maquinarias y equipos, para que comprendan y dominen los equipos que operan, lo que se vio reflejado en la mayor productividad de la empresa (Ben, 2022).

La tercera dimensión es el mantenimiento planificado, que consiste en planificar todo el mantenimiento existente con el TPM como columna vertebral, cuyo objetivo es evitar la falla, degradación o daño de la máquina. Para ello, el desarrollo de un cronograma de mantenimiento (ya sea anual, quincenal o trimestral) para diagnosticar el estado de los equipos y maquinarias y brindar soluciones oportunas para evitar pérdidas de costos, tiempo y mano de obra sin detener el proceso, siendo un punto muy importante y finalmente la cuarta dimensión fue capacitación y entrenamiento; Esto demuestra que un equipo de colaboradores capacitados para llevar a cabo cada una de sus tareas, es otra garantía de un excelente desempeño que se manifiesta en todos los aspectos de la producción (Boero, 2020).

Asimismo, se procedió a definir la variable dependiente, siendo la disponibilidad; para Kostrzewski et al. (2020, p.4) es la posibilidad de tener algo al alcance cuando se requiere; después de todo, esa vendría ser la razón fundamental del mantenimiento, entonces, sí se puede encontrar una posibilidad de medir el tiempo

disponible, se puede encontrar también la manera de medir el desempeño del mantenimiento realizado (Ribeiro et al. 2019, p. 3); Así mismo, Ribeiro et al. (2019, p. 58) y Ben (2022, p.22), manifiesta que la disponibilidad, es la probabilidad de que un equipo o máquina funcionen todas las horas de trabajo que la empresa realice, es decir aprovechar al máximo el rendimiento que tienen las máquinas, a su vez, representa las horas disponible que se encuentra los activos fijos de la organización para cumplir con sus trabajos.

Según Soret y De Obesos (2020, p. 21) indican que la posibilidad de que una máquina o equipo funcione durante un cierto tiempo en el trabajo o específicamente, las horas en que el equipo está disponible, excluyendo las horas de mantenimiento adecuado; Asimismo, la confiabilidad de una máquina indica cuán criticada es para su uso en una determinada tarea. Si una máquina tiene un alto nivel de críticas, sus horas útiles se limitan en última instancia a la de su capacidad inicial. Para hallar la fiabilidad se emplea la siguiente fórmula, la división entre las horas de operación y el número de fallas detectadas durante la producción.

Por otro lado, Al-Douri et al., (2021) indica la mantenibilidad de un sistema como la probabilidad de que, dentro de un período de tiempo dado, un dispositivo averiado sea completamente restaurado a su nivel operativo cuando las operaciones de mantenimiento se realizan de acuerdo a los procedimientos preestablecidos. Sin embargo, para Braglia, Castellano y Gallo (2019), la mantenibilidad es una característica inherente a un elemento, relacionada con la capacidad de restaurar el servicio cuando se realizan las tareas de mantenimiento necesarias. Para hallar la mantenibilidad se aplica la siguiente fórmula; la división del tiempo de reparación entre el número total de fallas. Gracias a los resultados que se registraron de la fiabilidad y mantenibilidad se puede hallar la disponibilidad de cualquier máquina y equipo que se pretenda analizar.

Una vez identificada la fórmula del tiempo medio para reparar y tiempo medio entre fallas, se dio el siguiente paso que fue determinar la disponibilidad de las máquinas, donde su fórmula es el tiempo medio entre falla; entre la suma del tiempo medio entre falla y tiempo medio reparar; este cálculo permite que la empresa conozca cuál es su porcentaje de horas disponibles de sus activos fijos que se encuentran



en funcionamiento, para poder realizar el trabajo de mantenimiento o del sector donde este se encuentra; sin embargo, en base a los datos obtenidos de una baja disponibilidad la organización plantea soluciones. Una de estas soluciones para poder incrementar la disponibilidad de todas las máquinas, es gracias a la implementación de la metodología del mantenimiento productivo total (Miniati, Dori y Biff, 2012, p. 205).

A su vez, se midió la eficiencia global de los equipos (OEE), Según Ahmed (2020) es la efectividad que tiene un equipo o máquina en cuanto a su funcionamiento, también representa el porcentaje de cumplimiento de horas programadas en el trabajo y se mide, con el coeficiente de disponibilidad, rendimiento y calidad. El rendimiento es el tiempo operativo real que se encuentra la máquina en funcionamiento, mientras que el factor calidad representa el tiempo operativo efectivo que se dio en una máquina. El objetivo del OEE, son los siguientes, si la OEE < 65% es inaceptable, si la OEE es de 65 - 75% es regular, si la OEE es de 75 - 85% es aceptable, si la OEE es de 85 - 95% es buena y si la OEE > 95% es excelente, sin embargo, si se quiere mejorar el rendimiento operacional eficiente, los tres coeficientes de disponibilidad, rendimiento y calidad, deben ser mayor a 95%.

Hallando la disponibilidad de las máquinas, la empresa puede saber si está utilizando de manera adecuada y óptima sus recursos, y de esa forma tomar acciones correctivas y preventivas, es de vital importancia que todas las organizaciones que quieran mejorar su competencia dentro del mercado laboral, implementado de manera adecuada la metodología mantenimiento productivo total, a fin de que sus activos estén siempre disponibles y sobre todo cumplir con los pedidos de sus clientes, ya sea de bienes o servicios, además el TPM permite crear una cultura de preservación de las máquinas (Flores et al., 2020).

### III.METODOLOGÍA

#### 3.1.Tipo y diseño de investigación

El estudio presentado corresponde al tipo aplicado, y según lo citado por Hernández-Sampieri y Mendoza Torres (2018), indica que es aquella que busca solucionar un problema con la aplicación de alguna herramienta o programa; por dicha razón, la investigación implementó el mantenimiento productivo total para buscar aumentar la disponibilidad de las maquinarias.

El estudio tuvo un enfoque cuantitativo, debido a que los resultados al inicio y después de la implementación del mantenimiento total de la producción fueron cuantificables, es decir, estuvieron expresadas en valores numéricos, ya sea en porcentajes, valores enteros o en cualquier otra unidad de medida; esto es respaldado por lo que indica Hernández-Sampieri y Mendoza Torres (2018), una investigación de enfoque cuantitativo es aquella que se representa mediante, valores numéricos, frecuencias y datos estadísticos.

El diseño de investigación fue de tipo pre experimental, según lo citado por Arias y Covinos (2021) indica que el diseño pre experimental es cuando se tiene dos variables de estudio y se manipula la variable independiente para tener un efecto en la variable dependiente; tomando en cuenta lo que dice el autor; la variable mantenimiento productivo total fue manipulada ligeramente para poder tener un efecto significativo en el aumento de la disponibilidad de las máquinas; y a su vez tiene un pre test y un post test; y su esquema se va a continuación:

G-----O1-----X-----O2

Dónde:

G = Máquinas de la empresa LV&C SAC

O1 = observación inicial de la disponibilidad (PRE PRUEBA).

X = Mantenimiento productivo total (ESTÍMULO)

O2 = observación final de la disponibilidad (POST PRUEBA).

### 3.2. Variables y operacionalización

**Variable independiente:** Mantenimiento Productivo Total

**Definición conceptual:** Kanti y Cudney (2021, p. 87) afirman que el TPM incluye la mejora continua de los recursos productivos a través de la participación activa de todos los protagonistas.

**Definición operacional:** El mantenimiento productivo total en este estudio se midió a través de 4 pilares de mejora enfocada, mantenimiento autónomo, mantenimiento planificado, capacitación y tutoría.

**Variable dependiente:** Disponibilidad

**Definición de concepto:** Ben (2022, p.22) expresan que la disponibilidad representa las horas activas que se da en el uso de un trabajo a realizar, es decir, mantener al máximo el rendimiento de este activo fijo.

**Definición operativa:** La disponibilidad se obtuvo a través de la división del tiempo medio entre falla (MTBF) y la suma del MTBF y el tiempo medio para reparar (MTTR).

En ese sentido, en la matriz de operacionalización de las variables de estudio “TPM” y “disponibilidad” se detallan las dimensiones e indicadores, se puede observar en el anexo 3.

### 3.3. Población, muestra y muestreo

**Población:** representa al grupo de personas u objetos que contienen las mismas características en particular, y que conviven en un mismo lugar (Arias y Covinos, 2021). Por la situación anterior, la población estuvo conformada por todas las máquinas de la empresa LV&C SAC, que en total son 8 máquinas.

**Criterios de inclusión:** Las máquinas de alta criticidad en la empresa.

**Criterios de exclusión:** No se consideró como muestra a las máquinas que tienen baja criticidad en la empresa LV&C SAC.

**Muestra:** es considerado como un subgrupo a la que se atribuye a una población y que es una parte representativa (Arias y Covinos, 2021). En la investigación, tanto la muestra como la población son iguales, donde los nombres de las máquinas se

muestran a continuación en la siguiente tabla.

**Tabla 1.** *Número de máquinas de la empresa LV&C SAC.*

Número	Lista de máquinas
1	Fresadora
2	Taladro vertical
3	Mandrinadora
4	Esmeril de banca
5	Máquina de soldar
6	Cepilladora
7	Torno
8	Sierra mecánica

*Fuente:* datos obtenidos del área de mantenimiento de la empresa LV&C SAC.

**Muestreo:** se consideró el muestreo no probabilístico por conveniencia, lo que quiere decir que la muestra fue considerada a criterio del investigador en base a criterios de inclusión y exclusión.

**Unidad de análisis:** en esta la investigación el objeto de estudio fue la disponibilidad de las máquinas de la empresa LV&C SAC, el cual tuvo un impacto significativo con el mantenimiento productivo total.

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

**Técnicas:** conjunto de herramientas y procedimientos que se utilizan para recopilar información (Ñaupas et al., 2018). Se utilizaron las siguientes técnicas

Observación directa: Esta técnica permitió el análisis y descripción de la situación actual tal y como se presentaba en el momento del análisis.

Análisis documental: Le permitió analizar la información disponible para la empresa en forma de datos históricos, como informes de mal funcionamiento, el historial de mantenimiento realizado en el dispositivo.

Encuesta: con esta técnica se procedió aplicar un cuestionario al jefe de mantenimiento para identificar las causas de la baja disponibilidad en las maquinarias

**Instrumentos:** recursos con los que cuentan los investigadores para resolver problemas de investigación (Ñaupas et al., 2018). Por lo tanto, se utilizaron las siguientes herramientas.

**Tabla 2.** Técnicas e instrumentos para recolección de datos.

Variable	Técnica	Instrumento	Fuente
<b>Variable independiente: mantenimiento productivo total</b>	Encuesta	Cuestionario de TPM (Anexo 5)	Área de mantenimiento de la empresa LV&C SAC.
	Observación directa	<i>Check list</i> de mantenimiento (Anexo 7)	
	Análisis documental	Formato de evaluación de criticidad (Anexo 10)	
	Encuesta	Lista de verificación de las 5S (Anexo 8)	
	Estadística descriptiva	Formato de capacitaciones (Anexo 12)	
	Estadística descriptiva	Formato de mantenimiento preventivo (Anexo 13)	
<b>Variable dependiente: disponibilidad</b>	Estadística descriptiva	Formato de tiempo medio entre fallas (Anexo 14)	Área de mantenimiento de la empresa LV&C SAC.
	Estadística descriptiva	Formato de tiempo medio de reparación (Anexo 15)	
	Estadística descriptiva	Formato de disponibilidad (Anexo 16)	
	Estadística descriptiva	Formato de eficiencia global de equipos (Anexo 17)	

*Fuente:* Elaboración propia.

**Validación:** La validación de los instrumentos se realizó por el criterio de juicios de expertos, es decir, se les brindó a 3 personas expertas en el tema de mantenimiento productivo total, y en base a su criterio, se determinó el % de validación.

El resumen de los porcentajes de validación de los instrumentos de elaboración propia se presenta en la tabla siguiente.

**Tabla 3.** Validación de instrumentos.

<b>Nombre del instrumento</b>	<b>% de validación</b>
Cuestionario estructurado del TPM	85.00%
Formato de capacitaciones	81.67%
Formato de plan de mantenimiento preventivo	80.00%
Formato de tiempo medio entre fallas	85.00%
Formato de tiempo medio para reparar	88.33%
Formato de disponibilidad	88.33%
<b>Promedio de validación</b>	<b>84.72%</b>

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 3 se muestra que el promedio de validación de los instrumentos de elaboración propia es de 84.72%, lo que refleja que los instrumentos tienen una excelente validez para su aplicación.

### **3.5. Procedimientos**

Como primer paso se procedió con el diagnóstico de la situación inicial del SAC LV&C, para ello se utilizó el cuestionario TPM, *check list* de mantenimiento, formato de calificación de severidad, cuestionario 5S y diagramas de perfil de Ishikawa. Pareto, con el segundo, se logró conocer las principales razones que inciden directamente en la escasez de activos fijos.

Como segundo paso, se determinó el tiempo medio entre falla y tiempo medio para reparar, una vez hallado estos indicadores, se obtuvo la disponibilidad inicial de las máquinas de la empresa LV&C SAC. Como tercer paso, se implementó el 50% de los pilares del TPM dentro de la empresa LV&C SAC, los cuales son: mejoras enfocadas, mantenimiento autónomo, planificado y capacitaciones

Como último paso, se halló el aumento de la disponibilidad y validó la hipótesis mediante la herramienta estadística T-Student, donde el criterio para validar la hipótesis de investigación hace referencia al coeficiente de t student, ante ello se indica que tiene que ser menor al margen de error de investigación que es 0.05; si el valor de t student sale mayor al margen de error, entonces se acepta la hipótesis nula. Para una mayor interpretación, se realizó un diagrama de flujo el cual se muestra a continuación en la figura 1.

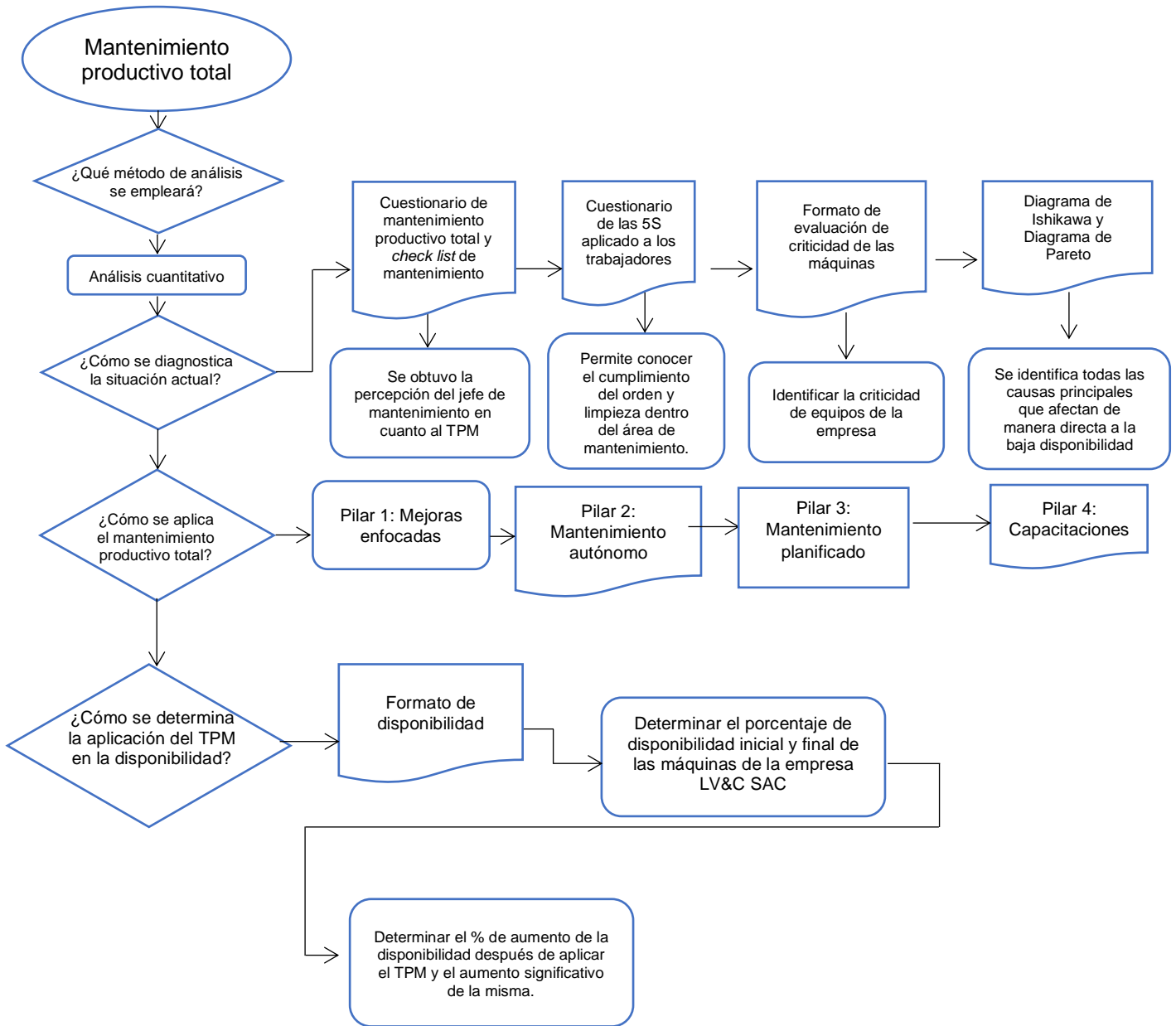


Figura 1. Procedimiento de investigación.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.6. Método de análisis de datos

Tabla 4. Método de análisis de datos.

Objetivo específico	Técnica de procesamiento	Instrumentos	Resultados
Determinar el nivel de criticidad de las máquinas de la empresa LV&C SAC.	Encuesta	Cuestionario de TPM (Anexo 5)	Se determinó la situación actual de la empresa LV&C SAC; las causas principales que generan la baja disponibilidad de las máquinas y la criticidad de cada máquina.
	Observación directa	<i>Check list</i> de mantenimiento (Anexo 7)	
	Encuesta	Lista de verificación de las 5S (Anexo 8)	
	Análisis documental	Formato de evaluación de criticidad (Anexo 10)	
	Observación directa	Diagrama de Ishikawa	
Determinar la disponibilidad inicial de las máquinas de la empresa LV&C SAC.	Análisis documental	Diagrama de Pareto	Se determinó la disponibilidad inicial de las máquinas de la empresa LV&C SAC.
	Análisis documental	Formato de tiempo medio entre fallas (Anexo 14)	
	Estadística descriptiva	Formato de tiempo medio de reparación (Anexo 15)	
Ejecutar el mantenimiento productivo total para mejorar la disponibilidad de las máquinas de la empresa LV&C SAC.	Estadística descriptiva	Formato de disponibilidad (Anexo 16)	Se determinó la efectividad de las máquinas de manera inicial
	Estadística descriptiva	Formato de eficiencia global de equipos (Anexo 17)	
	Estadística descriptiva	Formato de capacitaciones (Anexo 12)	
Evaluar la disponibilidad de las máquinas después de aplicar el mantenimiento productivo total de la empresa LV&C	Estadística descriptiva	Formato de mantenimiento preventivo (Anexo 13)	Se diseñó e implementó el mantenimiento productivo total dentro de la empresa LV&C SAC.
	Prueba de t student (estadística inferencial) para muestras independientes	Software SPSS V. 22	

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.7. Aspectos éticos

Este proyecto de investigación se realizó de acuerdo con las normas ISO 690, respetando la originalidad de los autores y citando adecuadamente sus saltos de línea. Además, el Código de Ética se implementa mediante la Resolución del



Consejo Universitario 0262-2020/UCV Resolución de la Ley Universitaria 30220. El estudio se centró en los siguientes principios de ética de la investigación, que se enumeran en el artículo 3 y son los siguientes: beneficencia, lo que significa que el estudio busca asegurar el bienestar de todos los participantes. Justicia: Todos los que participaron recibieron un trato igual sin excepciones. No malicioso: Para proteger la integridad física y psíquica de todos los involucrados en la investigación, se realizó un análisis de riesgo/beneficio previo a la investigación.

Transparencia: Teniendo en cuenta el artículo 8°, se señaló que los propios investigadores son los únicos responsables de la elaboración de todo el proyecto de investigación. Asimismo, se tomó en consideración el artículo 9° ya que cumplió con la política anti plagio. Para aclarar, el informe pasó por un programa anti plagio y se determinó el grado de similitud con otros estudios. Adicionalmente, se mencionó el artículo 15 que trata sobre las falsificaciones de datos. Dicho de otro modo, la investigación fue redactada en su totalidad por los investigadores, hasta los anexos. Finalmente, se agregó el permiso de la empresa y se puede visualizar en el anexo 17.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Determinación del nivel de criticidad de las máquinas de la empresa LV&C SAC.

Antes de determinar el nivel de criticidad de las máquinas se procedió hacer una descripción general de la empresa, indicando una breve reseña, cómo se encuentra organizada, asimismo, se describen las principales máquinas.

En ese sentido, la empresa LV&C S.A.C. fue constituida el 6 de marzo del año 2017, cuyas actividades principales son: la construcción y reparación de buques, así como también se dedican a brindar servicios de mantenimiento; actualmente se encuentra ubicada en Miraflores alto, distrito de Chimbote, provincia de Santa en el departamento de Ancash. La empresa en estudio está dirigida por el gerente general, quien tiene el apoyo de una secretaria, asimismo, bajo las órdenes del gerente general se encuentra el sub gerente, supervisor de seguridad y el supervisor operacional; bajo esa premisa, el supervisor operacional tiene a su cargo las coordinaciones con el operario de turno, operario fundidor y el jefe de mantenimiento, que a su vez coordina con los técnicos que se encargan de realizar los servicios de mantenimiento.

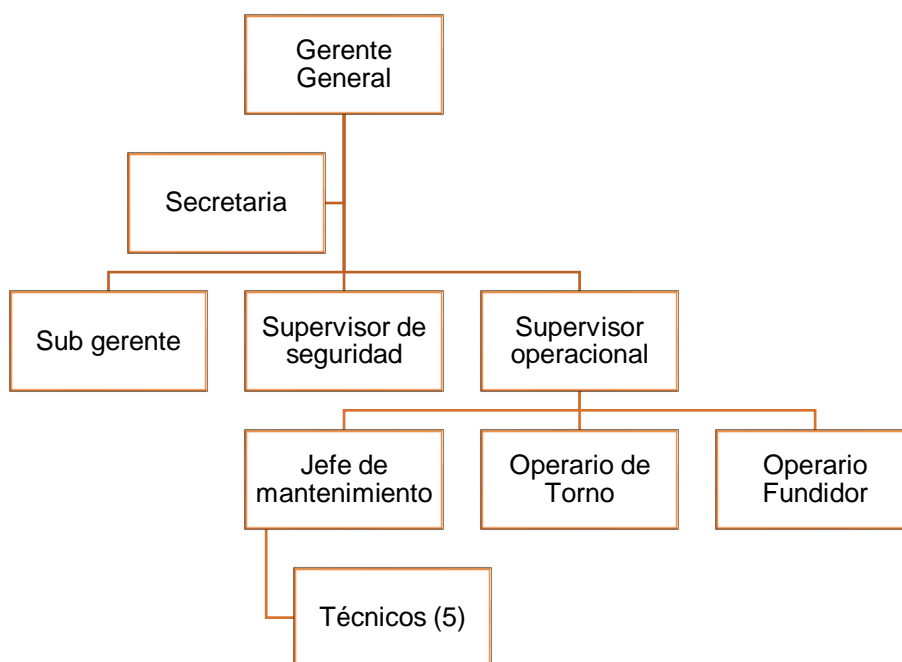





Figura 2. Organigrama

Por otro lado, las principales máquinas con las que cuenta la empresa en estudio, para la ejecución de sus diversas actividades de construcción y reparación de buques se presentan a continuación:

**Tabla 5. Máquinas de la empresa LV&C S.A.C.**

N°	Máquina
1	Fresadora 
2	Taladro vertical 
3	Mandrinadora 
4	Esmeril de banco



Máquina de soldar

5



Cepilladora

6



Torno

7



8

Sierra mecánica



Bajo ese enfoque y como se mencionó en el capítulo de introducción, la empresa ha venido presentando dificultades en el área de mantenimiento; se ha notado la frecuencia con la que ocurren paradas inesperadas en el proceso por fallas en las maquinarias, lo que redonda en una baja disponibilidad de las mismas. Por tanto, de las maquinarias identificadas anteriormente, en la Tabla 6 se menciona un resumen de las fallas más frecuentes que se registraron en los reportes de fallas de máquinas (Anexo 4) por parte de los trabajadores de la empresa, específicamente por los técnicos de mantenimiento, durante los meses de marzo a mayo para cada una.

**Tabla 6.** Fallas de acuerdo con el tipo de máquina

Máquina	Falla
Fresadora	Rodamiento sin retorno
	Atascamiento de eje principal
	Intercambio de nariz no posible
	Alimentación deficiente
Taladro vertical	Ruptura de bastidor
	Desplazamiento de mesa
	Sobrecalentamiento
Mandrinadora	Desalineamiento de husillo o plato de sujeción
	Contaminación del husillo
	Desajuste de plato de sujeción
Esmeril de banco	Falta de lubricación
	Atascamiento de rodamiento

	Desgaste de guía
	Falta de lubricación
Máquina de soldar	Desgaste del tubo de contacto
	Falla en el arco
	Mesa holgada
Cepilladora	Atascamiento de guía
	Falta de lubricación
	Desalineamiento de husillo o plato de sujeción
Torno	Contaminación del husillo
	Desajuste de plato de sujeción
	Falta de lubricación
	Mala alineación
Sierra mecánica	Agrietamiento de mesa
	Mala calibración
	Falta de lubricación

**Fuente:** Elaboración Propia.

Por este motivo; se aplicó el cuestionario, plasmado en el Anexo 5, a los 5 trabajadores del área de mantenimiento con la finalidad de valorar el conocimiento que tienen acerca del problema e identificar algunas causas; a continuación, en la Tabla 7 se presenta un resumen, el detalle del cuestionario se presenta en el Anexo 6.

**Tabla 7.** Resumen del cuestionario estructurado del TPM

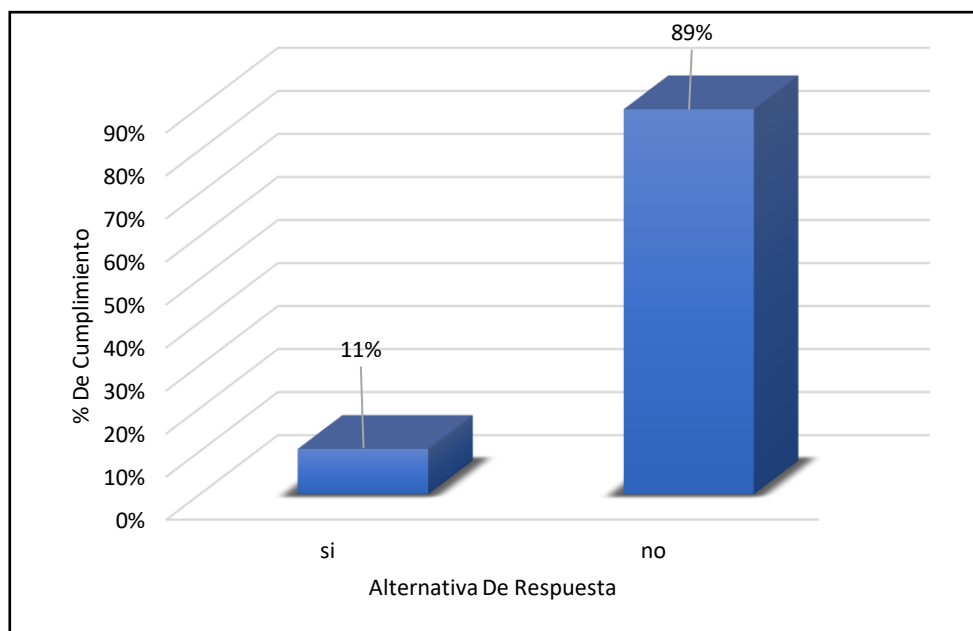
N°	Pregunta	Si (%)	No (%)	A Veces (%)
1	¿El sistema de mantenimiento es eficiente?	0	80	20
2	¿Los trabajadores tienen conocimiento sobre el mantenimiento autónomo?	0	80	20
3	¿La empresa cuenta con un cronograma de limpieza del área de mantenimiento?	0	100	0
4	¿Realizan mantenimiento preventivo?	0	80	20
5	¿Existe un procedimiento de mantenimiento preventivo?	0	100	0
6	¿El tipo de mantenimiento que mayormente se da en la empresa, es el correctivo?	80	0	20
7	¿Existe un procedimiento de mantenimiento correctivo?	0	80	20
8	¿Existe un gran número de maquinarias que presente defectos en el proceso?	100	0	0

9	¿Realizan el análisis de criticidad a los activos fijos?	0	100	0
10	¿Se evalúa la disponibilidad de las máquinas constantemente?	0	0	100

**Fuente:** Elaboración Propia.

De esta manera, el 100% de los trabajadores del área de mantenimiento confirmó que la mayoría de máquinas presentan fallas durante el proceso; a causa de ello, el 80% señaló que el sistema de mantenimiento no es eficiente; señalando causas como la falta de conocimiento de un mantenimiento autónomo, falta de limpieza del área de mantenimiento; asimismo, no realizan mantenimiento preventivo y por ende, no existe un procedimiento de mantenimiento preventivo, ya que el único mantenimiento que realizan es el correctivo y a pesar de ello, no existe un procedimiento para ese tipo de mantenimiento.

Asimismo; para encontrar más causas que afectan el problema, se aplicó el *check list* de mantenimiento al jefe del área (plasmado en el Anexo 7), con la finalidad de conocer a detalle el proceso de mantenimiento y todo lo relacionado con ello; de esta manera, se presenta la Figura 3 el resumen del cuestionario:



*Figura 3. Análisis del Check list de mantenimiento*

Según los resultados obtenidos, el 89% significa que la empresa no cuenta con procedimientos de trabajo, asimismo, el organigrama de mantenimiento no



garantiza que el personal de mantenimiento esté disponible cuando sea necesario y responda lo más rápido posible. Además, se demuestra que el personal de mantenimiento mecánico no puede completar todas las tareas sencillas (mecánicas, eléctricas o relacionadas con instrumentos). Se puede indicar también que el personal de mantenimiento no se encuentra capacitado, añadiendo que el ambiente donde trabajan no está limpio ni ordenado.

Debido a esta última causa, se aplicó una lista de verificación de la metodología 5 “S” el cual se encuentra plasmado en el Anexo 8; el instrumento en mención fue aplicado a los 5 trabajadores del área de mantenimiento con la finalidad de profundizar más respecto a la problemática. A continuación, en la Tabla 8 se presenta un resumen de lo obtenido, el detalle se encuentra en el Anexo 9.

**Tabla 8.** Análisis de la verificación de la metodología 5 “S”

Fases	Siempre (%)	Casi Siempre (%)	Pocas Veces (%)	No Aplica (%)
Primera “S”	2	22	42	34
Segunda “S”	2	2	54	42
Tercera “S”	10	6	58	26
Cuarta “S”	4	16	42	38
Quinta “S”	4	8	46	42
Promedio	4	11	48	36

**Fuente:** Elaboración Propia.

La Tabla 8, muestra que otra de las causas para la problemática del área de mantenimiento, son la falta de organización y limpieza, tal cual, se afirma también en la Tabla 6; sin embargo, en este análisis se profundizó que, el 42% del total de los encuestados indicaron que pocas veces se realiza la clasificación de los objetos necesarios e innecesarios, asimismo, el 54% de los trabajadores indicaron que pocas veces se ordenan sus herramientas de trabajo, lo que ocasiona una pérdida de tiempo en su búsqueda al momento de realizar el mantenimiento; por otro lado, el 58% de los encuestados indicaron que pocas veces se realiza una limpieza a profundidad en el área de mantenimiento, lo cual incluye a las propias máquinas y; finalmente, se concluye que no tienen un hábito de organización y limpieza en el área, tal como se evidencia en la figura 4.





*Figura 4. Deficiente orden y limpieza en el área de mantenimiento*

Con todo lo mencionado anteriormente, se identificaron las causas de la problemática (baja disponibilidad) y se clasificaron en un Diagrama de Ishikawa de acuerdo con sus criterios (materiales, mano de obra, maquinaria, método, medio ambiente, medición), la cual se encuentra en la Figura 5. Después de identificar las causas, se continuó con el desarrollo de una Matriz Vester, plasmada en el Anexo 1, donde se procedió a relacionar cada una de las causas, en ese sentido, se consideró los siguientes puntajes: 0 (NO HAY RELACIÓN); 1 (DEBIL); 3 (MEDIA) y 5 (FUERTE), fueron aplicados tomando como referencia el trabajo de Chero (2021). En ese sentido, la sumatoria de los puntajes de las causas obtenidos en la matriz Vester sirvieron para realizar el diagrama de Pareto (anexo 2), para ello se ordenó las causas de acuerdo a la cantidad de ocurrencias, donde la falta de capacitación fue el mayor puntaje obtenido con una cantidad de 106, posterior a ello, la causa denominada falta de mantenimiento preventivo tuvo un puntaje de 92 ocurrencias, Falta de orden y limpieza 91 ocurrencias, Control ineficiente del sistema de mantenimiento 90 ocurrencias, Falta de mantenimiento autónomo 88 ocurrencias (los demás puntajes obtenidos se pueden visualizar en el anexo 2) y finalmente, en el Diagrama de Pareto (Figura 6) se plasmaron las causas más relevantes que afectan la problemática y las que se pretenden mitigar.

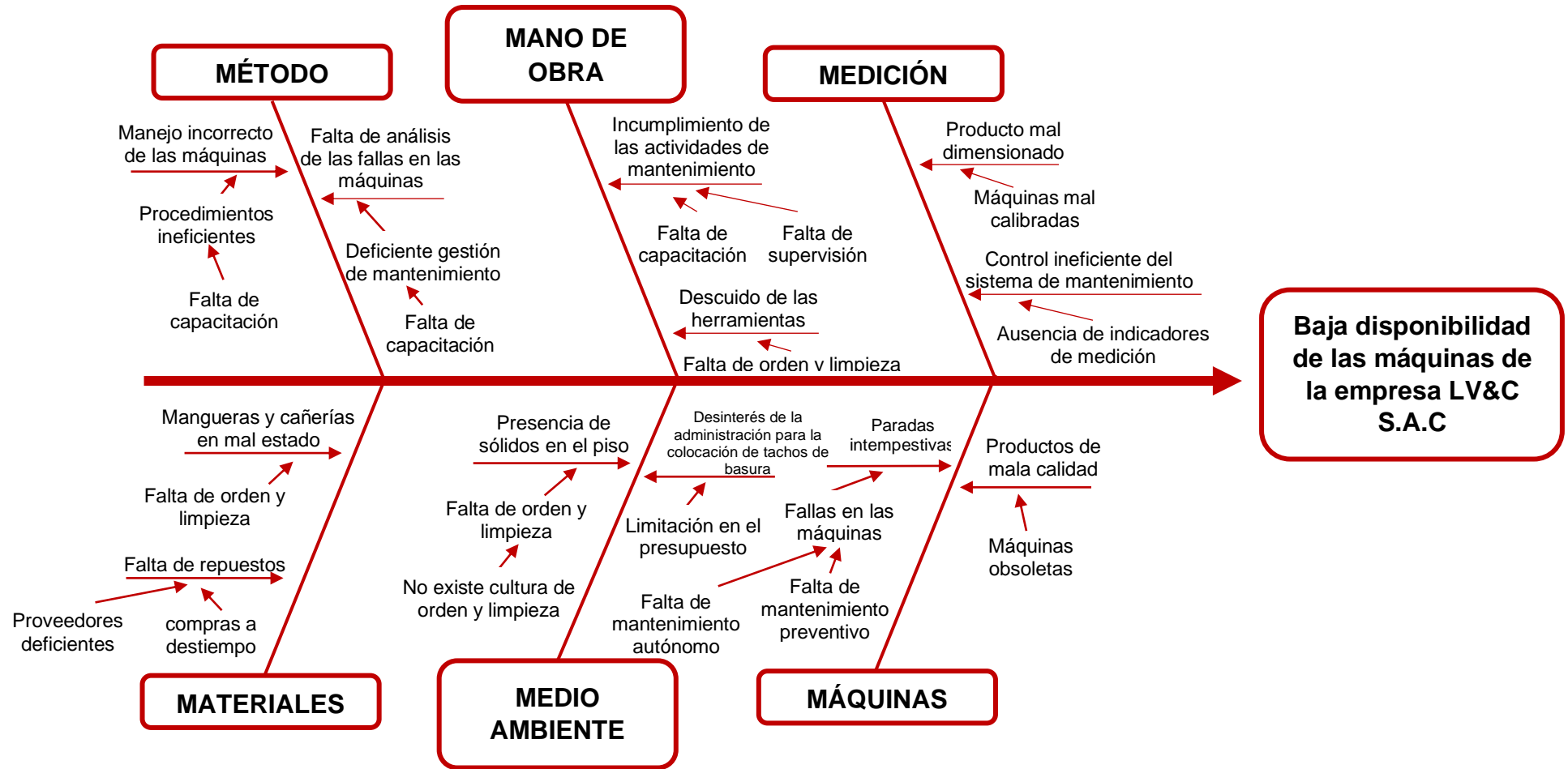


Figura 5. Diagrama Ishikawa

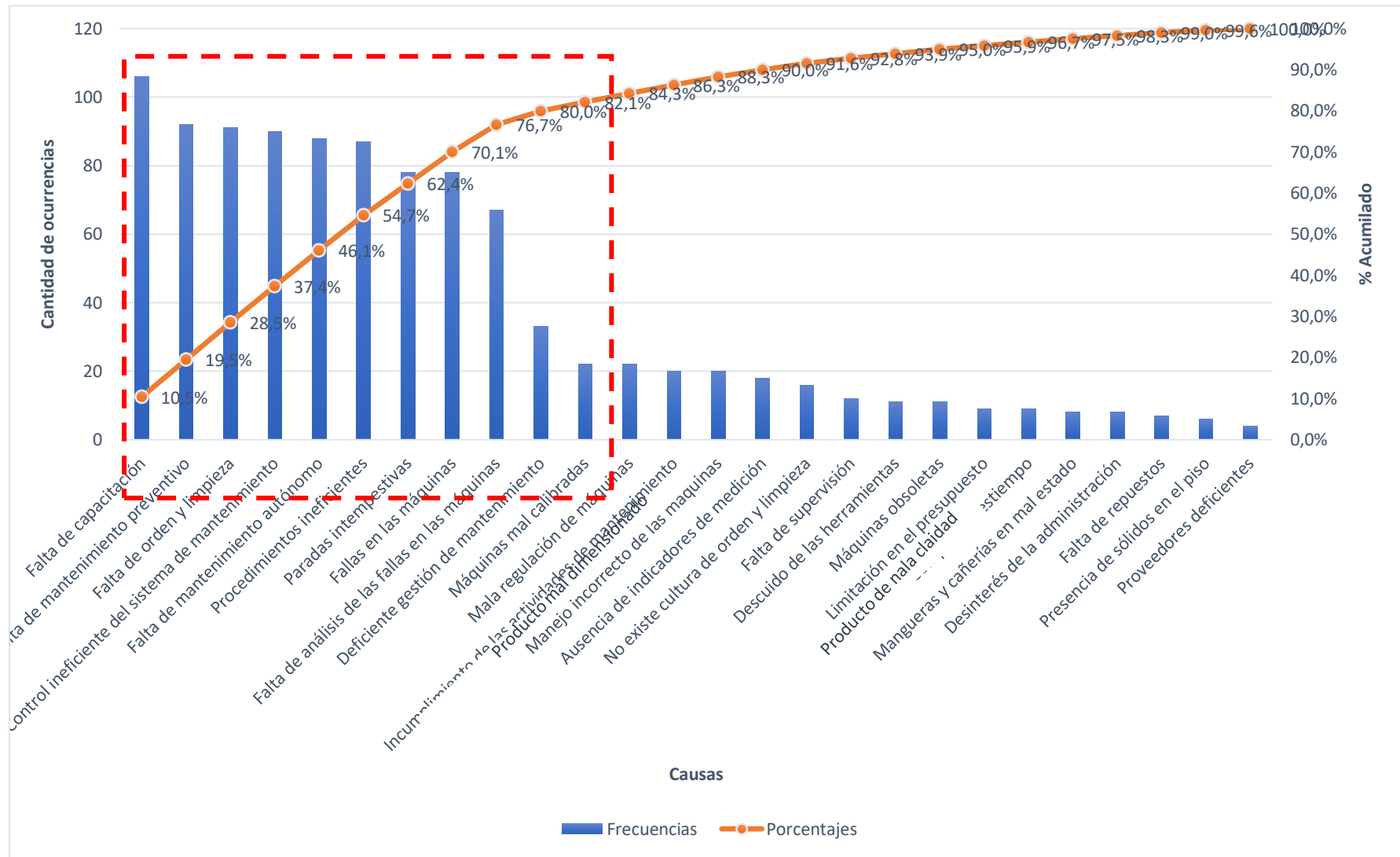


Figura 6. Diagrama de Pareto

Tal como se puede visualizar en el diagrama de Pareto (Figura 6), son 10 causas las que deben ser atendidas inmediatamente, las cuales conforman el 20% de las causas que afectan en un 80% la problemática; entre ellos se encuentran: la falta de capacitación, la falta de mantenimiento preventivo, la falta de orden y limpieza, control ineficiente del sistema de mantenimiento, falta de mantenimiento autónomo, procedimientos ineficientes, paradas intempestivas, fallas en las máquinas, la falta de análisis de las fallas en las máquinas, deficiente gestión de mantenimiento y máquinas mal calibradas.

De esta manera, se evidenció que la problemática en el área de mantenimiento es preocupante y para ello, en primera instancia, se procedió a diagnosticar la criticidad de cada maquinaria, con la finalidad de priorizar aquellas máquinas que presentan mayor probabilidad de ocurrencia de fallas y que podrían afectar el proceso de manera significativa. Por este motivo, se realizó un análisis de criticidad, utilizando el formato de evaluación de criticidad plasmado en el anexo 10, tomando en consideración los criterios: tiempo medio para reparar, frecuencia de falla, impacto sobre la producción, costo de reparación, impacto ambiental e impacto en salud y seguridad personal. El detalle de esta evaluación se encuentra en el Anexo 11, mientras que el resumen se encuentra en la Tabla 9.

En la Tabla 9 se muestra que las máquinas de criticidad muy alta son: el taladro vertical con una frecuencia de falla alta (69) y una criticidad de 276, mandrinadora con una frecuencia de falla muy alta (47) y una criticidad de 235, esmeril de banca con una frecuencia de falla muy alta (47) y una criticidad de 235, máquina de soldar con una frecuencia de falla alta (48) y una criticidad de 192, cepilladora con una frecuencia de falla muy alta (47) y una criticidad de 235 y el torno con una frecuencia de falla alta (63) y una criticidad de 252.

**Tabla 9.** Resultado de análisis de criticidad

EQUIPO	FALLA	FRECUENCIA	CONSECUENCIA	CT
Fresadora	Rodamiento sin retorno	Media	26	78
	Atascamiento de eje principal	Alta	27	108
	Intercambio de nariz no posible	Muy alta	23	115
	Alimentación deficiente	Muy alta	18	90
Taladro vertical	Ruptura de bastidor	Alta	69	276
	Desplazamiento de mesa	Muy alta	29	145
	Sobrecalentamiento	Muy alta	30	150
Mandrinadora	Desalineamiento de husillo o plato de sujeción	Muy alta	47	235
	contaminación del husillo	Muy alta	23	115
	desajuste del plato de sujeción	Alta	31	124
	falta de lubricación	Baja	15	30
Esmeril de banca	atascamiento de rodamiento	Muy alta	47	235
	Desgaste de guía	Alta	47	188
	Falta de lubricación	Baja	11	22
Máquina de soldar	Desgaste del tubo de contacto	Alta	48	192
	Falla en el arco	Alta	47	188
Cepilladora	Mesa holgada	Muy alta	47	235
	Atascamiento de guía	Alta	37	148
	Falta de lubricación	Baja	20	40
Torno	Desalineamiento de husillo o plato de sujeción	Alta	63	252
	Contaminación del husillo	Muy alta	29	145
	Desajuste de plato de sujeción	Muy alta	30	150
	Falta de lubricación	Baja	10	20
Sierra mecánica	Mala alineación	Muy alta	31	155
	Agrietamiento de mesa	Media	41	123
	Mala calibración	Alta	30	120
	Falta de lubricación	Baja	10	20

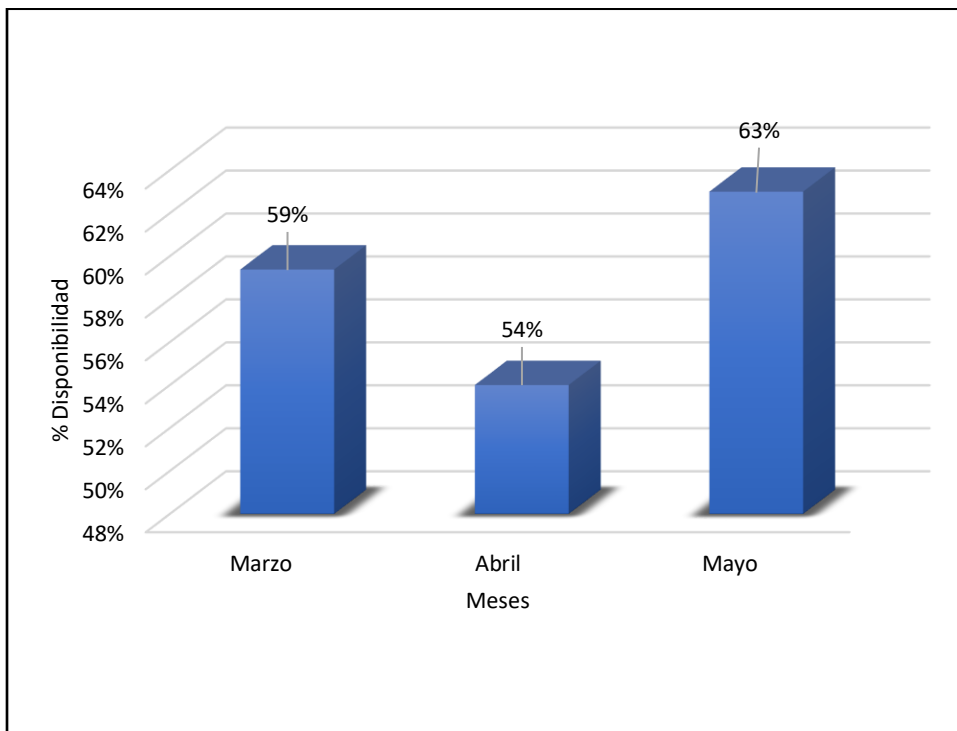
Fuente. Elaboración propia

#### 4.2. Determinar la disponibilidad inicial de las máquinas de la empresa LV&C SAC.

La disponibilidad inicial de las máquinas, fueron calculadas en los meses de: marzo, abril y mayo del año 2022. Para el cálculo de disponibilidad se empleó los indicadores: MTBF, que es el tiempo medio que se da entre cada ocurrencia de una parada específica por fallo (o avería) y MTTR: tiempo medio hasta haber reparado la avería. A continuación, se presenta el resumen de la disponibilidad por cada máquina, los datos a detalle se pueden visualizar en el anexo 20.

**Tabla 10.** Disponibilidad inicial de la máquina fresadora

Fresadora			
Mes	MTBF	MTTR	Disponibilidad (%)
Marzo	11.4	7.8	59
Abril	7.4	6.4	54
Mayo	12.1	7.1	63
promedio	10.29	7.09	59

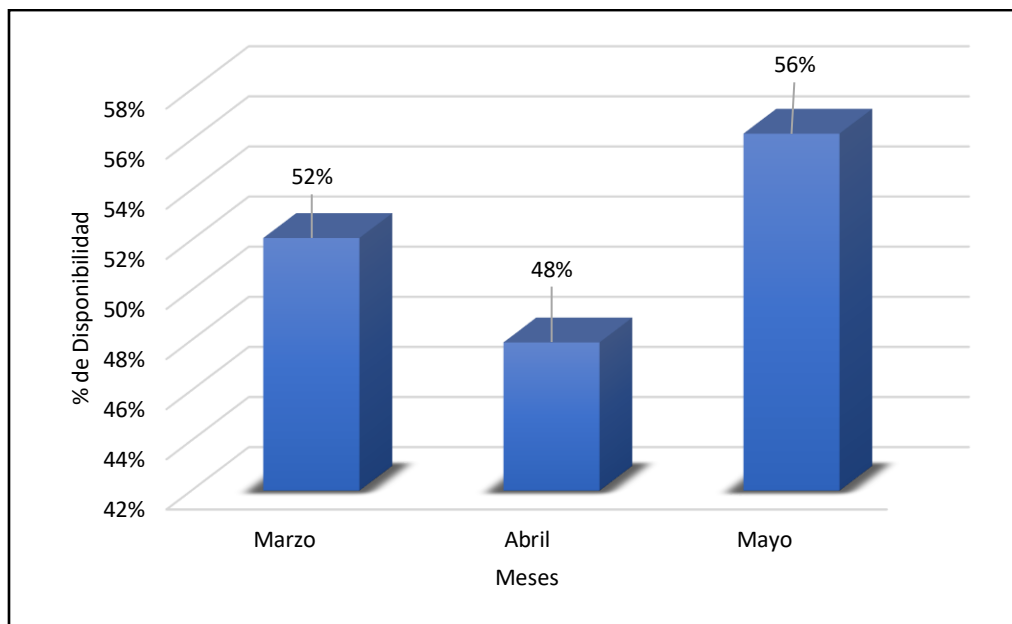


*Figura 7. Fresadora – disponibilidad inicial*

Tal como se muestra en la Tabla 10 y figura 7, la disponibilidad inicial (antes de la implementación de la mejora) de la máquina fresadora, según los datos mostrados, en el mes de marzo la disponibilidad fue de 59%, en el mes de abril la disponibilidad descendió a 54% y en el mes de mayo la disponibilidad aumentó a 63%. En base a ello el promedio general de la disponibilidad, evaluado dentro de los tres meses es de 59%.

**Tabla 11.** Disponibilidad inicial del taladro vertical

Taladro Vertical			
Mes	MTBF	MTRR	Disponibilidad (%)
Marzo	2.27	2.09	52
Abril	1.77	1.92	48
Mayo	2.25	1.75	56
<b>promedio</b>	<b>2.10</b>	<b>1.9</b>	<b>52</b>

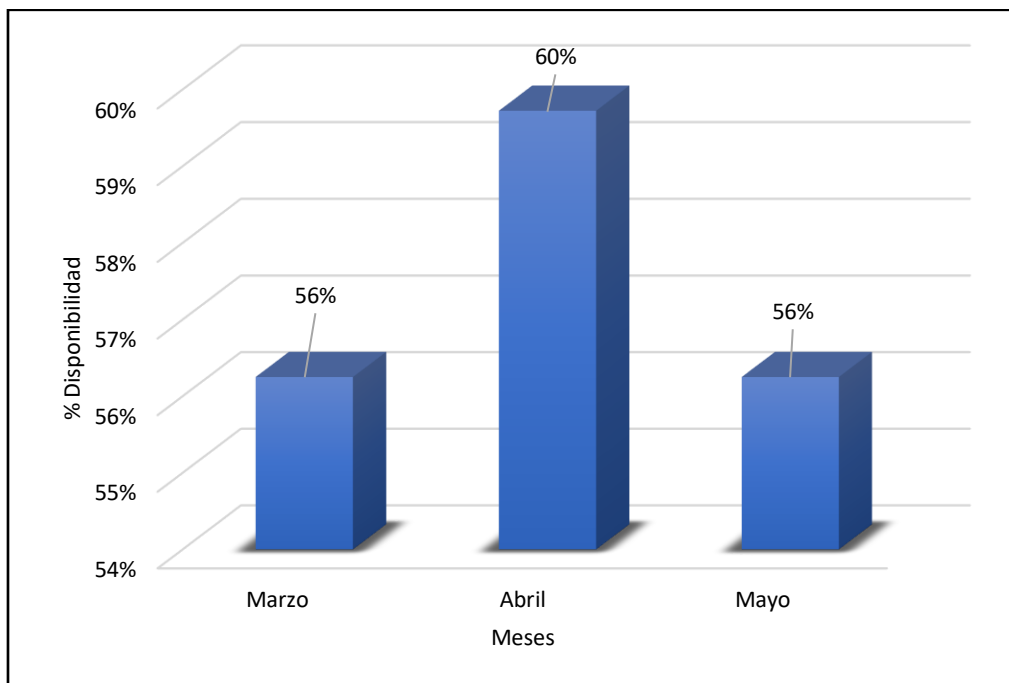


*Figura 8. Taladro vertical – disponibilidad inicial*

Tal como se presenta en la tabla 11 y figura 8, la disponibilidad inicial (antes de la implementación de la mejora) de la máquina taladro vertical, según los datos mostrados, en el mes de marzo la disponibilidad fue de 52%, en el mes de abril la disponibilidad descendió a 48% y en el mes de mayo la disponibilidad aumentó a 56%. En base a ello el promedio general de la disponibilidad, evaluado dentro de los tres meses es de 52%.

**Tabla 12.** Disponibilidad inicial de la máquina mandrinadora

Mandrinadora			
Mes	MTBF	MTTR	Disponibilidad (%)
Marzo	6.23	4.85	56
Abril	6.14	4.14	60
Mayo	5.40	4.20	56
promedio	5.92	4.4	57



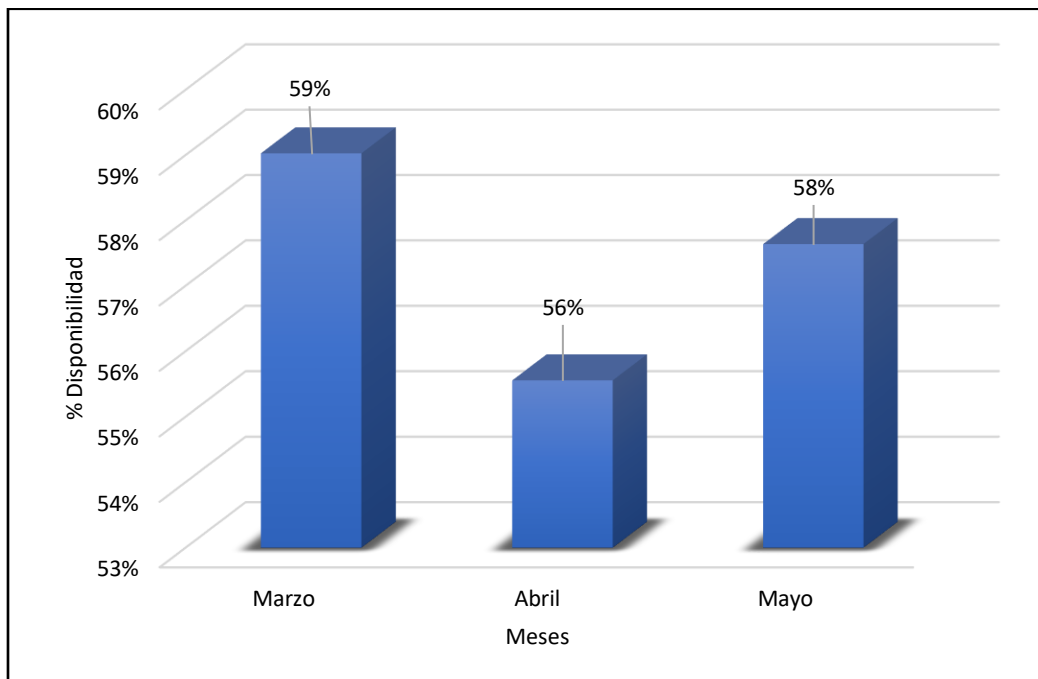
*Figura 9. Mandrinadora – disponibilidad inicial*

Tal como se presenta en la tabla 12 y figura 9, la disponibilidad inicial de la máquina mandrinadora, según los datos mostrados; en el mes de marzo la disponibilidad fue de 56%, en el mes de abril la disponibilidad aumentó a 60% y en el mes de mayo la disponibilidad tuvo una reducción de 4% con respecto al mes anterior. En base a ello el promedio general de la disponibilidad, evaluado dentro de los tres meses es de 57%.



**Tabla 13.** Disponibilidad inicial de la máquina esmeril de banco

Esmeril De Banco			
Mes	MTBF	MTTR	Disponibilidad (%)
Marzo	5.31	3.69	59
Abril	6.67	5.33	56
Mayo	6.92	5.08	58
promedio	6.30	4.7	57

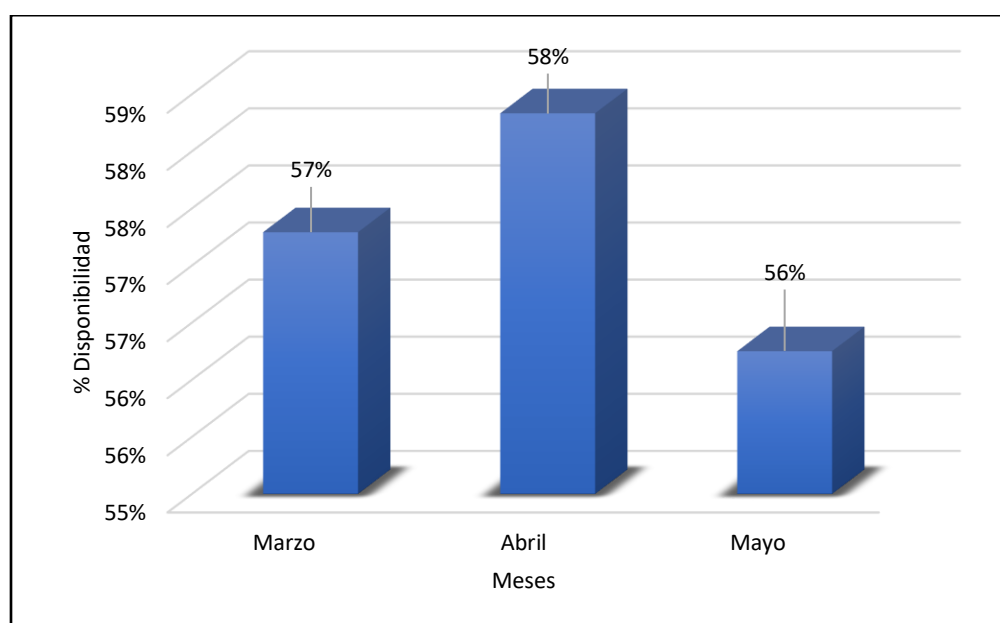


*Figura 10. Esmeril de banco – disponibilidad inicial*

Tal como se presenta en la tabla 13 y figura 10, la disponibilidad inicial de la máquina esmeril de banco, según los datos mostrados; en el mes de marzo la disponibilidad fue de 59%, en el mes de abril la disponibilidad disminuyó a 56% pero en el mes de mayo aumentó a 58%. En base a ello el promedio general de la disponibilidad, evaluado dentro de los tres meses es de 57%.

**Tabla 14.** Disponibilidad inicial de la máquina de soldar

Máquina De Soldar			
Mes	MTBF	MTTR	Disponibilidad (%)
Marzo	5.00	3.73	57
Abril	3.29	2.35	58
Mayo	3.60	2.80	56
promedio	3.96	3.0	57

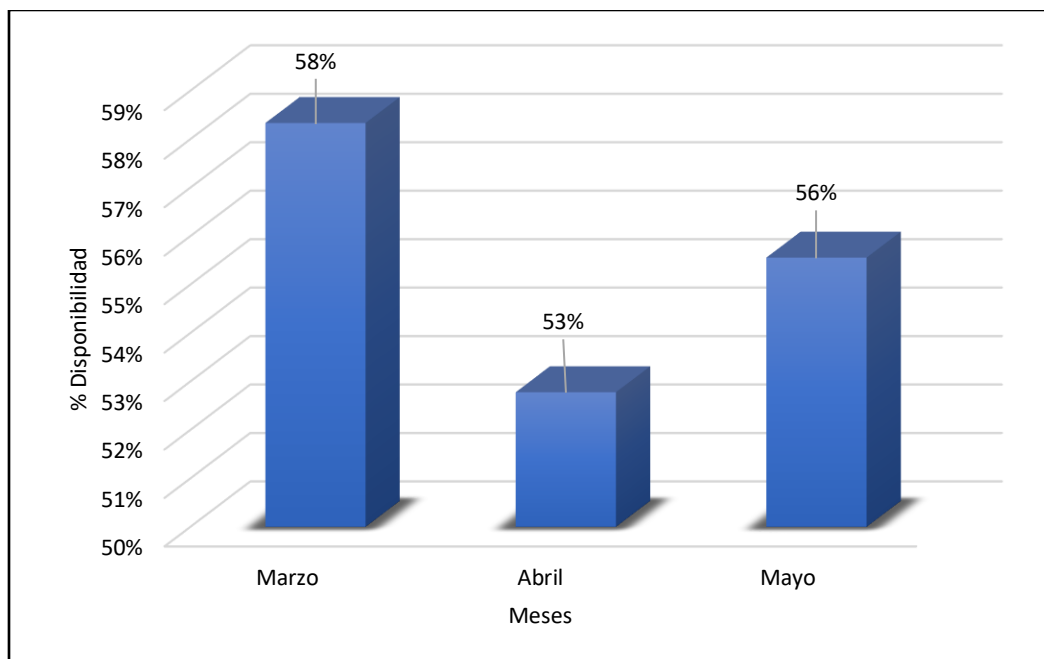


*Figura 11. Máquina de soldar – disponibilidad inicial*

Tal como se presenta en la tabla 14 y figura 11, la disponibilidad inicial de la máquina de soldar, según los datos mostrados; en el mes de marzo la disponibilidad fue de 57%, en el mes de abril la disponibilidad aumentó a 58% y en el mes de mayo la disponibilidad tuvo una reducción de 2% con respecto al mes anterior. En base a ello el promedio general de la disponibilidad, evaluado dentro de los tres meses es de 57%.

**Tabla 15.** Disponibilidad inicial de la máquina cepilladora

Cepilladora			
Mes	MTBF	MTTR	Disponibilidad (%)
Marzo	3.50	2.50	58
Abril	3.45	3.09	53
Mayo	3.08	2.46	56
promedio	3.34	2.7	56

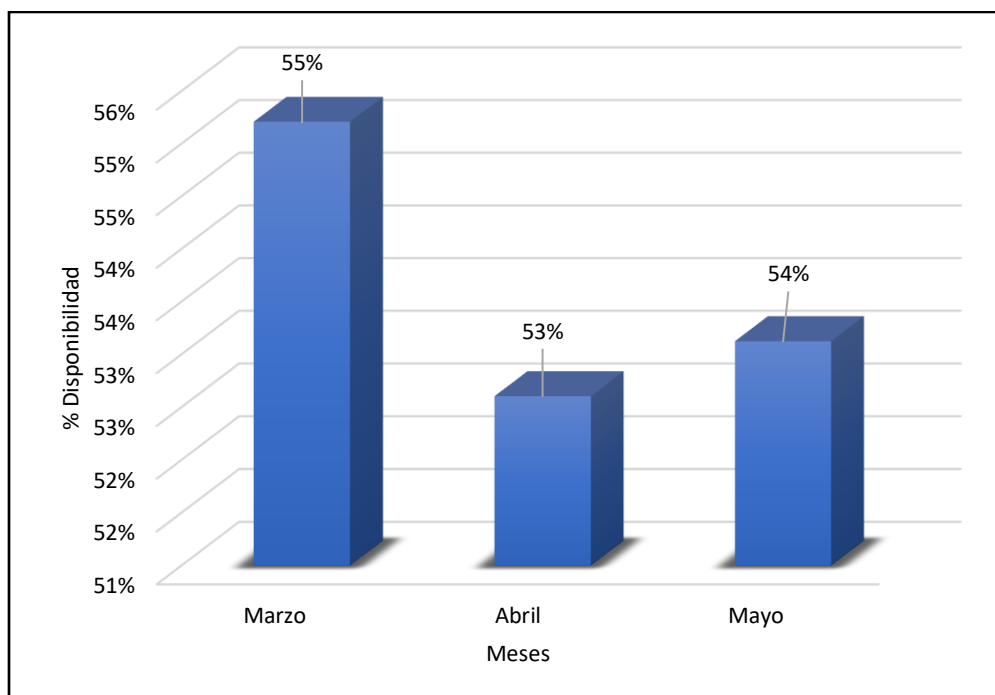


*Figura 12. Cepilladora – disponibilidad inicial*

Tal como se presenta en la tabla 15 y figura 12, la disponibilidad de la máquina cepilladora, según los datos mostrados; en el mes de marzo la disponibilidad fue de 58%, luego se visualiza una disminución de 53% de la disponibilidad y en el mes de mayo la disponibilidad fue 56%. En base a ello el promedio general de la disponibilidad, evaluado dentro de los tres meses es de 56%.

**Tabla 16.** Disponibilidad inicial de la máquina de torno

Torno			
Mes	MTBF	MTTR	Disponibilidad (%)
Marzo	7.6	6.1	55
Abril	9.2	8.3	53
Mayo	7.8	6.9	54
promedio	8.20	7.1	54

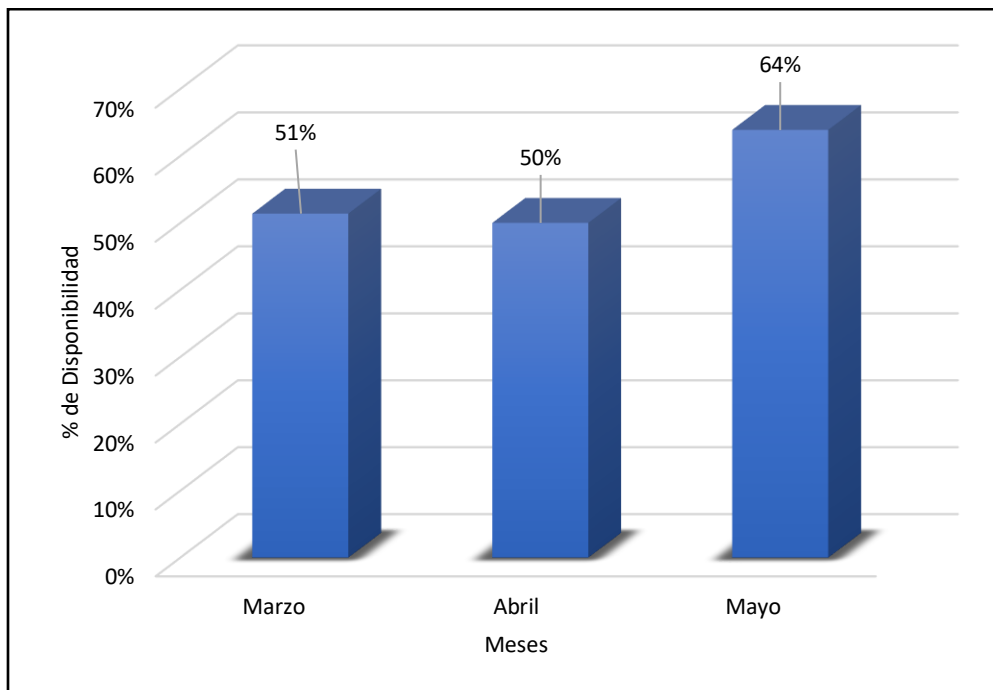


*Figura 13. Torno – disponibilidad inicial*

Tal como se presenta en la tabla 16 y figura 13, la disponibilidad inicial de la máquina torno, según los datos mostrados; en el mes de marzo la disponibilidad fue de 55%, en el mes de abril la disponibilidad disminuyó a 53% y la disponibilidad del mes de mayo fue de 54%. En base a ello el promedio general de la disponibilidad, evaluado dentro de los tres meses es de 54%.

**Tabla 17.** Disponibilidad inicial de la sierra mecánica

Sierra Mecánica			
Mes	MTBF	MTTR	Disponibilidad (%)
Marzo	2.85	2.69	51
Abril	3.00	3.00	50
Mayo	4.18	2.36	64
promedio	3.34	2.7	55

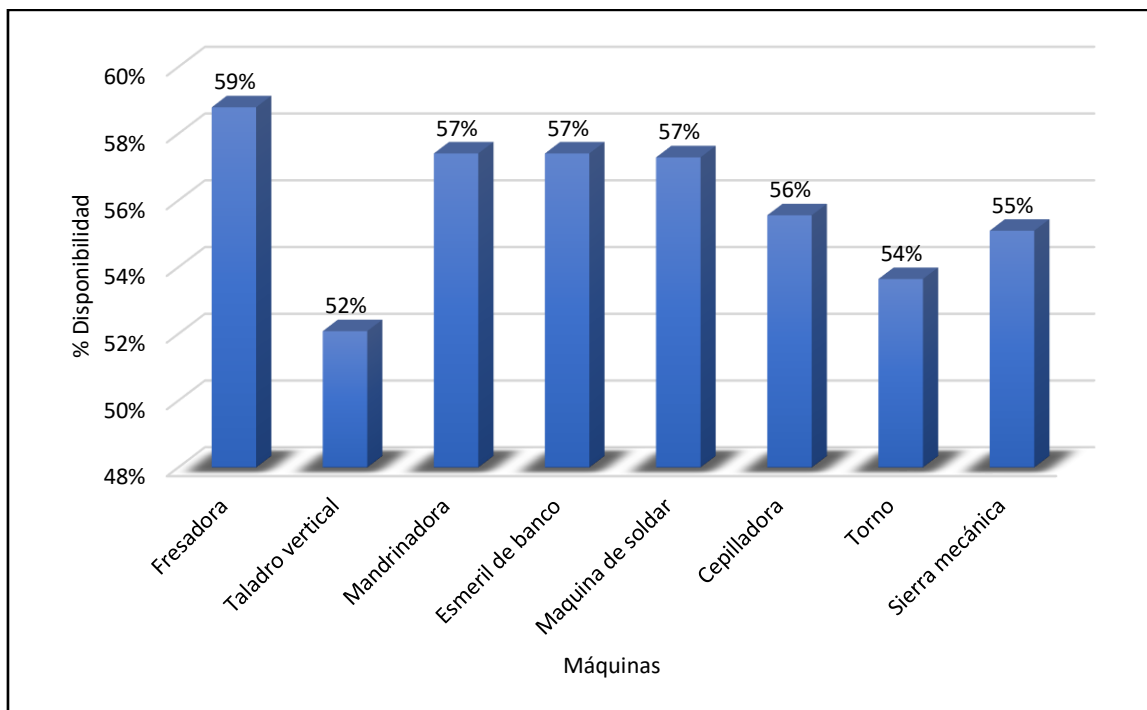


*Figura 14. Sierra mecánica – disponibilidad inicial*

Tal como se presenta en la tabla 17 y figura 14, la disponibilidad inicial de la máquina torno, según los datos mostrados; en el mes de marzo la disponibilidad fue de 51%, en el mes de abril la disponibilidad disminuyó a 50% sin embargo en el mes de mayo, la disponibilidad aumentó a 64%. En base a ello el promedio general de la disponibilidad, evaluado dentro de los tres meses es de 55%.

**Tabla 18.** Promedio de la disponibilidad inicial de las máquinas de la empresa LV&C S.A.C.

EQUIPOS	MTBF	MTTR	Disponibilidad (%)
Fresadora	10.29	7.09	59
Taladro vertical	2.10	1.92	52
Mandrinadora	5.92	4.40	57
Esmeril de banco	6.30	4.70	57
Máquina de soldar	3.96	2.96	57
Cepilladora	3.34	2.68	56
Torno	8.20	7.11	54
Sierra mecánica	3.34	2.69	55
Promedio			56



*Figura 15. Promedio de la disponibilidad inicial de las máquinas*

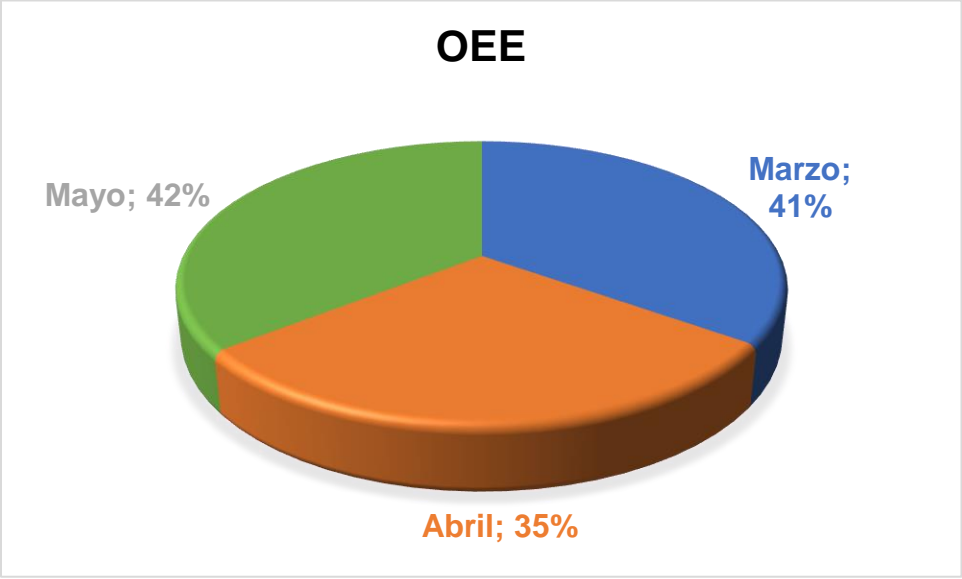
En la figura 15 se puede evidenciar la disponibilidad inicial de todos los equipos de la empresa en estudio; durante los 3 meses evaluados se identificó que la disponibilidad total promedio es de 56%. En base a ello, se evidencia que los equipos que tienen menos disponibilidad son: el taladro vertical (52%), el torno (54%), sierra mecánica (55%), cepilladora (56%), mandrinadora (57%), esmeril de banco (57%), máquina de soldar (57%).

Después de haber determinado la disponibilidad de cada una de las máquinas del

área de mantenimiento, se continuó con el cálculo de la eficiencia global de los equipos; para ello, primero se procedió a determinar indicadores previos, tales como el tiempo disponible (TD), tiempo de paradas planificadas (TPP), tiempo de funcionamiento (TF) tiempo de preparación de equipos (TPE), tiempo de periodo de operación (TPO), tiempo de operación neta (TON), tiempo de operación utilizable (TOU). El detalle de lo mencionado se puede visualizar en el anexo 21.

**Tabla 19.** Cálculo del OEE

Mes	D Disponibilidad (%)	R Rendimiento (%)	C Calidad (%)	OEE (%)
Marzo	56	83	88	41
Abril	54	78	83	35
Mayo	58	86	85	42
Promedio				40



*Figura 16. Eficiencia global de los equipos – inicial*

El análisis de la eficiencia global de los equipos, considerados de los meses de marzo, abril y mayo del presente año, indican un OEE promedio de 40% y de acuerdo con los parámetros definidos, si se encuentra menos del 65% es considerado inaceptable.

**4.3. Ejecutar el mantenimiento productivo total para mejorar la disponibilidad de las máquinas de la empresa LV&C SAC.**

**4.3.1. Pilar 1: Mejora enfocada**

Este pilar se desarrolla con el fin de maximizar la eficiencia de las máquinas; para ello se debe diagnosticar las causas que afectan esta problemática.

**Establecimiento del Comité TPM**

En ese sentido; primero, se estableció un Comité conformado por responsables que se encargaron de cumplir y hacer efectivo la aplicación del TPM, es decir todos los pilares; en base a ello, se presenta la Figura 17, donde se muestra el Acta de Constitución del Comité TPM.

	<p><b>ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL COMITÉ DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL</b></p>													
<p><b><u>ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL COMITÉ TPM</u></b></p>														
<p>Reunidos el día 01 del mes Julio de 2022, en las instalaciones de la Empresa LV&amp;C SAC, se acuerda crear el Comité de TPM, el cual tiene el objetivo de velar por el cumplimiento de las actividades de Mantenimiento Total Productivo para el incremento de la disponibilidad de las máquinas. El comité TPM se encuentra conformado por:</p>														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cargo en el Comité</th> <th>Cargo en la Organización</th> <th>Objetivo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Líder</td> <td style="text-align: center;">Supervisor operacional</td> <td>Planificar, aprobar y monitorear las actividades de mejora.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Coordinador</td> <td style="text-align: center;">Jefe de mantenimiento</td> <td>Planificar y coordinar los recursos y medios necesarios para la ejecución de las actividades de mejora.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Ejecutor</td> <td style="text-align: center;">Asistente de mantenimiento</td> <td>Ejecutar y controlar las actividades de mejora.</td> </tr> </tbody> </table>	Cargo en el Comité	Cargo en la Organización	Objetivo	Líder	Supervisor operacional	Planificar, aprobar y monitorear las actividades de mejora.	Coordinador	Jefe de mantenimiento	Planificar y coordinar los recursos y medios necesarios para la ejecución de las actividades de mejora.	Ejecutor	Asistente de mantenimiento	Ejecutar y controlar las actividades de mejora.		
Cargo en el Comité	Cargo en la Organización	Objetivo												
Líder	Supervisor operacional	Planificar, aprobar y monitorear las actividades de mejora.												
Coordinador	Jefe de mantenimiento	Planificar y coordinar los recursos y medios necesarios para la ejecución de las actividades de mejora.												
Ejecutor	Asistente de mantenimiento	Ejecutar y controlar las actividades de mejora.												
 <hr/> Supervisor operacional (Líder de comité TPM)	 <hr/> Jefe de mantenimiento (Coordinador de comité TPM)	 <hr/> Asistente de mantenimiento (Ejecutor de comité TPM)												

Figura 17. Acta de constitución del Comité TPM



En la Figura 18 se muestra el Diagrama de Gantt, con las actividades a implementar:

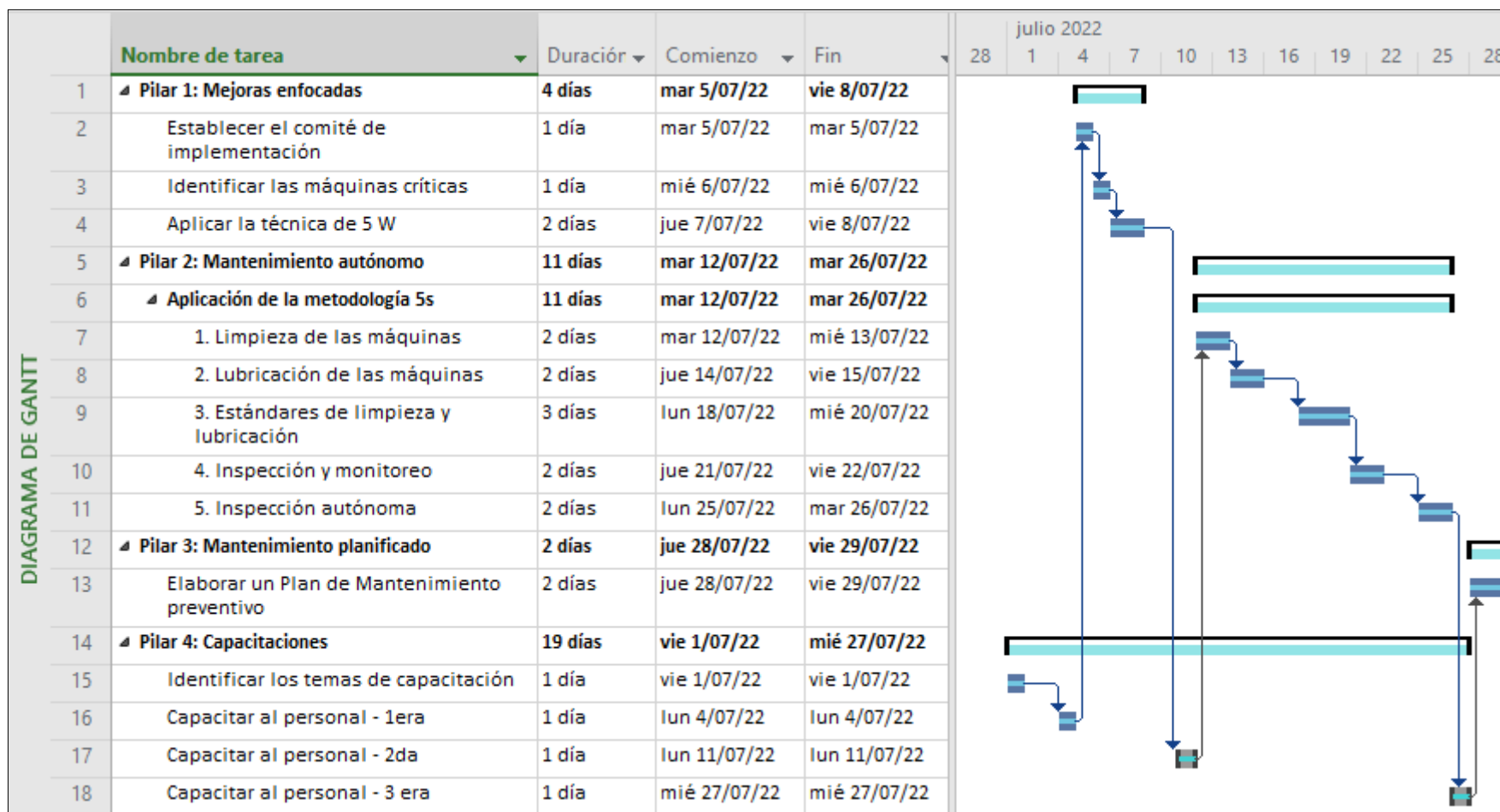


Figura 18. Diagrama de Gantt de la implementación TPM

De esta manera, el comité TPM planificó las actividades necesarias con la finalidad de mejorar la disponibilidad de las máquinas; así como, los tiempos de ejecución. El plan de mejora tuvo en cuenta los 4 pilares a aplicar, dentro de los cuales se encuentra este primer pilar Mejoras enfocadas, la cual es la base para el desarrollo de las siguientes.

### Identificación de las máquinas críticas

Para esto, se realizó un análisis de criticidad que se encuentra en el punto 4.1, específicamente en la Tabla 9; a continuación, se presenta un resumen de las máquinas críticas con sus fallas más frecuentes:

**Tabla 20.** Identificación de máquinas críticas

Equipo	Falla
Taladro vertical	Ruptura de bastidor
Mandrinadora	Desalineamiento de husillo o plato de sujeción
Esmeril de banca	Atascamiento de rodamiento
Máquina de soldar	Desgaste del tubo de contacto
Cepilladora	Mesa holgada
Torno	Desalineamiento de husillo o plato de sujeción

En base a esta información, se prosiguió con la aplicación de la siguiente herramienta.

### Aplicación de la técnica 5W

La técnica 5W tiene como finalidad organizar la información en base 5 criterios: ¿Qué?, ¿Cuándo?, ¿Dónde?, ¿Cuál? Y ¿Quién?, la cual permitió entender de manera más amplias las fallas frecuentes de las máquinas críticas:

**Tabla 21.** 5W de la Máquina Taladro vertical

Taladro vertical		
Ítem	Descripción	Problema
¿Cuál?	¿Cuál es el problema?	Presenta ruptura de bastidor.
¿Qué?	¿Qué es lo que está sucediendo?	Se presenta cuando existe un mal ajuste por parte del personal. Esta falla se presenta entre 4 y 6 veces por semestre.
¿Dónde?	¿Dónde se identificó el problema?	En el área de mantenimiento
¿Cuándo?	¿Cuándo ocurre el problema?	Cuando se está brindando un servicio de mantenimiento
¿Cuánto?	¿Cuánto es la afectación del problema?	Tiene un impacto del 75% sobre la producción y el costo de reparación es mayor a S/ 900.00

**Tabla 22.** 5W de la Máquina Mandrinadora

Mandrinadora		
Ítem	Descripción	Problema
¿Cuál?	¿Cuál es el problema?	Presenta desalineamiento de husillo o plato de sujeción
¿Qué?	¿Qué es lo que está sucediendo?	No existe un correcto ajuste o calibración lo que provoca una desviación. Esta falla se presenta entre 6 y 8 veces por semestre.
¿Dónde?	¿Dónde se identificó el problema?	En el área de mantenimiento
¿Cuándo?	¿Cuándo ocurre el problema?	Cuando se está brindando un servicio de mantenimiento
¿Cuánto?	¿Cuánto es la afectación del problema?	Tiene un impacto del 50% sobre la producción y lo que puede incurrir en lesiones lo que conlleva a la incapacidad con una duración mayor a 30 días.

**Tabla 23.** 5W de la Máquina Esmeril de banca

Esmeril de banca		
Ítem	Descripción	Problema
¿Cuál?	¿Cuál es el problema?	Presenta atascamiento de rodamiento
¿Qué?	¿Qué es lo que está sucediendo?	Al realizar el trabajo, se genera residuos que afectan al rodamiento por no estar correctamente sellado; por tanto, sucede por apuro o mal ajuste, causando un sobreesfuerzo de la máquina. Esta falla se presenta entre 4 y 6 veces por semestre.
¿Dónde?	¿Dónde se identificó el problema?	En el área de mantenimiento
¿Cuándo?	¿Cuándo ocurre el problema?	Cuando se está brindando un servicio de mantenimiento
¿Cuánto?	¿Cuánto es la afectación del problema?	Tiene un impacto del 50% sobre la producción y lo que puede incurrir en lesiones lo que conlleva a la incapacidad con una duración mayor a 30 días.

**Tabla 24.** 5W de la Máquina de Soldar

Máquina de soldar		
Ítem	Descripción	Problema
¿Cuál?	¿Cuál es el problema?	Presenta desgaste del tubo de contacto
¿Qué?	¿Qué es lo que está sucediendo?	Los diodos de la máquina están sujetos por una pinza; la mala manipulación o la utilización máxima de los diodos ocasiona que la pinza se desgaste. Esta falla se presenta entre 4 y 6 veces por semestre.
¿Dónde?	¿Dónde se identificó el problema?	En el área de mantenimiento
¿Cuándo?	¿Cuándo ocurre el problema?	Cuando se está brindando un servicio de mantenimiento
¿Cuánto?	¿Cuánto es la afectación del problema?	Tiene un impacto del 50% sobre la producción y lo que puede incurrir en lesiones lo que conlleva a la incapacidad con una duración mayor a 30 días.

**Tabla 25.** 5W de la Cepilladora

Cepilladora		
Ítem	Descripción	Problema
¿Cuál?	¿Cuál es el problema?	Presenta mesa holgada.
¿Qué?	¿Qué es lo que está sucediendo?	Se presenta cuando existe un mal ajuste por parte del personal. Esta falla se presenta entre 6 y 8 veces por semestre.
¿Dónde?	¿Dónde se identificó el problema?	En el área de mantenimiento
¿Cuándo?	¿Cuándo ocurre el problema?	Cuando se está brindando un servicio de mantenimiento
¿Cuánto?	¿Cuánto es la afectación del problema?	Tiene un impacto del 50% sobre la producción y lo que puede incurrir en lesiones lo que conlleva a la incapacidad con una duración mayor a 30 días.

**Tabla 26.** 5W de la Máquina Torno

Torno		
Ítem	Descripción	Problema
¿Cuál?	¿Cuál es el problema?	Presenta desalineamiento de husillo o plato de sujeción
¿Qué?	¿Qué es lo que está sucediendo?	No existe un correcto ajuste o calibración lo que provoca una desviación. Esta falla se presenta entre 4 y 6 veces por semestre.
¿Dónde?	¿Dónde se identificó el problema?	En el área de mantenimiento
¿Cuándo?	¿Cuándo ocurre el problema?	Cuando se está brindando un servicio de mantenimiento
¿Cuánto?	¿Cuánto es la afectación del problema?	Tiene un impacto del 75% sobre la producción, y lo que puede incurrir en lesiones lo que conlleva a la incapacidad con una duración mayor a 30 días y su costo de reparación sobrepasa los S/ 900.00.

El análisis de cada máquina permitió detectar que las fallas ocurren, principalmente, por una falta de capacitación en manipulación de la maquinaria, falta de limpieza y una falta de mantenimiento frecuente. Por este motivo, se ejecutaron los siguientes pilares.

#### **4.3.2. Pilar 2: Mantenimiento autónomo**

Este pilar desarrolla la metodología 5s como base para alcanzar su objetivo, el cual es que cada trabajador sea responsable de una máquina para poder monitorearla a través de tareas simples. Para ello, se aplicó lo siguiente:

##### **Limpieza de las máquinas**

Limpiar las máquinas debe ser una actividad que se realice frecuentemente, sobre todo, si la naturaleza del trabajo lo exige aún más; por ello, es importante distinguir

que existen 2 tipos de limpieza: superficial y profunda.

Para la limpieza profunda se debe desarmar la máquina y profundizar en las necesidades de limpieza de la máquina; para la limpieza superficial, es necesario mantener limpia la parte externa de la máquina, partes visibles que pueden ser limpiadas. En el mantenimiento autónomo, el tipo de limpieza que se desarrolla es la limpieza superficial.

Actualmente, se observa que no existe un control de la limpieza superficial de las máquinas; ya que no se tiene algún registro donde se encuentre esta información; además es factible indicar que este tipo de limpieza no se realiza frecuentemente debido a las fallas que presentan las máquinas por esta razón. En ese sentido, a continuación, se elaboró un cronograma de limpieza superficial para las máquinas críticas identificadas

**Tabla 27.** Cronograma de limpieza de las máquinas

Operarios	Máquinas	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Sábado	
		I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F
Operario 1	Taladro vertical	X				X							
	Mandrinadora	X				X							
	Esmeril de banca	X				X							
	Máquina de soldar							X	X				
	Cepilladora							X	X				
	Torno							X	X				
Operario 2	Taladro vertical				X			X		X			
	Mandrinadora				X			X		X			
	Esmeril de banca				X			X		X			
	Máquina de soldar	X											X
	Cepilladora	X											X
	Torno	X											X
Operario 3	Taladro vertical	X									X		
	Mandrinadora	X									X		
	Esmeril de banca	X									X		
	Máquina de soldar				X		X	X					
	Cepilladora				X		X	X					
	Torno				X		X	X					
Operario 4	Taladro vertical						X						X
	Mandrinadora						X						X
	Esmeril de banca						X						X
	Máquina de soldar	X	X									X	
	Cepilladora	X	X									X	
	Torno	X	X									X	

Operario 5	Taladro vertical	X				X
	Mandrinadora	X				X
	Esmeril de banca	X				X
	Máquina de soldar		X	X	X	
	Cepilladora		X	X	X	
	Torno		X	X	X	

Se observa que la limpieza superficial de las máquinas es diaria, la cual es realizada por todos los trabajadores en el transcurso de la semana; asimismo, si el trabajador debe realizar la limpieza al inicio del turno o al final.

### Lubricación de las máquinas

Mantener lubricadas las máquinas, es un punto importante dentro del mantenimiento; ya que mantienen funcionando la máquina de manera correcta; por este motivo, se implementó un cronograma de lubricación para que los operarios puedan realizar esta actividad en todas las máquinas, claro está que, al ser un mantenimiento autónomo, la lubricación realizada no representa ningún sobre esfuerzo o complicación de la que normalmente se realiza en un mantenimiento preventivo. A continuación, se presenta el cronograma:

**Tabla 28.** Cronograma de limpieza de las máquinas

2022	Máquinas	Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Operario 1	Taladro vertical		X				X														X
	Mandrinadora		X				X														
	Esmeril de banca																				
	Máquina de soldar																				
	Cepilladora														X						
	Torno																				
Operario 2	Taladro vertical																				
	Mandrinadora																				
	Esmeril de banca			X			X														
	Máquina de soldar			X			X														X
	Cepilladora																				
	Torno										X										
Operario	Taladro vertical																				
	Mandrinadora																				
	Esmeril de banca																				

	Máquina de soldar					
	Cepilladora	X	X	X		
	Torno	X	X		X	
Operario 4	Taladro vertical			X	X	
	Mandrinadora			X	X	X
	Esmeril de banca					X
	Máquina de soldar					
	Cepilladora					
	Torno					
Operario 5	Taladro vertical					
	Mandrinadora					
	Esmeril de banca			X	X	
	Máquina de soldar			X	X	
	Cepilladora					X
	Torno					X

De esta manera, durante el transcurso de los meses que restan del año 2022, los trabajadores del área de mantenimiento tienen que lubricar todas las máquinas cada 4 semanas; para ello, gracias al cronograma, cada trabajador sabe que máquinas y cuándo deben lubricarlas.

### **Estándares de limpieza y lubricación**

Los estándares brindan una guía de lo que el trabajador debe realizar por cada máquina, en cuestión de limpieza y lubricación; cada trabajador de acuerdo con el cronograma de limpieza y al cronograma de lubricación debe desarrollar las actividades plasmadas en el Procedimiento Estándar de Limpieza y Lubricación, la cual se encuentra en el Anexo 22.

Cabe mencionar que, si se encuentra algún defecto desconocido en la máquina debe reportarse inmediatamente al jefe de mantenimiento; ya sea, al inicio de turno o final de turno.

### **Inspección y monitoreo**

El jefe de mantenimiento debe supervisar las actividades de limpieza y lubricación, asegurándose que sigan correctamente el procedimiento estándar de limpieza y lubricación. Por tanto, se desarrolló un checklist para que el jefe de mantenimiento

pueda controlar el cumplimiento de estas actividades diariamente:



		<b>CHECKLIST DE CONTROL DE LAS ACTIVIDADES DE LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN</b>		
Responsable		Gabriel Calderon Moscoso		
Fecha de inspección		21/07/2022		
Máquina				
Inicio de turno				
Actividades	Cumplimiento		Observaciones	
	SI	NO		
Utilización de los equipos de protección personal guantes, lentes, cubrebocas y casco	X			
Utilización de trapos industriales.	X			
Utilización de disolventes adecuados.	X			
Verificar puertas de tableros eléctricos cerrados, si aplica.	X			
Revisar ajuste de tornillos sobre la mesa, si aplica.	X			
Retiro de partículas de la superficie		X	partículas a la vista	
Sopleteo de la máquina para limpieza	X			
Engrasar partes metálicas superficiales	X			
Revisar nivel de aceite según sea necesario	X			
Verificar estado óptimo de la máquina	X			
Final de turno				
Actividades	Cumplimiento		Observaciones	
	SI	NO		
Desconectar la máquina	X			
Utilización de los equipos de protección personal guantes, lentes, cubrebocas y casco	X			
Utilización de trapos industriales.	X			
Utilización de disolventes adecuados	X			
Verificar puertas de tableros eléctricos cerrados, si aplica	X			
Retiro de partículas de la superficie		X	partículas a la vista	
Colocar funda, si aplica.	X			
 _____ RESPONSABLE				

Figura 19. Check list de monitoreo e inspección



## Inspección autónoma

De esta manera, los trabajadores deben cumplir con el Procedimiento Estándar de Limpieza y Lubricación (Anexo 22); para ello, con la finalidad de que ellos mismos supervisen y cumplan con las actividades del procedimiento, se elaboró un checklist para cada máquina que debe ser completada y entregada al jefe de mantenimiento.


		MANTENIMIENTO AUTÓNOMO		
MÁQUINA TALADRO VERTICAL				
Responsable:		Elmer Hernandez		
Fecha de inspección:		25/07/2022		
Inicio de turno				
Actividades	Cumplimiento		Observaciones	
	SI	NO		
Utilizar los equipos de protección personal: guantes, lentes, cubrebocas y casco.	✓			
Utilizar trapos industriales.	✓			
Utilizar disolventes adecuados.	✓			
Revisar que los tornillos de fijación estén correctamente ajustados sobre la mesa.	✓			
Aplicar una ligera capa de aceite por las graseras del taladro	✓			
Aplicar una ligera capa de aceite en la columna y cremallera	✓			
Cambiar el aceite refrigerante	✓			
Verificar el estado de la máquina	✓			
Verificar el funcionamiento del motor eléctrico	✓			
Verificar el funcionamiento de la bomba de refrigeración.	✓			
<b>TOTAL</b>				
Responsable:				
Final de turno				
Actividades	Cumplimiento		Observaciones	
	SI	NO		
Desconectar la máquina	✓			
Utilizar equipos de protección personal: guantes, lentes, cubrebocas y casco.	✓			
Utilizar trapos industriales.	✓			
Utilizar disolventes adecuados.	✓			
Sopletear con una manguera neumática toda la máquina.	✓			
Limpiar la rebaba excedente	✓			
Tapar con una funda	✓			
<b>TOTAL</b>				

Figura 20. Check list de mantenimiento autónomo del taladro vertical


		MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	
MÁQUINA MANDRINADORA			
Responsable: <i>Wilson Santos</i>			
Fecha de inspección: <i>25/02/2022</i>			
Inicio de turno			
Actividades	Cumplimiento		Observaciones
	SI	NO	
Utilizar los equipos de protección personal: guantes, lentes, cubrebocas y casco.	<input checked="" type="checkbox"/>		
Utilizar trapos industriales.	<input checked="" type="checkbox"/>		
Utilizar disolventes adecuados.	<input checked="" type="checkbox"/>		
Verificar que las puertas del tablero eléctrico se encuentren cerradas.	<input checked="" type="checkbox"/>		
Verificar que no se presente piezas que obstruya el movimiento de los carros.	<input checked="" type="checkbox"/>		
Verificar que la presión del aceite del sistema hidráulico de fijación del cabezal de huesillo sea de 30 kg/cm <sup>2</sup>	<input checked="" type="checkbox"/>		
Verificar que la presión del aceite del sistema hidráulico de fijación de los carros y mesa porta piezas sea de 75 kg/cm <sup>2</sup> .	<input checked="" type="checkbox"/>		
Lubricar superficialmente el rodamiento del brazo de huesillo, las guías del cabezal del huesillo y los carros acondicionando la bomba manual.	<input checked="" type="checkbox"/>		
Verificar el estado de la máquina	<input checked="" type="checkbox"/>		
Conectar el equipo y probar su funcionamiento	<input checked="" type="checkbox"/>		
<b>TOTAL</b>			
Responsable:			
Final de turno			
Actividades	Cumplimiento		Observaciones
	SI	NO	
Desconectar la máquina	<input checked="" type="checkbox"/>		
Utilizar equipos de protección personal: guantes, lentes, cubrebocas y casco.	<input checked="" type="checkbox"/>		
Utilizar trapos industriales.	<input checked="" type="checkbox"/>		
Utilizar disolventes adecuados.	<input checked="" type="checkbox"/>		
Verificar que las puertas del tablero eléctrico se encuentren cerradas.	<input checked="" type="checkbox"/>		
Verificar que no se presente piezas que obstruya el movimiento de los carros.	<input checked="" type="checkbox"/>		
Sopletear con una manguera neumática toda la máquina	<input checked="" type="checkbox"/>		
<b>TOTAL</b>			

Figura 21. Check list de mantenimiento autónomo de la mandrinadora


		MANTENIMIENTO AUTÓNOMO		
MÁQUINA ESMERIL DE BANCA				
Responsable: <i>Divan Tello</i>				
Fecha de inspección: <i>27/01/2022</i>				
Inicio de turno				
Actividades	Cumplimiento		Observaciones	
	SI	NO		
Utilizar los equipos de protección personal: guantes, lentes, cubrebocas y casco.	X			
Utilizar trapos industriales.		X		<i>trapos en mal estado</i>
Utilizar disolventes adecuados.	X			
Verificar que la máquina se encuentre correctamente fijada.	X			
Verificar que la rueda abrasiva, las bridas y protecciones estén bien colocadas.	X			
Verificar el estado óptimo de máquina.	X			
Conectar el equipo y probar su funcionamiento	X			
<b>TOTAL</b>				
Responsable:				
Final de turno				
Actividades	Cumplimiento		Observaciones	
	SI	NO		
Desconectar la máquina	X			
Utilizar equipos de protección personal: guantes, lentes, cubrebocas y casco.	X			
Utilizar trapos industriales.		X		<i>trapos en mal estado</i>
Utilizar disolventes adecuados.	X			
Verificar que la máquina se encuentre correctamente fijada.	X			
Verificar que la rueda abrasiva, las bridas y protecciones estén bien colocadas.	X			
Limpiar los residuos de las operaciones con la máquina	X			
Colocar las guardas de protección	X			
<b>TOTAL</b>				

Figura 22. Checklist de mantenimiento autónomo del esmeril de banca




		MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	
MÁQUINA DE SOLDAR			
Responsable: <i>Juan Carhuavina</i>			
Fecha de inspección: <i>26/07/2022</i>			
Inicio de turno			
Actividades	Cumplimiento		Observaciones
	SI	NO	
Utilizar los equipos de protección personal: guantes, lentes, cubrebocas y casco.	<input checked="" type="checkbox"/>		
Utilizar trapos industriales.		<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Material en mal estado</i>
Utilizar disolventes adecuados.	<input checked="" type="checkbox"/>		
Verificar el ajuste de la presión del sistema	<input checked="" type="checkbox"/>		
Verificar el fluido hidráulico.	<input checked="" type="checkbox"/>		
Lubricar la clavija pivotante de mordaza, los anillos de montaje pivotantes de la cortadora, los anillos de montaje pivotantes del calentador y la cortadora.	<input checked="" type="checkbox"/>		
Verificar el aceite del motor.	<input checked="" type="checkbox"/>		
Ajustar la temperatura del calentador	<input checked="" type="checkbox"/>		
Verificar el estado óptimo de la máquina	<input checked="" type="checkbox"/>		
Conectar el equipo y probar su funcionamiento	<input checked="" type="checkbox"/>		
<b>TOTAL</b>			
Responsable:			
Final de turno			
Actividades	Cumplimiento		Observaciones
	SI	NO	
Desconectar la máquina	<input checked="" type="checkbox"/>		
Utilizar equipos de protección personal: guantes, lentes, cubrebocas y casco.	<input checked="" type="checkbox"/>		
Utilizar trapos industriales.		<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Material en mal estado</i>
Utilizar disolventes adecuados.	<input checked="" type="checkbox"/>		
Verificar el ajuste de la presión del sistema	<input checked="" type="checkbox"/>		
Verificar el fluido hidráulico.	<input checked="" type="checkbox"/>		
Limpia el calentador.	<input checked="" type="checkbox"/>		
<b>TOTAL</b>			

Figura 23. Checklist de mantenimiento autónomo de la máquina de soldar


	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO		
MÁQUINA CEPILLADORA			
Responsable: <i>Antonio Cuera</i>			
Fecha de inspección: <i>26/07/2022</i>			
Inicio de turno			
Actividades	Cumplimiento		Observaciones
	SI	NO	
Utilizar los equipos de protección personal: guantes, lentes, cubrebocas y casco.	✓		
Utilizar trapos industriales.	✓		
Utilizar disolventes adecuados.		✓	<i>disolvente no apto</i>
Ajustar los tornillos de la cubierta de poleas y de la estructura de la cepilladora.	✓		
Ajustar el deflector de viruta mediante la tensión de 3 tornillos de cabeza hexagonal.	✓		
Verificar el correcto funcionamiento de las cuchillas de corte.	✓		
Verificar el estado óptimo de la máquina	✓		
Conectar el equipo y probar su funcionamiento	✓		
<b>TOTAL</b>			
Responsable:			
Final de turno			
Actividades	Cumplimiento		Observaciones
	SI	NO	
Desconectar la máquina	✓		
Utilizar equipos de protección personal: guantes, lentes, cubrebocas y casco.	✓		
Utilizar trapos industriales.	✓		
Utilizar disolventes adecuados.		✓	<i>disolvente no apto</i>
Remover los residuos utilizando un soplador de aire	✓		
<b>TOTAL</b>			

Figura 24. Checklist de mantenimiento autónomo de la cepilladora


		MANTENIMIENTO AUTÓNOMO		
MÁQUINA TORNO				
Responsable: <i>Carlos Montiel</i>				
Fecha de inspección: <i>27/07/2022</i>				
Inicio de turno				
Actividades	Cumplimiento		Observaciones	
	SI	NO		
Utilizar los equipos de protección personal: guantes, lentes, cubrebocas y casco.	X			
Utilizar trapos industriales.	X			
Utilizar disolventes adecuados.	X			
Verificar que las puertas del tablero eléctrico estén cerradas	X			
Verificar la sujeción de la pieza mediante el ajuste de las mordazas.	X			
Verificar tornillo de fijación de la torre porta herramienta.	X			
Verificar la posición de los apoyos de las barras de roscar, cilindrar y de mandos.	X			
Verificar el correcto funcionamiento de la máquina.	X			
Conectar el equipo y probar su funcionamiento	X			
<b>TOTAL</b>				
Responsable:				
Final de turno				
Actividades	Cumplimiento		Observaciones	
	SI	NO		
Verificar que las puertas del tablero eléctrico estén cerradas.	X			
Desconectar la máquina	X			
Utilizar equipos de protección personal: guantes, lentes, cubrebocas y casco.	X			
Utilizar trapos industriales.	X			
Utilizar disolventes adecuados.	X			
Limpiar la base de la máquina y partes vitales.	X			
Lubricar las superficies pulidas.	X			
<b>TOTAL</b>				

Figura 25. Checklist de mantenimiento autónomo del torno



### 4.3.3. Pilar 3: Mantenimiento Planificado

Para la elaboración del Plan de Mantenimiento Preventivo; primero, se estableció un Procedimiento para su elaboración, la cual se encuentra en la Figura 26; gracias a ello, se elaboró el Plan de Mantenimiento Preventivo, el cual se encuentra plasmado en el Anexo 24 y se detalla por máquina las actividades que deben realizarse para su mantenimiento y cada cuánto tiempo se debe realizar el mantenimiento.

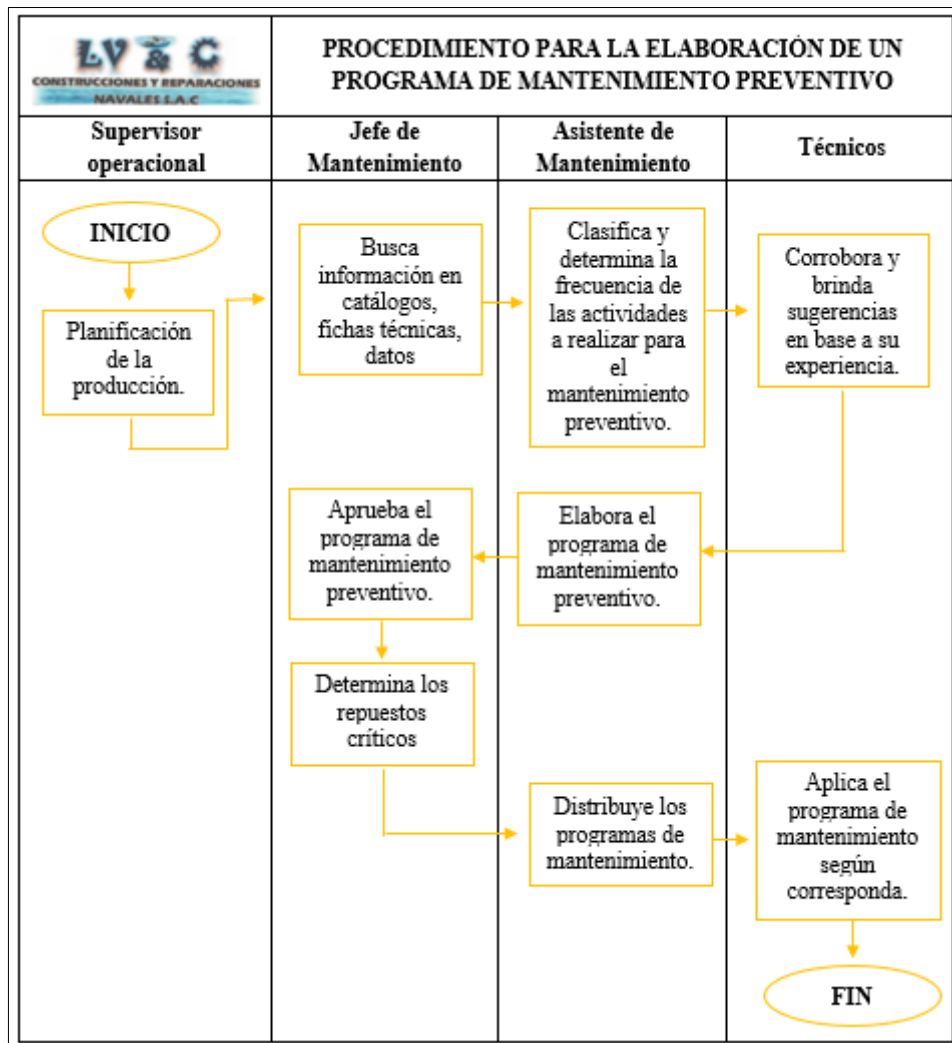


Figura 26. Procedimiento para la elaboración de un programa de mantenimiento preventivo

El Plan de Mantenimiento Preventivo de cada máquina crítica se realizó de acuerdo con los tiempos que allí establece; para ello, se realizó un Cronograma Anual de Mantenimiento Preventivo, según la Figura 27:


	CRONOGRAMA ANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO											
Mensual	M	Semestral					S	Anual			A	
Máquinas	2022 – 2023											
	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Taladro vertical	M	S	M	M	A	M	M	S	M	M	M	M
Mandrinadora	M	M	S	M	A	M	M	M	S	M	M	M
Esmeril de banca	S	M	M	M	A	M	S	M	M	M	M	M
Máquina de soldar	M	S	M	M	M	M	M	S	M	M	A	M
Cepilladora	M	M	S	M	M	M	M	M	S	M	A	M
Torno	S	M	M	M	M	M	S	M	M	M	A	M

Figura 27. Cronograma anual de mantenimiento preventivo

En la Figura 27, se visualiza el cronograma el cual indica los tipos de mantenimiento que se deben realizar durante el año; ya sea, mensual, semestral o anual, desarrollando las actividades que corresponden a cada tiempo, según el Plan de Mantenimiento Preventivo (Anexo 24).

#### 4.3.4. Pilar 4: Capacitaciones

Parte importante de la implementación de una mejora en algún proceso, es la capacitación; ya que, de esta manera los trabajadores comprenden el objetivo del proceso de mejora, se comprometen con la mejora y optimizan los resultados esperados.

Por esta razón, se realizó una capacitación para socializar a los trabajadores en relación al TPM, para darle a conocer los resultados del diagnóstico y comprometerse a la mejora, en el anexo 25 se puede verificar el registro de capacitación. A continuación, se observa en la Figura 28, el cronograma de capacitación, asimismo en la figura 29, se muestra una de las capacitaciones realizada a los trabajadores en el área de mantenimiento:



	CAPACITACIÓN MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL							
	Temas de Capacitación	Responsable	Personal a capacitar	Tiempo (minutos)	Julio			
					1	2	3	4
Importancia del mantenimiento.	Supervisor operacional	Todos los trabajadores del departamento de mantenimiento	20	x				
Identificación del problema: disponibilidad baja	Jefe de mantenimiento		60	x				
Ejecución de Pilar 1	Jefe de mantenimiento		15		x			
Análisis del problema: máquinas críticas	Jefe de mantenimiento		45	x				
Presentación de la metodología del TPM	Asistente de mantenimiento		30	x				
Finalidad de las capacitaciones	Jefe de mantenimiento		15		x			
Presentación del Comité TPM	Jefe de mantenimiento		15		x			
Identificación de los pilares del TPM	Jefe de mantenimiento		30		x			
Procedimiento de implementación del TPM	Jefe de mantenimiento		20		x			
Ejecución de Pilar 2	Jefe de mantenimiento		15		x			
Metodología de las 5 "S"	Jefe de mantenimiento		30		x			
Mantenimiento autónomo	Jefe de mantenimiento		45				x	
Explicación de los registros implementados.			20					
Ejecución de Pilar 3	Jefe de mantenimiento		15				x	
Mantenimiento planificado	Supervisor operacional		45				x	

Figura 28. Cronograma de capacitación TPM



*Figura 29. Capacitación de los trabajadores*

#### **4.4. Evaluar la disponibilidad de las máquinas después de aplicar el mantenimiento productivo total de la empresa LV&C SAC.**

Después de la implementación del TPM, se procedió con la evaluación de la disponibilidad con la finalidad de determinar si se obtuvo una mejora al respecto. Es por ello, que se consideró evaluar la disponibilidad en los meses siguientes, entre agosto, septiembre y octubre del presente año. A continuación, se muestra el resumen de la disponibilidad de las máquinas durante los 3 meses mencionados.

**Tabla 29.** Disponibilidad después de la implementación – Taladro vertical

Mes	Fresadora		Disponibilidad (%)
	MTBF	MTTR	
Agosto	14.625	9.375	61
Septiembre	14.6	6.78	68
Octubre	33.3	0.69	69
promedio	20.81	5.62	66

Tal como se muestra en la tabla 29, la disponibilidad de la máquina fresadora después de la aplicación, según los datos mostrados en el mes de agosto tuvo una disponibilidad del 61% asimismo en el mes de septiembre se ve un incremento del 68% y en el mes de octubre de un 69%. En base a ello el promedio general de la disponibilidad evaluado de los 3 meses mencionados es de 66%.

**Tabla 30.** Disponibilidad después de la implementación – taladro vertical

<b>Taladro Vertical</b>			
<b>Mes</b>	<b>MTBF</b>	<b>MTTR</b>	<b>Disponibilidad (%)</b>
Agosto	3.63	2.09	60
Septiembre	6.80	2.80	71
Octubre	8.25	3.75	69
promedio	6.23	2.9	67

Tal como se muestra en la tabla 30, la disponibilidad de la máquina taladro vertical después de la implementación de la mejora, se obtuvo una disponibilidad en el mes de agosto del 60%, asimismo, en el mes de septiembre la disponibilidad fue de 71% y en octubre fue de un 69%; respecto a ello el promedio general evaluado dentro de los 3 meses mencionados fue del 67%.

**Tabla 31.** Disponibilidad después de la implementación – mandrinadora

<b>Mandrinadora</b>			
<b>Mes</b>	<b>MTBF</b>	<b>MTTR</b>	<b>Disponibilidad (%)</b>
Agosto	13.75	4.25	76
Septiembre	13.13	4.88	73
Octubre	28.75	7.25	80
promedio	18.54	5.5	76

Según la tabla 31, la disponibilidad de la máquina mandriladora después de la implementación de la mejora, se evidencia que en el mes de agosto se obtuvo una disponibilidad del 76%, con respecto a septiembre la disponibilidad disminuyó en un 73% pero en el mes de octubre se obtuvo una disponibilidad del 80%. En base a lo mencionado, el promedio general de la disponibilidad de la máquina mandriladora evaluado durante los 3 meses mencionados fue del 76%.

**Tabla 32.** Disponibilidad después de la implementación – esmeril de banco

<b>Esmeril De Banco</b>			
<b>Mes</b>	<b>MTBF</b>	<b>MTTR</b>	<b>Disponibilidad (%)</b>
Agosto	13.25	4.75	74
Septiembre	22.00	6.80	76
Octubre	13.50	4.50	75
promedio	16.25	5.4	75

Según la tabla 32 la disponibilidad de la máquina esmeril de Banco evaluado después de la implementación, tuvo un promedio del 75%. Cabe mencionar que los meses evaluados fueron agosto con una disponibilidad del 74%, septiembre con una disponibilidad de 76% y octubre del 75%.

**Tabla 33.** Disponibilidad después de la implementación – máquina de soldar

<b>Máquina De Soldar</b>			
<b>Mes</b>	<b>MTBF</b>	<b>MTTR</b>	<b>Disponibilidad (%)</b>
Agosto	9.75	2.25	81
Septiembre	7.60	2.00	79
Octubre	18.25	5.75	76
promedio	11.87	3.3	79

De acuerdo con la tabla 32 se muestra la disponibilidad después de la implementación de la máquina de soldar. En base a ello se evidencia que en el mes de agosto la disponibilidad fue del 81%, septiembre 79% y octubre del 76%.

**Tabla 34.** Disponibilidad después de la implementación – cepilladora

<b>Cepilladora</b>			
<b>Mes</b>	<b>MTBF</b>	<b>MTTR</b>	<b>Disponibilidad (%)</b>
Agosto	7.67	4.33	64
Septiembre	6.00	3.00	67
Octubre	13.00	5.00	72
promedio	8.89	4.1	68

Según la tabla 34 el promedio de la disponibilidad después de la implementación de la máquina cepilladora fue del 68%. Cabe mencionar que los meses evaluados fueron agosto, septiembre y octubre con una disponibilidad de 64%, 67%, y 72% respectivamente.

**Tabla 35.** Disponibilidad después de la implementación – torno

<b>Torno</b>			
<b>Mes</b>	<b>MTBF</b>	<b>MTTR</b>	<b>Disponibilidad (%)</b>
Agosto	24.5	7.5	77
Septiembre	13.1	6.1	68
Octubre	16.1	7.9	67
promedio	17.91	7.2	71

Tal como se muestra en la tabla 31 la disponibilidad de la máquina torno después de la implementación fue del 71%. En ese sentido es preciso mencionar que la evaluación fue realizada durante los meses de agosto, septiembre y octubre; dónde la disponibilidad fue de 77%, 68% y 67% respectivamente.

**Tabla 36.** Disponibilidad después de la implementación – sierra mecánica

<b>Sierra Mecánica</b>			
<b>Mes</b>	<b>MTBF</b>	<b>MTTR</b>	<b>Disponibilidad (%)</b>
Agosto	6.25	2.75	69
Septiembre	8.00	4.00	67
Octubre	6.00	3.00	67
promedio	6.75	3.3	68

Según la tabla 36 la disponibilidad promedio de la máquina Sierra mecánica, después de la implementación de la mejora fue del 68%. En ese sentido es preciso mencionar que durante el mes de agosto la disponibilidad fue del 69% en el mes de septiembre y octubre se obtuvo una disponibilidad del 67%.

**Tabla 37.** Resumen de la disponibilidad después de la mejora

Resumen			
Equipos	MTBF	MTTR	Disponibilidad (%)
Fresadora	20.81	5.62	66
Taladro vertical	6.23	2.88	67
Mandrinadora	18.54	5.46	76
Esmeril de banco	16.25	5.35	75
Máquina de soldar	11.87	3.33	79
Cepilladora	8.89	4.11	68
Torno	17.91	7.16	71
Sierra mecánica	6.75	3.25	68
promedio			71

Después de haber presentado el resultado de la evaluación de la disponibilidad por cada máquina, en la tabla 37 se presentó el resumen general de la disponibilidad después de la implementación de la mejora de los equipo estudiados; en base a ello se puede evidenciar que la máquina fresadora tuvo una disponibilidad total del 66%, taladro vertical 67%, mandriladora 76%, esmeril de Banco 75% cepilladora 68%, torno 71% y cierra mecánica 68%, en ese sentido el promedio de la disponibilidad de todos los equipos durante los meses de agosto septiembre y octubre del año en curso fue del 71%.

**Tabla 38.** Eficiencia global de los equipos

D Disponibilidad	R Rendimiento (%)	C Calidad (%)	OEE (%)
71%	96	95	65
71%	96	95	65
72%	95	97	66
PROMEDIO			66

Asimismo, para poder determinar la eficiencia global de los equipos en primera instancia se tuvo que determinar el rendimiento y calidad, tal como se muestra en la tabla 38 el rendimiento en el mes de agosto fue de 96%, septiembre 96% y octubre de 95%; asimismo, los resultados de la evaluación del indicador de calidad fueron de 95% en el mes de agosto, 95% septiembre y 97% en octubre. En base a

lo mencionado se obtuvo un promedio de 66% referente a la eficiencia global de los equipos. Lo cual significa que está dentro del criterio de evaluación regular lo que significa que aún hay pérdidas económicas pero el puntaje es aceptable debido a que está aún en un proceso de mejora.

### **Análisis descriptivo de la variable dependiente**

**Tabla 39.** Análisis descriptivo – MTBF

	MTBF INICIAL	MTBF FINAL
Media	5,5667	13,4067
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior 5,3675 Límite superior 21,4458	
Media recortada al 5%	-	-
Mediana	5,5200	11,6800
Varianza	,008	10,473
Desviación estándar	,08963	3,23619
Mínimo	5,51	11,40
Máximo	5,67	17,14
Rango	,16	5,74
Rango intercuartil	-	-
Asimetría	1,708	1,717
Curtosis	-	-
Curtosis	-	-

Después de realizar el análisis descriptivo, se puede visualizar en la tabla 39 que el promedio del MTBF inicial fue de 5.56 y después de la implementación la media (promedio) del MTBF fue de 13.40, asimismo, la desviación estándar inicialmente fue de 0.89 y después de la mejora se obtuvo 3.23.

**Tabla 40.** Análisis descriptivo – MTTR

		MTTR INICIAL	MTTR FINAL
Media		4,1967	4,6433
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	4,4046	
	Límite superior	4,8820	
Media recortada al 5%			
Mediana		4,1900	4,6600
Varianza		,012	,009
Desviación estándar		,11015	,09609
Mínimo		4,09	4,54
Máximo		4,31	4,73
Rango		,22	,19
Rango intercuartil			
Asimetría		,271	-,757
Curtosis			

Después de realizar el análisis descriptivo, se puede visualizar en la tabla 40 que el promedio del MTTR inicial fue de 4.16 y después de la implementación la media (promedio) del MTTR fue de 4.64, asimismo, la desviación estándar inicial fue de 0.11 y después de la mejora fue de 0.96.

**Tabla 41.** Análisis descriptivo – Disponibilidad

		Disponibilidad Inicial	Disponibilidad Final
Media		,5600	,7100
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,6852	
	Límite superior	,7348	
Media recortada al 5%			
Mediana		,5600	,7100
Varianza		,000	,000
Desviación estándar		,02000	,01000
Mínimo		,54	,70
Máximo		,58	,72
Rango		,04	,02
Rango intercuartil			
Asimetría		,000	,000
Curtosis			

Después de realizar el análisis descriptivo, se puede visualizar en la tabla 41 que el promedio de la disponibilidad inicial fue de 56% y después de la implementación la media (promedio) de la disponibilidad fue de 71%, asimismo, la desviación estándar inicial fue de 0.02 y después de la mejora fue de 0.10.



**Tabla 42.** Análisis descriptivo – Rendimiento

		Rendimiento Inicial	Rendimiento Final
Media		,8233	,9567
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,9423	
	Límite superior	,9710	
Media recortada al 5%		.	.
Mediana		,8300	,9600
Varianza		,002	,000
Desviación estándar		,04041	,00577
Mínimo		,78	,95
Máximo		,86	,96
Rango		,08	,01
Rango intercuartil		.	.
Asimetría		-,722	-1,732
Curtosis		.	.

Después de realizar el análisis descriptivo, se puede visualizar en la tabla 42 que el promedio del rendimiento inicial fue de 82% y después de la implementación la media (promedio) del rendimiento fue de 95%, asimismo, la desviación estándar inicial fue de 0.04 y después de la mejora fue de 0.05.

**Tabla 43.** Análisis descriptivo – Calidad

		Calidad Inicial	Calidad Final
Media		,8533	,9567
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,9280	
	Límite superior	,9854	
Media recortada al 5%		.	.
Mediana		,8500	,9500
Varianza		,001	,000
Desviación estándar		,02517	,01155
Mínimo		,83	,95
Máximo		,88	,97
Rango		,05	,02
Rango intercuartil		.	.
Asimetría		,586	1,732
Curtosis		.	.

Después de realizar el análisis descriptivo, se puede visualizar en la tabla 43 que el promedio de la calidad inicial fue de 85% y después de la implementación la media (promedio) de la calidad fue de 95%, asimismo, la desviación estándar inicial fue de 0.02 y después de la mejora fue de 0.01.

**Tabla 44.** Análisis descriptivo

	OEE Inicial	OEE Final
Media	,3933	,6533
95% de intervalo de confianza para la media		
Límite inferior	,6390	
Límite superior	,6677	
Media recortada al 5%		
Mediana	,4100	,6500
Varianza	,001	,000
Desviación estándar	,03786	,00577
Mínimo	,35	,65
Máximo	,42	,66
Rango	,07	,01
Rango intercuartil		
Asimetría	-1,597	1,732
Curtosis		

Después de realizar el análisis descriptivo, se puede visualizar en la tabla 44 que el promedio del OEE inicial fue de 39% y después de la implementación la media (promedio) del OEE fue de 65%, asimismo, la desviación estándar inicial fue de 0.03 y después de la mejora fue de 0.005.

### Análisis inferencial

**Tabla 45.** Prueba de normalidad - MTBF

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
MTBF_I	,365	3	.	,797	3	,107
MTBF_F	,370	3	.	,786	3	,083

En la tabla 45 se muestra la prueba de normalidad de Shapiro – Wilk, cuyo resultado tuvo una significancia mayor a 0.05 (sig. = 0.107) para el MTBF antes de aplicar el TPM, es por ello que se concluye que las muestras siguen una distribución normal, asimismo, después de la implementación se muestra una significancia mayor a 0.05 (sig. = 0.083), por lo tanto, se infiere que sigue una distribución normal. En ese sentido, al seguir ambos una distribución normal, se procede analizar mediante el T de Student.

**Tabla 46.** Prueba de Student – MTBF

		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	t	gl	Sig. Bilateral
Par 1	MTBF_I – MTBF_F	7,84000	3,14657	1,81667	-4,316	2	,050

En la tabla 46, se visualiza la prueba de T de Student, la cual dio como resultado una significancia igual a 0.05, por lo que, se procede aceptar la hipótesis alterna en donde se indica que existe una mejora respecto al MTBF.

**Tabla 47.** Prueba de normalidad - MTTR

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
MTTR_I	,191	3	.	,997	3	,900
MTTR_F	,236	3	.	,977	3	,712

En la tabla 47 se muestra la prueba de normalidad dado por el estadígrafo Shapiro – Wilk, lo que da como resultado una significancia mayor a 0.05 (sig. = 0.900) para la dimensión MTTR antes de implementar el TPM, es por ello que se indica que las muestras siguen una distribución normal, asimismo, después de la implementación

se muestra una significancia mayor a 0.05 (sig. = 0.712), por lo tanto, se concluye indicando que sigue una distribución normal. En ese sentido, al seguir ambos una distribución normal, se procede analizar mediante el T de Student.

**Tabla 48.** Prueba de Student – MTTR

		Prueba de muestras emparejadas					
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	t	gl	Sig. Bilateral
Par 1	MTTR_I – MTTR_F	-,44667	,20599	,11893	-3,756	2	,054

En la tabla 48, se muestra la prueba de T de Student, cuyo resultado dio una significancia igual a 0.05, por lo tanto, se acepta procedió aceptar la hipótesis alterna en donde se indica que existe una mejora respecto al MTTR.

**Tabla 49.** Prueba de normalidad – disponibilidad

		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DISP_I		,175	3	.	1,000	3	1,000
DISP_F		,175	3	.	1,000	3	1,000

En la tabla 49 se muestra la prueba de normalidad de Shapiro – Wilk, la que da como resultado una significancia mayor a 0.05 (sig. = 1.00) para la dimensión disponibilidad antes de implementar el TPM, es por ello que se indica que sigue una distribución normal, asimismo, después de la implementación se muestra una significancia mayor a 0.05 (sig. = 1.00), por lo tanto, se concluye mencionando que sigue una distribución normal. En ese sentido, al seguir ambos una distribución normal, se procede analizar mediante el T de Student.

**Tabla 50.** Prueba de Student – disponibilidad

		Prueba de muestras emparejadas					
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	t	gl	Sig. Bilateral
Par 1	DISP_I – DISP_F	-,15000	,01732	,01000	-15,000	2	,004

En la tabla 50, se visualiza la prueba de T de Student, la cual muestra una significancia menor a 0.05, por lo tanto, se procede aceptar la hipótesis alterna en donde se indica que existe una mejora de la disponibilidad después de la implementación del TPM.

**Tabla 51.** Prueba de normalidad – Rendimiento

Pruebas de normalidad							
		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Rendi. - I		,232	3	.	,980	3	,726
Rendi. _F		,385	3	.	,750	3	,060

En la tabla 51 se muestra la prueba de normalidad del estadígrafo Shapiro – Wilk, la da como resultado una significancia mayor a 0.05 (sig. = 0.726) para la dimensión eficiencia, evaluación realizada antes de implementar el TPM, ante tal resultado se indica que sigue una distribución normal, asimismo, después de la implementación se muestra una significancia mayor a 0.05 (sig. = 0.060), por lo tanto, se concluye mencionando que sigue una distribución normal. En ese sentido, al seguir ambos una distribución normal, se procede analizar mediante el T de Student.

**Tabla 52.** Prueba de Student – Rendimiento

		Prueba de muestras emparejadas					
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	t	gl	Sig. Bilateral
Par 1	RENDIMIENTO INICIAL Y FINAL	-,13333	,04509	,02603	-5,121	2	,036

En la tabla 52, se puede observar que la prueba de T de Student, la cual dio como resultado una significancia menor a 0.05, por lo tanto, se procedió aceptar la hipótesis alterna en donde se indica que existe una mejora del rendimiento después de la implementación del TPM.

**Tabla 53.** Prueba de normalidad – Calidad

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CALIDAD_I	,219	3	.	,987	3	,780
CALIDAD_F	,385	3	.	,750	3	,600

En la tabla 53 se muestra la prueba de normalidad de Shapiro – Wilk, la que da como resultado una significancia mayor a 0.05 (sig. = 0.780) para la dimensión calidad antes de aplicar el TPM, es por ello que se indica que sigue una distribución normal, asimismo, después de la implementación se muestra una significancia mayor a 0.05 (sig. = 0.600), por lo que se menciona que sigue una distribución normal. En ese sentido, al seguir ambos una distribución normal, se procede analizar mediante el T de Student.

**Tabla 54.** Prueba de Student – Calidad

		Prueba de muestras emparejadas					
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	t	gl	Sig. Bilateral
Par 1	CALIDAD_I CALIDAD_F	-,10333	,02887	,01667	-6,200	2	,025

En la tabla 54, se puede observar la prueba de T de Student, la cual dio como resultado una significancia menor a 0.05, en ese sentido, se acepta la hipótesis alterna en donde se indica que existe una mejora de la calidad después de la implementación del TPM.

**Tabla 55.** Prueba de normalidad – OEE

		Estadísticas de muestras emparejadas			
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	OEE_I	,3933	3	,03786	,0618
	OEE_F	,6533	3	,00577	,0833

En la tabla 55 se puede observar la prueba de normalidad de Shapiro – Wilk, la que da como resultado una significancia mayor a 0.05 (sig. = 0.618) para la dimensión OEE antes de implementar el TPM, por lo que se indica que sigue una distribución normal, asimismo, después de la implementación se muestra una significancia mayor a 0.05 (sig. = 0.833), por lo tanto, se indica que sigue una distribución normal. En ese sentido, al seguir ambos una distribución normal, se procede analizar mediante el T de Student.

**Tabla 56.** Prueba de Student – OEE

		Prueba de muestras emparejadas					
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	t	gl	Sig. Bilateral
Par 1	OEE_I – OEE_F	-,26000	,03464	,02000	-13,000	2	,006

En la tabla 56, se puede observar la prueba de T de Student, la cual dio como resultado una significancia menor a 0.05, es por ello que se acepta la hipótesis alterna en donde se indica que existe una mejora del OEE (eficiencia global de los equipos) después de la implementación del TPM.



## V. DISCUSIÓN

Con la finalidad de comparar y contrastar los resultados obtenidos en la presente investigación, a continuación, se presenta la discusión de resultados en función a los objetivos específicos establecidos en el presente estudio.

Para desarrollar el primer objetivo el cual fue determinar el nivel de criticidad de las máquinas, se procedió a realizar un diagnóstico inicial, con la finalidad de verificar el estado en el que se encontraba actualmente las máquinas en el área de mantenimiento. En ese sentido, de acuerdo con Crespo et al. (2018) quien indica que el análisis de criticidad es una metodología que permite categorizar los procesos o métodos con relación al impacto que este genera, es por ello que siguiendo con lo establecido en la teoría en mención, se procedió a realizar una matriz de doble entrada donde los aspectos a considerados fueron: la frecuencia de fallas y las consecuencias o impactos, cuya finalidad fue determinar la intensidad del riesgo (menor o mayor) mediante la identificación de colores verde (criticidad baja), amarillo (criticidad media) y rojo (criticidad alta). En base a lo mencionado anteriormente y de acuerdo con el diagnóstico inicial, donde el estado del área de mantenimiento significaba una gran preocupación debido a las causas que se identificaron como la falta de capacitación, falta de mantenimiento preventivo, falta de orden y limpieza, control ineficiente del sistema de mantenimiento, entre otros, los cuales fueron obtenidos mediante los instrumentos que se aplicaron tanto a los operarios como al jefe de mantenimiento, en el que se logró identificar mediante la matriz Ishikawa varias causas que generaban el problema de la baja disponibilidad de las máquinas. Posterior a ello se procedió a diagnosticar la criticidad de cada maquinaria, con la finalidad de priorizar aquellas que presentan mayor probabilidad de ocurrencia de fallas y que podrían afectar el proceso de manera significativa. Por este motivo, se tomó en consideración los siguientes criterios: frecuencia de falla, tiempo medio para reparar, impacto sobre la producción, costo de reparación, impacto ambiental e impacto en salud y seguridad personal las máquinas de criticidad muy alta son: el taladro vertical con una frecuencia de falla alta (69) y una criticidad de 276, mandrinadora con una frecuencia de falla muy alta (47) y una criticidad de 235, esmeril de banca con una frecuencia de falla muy alta (47) y una criticidad de 235, máquina de soldar con una frecuencia de falla alta (48) y una

criticidad de 192, cepilladora con una frecuencia de falla muy alta (47) y una criticidad de 235 y el torno con una frecuencia de falla alta (63) y una criticidad de 252. Dichos resultados se comparan con la investigación realizada por Mejia y Ibaran (2021) en la que también realizó un análisis de criticidad y obtuvo 20 fallas consideradas como críticas, 12 como semi críticas y 4 como no críticas, además que en base a 9 fallas características: 6 fallas con consideradas no deseables, 2 fallas son consideradas reductibles a deseables y 1 falla es considerada aceptable, del mismo modo, el presente estudio concuerda con el trabajo realizado por Izquierdo (2018) en su estudio también aplicó los 5 criterios mencionados anteriormente para determinar la criticidad, el resultado de dicho análisis indicó un total de 7 máquinas críticas. Al igual que en el trabajo de Solis (2021), analizó la criticidad de 20 equipos de los cuales 4 fueron altamente críticos, 14 resultaron ser medianamente críticos y solo 2 tuvieron baja criticidad.

Para realizar el segundo objetivo, el cual consta en determinar la disponibilidad inicial de las máquinas de la empresa. Tomando como sustento lo definido por Ribeiro et al. (2019, p. 58) quienes define a la disponibilidad como la probabilidad de que un equipo funcione las horas de trabajo para las que fue requerido, además menciona que es posible determinar el tiempo disponible, el cual es importante porque permite tener una manera de medir el desempeño del mantenimiento, siendo aspectos que concuerdan con lo que se pretendió realizar en el presente estudio. Es por ello que se logró medir la disponibilidad mediante la división del tiempo medio entre falla (MTBF) y la suma del MTBF y el tiempo medio para reparar (MTTR) formulas definidos por Braglia, Castellano y Gallo (2019), obteniendo resultados de la disponibilidad inicial, en un periodo de 3 meses (marzo, abril y mayo) de 59% en la fresadora, 52% en el taladro vertical, 57% en la mandrinadora, 57% en el esmeril de banco, 57% en la máquina de soldar, 56% en la máquina cepilladora, 54% en la máquina de torno, 55% en la sierra mecánica y como promedio de todos los equipos una disponibilidad de 56%. Dichos resultados muestran que los equipos con una menor disponibilidad son el taladro vertical, el torno y la sierra mecánica. Este procedimiento guarda relación con la investigación realizada por Solis (2021) y Reyes (2020) en donde también analizaron los indicadores MTTR y MTBF por lo que ambos autores pudieron determinar una disponibilidad inicial de 89.62% y 82% respectivamente. Todos estos resultados

mostrados anteriormente demuestran que para poder medir y determinar la disponibilidad, se tiene que realizar en base a los indicadores: tiempo medio entre falla (MTBF) y el tiempo medio para reparar (MTTR). Por otro lado, se realizó el análisis de la eficiencia global de los equipos en los meses de marzo, abril y mayo obteniendo un OEE promedio de 40% y de acuerdo a los parámetros definidos si la OEE es menor que 65% es considerado inaceptable a diferencia de las investigaciones de Tian y Jeng (2021) e Izquierdo (2018) quienes obtuvieron una eficiencia global inicial de los equipos de 66.9% y 76.4% respectivamente.

Para el tercer objetivo en el cual se procedió a ejecutar el mantenimiento productivo total (TPM), tomando como base la teoría de Castillo, Fernández y Ángeles (2018, p. 29) quienes señalan que el principal objetivo del mantenimiento productivo total es reducir o mitigar todas las fallas de los activos fijos, mejorando de esa manera aspectos como la disponibilidad, la eficacia, eficiencia y productividades de todos los sistemas de mantenimiento y la investigación de González, Farfán y Fuentes (2018) en la que afirman que el TPM está enfocado de manera primordial a mejorar la productividad de la organización; en ambos casos señalan a la productividad como una prioridad, en ese sentido, no concuerda con el presente estudio ya que se trabajó en función de la disponibilidad, pero si se logró contrastar los resultados con el estudio realizado por Rajadell (2021, p. 265), en el que afirma que el TPM se enfoca en sus colaboradores, propiciando una cultura de mejora continua mediante capacitaciones, de manera que se mantengan activos en su rendimiento; afirmando que las capacitaciones son muy importantes puesto que permite a los trabajadores conocer los correctos y adecuados procedimientos que se debe realizar en sus actividades de mantenimiento. En ese sentido, según Yunusa-Kaltungo y Labib, (2021) para ejecutar el TPM se debe considerar la aplicación de los ocho pilares dentro de la implementación, sin embargo, para el presente estudio se consideró solo el 50%, es decir 4 de ellos, de esta manera se concuerda con el autor ya que al realizar una adecuada implementación de los pilares es posible obtener resultados deseados, es por ello que a continuación se detallan las actividades realizadas por cada pilar: El primero de ellos es la mejora enfocada, en la que se determinan y analizan las necesidades y problemas que se presentan en las diferentes partes de la empresa. Para este primer pilar se estableció un Comité conformado por responsables que se encargaron de cumplir y hacer efectivo la

aplicación del TPM, es así como, luego de que se identificaran las máquinas críticas, se organizó y analizó dicha información con la técnica 5W; el análisis de cada máquina permitió detectar que las fallas ocurren principalmente por una falta de capacitación. El segundo pilar es el mantenimiento autónomo en el cual se desarrolló la metodología 5s como base para que cada trabajador sea responsable de una máquina y que ellos mismos puedan supervisar y cumplir con las actividades de limpieza y lubricación, lo cual concuerda tanto con lo afirmado por Ben (2022), quien señala que el mantenimiento autónomo, se refiere a un solo proceso donde tanto el operador como el mantenimiento son realizados por una sola persona, como con Bernal y Parra (2020) quienes aplicaron las 5 "S" como parte del complemento del TPM. Asimismo, en el tercer pilar que es básicamente el mantenimiento planificado en el que se estableció un procedimiento para su elaboración con el detalle de las actividades que deben realizarse por máquina y el tiempo de aplicación, en otras palabras, en el tercer pilar se realizó un cronograma anual de mantenimiento preventivo, del mismo modo, en el cuarto pilar se aplicó las capacitaciones en donde los trabajadores adquirieron conocimientos sobre temas relacionados al TPM. Ambos pilares desarrollados en la investigación concuerda con Boero (2020) ya que sus resultados obtenidos guarda una estrecha relación con el estudio, ya que también en el pilar tres desarrollaron un cronograma de mantenimiento, con la finalidad de poder evitar las fallas, degradación o daño de la máquina de la empresa en estudio. Así mismo, para el pilar cuatro, el autor en mención también realizó capacitaciones con temas similares, llegando a afirmar que un equipo de colaboradores capacitados para llevar a cabo cada una de sus tareas, es garantía de un excelente desempeño. La inclusión de estos cuatro pilares implementados coincide también con la investigación realizada por González (2019) y Tian y Jeng (2021), quienes también aplicaron los mismos procedimientos.

Por último, en el cuarto objetivo se hizo una evaluación de la disponibilidad de las máquinas luego de aplicar el mantenimiento productivo total, en el que al igual que en la disponibilidad inicial de las máquinas se determinó los indicadores MTBF y MTTR, obteniendo en un periodo de 3 meses (agosto, septiembre y octubre) una disponibilidad de: 66% en la fresadora, 67% en el taladro vertical, 76% en la mandrinadora, 75% en el esmeril de banco, 79% en la máquina de soldar, 68% en la máquina cepilladora, 71% en la máquina de torno, 68% en la sierra mecánica y

como promedio de todos los equipos una disponibilidad de 71%, lo que representa una mejora del 15% en cuanto a la disponibilidad obtenida inicialmente. Estos resultados se comparan con Bernal y Parra (2020) quienes evidenciaron el incremento de la disponibilidad de los equipos de un 30% o con la investigación de Izquierdo (2018) quien inicialmente obtuvo una disponibilidad de 87% y luego de la implementación de la mejora la disponibilidad aumentó a 93%; lo que significa una mejora del 6%. Además, se realizó el análisis de la eficiencia global de los equipos donde se tuvo que determinar el rendimiento y calidad. En ese sentido, en el estudio se obtuvo resultados del rendimiento en el mes de agosto de 96%, septiembre 96% y octubre de 95% y la calidad fue de 95% en el mes de agosto, 95% septiembre y 97% en octubre. En base a lo mencionado se obtuvo un promedio del OEE de 66% ha comparación del inicio donde se evidenció un 40%, lo que significa que existe una mejora del 26% y de acuerdo con los parámetros definidos por Ahmed (2020), si la OEE se encuentra entre 65% y 75% significa que está dentro del criterio de evaluación regular. Dichos resultados se compararon con la investigación de Filscha, Meilily y Hendy (2019) en la que obtuvo una mejora del valor del OEE en un 71.27% y del valor de disponibilidad, rendimiento y valor de calidad de 82,56 %, 90,83 % y 95,04 % respectivamente. También se compara con Solis (2021) quien obtuvo una mejora en la eficiencia global de los equipos (OEE) de 76.49% a 86.18%.

## VI. CONCLUSIONES

1. En el primer objetivo, se logró determinar el nivel de criticidad de las máquinas de la empresa LV&C SAC donde las máquinas de criticidad muy alta fueron: el taladro vertical con una frecuencia de falla alta (69) y una criticidad de 276, mandrinadora con una frecuencia de falla muy alta (47) y una criticidad de 235, esmeril de banca con una frecuencia de falla muy alta (47) y una criticidad de 235, máquina de soldar con una frecuencia de falla alta (48) y una criticidad de 192, cepilladora con una frecuencia de falla muy alta (47) y una criticidad de 235 y el torno con una frecuencia de falla alta (63) y una criticidad de 252.
2. Para el segundo objetivo, se planteó determinar la disponibilidad inicial de las máquinas antes de la implementación de la mejora, se identificó las máquinas con un nivel bajo de cumplimiento las cuales fueron: la fresadora, taladro vertical, mandrinadora, esmeril de banco, máquina de soldar, cepilladora, torno y sierra mecánica, todos estos evaluados durante los meses de marzo, abril y mayo donde se evidenció el 56%, 54% y 58% de la disponibilidad inicial, teniendo como promedio 56% considerado como un resultado muy bajo para la empresa en estudio, así mismo la eficiencia global de los equipos tuvo un promedio de 40% lo que significó que el puntaje obtenido es inaceptable.
3. Para el tercer objetivo, se logró una correcta implementación del mantenimiento productivo total, teniendo en consideración que solo se basó en 4 pilares; en el primer pilar se estableció un Comité, cuyos miembros participaron activamente con la finalidad de cumplir y hacer efectivo la aplicación del TPM, así mismo se analizó cada una de las fallas de dichas máquinas mediante la técnica 5W, con la finalidad de saber exactamente qué acciones se tenían que realizar dentro de la implementación. El segundo pilar, se desarrolló en base a la metodología 5S, en ese sentido, se logró que cada trabajador sea responsable de una máquina y que ellos mismos puedan supervisar y cumplir con las actividades establecidos en el procedimiento estándar de limpieza y lubricación. En el tercer pilar es el mantenimiento planificado, se logró que cada trabajador cumpla con lo establecido con el cronograma y las actividades establecidas en el plan de

mantenimiento preventivo. Finalmente, en el cuarto pilar se aplicó las capacitaciones a los trabajadores en relación con el TPM, en ese sentido, los trabajadores mostraron una mejora respecto a la correcta ejecución de las labores de mantenimiento de las máquinas de la empresa.

4. Finalmente, en el cuarto objetivo, la evaluación de la disponibilidad de las máquinas después de aplicar el mantenimiento productivo total en promedio fue de 71%, durante los meses de agosto, septiembre y octubre. En ese sentido, se logró obtener una mejora del 15% respecto a la evaluación inicial de la disponibilidad. Así mismo, se obtuvo la eficiencia global de los equipos en un 66%, evidenciando una mejora de 26% respecto a la evaluación inicial y de acuerdo con los parámetros definidos, se encuentra dentro del criterio de evaluación regular, por lo que se concluye que la empresa se encuentra en un proceso de mejora. Por lo tanto, la aplicación del mantenimiento productivo total si logró aumentar la disponibilidad de las máquinas, de acuerdo con el análisis estadístico inferencial, cuyo resultado indicó una significancia de 0.004 lo cual es menor a 0.005, indicando de esa manera que se aceptó la hipótesis alterna debido a que si se evidenció una mejora de la disponibilidad mediante la aplicación del TPM.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda seguir llevando un control de las actividades de mantenimiento productivo total, con la finalidad de seguir mejorando los niveles de disponibilidad y eficiencia global de los equipos.
2. Se recomienda evaluar de manera constante el rendimiento de los trabajadores del área de mantenimiento, así como también continuar con las capacitaciones sobre temas del TPM que ayuden a realizar mejor sus labores.
3. Considerar la implementación de los demás pilares del mantenimiento productivo total, con la finalidad de seguir mejorando y aumentar el nivel de la eficiencia global de los equipos.
4. Medir constantemente los niveles de disponibilidad en base a los indicadores establecidos, con la finalidad de tener una correcta trazabilidad y mantener una mejora continua.



## REFERENCIAS

- AHMED, M. *Overall equipment efficiency (OEE) is a total productive maintenance (TPM) module; machine capacity is a part of all three terms: availability, performance, and quality. Each term present numerous improvement opportunities*. Primera. S.l.: Amazon Digital Services LLC. 2020. ISBN 9798690097059.
- AL-DOURI, A., KAZANTZI, V., CURRIE-GREGG, N. y EL-HALWAGI, M.M., Integrating uncertainty quantification in reliability, availability, and maintainability (RAM) analysis in the conceptual and preliminary stages of chemical process design. *Chemical Engineering Research and Design*, vol. 167, pp. 281-291, 2021. ISSN 0263-8762. DOI 10.1016/J.CHERD.2021.01.014.
- ÁLVAREZ, H. y RODRÍGUEZ, M. Consideraciones para el uso de la filosofía mantenimiento productivo total (TPM) en empresas del sector terciario. *“Escala AECEA*, 2021. vol. 1, no. 1, pp. 126-140.
- ARIAS GONZÁLES, J.L. y COVINOS GALLARDO, M., *Diseño y Metodología de la Investigación*. Arequipa: Enfoques Consulting EIRL. 2021.
- BAKIRTZIS, E.A., SIMOGLU, C.K., BISKAS, P.N. y BAKIRTZIS, A.G. Storage management by rolling stochastic unit commitment for high renewable energy penetration. *Electric Power Systems Research*, vol. 158, pp. 240-249. 2018. ISSN 0378-7796. DOI 10.1016/J.EPSR.2017.12.025.
- BEN, J.S. Implementation of Autonomous Maintenance and its Effect on MTBF, MTTR, and Reliability of a Critical Machine in a Beer Processing Plant. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies* [en línea], vol. 31, no. 1, pp. 57-66. [Consulta: 22 septiembre 2022]. 2022. ISSN 2509-0119. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/359061752>.
- BERNAL, W. y PARRA, E. Plan de aplicación del TPM para los equipos y herramientas de la planta de fabricación y ensamblaje de vehículos de Niko Racing Colombia. Universidad ECCI. 2020. Bogotá
- BERNARDI, V.,. Propuestas de mejoras en la gestión de almacenes para Intercap S.R.L. 2020. Córdoba:

- BHUNIA, A., SHAIKH, A. y CÁRDENAS, E. Centro de ciencia | Un modelo de producción-inventario parcialmente integrado con costos de inventario valorados por intervalos, demanda variable y confiabilidad flexible. *Informática blanda aplicada*, 55, 491–502 | 10.1016/j.asoc.2017.02.012. *Applied Soft Computing*, 2020.
- BOERO, C. *Mantenimiento industrial*. S.I.: Universitas. 2020
- BRAGLIA, M., CASTELLANO, D. y GALLO, M. A novel operational approach to equipment maintenance: TPM and RCM jointly at work. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, vol. 25, no. 4, pp. 612-634. 2019. ISSN 13552511. DOI 10.1108/JQME-05-2016-0018.
- CÁCERES, O. y GAMEZ, J. Aplicación de la herramienta TPM para mejorar la productividad en el proceso de granallado, empresa JCB estructuras S.A.C., 2019. Lima:
- CANAHUA APAZA, N. Implementación de la metodología TPM-Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia general de los equipos (OEE) en la producción de repuestos en una empresa metalmecánica. *Industrial Data*, vol. 24, no. 1, pp. 49-76. ISSN 1810-9993. 2021. DOI 10.15381/IDATA.V24I1.18402.
- CASTILLO, Á., FÉRNANDEZ, L. y ÁNGELES, L. Impacto del TPM en el Desempeño Operativo de las Empresas Industriales del Sur de Tamaulipas. *Revista de Ingeniería Industrial*, vol. 2, no. 4, pp. 29-35. 2018.
- CRESPO, A., SOLA, A., MOREU, P., GÓMEZ, J.F., DE LA FUENTE, A., GUILLÉN, A. y GONZÁLEZ-PRIDA, V. Criticality Analysis for improving maintenance, felling and pruning cycles in power lines. *IFAC-PapersOnLine*, vol. 51, no. 11, pp. 211-216. ISSN 2405-8963. 2018. DOI 10.1016/J.IFACOL.2018.08.262.
- CUATRECASAS, L. Manual de organización e ingeniería de la producción y gestión de operaciones - Lluís Cuatrecasas Arbos - Google Libros. 2022.
- DENIA, J. Procesos y Gestión del Mantenimiento y Calidad. *CS Mecatrónica Industrial*, 2018.
- FILSCHA, N., MEILILY, A. y HENDY, T. Total Productive Maintenance Policy to

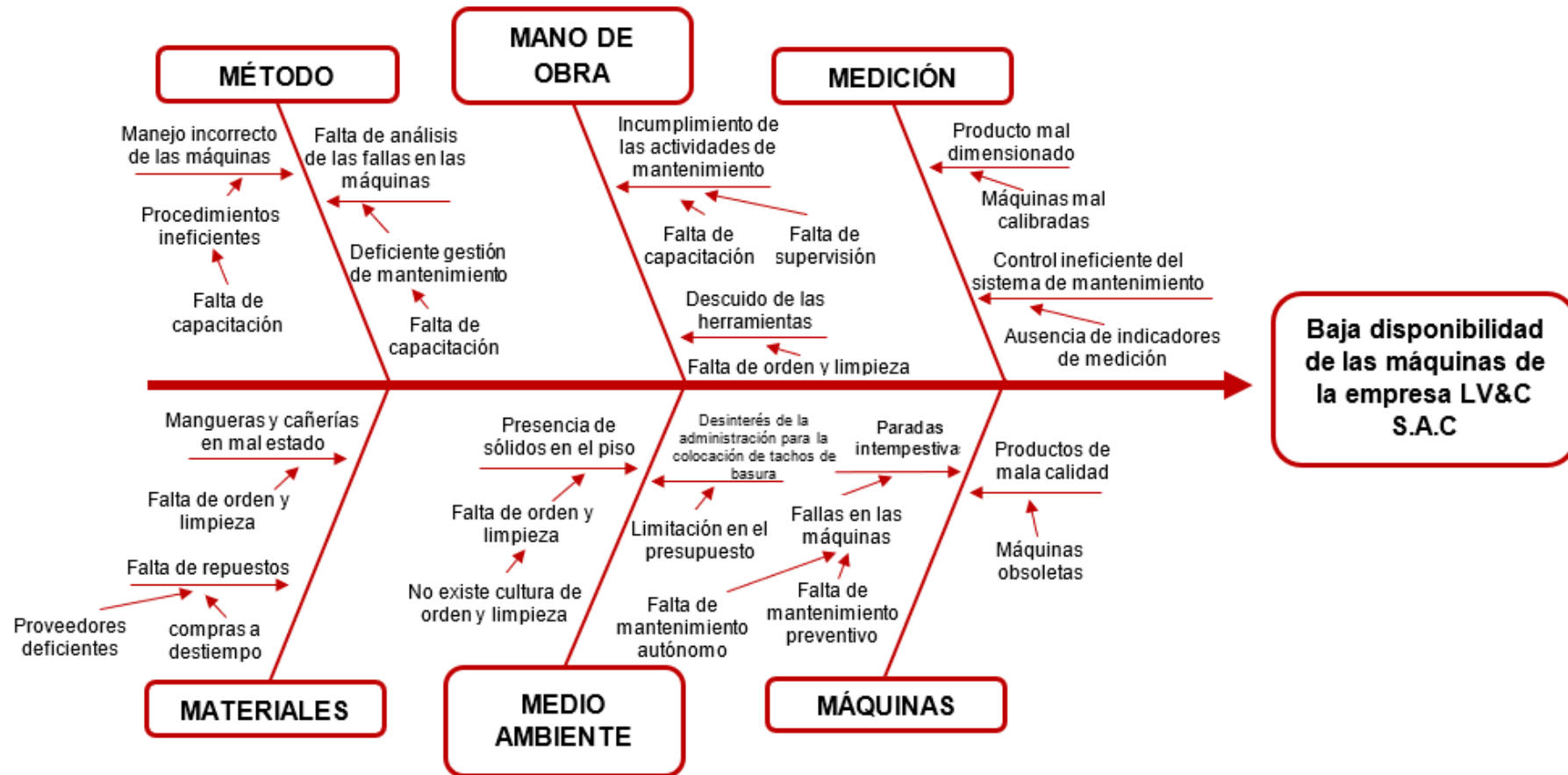
- Increase Effectiveness and Maintenance Performance Using Overall Equipment Effectiveness. *Journal of Applied Research on Industrial Engineering*, vol. 6, no. 3, pp. 184-199. 2019.
- FLORES, M., MEDINA, D., VARGAS, D. y REMACHE, B. Asignación de modelos de mantenimiento basada en la criticidad y disponibilidad del equipo. *CienciAmérica* [en línea], vol. 9, no. 4, pp. 27-34. 2020. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7746457>.
- GONZÁLEZ, E. «Propuesta de Implementación de la Metodología TPM a la Empresa Forest Center». . Concepción. 2019.
- GONZÁLEZ, G., FARFÁN, K. y FUENTES, E. Desarrollo De Un Sistema De Gestión De Almacenamiento Para Empresas Productoras De Vino (Caso-Bodegas Añejas LTDA). *Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de la Información*, pp. 45-71. 2018.
- HERNÁNDEZ-SAMPIERI, R. y MENDOZA TORRES, C. *Metodología De La Investigación: Las Rutas Cuantitativa, Cualitativa Y Mixta*. Mexico: McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. 2018. ISBN 1456260960.
- HOSSEINZADEH, S., SEQUEIROS, B., INÁCIO, P. y LEPPANEN, V. Recent trends in applying TPM to cloud computing. *Security and Privacy*, vol. 3, no. 1, pp. 1-24. 2020. ISSN 2475-6725. DOI 10.1002/SPY2.93.
- HOSSEN, M., HAKIM, A., AHMED, S. y UDDIN, S. An intelligent decision for a bi-objective inventory problem. *International Journal of Systems Science: Operations and Logistics*, vol. 3, no. 1, pp. 49-62. 2020. ISSN 23302682. DOI 10.1080/23302674.2015.1043363.
- IZQUIERDO, G., Aplicación del Mantenimiento Productivo Total para Incrementar la Disponibilidad de Equipos de la Empresa Producciones Ganaderas Andinas S.A.C., 2018. . Chepén:
- KANTI, T. y CUDNEY, E. *Total Productive Maintenance: strategies and implementation guide*. S.I.: CRC PRESS. 2021. ISBN 0367783479.
- KOSTRZEWSKI, M., GNAP, J., VARJAN, P. y LIKOS, M. Application of Simulation

- Methods for Study on Availability of One-Aisle Machine Order Picking Process. *Communications - Scientific letters of the University of Zilina* [en línea], vol. 22, no. 2, pp. 107-114. 2020. ISSN 13354205. DOI 10.26552/com.C.2020.2.107-114. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2351978920301293>.
- LLONTOP, L. Propuesta De Implementación De Mantenimiento Productivo Total (TPM) En El Área De Extracción De Jugo Trapiche Para Medir El Impacto De La Productividad De La Agroindustria Pomalca SAA . 2018. Chiclayo:
- MEJIA CARBAJAL, J.P. y IBARAN VASQUEZ, J.L. *Plan de mantenimiento preventivo basado en el RCM, para mejorar la disponibilidad a las maquinarias de una empresa metal mecánica de la Región* [en línea]. S.l.: Universidad César Vallejo. [Consulta: 11 noviembre 2022]. 2021. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/91119>.
- MINIATI, R., DORI, F. y BIFF, G. Design of a decision support system for preventive maintenance planning in health structures. *Technology and Health Care*, pp. 205-2014. 2012.
- ÑAUPAS PAITÁN, H., DUEÑAS VALDIVIA, M.R., PALACIOS VILELA, J.J. y ROMERO DELGADO, H.E. *Metodología de la investigación: Cuantitativa–Cualitativa y Redacción de la Tesis*. S.l.: Ediciones de la U. 2018.
- PINTO, G., SILVA, F., BAPTISTA, A., FERNANDES, N., CASAIS, R. y CARVALHO, C. ScienceDirect. *ScienceDirect*, vol. 51, pp. 1423-1430. 2020. ISSN 2351-9789. DOI 10.1016/j.promfg.2020.10.198.
- RAJADELL, M. *Lean Manufacturing: Herramientas para producir mejor - Rajadell Carreras, Manuel* - Google Libros. S.l.: s.n. 2021.ISBN 978-84-9052-361-2.
- RAMADHANI, A., AZIZAH, D., NUGRAHA, F. y FAUZI, M. Analisa Penerapan Tpm (Mantenimiento Productivo Total) Dan Oee (Efektividad Total Del Equipo) Pada Mesin Auto Corte Di Pt Xyz. 2022.
- REYES, E. Diseño de un plan de Mantenimiento Productivo Total en una empresa de transporte de mineral para aumentar la disponibilidad de flota. *Universidad Tecnológica del Perú*. Lima: Universidad Tecnológica del Perú. 2020.

- RIBEIRO, I.M., GODINA, R., PIMENTEL, C., SILVA, F.J.G. y MATIAS, J.C.O. Implementing TPM supported by 5S to improve the availability of an automotive production line. *Procedia Manufacturing* [en línea], vol. 38, pp. 1574-1581. 2019. ISSN 23519789. DOI 10.1016/j.promfg.2020.01.128. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2351978920301293>.
- SECRETARÍA DE AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE DE LA NACIÓN. Sector metalmecánico Guía para una producción sustentable. *ADMIRA*, 2019.
- SHUPINGAHUA, E. Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la maquinaria línea amarilla, empresa CONCREMAX - Lurín, 2020. *Repositorio Institucional - UCV*. S.I.: Universidad César Vallejo.
- SOLIS, Y. "Implementación del Mantenimiento Productivo Total para aumentar la disponibilidad de las máquinas del área de maestranza en CROMMETS. . Lima. 2021.
- SORET, I. y DE OBESOS, M. *Gestión de la calidad* . Primera. Madrid: ESIC Editorial. 2020. ISBN 978-84-17914-91-2.
- SUÁREZ, J. Desarrollo De Un Sistema De Gestión De Mantenimiento Para Reducir La Presencia Sistemática De Fallas Y Paras Imprevistas En Equipos Y Maquinarias En La Empresa Productos Avon Ecuador. 2018. Quito
- TIAN, Z. y JENG, C. Implementing total productive maintenance in a manufacturing small or medium-sized enterprise. *Journal of Industrial Engineering and Management*, vol. 14, no. 2, pp. 152-175. 2021. ISSN 2013-8423. DOI 10.3926/jiem.3286.
- TORRES, L. *Gestión de Procesos* . S.I.: s.n. 2020.
- YUNUSA-KALTUNGO, A. y LABIB, A. A hybrid of industrial maintenance decision making grids. *Production Planning & Control*, vol. 32, no. 5, pp. 397-414. 2021. ISSN 0953-7287. DOI 10.1080/09537287.2020.1741046.

## ANEXOS

**Anexo 1.** Diagrama de Ishikawa y matriz Vester.



**Fuente:** Área de mantenimiento de la empresa LV&C SAC.







## Anexo 2. Matriz de priorización de las causas

N°	CAUSAS	CANTIDAD DE OCURRENCIAS	FREC. ACUMULADA	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO	PARETO
C3	Falta de capacitación	106	106	10.5%	10.5%	20%
C18	Falta de mantenimiento preventivo	92	198	9.1%	19.5%	
C9	Falta de orden y limpieza	91	289	9.0%	28.5%	
C12	Control ineficiente del sistema de mantenimiento	90	379	8.9%	37.4%	
C19	Falta de mantenimiento autónomo	88	467	8.7%	46.1%	
C2	Procedimientos ineficientes	87	554	8.6%	54.7%	
C16	Paradas intempestivas	78	632	7.7%	62.4%	
C17	Fallas en las máquinas	78	710	7.7%	70.1%	
C4	Falta de análisis de las fallas en las máquinas	67	777	6.6%	76.7%	
C5	Deficiente gestión de mantenimiento	33	810	3.3%	80.0%	
C10	Máquinas mal calibradas	22	832	2.2%	82.1%	
C11	Producto mal dimensionado	22	854	2.2%	84.3%	
C6	Incumplimiento de las actividades de mantenimiento	20	874	2.0%	86.3%	
C1	Manejo incorrecto de las máquinas	20	894	2.0%	88.3%	
C13	Ausencia de indicadores de medición	18	912	1.8%	90.0%	
C22	No existe cultura de orden y limpieza	16	928	1.6%	91.6%	
C7	Falta de supervisión	12	940	1.2%	92.8%	
C8	Descuido de las herramientas	11	951	1.1%	93.9%	
C14	Máquinas obsoletas	11	962	1.1%	95.0%	
C15	Producto de mala calidad	9	971	0.9%	95.9%	
C26	Compras a destiempo	9	980	0.9%	96.7%	
C23	Mangueras y cañerías en mal estado	8	988	0.8%	97.5%	
C20	Desinterés de la administración	8	996	0.8%	98.3%	
C24	Falta de repuestos	7	1003	0.7%	99.0%	
C21	Presencia de sólidos en el piso	6	1009	0.6%	99.6%	
C25	Proveedores deficientes	4	1013	0.4%	100.0%	
	total	1013		100%		




**Anexo 3.** Matriz de operacionalización de las variables.

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
<p><b>Variable Independiente:</b> Mantenimiento productivo total</p>	<p>Kanti y Cudney (2021, p. 87) afirman que el TPM incluye la mejora continua de los recursos productivos a través de la participación de todos los protagonistas.</p>	<p>La aplicación del mantenimiento productivo total se centra en el 50% de sus pilares, los cuales son mantenimiento planificado y autónomo; mejoras enfocadas y capacitación.</p>	<p>Diagnóstico situacional</p>	<p>Cuestionario estructurado del TPM</p>	Nominal
				<p><i>Check list</i> de mantenimiento</p>	Nominal
				<p>Diagrama de Ishikawa</p>	Nominal
				<p>Diagrama de Pareto</p>	Razón
			<p>Mejoras enfocadas</p>	<p>1. Clasificación 2. Orden 3. Limpieza 4. Estandarización 5. Disciplina</p>	Razón
			<p>Mantenimiento autónomo</p>	<p>Procedimiento de mantenimiento preventivo</p>	Nominal
				<p>Procedimiento de mantenimiento correctivo</p>	Nominal
			<p>Mantenimiento planificado</p>	<p>Total, de horas de mantenimiento preventivo realizado a las máquinas / total de horas de mantenimiento planificado a las máquinas.</p>	Razón
			<p>Capacitación</p>	<p>Número de capacitaciones ejecutadas / total de capacitaciones programadas</p>	Razón

<p><b>Variable Dependiente:</b> Disponibilidad</p>	<p>Ben (2022, p.22) expresan que la disponibilidad representa las horas activas que se da en el uso de un trabajo a realizar, es decir, mantener al máximo el rendimiento de este activo fijo.</p>	<p>La disponibilidad se medió por el Tiempo medio entre fallas y el Tiempo medio de reparación, lo que dio como resultado el porcentaje de disponibilidad de las máquinas de la empresa. La fiabilidad representa cada que tiempo sufre una parada de máquina. La mantenibilidad representa cuanto tiempo demora en reparar una máquina. A su vez, se consideró la eficiencia global de los equipos, donde esté aumentó mediante los indicadores disponibilidad, rendimiento y calidad.</p>	<p>Fiabilidad (MTBF)</p>	<p>MTBF = Horas de operación / número de fallas detectadas</p>	<p>Razón</p>
			<p>Mantenibilidad (MTTR)</p>	<p>MTTR = Tiempos de reparación / número de fallas detectadas</p>	<p>Razón</p>
			<p>Disponibilidad</p>	<p>Disponibilidad = <math>\left(\frac{MTBF}{MTBF+MTTR}\right) \times 100\%</math></p>	<p>Razón</p>
			<p>Rendimiento</p>	<p>Rendimiento = TON / TOU TON: tiempo operativo Neta TOU: tiempo operación Utilizable</p>	<p>Razón</p>
			<p>Calidad</p>	<p>Calidad = TOU / TPN TOU: tiempo operación Utilizable TPN: tiempo productivo neto</p>	<p>Razón</p>
			<p>Eficiencia Global de Equipos (OEE)</p>	<p>Disponibilidad x Rendimiento x Calidad</p>	<p>Razón</p>

**Fuente:** Elaboración propia.

Anexo 4. Reporte de fallas de mantenimiento

	<b>REPORTE DE FALLAS DE MAQUINAS</b>		Código	F-01-22
			Mes	Marzo
Técnico a cargo: <i>Vidal Monte Solier</i>				
Máquina: <i>Torno</i>				
Fecha	Hora de inicio	Hora de término	Falla identificada	
<i>01/03/22</i>	<i>07:15am</i>	<i>07:23am</i>	<i>Desalineamiento de husillo</i>	
<i>03/03/22</i>	<i>11:01am</i>	<i>11:06am</i>	<i>Falta de lubricación</i>	
<i>05/03/22</i>	<i>03:07pm</i>	<i>03:13pm</i>	<i>Falta de lubricación</i>	
<i>10/03/22</i>	<i>08:17am</i>	<i>08:25am</i>	<i>Desalineamiento de husillo</i>	
<i>12/03/22</i>	<i>10:13am</i>	<i>10:20am</i>	<i>contaminación del husillo</i>	
<i>14/03/22</i>	<i>03:45pm</i>	<i>03:57pm</i>	<i>Desajuste de Plato de sujeción</i>	
<i>16/03/22</i>	<i>07:23am</i>	<i>07:30am</i>	<i>falta de lubricación</i>	
<i>17/03/22</i>	<i>09:12am</i>	<i>09:23am</i>	<i>Desajuste de husillo</i>	
<i>19/03/22</i>	<i>09:27am</i>	<i>09:34am</i>	<i>falta de lubricación</i>	
<i>23/03/22</i>	<i>12:01pm</i>	<i>12:12pm</i>	<i>Desajuste de plato de sujeción</i>	
<i>25/03/22</i>	<i>04:05pm</i>	<i>04:10pm</i>	<i>Falta de lubricación</i>	
<i>26/03/22</i>	<i>10:03am</i>	<i>10:09am</i>	<i>Desajuste de plato de sujeción</i>	
<i>30/03/22</i>	<i>07:32am</i>	<i>07:38am</i>	<i>contaminación del husillo</i>	
<i>31/03/22</i>	<i>04:02pm</i>	<i>04:09pm</i>	<i>contaminación del husillo</i>	
 <b>Luis Alfredo Calderón Romero</b> GERENTE GENERAL LV & C S.A.C.			 <b>Técnico a cargo</b>	
<b>Supervisor de área</b>				

Técnico a cargo: *Jidal Monte Solier*

Máquina: *Tablero Vertical*

Fecha	Hora de inicio	Hora de término	Falla identificada
<i>02/03/22</i>	<i>11:05 am</i>	<i>11:17 am</i>	<i>Ruptura de bastidor</i>
<i>03/03/22</i>	<i>08:00 am</i>	<i>08:15 am</i>	<i>Desplazamiento de mesa</i>
<i>09/03/22</i>	<i>09:45 am</i>	<i>10:05 am</i>	<i>sobre calentamiento</i>
<i>12/03/22</i>	<i>07:15 am</i>	<i>07:27 am</i>	<i>Ruptura de bastidor</i>
<i>15/03/22</i>	<i>03:04 pm</i>	<i>03:14 pm</i>	<i>Desplazamiento de mesa</i>
<i>17/03/22</i>	<i>05:03 pm</i>	<i>05:18 pm</i>	<i>Sobrecalentamiento</i>
<i>18/03/22</i>	<i>10:07 am</i>	<i>10:17 am</i>	<i>Desplazamiento de mesa</i>
<i>24/03/22</i>	<i>12:00 pm</i>	<i>12:15 pm</i>	<i>Ruptura de bastidor</i>
<i>26/03/22</i>	<i>08:07 am</i>	<i>08:14 am</i>	<i>Desplazamiento de mesa</i>
<i>29/03/22</i>	<i>04:12 pm</i>	<i>04:27 pm</i>	<i>Sobre calentamiento</i>
<i>31/03/22</i>	<i>12:45 pm</i>	<i>01:00 pm</i>	<i>Ruptura de bastidor</i>

*[Signature]*  
**Luis Wilfredo Calderón Romero**  
GERENTE GENERAL  
LV & C S.A.C.

Supervisor de área

*[Signature]*  
Técnico a cargo



Técnico a cargo: *Uidal Monte Solier*

Máquina: *fresadora*

Fecha	Hora de inicio	Hora de término	Falla identificada
<i>02/03/22</i>	<i>10:25 am</i>	<i>10:33 am</i>	<i>Atascamiento de eje principal</i>
<i>03/03/22</i>	<i>09:43 am</i>	<i>09:50 am</i>	<i>Alimentación deficiente</i>
<i>08/03/22</i>	<i>08:53 am</i>	<i>08:58 am</i>	<i>Rodamiento sin retorno</i>
<i>09/03/22</i>	<i>10:00 am</i>	<i>10:04 am</i>	<i>Intercambio de nariz no posible</i>
<i>11/03/22</i>	<i>09:12 am</i>	<i>09:18 am</i>	<i>Atascamiento de eje principal</i>
<i>13/03/22</i>	<i>11:18 am</i>	<i>11:25 am</i>	<i>Atascamiento de eje principal</i>
<i>16/03/22</i>	<i>03:05 pm</i>	<i>03:10 pm</i>	<i>Alimentación deficiente</i>
<i>19/03/22</i>	<i>12:28 pm</i>	<i>12:34 pm</i>	<i>Atascamiento de eje principal</i>
<i>23/03/22</i>	<i>04:02 pm</i>	<i>04:09 pm</i>	<i>Atascamiento de eje principal</i>
<i>24/03/22</i>	<i>07:50 am</i>	<i>07:55 am</i>	<i>Alimentación deficiente</i>

*[Signature]*  
Luis Wilfredo Calderón Romero  
GERENTE GENERAL  
LV & C B.A.C.

Supervisor de área

*[Signature]*

Técnico a cargo

Técnico a cargo: *Uidal Monte Solier*

Máquina: *Egmerit de banco*

Fecha	Hora de inicio	Hora de término	Falla identificada
<i>02/03/22</i>	<i>08:15 am</i>	<i>08:23 am</i>	<i>Atascamiento de Rodamiento</i>
<i>03/03/22</i>	<i>12:10 pm</i>	<i>12:17 pm</i>	<i>Falta de lubricación</i>
<i>04/03/22</i>	<i>04:02 pm</i>	<i>04:08 pm</i>	<i>falta de lubricación</i>
<i>05/03/22</i>	<i>09:23 am</i>	<i>09:33 am</i>	<i>Desgaste de guía</i>
<i>09/03/22</i>	<i>08:45 am</i>	<i>08:52 am</i>	<i>Falta de lubricación</i>
<i>11/03/22</i>	<i>03:01 pm</i>	<i>03:07 pm</i>	<i>falta de lubricación</i>
<i>12/03/22</i>	<i>12:08: pm</i>	<i>12:23 pm</i>	<i>Atascamiento de rodamiento</i>
<i>14/03/22</i>	<i>08:03 am</i>	<i>08:10 am</i>	<i>Falta de lubricación</i>
<i>15/03/22</i>	<i>09:17 am</i>	<i>09:27 am</i>	<i>Atascamiento de rodamiento</i>
<i>16/03/22</i>	<i>05:18 pm</i>	<i>05:27 pm</i>	<i>Desgaste de guía</i>
<i>18/03/22</i>	<i>11:40 am</i>	<i>11:47 am</i>	<i>falta de lubricación</i>
<i>23/03/22</i>	<i>12:51 pm</i>	<i>01:01 pm</i>	<i>Atascamiento de rodamiento</i>
<i>24/03/22</i>	<i>07:43 am</i>	<i>07:48 am</i>	<i>falta de lubricación</i>
<i>28/03/22</i>	<i>10:53 am</i>	<i>10:59 am</i>	<i>Desgaste de guía</i>
<i>30/03/22</i>	<i>04:07 pm</i>	<i>04:16 pm</i>	<i>falta de lubricación</i>

  
Luis Wilfredo Calderón Romero  
GERENTE GENERAL  
LV & C S.A.C.

Supervisor de área

  
Técnico a cargo

Técnico a cargo: *Cidal Morote Solís*

Máquina: *Máquina de Soldar*

Fecha	Hora de inicio	Hora de término	Falla identificada
09/03/22	12:45 pm	12:55 pm	Desgaste del tubo de contacto
05/03/22	08:13 am	08:22 am	Desgaste del tubo de contacto
10/03/22	05:04 pm	05:10 pm	falla en el arco
12/03/22	07:15 am	07:27 am	Desgaste del tubo de contacto
16/03/22	09:43 am	09:51 am	Desgaste del tubo de contacto
18/03/22	05:01 pm	05:14 pm	falla en el arco
19/03/22	09:07 am	09:23 am	Desgaste del tubo de contacto
22/03/22	10:13 am	10:23 am	falla en el arco
25/03/22	07:19 am	07:26 am	Desgaste del tubo de contacto
26/03/22	03:28 pm	03:36 pm	falla en el arco
30/03/22	05:01 pm	05:12 pm	Desgaste del tubo de contacto

*[Signature]*  
Luis Wilfredo Calderón Romero  
GERENTE GENERAL  
LV & C S.A.C.

Supervisor de área

*[Signature]*

Técnico a cargo



Técnico a cargo: Vidal Morote Solier

Máquina: Cepilladora

Fecha	Hora de inicio	Hora de término	Falla identificada
03/03/22	07:13 am	07:20 am	Atascamiento de guía
03/03/22	09:10 am	09:14 am	Mesa holgada
08/03/22	12:45 pm	12:50 pm	falta de lubricación
11/03/22	11:01 am	11:09 am	Atascamiento de guía
12/03/22	03:03 pm	03:12 pm	falta de lubricación
14/03/22	09:24 am	09:37 am	Atascamiento de guía
16/03/22	12:03 pm	12:13 pm	falta de lubricación
17/03/22	03:00 pm	03:08 pm	Mesa holgada
14/03/22	05:02 pm	05:07 pm	Atascamiento de guía
23/03/22	08:07 am	08:14 am	falta de lubricación
25/03/22	10:13 am	10:18 am	Atascamiento de guía
30/03/22	12:28 pm	12:32 pm	Mesa holgada

  
Luis Alfredo Calderón Romero  
GERENTE GENERAL  
LV & C.B.A.C.

Supervisor de área



Técnico a cargo

Técnico a cargo: *Vidal Morote Solier*

Máquina: *Mandilador*

Fecha	Hora de inicio	Hora de término	Falla identificada
01/03/22	10:03 am	10:10 am	Desajuste de Plato de sujeción
03/03/22	08:10 am	08:17 am	Falta de lubricación
04/03/22	03:02 pm	03:10 pm	Desajuste de plato de sujeción
05/03/22	12:00 pm	12:03 pm	Contaminación del husillo
07/03/22	04:07 pm	04:12 pm	Falta de lubricación
09/03/22	12:43 pm	12:50 pm	Contaminación del husillo
10/03/22	09:17 am	09:24 am	Desajuste de Plato de sujeción
11/03/22	12:09 pm	12:14 pm	Contaminación del husillo
12/03/22	05:01 pm	05:08 pm	falta de lubricación
17/03/22	10:08 am	10:17 am	Desajuste de Plato de sujeción
19/03/22	08:17 am	08:24 am	Contaminación del husillo
23/03/22	04:43 am	04:50 am	Falta de lubricación
25/03/22	12:50 pm	12:57 pm	Desalineamiento de plato de

*[Signature]*  
Luis Alfredo Calderón Romero  
GERENTE GENERAL  
LV & C S.A.C.

Supervisor de área

*[Signature]*

Técnico a cargo

Técnico a cargo: *Uidal Macote Solis*

Máquina: *Sierra Mecánica*

Fecha	Hora de inicio	Hora de término	Falla identificada
02/03/22	08:13 am	08:17 am	Mala alineación
05/03/22	09:45 am	09:50 am	Mala alineación
09/03/22	03:15 pm	03:17 pm	Mala alineación
11/03/22	07:13 am	07:18 am	Falta de lubricación
12/03/22	09:17 am	09:27 am	Agrietamiento de mesa
15/03/22	03:01 pm	03:08 pm	Falta de lubricación
16/03/22	07:04 am	07:09 am	Mala alineación
18/03/22	11:10 am	11:17 am	Mala alineación
19/03/22	12:13 pm	12:18 pm	Falta de lubricación
22/03/22	10:10 am	10:17 am	Agrietamiento de mesa
23/03/22	05:02 pm	05:08 pm	Falta de lubricación
26/03/22	12:50 pm	1:00 pm	Mala calibración
29/03/22	10:37 am	10:44 am	Mala calibración

*[Signature]*  
Luis Wilfredo Calderón Rosado  
GERENTE GENERAL  
LV & C S.A.C.

Supervisor de área

*[Signature]*

Técnico a cargo

**Anexo 5.** Cuestionario estructurado del TPM.

Instrucciones: Lea cuidadosamente cada pregunta antes de responder.

1. **¿El sistema de mantenimiento es eficiente?**  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ A veces \_\_\_\_\_
2. **¿Los trabajadores tienen conocimiento sobre el mantenimiento autónomo?**  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ A veces \_\_\_\_\_
3. **¿La empresa cuenta con un cronograma de limpieza del área de mantenimiento?**  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ A veces \_\_\_\_\_
4. **¿Realizan mantenimiento preventivo?**  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ A veces \_\_\_\_\_
5. **¿Existe un procedimiento de mantenimiento preventivo?**  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ A veces \_\_\_\_\_
6. **¿El tipo de mantenimiento que mayormente se da en la empresa, es el correctivo?**  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ A veces \_\_\_\_\_
7. **¿Existe un procedimiento de mantenimiento correctivo?**  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ A veces \_\_\_\_\_
8. **¿Existe un gran número de maquinarias que presente defectos en el proceso?**  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ A veces \_\_\_\_\_
9. **¿Realizan el análisis de criticidad a los activos fijos?**  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ A veces \_\_\_\_\_
10. **¿Se evalúa la disponibilidad de las máquinas constantemente?**  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ A veces \_\_\_\_\_

**Fuente:** elaboración propia.



## CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo Mónica Biza Luján Manuel, con DNI N° 71377387 de profesión Ingeniero Industrial, colegiado con N° CIP 206768 ejerciendo actualmente como Ingeniero de Seguridad en la empresa Consorcio Moja  
Chimbote

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación el instrumento: Cuestionario estructurado del TPM; a los efectos de su aplicación en la investigación titulada "Aplicación del mantenimiento productivo total para aumentar la disponibilidad de las máquinas de la empresa LV&C SAC, Chimbote - 2022"

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Las escalas son: deficiente "1", aceptable "2", Bueno "3" y excelente "4".

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de contenido			X	
Redacción de los ítems				X
Claridad y precisión				X
Pertinencia			X	

En Nuevo Chimbote, a los 24 días del mes de Junio del año 2022.

  
MÓNICA BIZA LUJÁN MANUEL  
ING. INDUSTRIAL  
Reg. Colegio de Ingenieros I.P. N° 20171

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Ana Paula Laos Puente....., con DNI N° 70203280 de profesión Ingeniera Industrial ejerciendo actualmente como Asistente de proyecto en la empresa SIMA chimbofe

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación los instrumentos: Cuestionario ; a los efectos de su aplicación al personal que labora en la empresa estructura de EPH.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Las escalas son: deficiente "1", aceptable "2", Bueno "3" y excelente "4".

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de contenido			X	
Redacción de los ítems			X	
Claridad y precisión			X	
Pertinencia				X

En Nuevo Chimbote, a los 27 días del mes de Junio..... del año 2022

  
ANAPOLLA LAOS PUENTE  
INGENIERA INDUSTRIAL  
CIP N° 266258  
 Sello y firma del validador

Yo, Christian John Minaya Luna, identificado con DNI N° 72449396 de profesión Ingeniero Industrial, con colegiatura N° CIP 284025, ejerciendo actualmente como Representante de la empresa de Servicios L & M EIRL – MULTISERVICIOS CONSULTORES Y ASOCIADOS.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación del instrumento cuestionario estructurado del TPM a los efectos de su aplicación en la investigación titulada: "Aplicación del mantenimiento productivo total para aumentar la disponibilidad de las máquinas de la empresa LV&C SAC, Chimbote - 2022"

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Las escalas son: deficiente "1", aceptable "2", bueno "3" y excelente "4".

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencia de ítems				X
Amplitud de contenido				X
Redacción de los ítems				X
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

En Chimbote, a los 23 días del mes de junio del año 2022.



Ing. Christian Minaya Luna  
Gerente General  
RUC: 20569331816

## Validez de los instrumentos.

Calificación del Ing. Christian John Minaya Luna

Criterio de validez	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente	Total parcial
Congruencia de ítems	1	2	3	4	4
Amplitud del contenido	1	2	3	4	4
Redacción de ítems	1	2	3	4	4
Claridad y precisión	1	2	3	4	3
Pertinencia	1	2	3	4	3
TOTAL					18

**Fuente:** Elaboración propia.

Calificación del Ing. Moncada Meza Junior Manuel

Criterio de validez	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente	Total parcial
Congruencia de ítems	1	2	3	4	3
Amplitud del contenido	1	2	3	4	3
Redacción de ítems	1	2	3	4	4
Claridad y precisión	1	2	3	4	4
Pertinencia	1	2	3	4	3
TOTAL					17

**Fuente:** Elaboración propia.



Calificación del Ing. Ana Paula Laos Puentes

Criterio de validez	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente	Total parcial
Congruencia de ítems	1	2	3	4	3
Amplitud del contenido	1	2	3	4	3
Redacción de ítems	1	2	3	4	3
Claridad y precisión	1	2	3	4	3
Pertinencia	1	2	3	4	4
<b>TOTAL</b>					<b>16</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

Consolidado de la calificación de expertos

Nombre del experto	Calificación de validez	% Calificación
Ing. Christian John Minaya Luna	18	90%
Ing. Moncada Meza Junior Manuel	17	85%
Ing. Ana Paula Laos Puentes	16	80%
<b>Calificación</b>	<b>17</b>	<b>85%</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

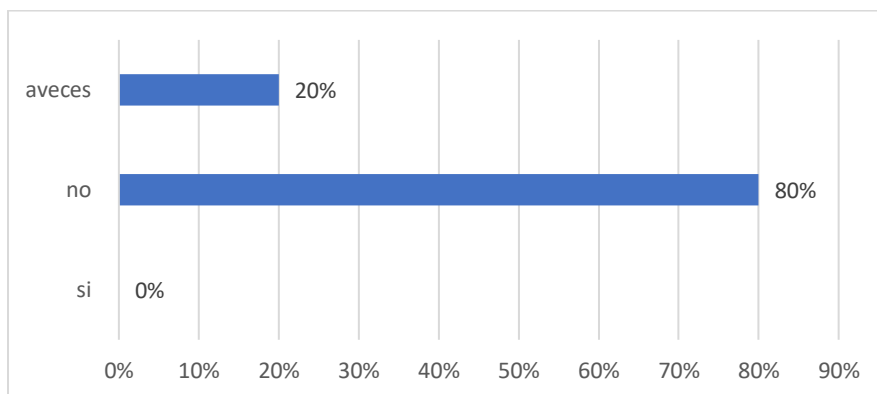
Escala de validez de instrumentos

Escala	Indicador
0.00-0.53	Validez nula
0.54-0.59	Validez baja
0.60-0.65	Valida
0.66-0.71	Muy valida
<b>0.72-0.99</b>	<b>Excelente validez</b>
1	Validez perfecta

**Fuente:** Oseda y Ramírez, 2011, p. 154.

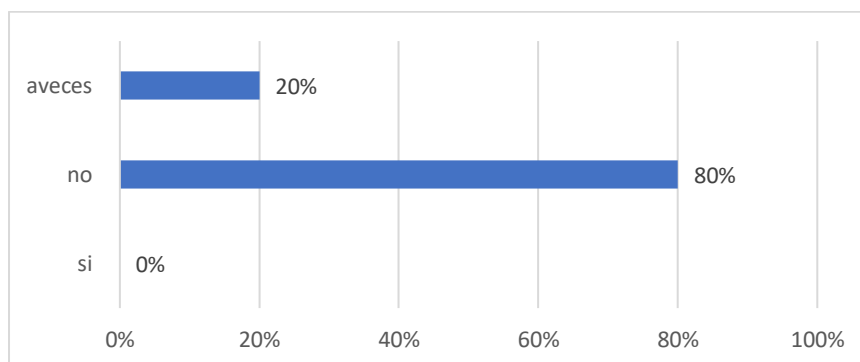
## **Anexo 6. Detalle del cuestionario estructurado del TPM**

### **Pregunta n°1: ¿El sistema de mantenimiento es eficiente?**



El 80% de los encuestados del área de mantenimiento indicaron que el sistema de mantenimiento no es eficiente, mientras que el 20% indicó que a veces se suele realizar de manera correcta.

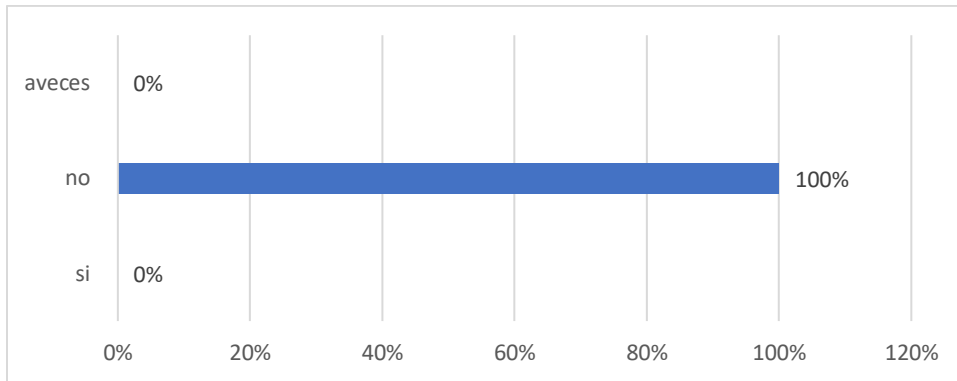
### **Pregunta n°2: ¿Los trabajadores tienen conocimiento sobre el mantenimiento autónomo?**



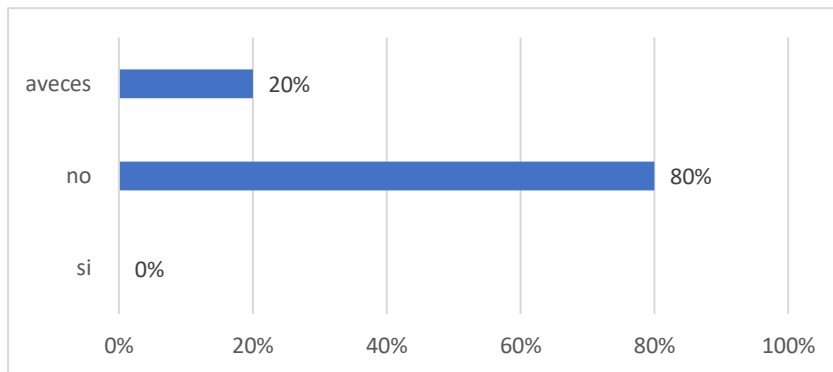
El 80% de los encuestados del área de mantenimiento indicaron no tienen conocimiento sobre el mantenimiento autónomo, mientras que el 20% indicó que conoce solo un poco.

### **Pregunta n°3: ¿La empresa cuenta con un cronograma de limpieza del área de mantenimiento?**

El 100% de los encuestados indicaron que la empresa no cuenta con un cronograma de limpieza del área de mantenimiento.

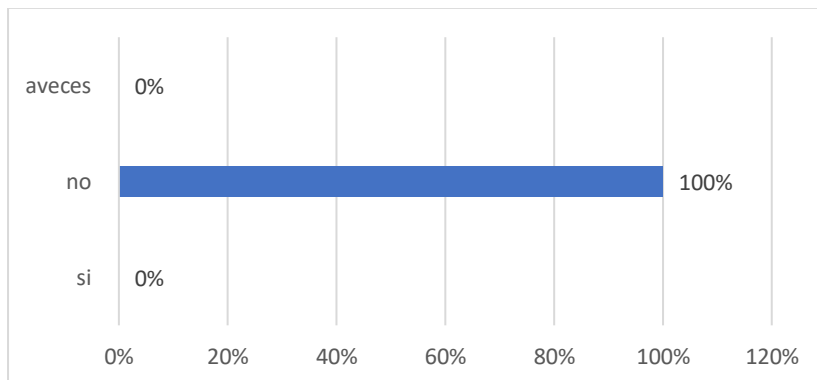


**Pregunta n°4: ¿Realizan mantenimiento preventivo?**



El 80% de los encuestados indicó que no realizan mantenimiento preventivo, mientras que el 20% indicó que a veces se realiza.

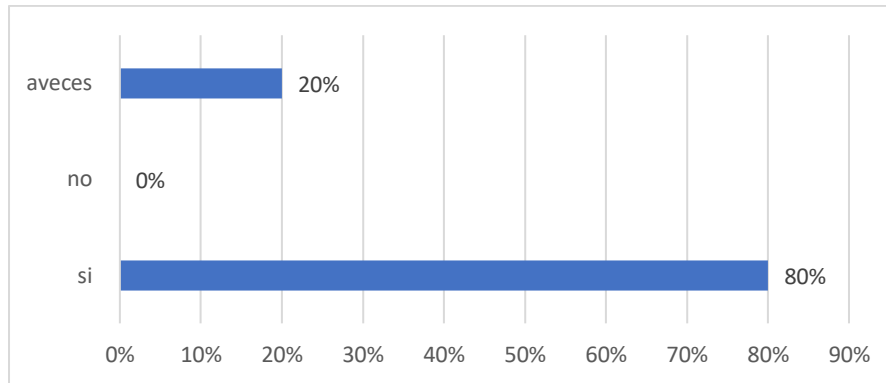
**Pregunta n°5: ¿Existe un procedimiento de mantenimiento preventivo?**



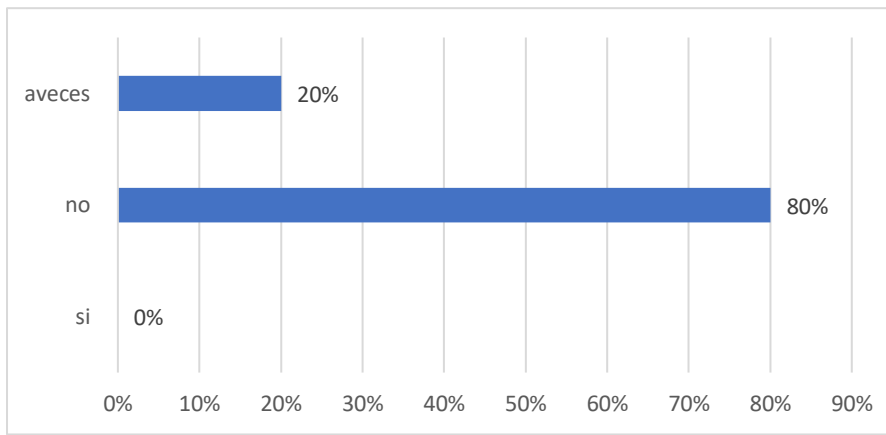
El 100% de los encuestados indicaron que no existe un procedimiento de mantenimiento preventivo.

**Pregunta n°6: ¿El tipo de mantenimiento que mayormente se da en la empresa, es el correctivo?**

El 80% de los encuestados indicaron que el tipo de mantenimiento que mayormente se da en la empresa, es el correctivo.



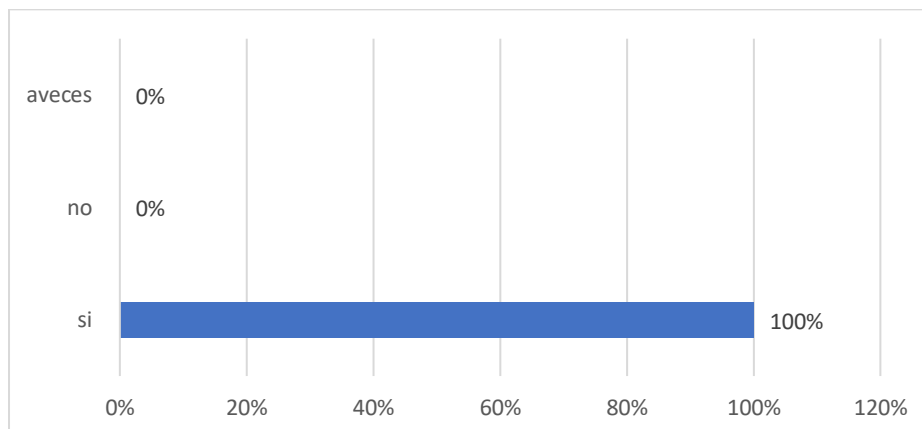
**Pregunta n°7: ¿Existe un procedimiento de mantenimiento correctivo?**



**Pregunta n°7: ¿Existe un procedimiento de mantenimiento correctivo?**

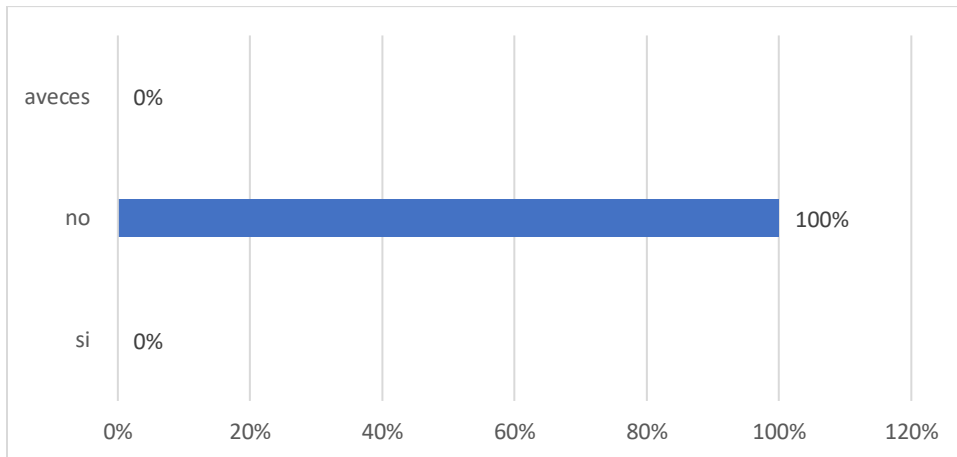
El 80% de los encuestados en el área de mantenimiento indicaron que no existe un procedimiento de mantenimiento correctivo.

**Pregunta n°8: ¿Existe un gran número de maquinarias que presente defectos en el proceso?**



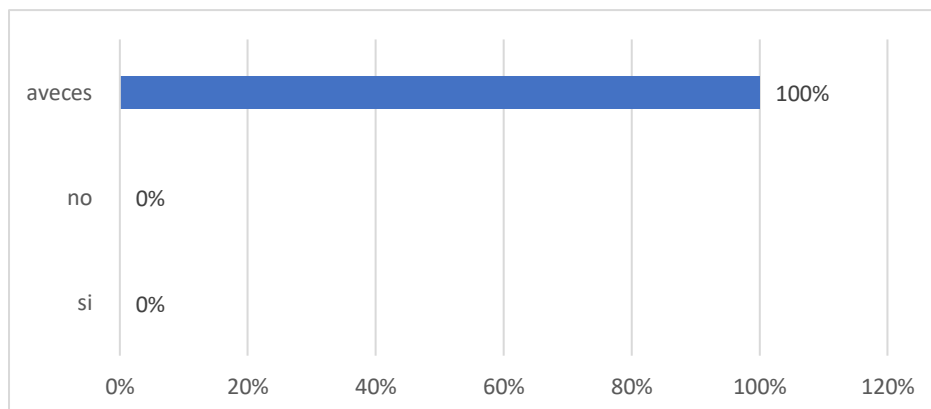
El total de los encuestados del área de mantenimiento indicaron que si existe un gran número de maquinarias que presenta defectos en el proceso.

**Pregunta n°9: ¿Realizan el análisis de criticidad a los activos fijos?**



El total de los del área de mantenimiento indicaron que no realizan el análisis de criticidad a los activos fijos.

**Pregunta n°10: ¿Se evalúa la disponibilidad de las máquinas constantemente?**



El total de los del área de mantenimiento indicaron que solo a veces se evalúa la disponibilidad de las máquinas constantemente

**Anexo 7. Checklist de mantenimiento.**

N°	Criterio	SI	NO
1	¿El organigrama de mantenimiento garantiza la presencia de personal de mantenimiento preparado cuando se necesite, de la forma más rápida posible?		
2	¿Se realiza una formación inicial efectiva cuando se incorpora un nuevo trabajador al área de mantenimiento?		
3	¿Hay un plan de formación para el personal de mantenimiento?		
4	¿Este plan de formación hace que los conocimientos en el mantenimiento de la planta mejoren?		
5	¿El plan de formación hace que los conocimientos en otras áreas de la planta (operaciones, seguridad, medioambiente, administración, etc.) mejoren?		
6	¿El personal de mantenimiento mecánico puede realizar todo tipo de tareas (mecánicas, eléctricas o de instrumentación) sencillas?		
7	¿El personal de mantenimiento mecánico puede realizar todo tipo de tareas especializadas (mecánicas, eléctricas o de instrumentación)?		
8	¿El personal de mantenimiento está capacitado para trabajar en otras áreas (operaciones, seguridad, control químico, etc.)?		
9	¿Se respeta el horario de entrada y salida?		
10	¿El personal de mantenimiento se siente reconocido en su trabajo?		
11	¿El personal de mantenimiento siente que la empresa se preocupa de sus necesidades para poder realizar un buen trabajo?		
12	¿El personal de mantenimiento considera que tiene proyección profesional dentro de la empresa?		

13	¿El personal de mantenimiento está comprometido con los objetivos de la empresa?		
14	¿El personal de mantenimiento tiene un buen concepto de sus mandos?		
15	¿El personal de mantenimiento considera que el ambiente del área de operaciones es agradable?		
16	¿El nivel de absentismo entre el personal de mantenimiento es bajo?		
17	¿Las herramientas mecánicas se corresponden con lo que se necesita?		
18	¿Las herramientas eléctricas se corresponden con lo que se necesita?		
19	¿Las herramientas para el mantenimiento de la instrumentación se corresponden con lo que se necesita?		
20	¿Las herramientas para el mantenimiento predictivo se corresponden con lo que se necesita?		
21	¿Las herramientas de taller se corresponden con lo que se necesita?		
22	¿El taller está situado en el lugar apropiado?		
23	¿Está limpio y ordenado su interior?		
24	¿El mantenimiento dispone de los medios de comunicación interna que se necesitan?		
25	¿El mantenimiento dispone de los medios de comunicación con el exterior que se necesitan?		
26	¿Se disponen de los medios de transporte que se necesitan?		
27	¿El plan de mantenimiento se realiza?		
28	¿La promoción entre horas/hombre dedicadas a mantenimiento programado y mantenimiento correctivo no programado es la adecuada?		
29	¿El número de averías es bajo?		
30	¿El tiempo medio de resolución de una avería es bajo?		
31	¿Hay un sistema claro de asignación de prioridades?		
32	¿Este sistema se aplica correctamente?		

33	¿El número de variaciones con el máximo nivel de prioridad (o averías urgentes) es bajo?		
34	¿El número de averías pendientes de reparación es bajo?		
35	¿La razón por la que las averías están pendientes está justificada?		
36	¿El personal de mantenimiento recibe formación en estos procedimientos, especialmente cuando se producen cambios?		
37	¿El proceso de implantación de un nuevo procedimiento es el adecuado?		
38	¿Cuándo el personal de mantenimiento realiza una tarea utiliza el procedimiento aprobado?		

**Fuente:** SHUPINGAHUA, 2021.



## Anexo 8. Lista de verificación de la metodología 5 “S”

VALORACION				
Siempre	Casi siempre	Regular	Muy poco frecuente	No

1. Lea con cuidado cada pregunta.
2. Marcar con una X en el casillero que más se acerque a su modo de apreciación.
3. Se le pide una opinión sincera.
4. No deje de contestar ninguna pregunta.

Separar lo necesario de lo innecesario						
Id	S1=Seiri=Clasificar	Siempre	Casi siempre	Regular	Muy poco frecuente	No
1	¿Hay cosas inútiles que pueden molestar en el entorno de trabajo?					
2	¿Hay materias primas, semi elaborados o residuos en el entorno de trabajo?					
3	¿Hay algún tipo de herramienta, tornillería, pieza de repuesto, útil o similar en el entorno de trabajo?					
4	¿Están todos los objetos de uso frecuente ordenado, en su ubicación y correctamente identificado en el entorno laboral?					
5	¿Están todos los objetos de medición en su ubicación y correctamente identificados en el entorno laboral?					
6	¿Están todos los elementos de limpieza: trapos, escobas, guantes, productos en su ubicación y correctamente identificados?					
7	¿Está todo el mobiliario, mesas, sillas, armarios ubicados e identificados correctamente en el entorno de trabajo?					
8	¿Existe maquinaria inutilizada en el entorno de trabajo?					
9	¿Existen elementos inutilizados: pautas, herramientas, útiles o similares en el entorno de trabajo?					
10	¿Están los elementos innecesarios identificados como tal?					
<b>Puntuación</b>						
Un sitio para cada cosa y cada cosa en su sitio						
Id	S2=Seiton=Ordenar	Siempre	Casi siempre	Regular	Muy poco frecuente	No
1	¿Están claramente definidos los pasillos, áreas de almacenamiento, lugares de					

	trabajo?					
2	¿Son necesarias todas las herramientas disponibles y fácilmente identificables?					
3	¿Están diferenciados e identificados los materiales o semielaborados del producto final?					
4	¿Están todos los materiales, pallets, contenedores almacenados de forma adecuada?					
5	¿Hay algún tipo de obstáculo cerca del elemento de extinción de incendios más cercano?					
6	¿Tiene el suelo algún tipo de desperfecto: ¿grietas, sobresalto...?					
7	¿Están las estanterías u otras áreas de almacenamiento en el lugar adecuado y debidamente identificadas?					
8	¿Tienen los estantes letreros identificatorios para conocer que materiales van depositados en ellos?					
9	¿Están indicadas las cantidades máximas y mínimas admisibles y el formato de almacenamiento?					
10	¿Hay líneas blancas u otros marcadores para indicar claramente los pasillos y áreas de almacenamiento?					
<b>Puntuación</b>						
<b>Limpiar el puesto de trabajo y los equipos y prevenir la suciedad y el desorden</b>						
Id	S3=Seiso=Limpiar	Siempre	Casi siempre	Regular	Muy poco frecuente	No
1	¡Revise cuidadosamente el suelo, los pasos de acceso y los alrededores de los equipos! ¿Puedes encontrar manchas de aceite, polvo o residuos?					
2	¿Hay partes de las máquinas o equipos sucios? ¿Puedes encontrar manchas de aceite, polvo o residuos?					
3	¿Está la tubería tanto de aire como eléctrica sucia, deteriorada; en general en mal estado?					
4	¿Está el sistema de drenaje de los residuos de tinta o aceite obstruido (total o parcialmente)?					
5	¿Hay elementos de la luminaria defectuosa (total o parcialmente)?					

6	¿Se mantienen las paredes, suelo y techos limpios, libres de residuos?					
7	¿Se limpian las máquinas con frecuencia y se mantienen libres de grasa, virutas...?					
8	¿Se realizan periódicamente tareas de limpieza conjuntamente con el mantenimiento de la planta?					
9	¿Existe una persona o equipo de personas responsable de supervisar las operaciones de limpieza?					
10	¿Se barre y limpia el suelo y los equipos normalmente sin ser dicho?					
<b>Puntuación</b>						
<b>Eliminar anomalías evidentes con controles visuales</b>						
<b>I d</b>	<b>S4=Seiketsu=Estandarizar</b>	<b>Siempre</b>	<b>Casi siempre</b>	<b>Regular</b>	<b>Muy poco frecuente</b>	<b>No</b>
1	¿La ropa que usa el personal es inapropiada o está sucia?					
2	¿Las diferentes áreas de trabajo tienen la luz suficiente y ventilación para la actividad que se desarrolla?					
3	¿Hay algún problema con respecto a ruido, vibraciones o de temperatura (calor / frío)?					
4	¿Hay alguna ventana o puerta rota?					
5	¿Hay habilitadas zonas de descanso, comida y espacios habilitados para fumar?					
6	¿Se generan regularmente mejoras en las diferentes áreas de la empresa?					
7	¿Se actúa generalmente sobre las ideas de mejora?					
8	¿Existen procedimientos escritos estándar y se utilizan activamente?					
9	¿Se consideran futuras normas como plan de mejora clara de la zona?					
10	¿Se mantienen las 3 primeras S (eliminar innecesario, espacios definidos, limitación de pasillos, limpieza)?					
<b>Puntuación</b>						
<b>Hacer el hábito de la obediencia a las reglas</b>						
<b>I d</b>	<b>S5=Shitsuke Disciplinar</b>	<b>Siempre</b>	<b>Casi siempre</b>	<b>Regular</b>	<b>Muy poco frecuente</b>	<b>No</b>
1	¿Se realiza el control diario de limpieza?					
2	¿Se realizan los informes diarios correctamente y a su debido tiempo?					
3	¿Se utiliza el uniforme reglamentario, así como el material de protección diario para las actividades que se llevan a cabo?					

4	¿Se utiliza el material de protección para realizar trabajos específicos (¿arnés, casco...)?					
5	¿Cumplen los miembros de la comisión de seguimiento el cumplimiento de los horarios de las reuniones?					
6	¿Está todo el personal capacitado y motivado para llevar a cabo los procedimientos estándar definidos?					
7	¿Las herramientas y las piezas se almacenan correctamente?					
8	¿Se están cumpliendo los controles de stocks?					
9	¿Existen procedimientos de mejora, son revisados con regularidad?					
10	¿Todas las actividades definidas en las 5S se llevan a cabo y se realizan los seguimientos definidos?					
	<b>Puntuación</b>					

**Fuente:** SHUPINGAHUA, 2021.

## Anexo 9. Detalle de la verificación de la metodología 5 “S”

### Base de datos

ENCUESTADO	PRIMERA "S"									
	PREG.1	PREG. 2	PREG.3	PREG.4	PREG.5	PREG.6	PREG.7	PREG.8	PREG.9	PREG.10
1	CASI SIEMPRE	CASI SIEMPRE	CASI SIEMPRE	POCAS VECES	POCAS VECES	POCAS VECES	NO APLICA	POCAS VECES	NO APLICA	NO APLICA
2	SIEMPRE	CASI SIEMPRE	CASI SIEMPRE	POCAS VECES	NO APLICA	POCAS VECES	POCAS VECES	POCAS VECES	NO APLICA	NO APLICA
3	POCAS VECES	POCAS VECES	POCAS VECES	POCAS VECES	POCAS VECES	POCAS VECES	NO APLICA	POCAS VECES	NO APLICA	NO APLICA
4	CASI SIEMPRE	CASI SIEMPRE	CASI SIEMPRE	NO APLICA	NO APLICA	POCAS VECES	NO APLICA	POCAS VECES	NO APLICA	NO APLICA
5	CASI SIEMPRE	CASI SIEMPRE	CASI SIEMPRE	POCAS VECES	POCAS VECES	POCAS VECES	NO APLICA	POCAS VECES	NO APLICA	NO APLICA

ENCUESTADO	SEGUNDA "S"									
	PREG.1	PREG. 2	PREG.3	PREG.4	PREG.5	PREG.6	PREG.7	PREG.8	PREG.9	PREG.10
1	NO APLICA	POCAS VECES	NO APLICA	POCAS VECES	POCAS VECES	POCAS VECES	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	POCAS VECES
2	NO APLICA	POCAS VECES	NO APLICA	POCAS VECES	CASI SIEMPRE	POCAS VECES	NO APLICA	POCAS VECES	NO APLICA	NO APLICA
3	NO APLICA	POCAS VECES	NO APLICA	POCAS VECES	POCAS VECES	POCAS VECES	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	POCAS VECES
4	NO APLICA	POCAS VECES	NO APLICA	POCAS VECES	NO APLICA	POCAS VECES	NO APLICA	POCAS VECES	POCAS VECES	POCAS VECES
5	SIEMPRE	POCAS VECES	POCAS VECES	POCAS VECES	POCAS VECES	POCAS VECES	NO APLICA	POCAS VECES	NO APLICA	POCAS VECES

ENCUESTADO	TERCERA "S"									
	PREG.1	PREG. 2	PREG.3	PREG.4	PREG.5	PREG.6	PREG.7	PREG.8	PREG.9	PREG.10
1	POCAS VECES	CASI SIEMPRE	CASI SIEMPRE	POCAS VECES	POCAS VECES	POCAS VECES	POCAS VECES	POCAS VECES	NO APLICA	NO APLICA
2	SIEMPRE	CASI SIEMPRE	POCAS VECES	POCAS VECES	NO APLICA	POCAS VECES	POCAS VECES	POCAS VECES	POCAS VECES	NO APLICA
3	POCAS VECES	CASI SIEMPRE	CASI SIEMPRE	NO APLICA	POCAS VECES	POCAS VECES	NO APLICA	POCAS VECES	NO APLICA	POCAS VECES
4	POCAS VECES	CASI SIEMPRE	POCAS VECES	POCAS VECES	POCAS VECES	POCAS VECES	NO APLICA	POCAS VECES	NO APLICA	NO APLICA
5	POCAS VECES	CASI SIEMPRE	POCAS VECES	POCAS VECES	POCAS VECES	POCAS VECES	NO APLICA	POCAS VECES	NO APLICA	NO APLICA

ENCUESTADO	CUARTA "S"									
	PREG.1	PREG. 2	PREG.3	PREG.4	PREG.5	PREG.6	PREG.7	PREG.8	PREG.9	PREG.10
1	CASI SIEMPRE	POCAS VECES	NO APLICA	NO APLICA	SIEMPRE	POCAS VECES	POCAS VECES	POCAS VECES	POCAS VECES	NO APLICA
2	CASI SIEMPRE	POCAS VECES	NO APLICA	POCAS VECES	CASI SIEMPRE	NO APLICA	POCAS VECES	NO APLICA	POCAS VECES	NO APLICA
3	CASI SIEMPRE	POCAS VECES	NO APLICA	NO APLICA	SIEMPRE	POCAS VECES	POCAS VECES	POCAS VECES	POCAS VECES	NO APLICA
4	CASI SIEMPRE	POCAS VECES	NO APLICA	NO APLICA	CASI SIEMPRE	NO APLICA	POCAS VECES	NO APLICA	POCAS VECES	NO APLICA
5	CASI SIEMPRE	POCAS VECES	NO APLICA	NO APLICA	CASI SIEMPRE	POCAS VECES	POCAS VECES	NO APLICA	POCAS VECES	NO APLICA

ENCUESTADO	QUINTA "S"									
	PREG.1	PREG. 2	PREG.3	PREG.4	PREG.5	PREG.6	PREG.7	PREG.8	PREG.9	PREG.10
1	SIEMPRE	POCAS VECES	NO APLICA	POCAS VECES	CASI SIEMPRE	NO APLICA	POCAS VECES	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA
2	POCAS VECES	POCAS VECES	SIEMPRE	POCAS VECES	POCAS VECES	NO APLICA	POCAS VECES	POCAS VECES	NO APLICA	NO APLICA
3	POCAS VECES	POCAS VECES	NO APLICA	POCAS VECES	CASI SIEMPRE	NO APLICA	POCAS VECES	POCAS VECES	NO APLICA	NO APLICA
4	NO APLICA	POCAS VECES	POCAS VECES	POCAS VECES	CASI SIEMPRE	NO APLICA	POCAS VECES	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA
5	POCAS VECES	POCAS VECES	NO APLICA	POCAS VECES	CASI SIEMPRE	NO APLICA	POCAS VECES	NO APLICA	POCAS VECES	NO APLICA

### PRIMERA "S"

PRIMERA "S"				
PREGUNTAS	SIEMPRE	CASI SIEMPRE	POCAS VECES	NO APLICA
1	20%	60%	20%	0%
2	0%	80%	20%	0%
3	0%	80%	20%	0%
4	0%	0%	80%	20%
5	0%	0%	60%	40%
6	0%	0%	100%	0%
7	0%	0%	20%	80%
8	0%	0%	100%	0%
9	0%	0%	0%	100%
10	0%	0%	0%	100%
promedio	2%	22%	42%	34%

### SEGUNDA "S"

SEGUNDA "S"				
PREGUNTAS	SIEMPRE	CASI SIEMPRE	POCAS VECES	NO APLICA
1	20%	0%	0%	80%
2	0%	0%	100%	0%
3	0%	0%	20%	80%
4	0%	0%	100%	0%
5	0%	20%	60%	20%
6	0%	0%	100%	0%
7	0%	0%	0%	100%
8	0%	0%	60%	40%
9	0%	0%	20%	80%
10	0%	0%	80%	20%
promedio	2%	2%	54%	42%

### TERCERA "S"

TERCERA "S"				
PREGUNTAS	SIEMPRE	CASI SIEMPRE	POCAS VECES	NO APLICA
1	0%	20%	80%	0%
2	100%	0%	0%	0%
3	0%	40%	60%	0%
4	0%	0%	80%	20%
5	0%	0%	80%	20%
6	0%	0%	100%	0%
7	0%	0%	40%	60%
8	0%	0%	100%	0%
9	0%	0%	20%	80%
10	0%	0%	20%	80%
promedio	10%	6%	58%	26%

### CUARTA "S"

CUARTA "S"				
PREGUNTAS	SIEMPRE	CASI SIEMPRE	POCAS VECES	NO APLICA
1	0%	100%	0%	0%
2	0%	0%	100%	0%
3	0%	0%	0%	100%
4	0%	0%	20%	80%
5	40%	60%	0%	0%
6	0%	0%	60%	40%
7	0%	0%	100%	0%
8	0%	0%	40%	60%
9	0%	0%	100%	0%
10	0%	0%	0%	100%
promedio	4%	16%	42%	38%

### QUINTA "S"

QUINTA "S"				
PREGUNTAS	SIEMPRE	CASI SIEMPRE	POCAS VECES	NO APLICA
1	20%	0%	60%	20%
2	0%	0%	100%	0%
3	20%	0%	20%	60%
4	0%	0%	100%	0%
5	0%	80%	20%	0%
6	0%	0%	0%	100%
7	0%	0%	100%	0%
8	0%	0%	40%	60%
9	0%	0%	20%	80%
10	0%	0%	0%	100%
promedio	4%	8%	46%	42%

## Anexo 10. Formato de evaluación de criticidad.

<b>1.- Frecuencia de Falla (Todo Tipo de Falla)</b>	<b>PUNTAJE</b>
Entre 0 y 1 por semestre	1
Entre 2 y 4 por semestre	2
Entre 4 y 6 por semestre	3
Entre 6 y 8 por semestre	4
Más de 8 por semestre	5
<b>2.- Tiempo Medio para Reparar (MTTR)</b>	<b>PUNTAJE</b>
Menos de 1 horas	1
Entre 1 y 2 horas	2
Entre 2 y 6 horas	3
Entre 6 a 12 horas	4
Más de 12 horas	5
<b>3.- Impacto Sobre la Producción</b>	<b>PUNTAJE</b>
No afecta la producción o actividad	2
25% de impacto	4
50% de impacto	6
75% de impacto	8
Afecta totalmente la producción o actividad	10
<b>4.- Costo de Reparación</b>	<b>PUNTAJE</b>
Menos de S/.100	3
Entre S/.100 y S/.290	5
Entre S/.300 y S/.540	10
Entre S/. 550 y S/.900	15
Más de S/.900	25
<b>5.- IMPACTO AMBIENTAL</b>	<b>PUNTAJE</b>
No origina ningún impacto ambiental	0
Contaminación ambiental baja, el impacto se manifiesta en un espacio reducido dentro de los límites de la planta	5
Contaminación Ambiental moderada, no rebasa los límites de la planta	10
Contaminación Ambiental Alta, incumpliendo las normas de medio ambiente	25
<b>6.- Impacto en Salud y Seguridad Personal</b>	<b>PUNTAJE</b>
No ocasiona problemas en la salud ni genera lesiones a los colaboradores	0
Puede ocasionar lesiones o heridas leves no incapacitantes	5
Puede ocasionar lesiones o heridas levemente graves con incapacidad temporal entre 1 a 30 días	10
Puede ocasionar lesiones con incapacidad superior a los 30 días o incapacidad parcialmente temporal	25
<b>FORMATO PARA ENCUESTA DE ANALISIS DE CRITICIDAD</b>	



Equipo	_____	Área	_____
Código:	_____	Fecha	_____
<b>1.- Frecuencia de Falla (Todo Tipo de Falla)</b>		<b>2.- Tiempo Medio para Reparar (MTTR)</b>	
	Entre 0 y 1 por semestre		Menos de 1 horas
	Entre 2 y 4 por semestre		Entre 1 y 2 horas
	Entre 4 y 6 por semestre		Entre 2 y 6 horas
	Entre 6 y 8 por semestre		Entre 6 a 12 horas
	Más de 8 por semestre		Más de 12 horas
<b>3.- Impacto sobre la producción</b>		<b>4.- Costo de Reparación</b>	
	No afecta la producción o actividad		Menos de S/.100
	25% de impacto		Entre S/.100 y S/.290
	50% de impacto		Entre S/.300 y S/.540
	75% de impacto		Entre S/. 550 y S/.900
	Afecta totalmente la producción o actividad		Más de S/.900
<b>5.- IMPACTO AMBIENTAL</b>			
	No origina ningún impacto ambiental		
	Contaminación ambiental baja, el impacto se manifiesta en un espacio reducido dentro de los límites de la planta		
	Contaminación Ambiental moderada, no rebasa los límites de la planta		
	Contaminación Ambiental Alta, incumpliendo las normas de medio ambiente		
<b>6.- Impacto en Salud y Seguridad Personal</b>			
	No ocasiona problemas en la salud ni genera lesiones a los colaboradores		
	Puede ocasionar lesiones o heridas leves no incapacitantes		
	Puede ocasionar lesiones o heridas levemente graves con incapacidad temporal entre 1 a 30 días		
	Puede ocasionar lesiones con incapacidad superior a los 30 días o incapacidad parcialmente temporal		

Equipo	Falla	Frecuencia de falla	Tiempo medio para reparar	Impacto sobre la producción	Costo de reparación	Impacto ambiental	Impacto en salud y seguridad personal	Frecuencia	Consecuencia	Criticidad

Frecuencia	5						
	4						
	3						
	2						
	1						
	Impacto total	0-25	26-50	51-75	76-100	101-125	

	Criticidad baja
	Criticidad alta
	Criticidad muy alta

**Fuente:** NORMA TÉCNICA IPEMAN.

**Anexo 11.** Detalle de la evaluación de criticidad

Equipo	Falla	Frecuencia de falla	Tiempo medio para reparar	Impacto sobre la producción	Costo de reparación	Impacto ambiental	Impacto en salud y seguridad personal
Fresadora	Rodamiento sin retorno	2	3	6	5	5	5
	Atascamiento de eje principal	3	3	6	5	5	5
	Intercambio de nariz no posible	2	2	4	10	0	5
	Alimentación deficiente	3	1	4	5	0	5
Taladro vertical	Ruptura de bastidor	3	3	8	25	5	25
	Desplazamiento de mesa	3	2	4	10	0	10
	Sobrecalentamiento	2	2	6	10	0	10
Mandrinadora	Desalineamiento de husillo o plato de sujeción	4	2	6	10	0	25
	Contaminación del husillo	3	1	4	5	5	5
	Desajuste de plato de sujeción	3	2	6	10	0	10
	Falta de lubricación	2	1	4	3	5	0
Esmeril de banca	Atascamiento de rodamiento	3	3	6	10	0	25
	Desgaste de guía	2	2	8	25	0	10
	Falta de lubricación	3	1	4	3	0	0
Máquina de soldar	Desgaste del tubo de contacto	2	3	8	25	5	5
	Falla en el arco	4	2	6	25	5	5
Cepilladora	Mesa holgada	4	2	6	10	0	25
	Atascamiento de guía	3	3	6	15	0	10
	Falta de lubricación	2	1	4	3	0	10

Torno	Desalineamiento de husillo o plato de sujeción	3	2	8	25	0	25
	Contaminación del husillo	4	1	4	10	5	5
	Desajuste de plato de sujeción	3	1	6	10	0	10
	Falta de lubricación	2	1	4	3	0	0
Sierra mecánica	Mala alineación	3	2	6	10	0	10
	Agrietamiento de mesa	2	3	6	15	5	10
	Mala calibración	4	3	8	10	0	5
	Falta de lubricación	2	1	4	3	0	0

Frecuencia (FF)	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	
Muy Alta	5	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165
Alta	4	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92	96	100	104	108	112	116	120	124	128	132
Media	3	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69	72	75	78	81	84	87	90	93	96	99
Baja	2	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66
Muy Baja	1	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33

Frecuencia (FF)	Consecuencia (CO)																													
	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60			
Muy Alta	5	170	175	180	185	190	195	200	205	210	215	220	225	230	235	240	245	250	255	260	265	270	275	280	285	290	295	300		
Alta	4	136	140	144	148	152	156	160	164	168	172	176	180	184	188	192	196	200	204	208	212	216	220	224	228	232	236	240		
Media	3	102	105	108	111	114	117	120	123	126	129	132	135	138	141	144	147	150	153	156	159	162	165	168	171	174	177	180		
Baja	2	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	102	104	106	108	110	112	114	116	118	120		
Muy Baja	1	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60		

Frecuencia (FF)	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	
Muy Alta	5	305	310	315	320	325	330	335	340	345	350	355	360	365	370	375	380	385	390	395	400	405	410	415	420	425	430	435	440
Alta	4	244	248	252	256	260	264	268	272	276	280	284	288	292	296	300	304	308	312	316	320	324	328	332	336	340	344	348	352
Media	3	183	186	189	192	195	198	201	204	207	210	213	216	219	222	225	228	231	234	237	240	243	246	249	252	255	258	261	264
Baja	2	122	124	126	128	130	132	134	136	138	140	142	144	146	148	150	152	154	156	158	160	162	164	166	168	170	172	174	176
Muy Baja	1	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88

Frecuencia (FF)	88	89	90	91	92	93	94	95	
Muy Alta	5	440	445	450	455	460	465	470	475
Alta	4	352	356	360	364	368	372	376	380
Media	3	264	267	270	273	276	279	282	285
Baja	2	176	178	180	182	184	186	188	190
Muy Baja	1	88	89	90	91	92	93	94	95

*Crterios de criticidad*



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Ara Paula Laes Fuente, con DNI N° 70203222 de profesión Ingeniera Industrial ejerciendo Asistente de proyecto actualmente en SIMA Chimbote como capacitaciones


Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación los instrumentos: Formato de capacitaciones; a los efectos de su aplicación al personal que labora en la empresa

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Las escalas son: deficiente "1", aceptable "2", Bueno "3" y excelente "4".

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de contenido			X	
Redacción de los ítems			X	
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

En Nuevo Chimbote, a los 27 días del mes de Junio del año 2026

  
**ARA PAULA LAES FUENTE**  
 INGENIERA INDUSTRIAL  
 Sello y firmado por el validador  
 DNI N° 20025

Yo, Honcada Haya Junco Manuel....., con DNI N° 71327387..... de profesión Ingeniero Industrial, colegiado con N° CIP.206768..... ejerciendo actualmente como Ingeniero de Seguridad en la empresa Consorcio Haya constructores.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación el instrumento: Formato de capacitaciones; a los efectos de su aplicación en la investigación titulada "Aplicación del mantenimiento productivo total para aumentar la disponibilidad de las máquinas de la empresa LV&C SAC, Chimbote – 2022"

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Las escalas son: deficiente "1", aceptable "2", Bueno "3" y excelente "4".

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de contenido			X	
Redacción de los ítems			X	
Claridad y precisión				X
Pertinencia			X	

En Nuevo Chimbote, a los 24 días del mes de Junio..... del año 2022.

  
**HONCADA HAYA JUNCO MANUEL**  
**ING. INDUSTRIAL**  
Reg. Colegio de Ingenieros Nº 20754



Yo, Christian John Minaya Luna, identificado con DNI N° 72449398 de profesión Ingeniero Industrial, con colegiatura N° CIP 264025, ejerciendo actualmente como Representante de la empresa de Servicios L & M EIRL – MULTISERVICIOS CONSULTORES Y ASOCIADOS.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación del instrumento formato de capacitaciones a los efectos de su aplicación en la investigación titulada: "Aplicación del mantenimiento productivo total para aumentar la disponibilidad de las máquinas de la empresa LV&C SAC, Chimbote - 2022"

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Las escalas son: deficiente "1", aceptable "2", bueno "3" y excelente "4".

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencia de ítems				X
Amplitud de contenido				X
Redacción de los ítems				X
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

En Chimbote, a los 23 días del mes de junio del año 2022.



Ing. Christian Minaya Luna  
Gerente General  
RUC: 20569331316

## Validez de los instrumentos.

Calificación del Ing. Christian John Minaya Luna

Criterio de validez	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente	Total parcial
Congruencia de ítems	1	2	3	4	4
Amplitud del contenido	1	2	3	4	4
Redacción de ítems	1	2	3	4	4
Claridad y precisión	1	2	3	4	3
Pertinencia	1	2	3	4	3
TOTAL					18

**Fuente:** Elaboración propia.

Calificación del Ing. Moncada Meza Junior Manuel

Criterio de validez	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente	Total parcial
Congruencia de ítems	1	2	3	4	3
Amplitud del contenido	1	2	3	4	3
Redacción de ítems	1	2	3	4	3
Claridad y precisión	1	2	3	4	4
Pertinencia	1	2	3	4	3
TOTAL					16

**Fuente:** Elaboración propia.

Calificación del Ing. Ana Paula Laos Puentes

Criterio de validez	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente	Total parcial
Congruencia de ítems	1	2	3	4	3
Amplitud del contenido	1	2	3	4	3
Redacción de ítems	1	2	3	4	3
Claridad y precisión	1	2	3	4	3
Pertinencia	1	2	3	4	3
<b>TOTAL</b>					<b>15</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

Consolidado de la calificación de expertos

Nombre del experto	Calificación de validez	% Calificación
Ing. Christian John Minaya Luna	18	90%
Ing. Moncada Meza Junior Manuel	16	80%
Ing. Ana Paula Laos Puentes	15	75%
<b>Calificación</b>	<b>16.33</b>	<b>81.67%</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

Escala de validez de instrumentos

Escala	Indicador
0.00-0.53	Validez nula
0.54-0.59	Validez baja
0.60-0.65	Valida
0.66-0.71	Muy valida
<b>0.72-0.99</b>	<b>Excelente validez</b>
1	Validez perfecta

**Fuente:** Oseda y Ramírez, 2011, p. 154.



Yo, DONCEBO MORA JUNIOR MANUEL, con DNI N° 71377387 de profesión Ingeniero Industrial, colegiado con N° CIP.206768, ejerciendo actualmente como Ingeniero de seguridad en la empresa comercio Maza constructores

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación el instrumento: Formato de plan de mantenimiento preventivo; a los efectos de su aplicación en la investigación titulada "Aplicación del mantenimiento productivo total para aumentar la disponibilidad de las máquinas de la empresa LV&C SAC, Chimbote - 2022"

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Las escalas son: deficiente "1", aceptable "2", Bueno "3" y excelente "4".

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de contenido			X	
Redacción de los ítems			X	
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

En Nuevo Chimbote, a los 24 días del mes de Junio del año 2022.

  
DONCEBO MORA JUNIOR MANUEL  
ING. INDUSTRIAL  
Reg. Colegio de Ingenieros I.P. N° 20704

Yo, Ana Paula Las Puente, con DNI N° 70202280 de profesión Ingeniera Industrial, ejerciendo Asistente de Proyecto de SEMA Chimbote actualmente como

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación los instrumentos: Formato de plan de Mantenimiento preventivo a los efectos de su aplicación al personal que labora en la empresa

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Las escalas son: deficiente "1", aceptable "2", Bueno "3" y excelente "4".

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencia de ítems			2	
Amplitud de contenido			2	
Redacción de los ítems			2	
Claridad y precisión			2	
Pertinencia			2	

En Nuevo Chimbote, a los 27 días del mes de Junio del año 2022

  
ANAPUENTE ANA PAULA  
INGENIERA INDUSTRIAL  
Sello y firma del Validador  
CIP N° 266258

Yo, Christian John Minaya Luna, identificado con DNI N° 72449396 de profesión Ingeniero Industrial, con colegiatura N° CIP 284025, ejerciendo actualmente como Representante de la empresa de Servicios L & M EIRL – MULTISERVICIOS CONSULTORES Y ASOCIADOS.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación del instrumento formato de plan de mantenimiento preventivo a los efectos de su aplicación en la investigación titulada: "Aplicación del mantenimiento productivo total para aumentar la disponibilidad de las máquinas de la empresa LV&C SAC, Chimbote - 2022"

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Las escalas son: deficiente "1", aceptable "2", bueno "3" y excelente "4".

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencia de ítems				X
Amplitud de contenido				X
Redacción de los ítems				X
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

En Chimbote, a los 23 días del mes de junio del año 2022.



Ing. Christian Minaya Luna  
Gerente General  
RUC: 20549331316

## Validez de los instrumentos.

Calificación del Ing. Christian John Minaya Luna

Criterio de validez	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente	Total parcial
Congruencia de ítems	1	2	3	4	4
Amplitud del contenido	1	2	3	4	4
Redacción de ítems	1	2	3	4	4
Claridad y precisión	1	2	3	4	3
Pertinencia	1	2	3	4	3
TOTAL					18

**Fuente:** Elaboración propia.

Calificación del Ing. Moncada Meza Junior Manuel

Criterio de validez	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente	Total parcial
Congruencia de ítems	1	2	3	4	3
Amplitud del contenido	1	2	3	4	3
Redacción de ítems	1	2	3	4	3
Claridad y precisión	1	2	3	4	3
Pertinencia	1	2	3	4	3
TOTAL					15

**Fuente:** Elaboración propia.



Calificación del Ing. Ana Paula Laos Puentes

Criterio de validez	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente	Total parcial
Congruencia de ítems	1	2	3	4	3
Amplitud del contenido	1	2	3	4	3
Redacción de ítems	1	2	3	4	3
Claridad y precisión	1	2	3	4	3
Pertinencia	1	2	3	4	3
<b>TOTAL</b>					<b>15</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

Consolidado de la calificación de expertos

Nombre del experto	Calificación de validez	% Calificación
Ing. Christian John Minaya Luna	18	90%
Ing. Moncada Meza Junior Manuel	15	75%
Ing. Ana Paula Laos Puentes	15	75%
<b>Calificación</b>	<b>16</b>	<b>80%</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

Escala de validez de instrumentos

Escala	Indicador
0.00-0.53	Validez nula
0.54-0.59	Validez baja
0.60-0.65	Valida
0.66-0.71	Muy valida
<b>0.72-0.99</b>	<b>Excelente validez</b>
1	Validez perfecta

**Fuente:** Oseda y Ramírez, 2011, p. 154.





Yo, Manuel Hugo Amor Manuel, con DNI N° 71377387 de profesión Ingeniero Industrial, colegiado con N° CIP. 206766 ejerciendo actualmente como Ingeniero de Seguridad en la empresa comercio Hoja constructor

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación el instrumento: Formato de tiempo medio entre fallas; a los efectos de su aplicación en la investigación titulada "Aplicación del mantenimiento productivo total para aumentar la disponibilidad de las máquinas de la empresa LV&C SAC, Chimbote - 2022"

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Las escalas son: deficiente "1", aceptable "2", Bueno "3" y excelente "4".

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de contenido			X	
Redacción de los ítems				X
Claridad y precisión				X
Pertinencia			X	

En Nuevo Chimbote, a los 24 días del mes de Junio del año 2022.

  
**MANUEL HUGO AMOR MANUEL**  
**ING. INDUSTRIAL**  
Reg. Colegio de Ingenieros I.P.F. 20720

Yo, Christian John Minaya Luna, identificado con DNI N° 72449398 de profesión Ingeniero Industrial, con colegiatura N° CIP 264025, ejerciendo actualmente como Representante de la empresa de Servicios L & M EIRL – MULTISERVICIOS CONSULTORES Y ASOCIADOS.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación del instrumento formato de tiempo medio entre fallas a los efectos de su aplicación en la investigación titulada: "Aplicación del mantenimiento productivo total para aumentar la disponibilidad de las máquinas de la empresa LV&C SAC, Chimbote - 2022"

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Las escalas son: deficiente "1", aceptable "2", bueno "3" y excelente "4".

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencia de ítems				X
Amplitud de contenido				X
Redacción de los ítems				X
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

En Chimbote, a los 23 días del mes de junio del año 2022.



Ing. Christian Minaya Luna  
Gerente General  
RUC: 20569331316

## Validez de los instrumentos.

Calificación del Ing. Christian John Minaya Luna

Criterio de validez	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente	Total parcial
Congruencia de ítems	1	2	3	4	4
Amplitud del contenido	1	2	3	4	4
Redacción de ítems	1	2	3	4	4
Claridad y precisión	1	2	3	4	3
Pertinencia	1	2	3	4	3
TOTAL					18

**Fuente:** Elaboración propia.

Calificación del Ing. Moncada Meza Junior Manuel

Criterio de validez	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente	Total parcial
Congruencia de ítems	1	2	3	4	3
Amplitud del contenido	1	2	3	4	3
Redacción de ítems	1	2	3	4	4
Claridad y precisión	1	2	3	4	4
Pertinencia	1	2	3	4	3
TOTAL					17

**Fuente:** Elaboración propia.

Calificación del Ing. Ana Paula Laos Puentes

Criterio de validez	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente	Total parcial
Congruencia de ítems	1	2	3	4	4
Amplitud del contenido	1	2	3	4	3
Redacción de ítems	1	2	3	4	3
Claridad y precisión	1	2	3	4	3
Pertinencia	1	2	3	4	3
<b>TOTAL</b>					<b>16</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

Consolidado de la calificación de expertos

Nombre del experto	Calificación de validez	% Calificación
Ing. Christian John Minaya Luna	18	90%
Ing. Moncada Meza Junior Manuel	17	85%
Ing. Ana Paula Laos Puentes	16	80%
<b>Calificación</b>	<b>17</b>	<b>85%</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

Escala de validez de instrumentos

Escala	Indicador
0.00-0.53	Validez nula
0.54-0.59	Validez baja
0.60-0.65	Valida
0.66-0.71	Muy valida
<b>0.72-0.99</b>	<b>Excelente validez</b>
1	Validez perfecta

**Fuente:** Oseda y Ramírez, 2011, p. 154.





Yo, Morceda Moya Jimeno Manuel....., con DNI N° 71377387..... de profesión Ingeniero Industrial, colegiado con N° CIP 206768..... ejerciendo actualmente como Ingeniero de Seguridad en la empresa consorcio Moya Constructores

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación el instrumento: Formato de tiempo medio de reparación; a los efectos de su aplicación en la investigación titulada "Aplicación del mantenimiento productivo total para aumentar la disponibilidad de las máquinas de la empresa LV&C SAC, Chimbote - 2022"

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Las escalas son: deficiente "1", aceptable "2", Bueno "3" y excelente "4".

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de contenido			X	
Redacción de los ítems				X
Claridad y precisión				X
Pertinencia			X	

En Nuevo Chimbote, a los 24 días del mes de Junio..... del año 2022.

  
MORCEDA MOYA JIMENO MANUEL  
ING. INDUSTRIAL  
Reg. Colegio de Ingenieros Nº 17 20194

Yo, Ana Paula Laos Puente, con DNI N° 20203280 de profesión Ingeniera Industrial, ejerciendo actualmente como Asistente de Proyecto en SEMA Chimbote

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación los instrumentos: Formato de tiempo; a los efectos de su aplicación al personal que labora en la empresa medio de reparación

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Las escalas son: deficiente "1", aceptable "2", Bueno "3" y excelente "4".

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencia de ítems		X		
Amplitud de contenido			X	
Redacción de los ítems				X
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

En Nuevo Chimbote, a los 27 días del mes de Junio del año 2022

  
Sello y Firma del validador  
INGENIERA INDUSTRIAL  
CIP N° 266206

Yo, Christian John Minaya Luna, identificado con DNI N° 72449398 de profesión Ingeniero Industrial, con colegiatura N° CIP 284025, ejerciendo actualmente como Representante de la empresa de Servicios L & M EIRL – MULTISERVICIOS CONSULTORES Y ASOCIADOS.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación del instrumento formato de tiempo medio para reparar a los efectos de su aplicación en la investigación titulada: "Aplicación del mantenimiento productivo total para aumentar la disponibilidad de las máquinas de la empresa LV&C SAC, Chimbote - 2022"

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Las escalas son: deficiente "1", aceptable "2", bueno "3" y excelente "4".

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencia de ítems				X
Amplitud de contenido				X
Redacción de los ítems				X
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

En Chimbote, a los 23 días del mes de junio del año 2022.



Ing. Christian Minaya Luna  
Gerente General  
RUC: 20569331316

## Validez de los instrumentos.

Calificación del Ing. Christian John Minaya Luna

Criterio de validez	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente	Total parcial
Congruencia de ítems	1	2	3	4	4
Amplitud del contenido	1	2	3	4	4
Redacción de ítems	1	2	3	4	4
Claridad y precisión	1	2	3	4	3
Pertinencia	1	2	3	4	3
TOTAL					18

**Fuente:** Elaboración propia.

Calificación del Ing. Moncada Meza Junior Manuel

Criterio de validez	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente	Total parcial
Congruencia de ítems	1	2	3	4	3
Amplitud del contenido	1	2	3	4	3
Redacción de ítems	1	2	3	4	4
Claridad y precisión	1	2	3	4	4
Pertinencia	1	2	3	4	3
TOTAL					17

**Fuente:** Elaboración propia.

### Calificación del Ing. Ana Paula Laos Puentes

Criterio de validez	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente	Total parcial
Congruencia de ítems	1	2	3	4	2
Amplitud del contenido	1	2	3	4	3
Redacción de ítems	1	2	3	4	4
Claridad y precisión	1	2	3	4	3
Pertinencia	1	2	3	4	3
<b>TOTAL</b>					<b>15</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

### Consolidado de la calificación de expertos

Nombre del experto	Calificación de validez	% Calificación
Ing. Christian John Minaya Luna	18	90%
Ing. Moncada Meza Junior Manuel	17	85%
Ing. Ana Paula Laos Puentes	15	75%
<b>Calificación</b>	<b>16.67</b>	<b>83.33%</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

### Escala de validez de instrumentos

Escala	Indicador
0.00-0.53	Validez nula
0.54-0.59	Validez baja
0.60-0.65	Valida
0.66-0.71	Muy valida
<b>0.72-0.99</b>	<b>Excelente validez</b>
1	Validez perfecta

**Fuente:** Oseda y Ramírez, 2011, p. 154.



Yo, Ana Paula Laos Rente, con DNI N° 70203260 de profesión Ingeniero Industrial, ejerciendo actualmente como Asistente de Proyecto en SINA Chimbote.


Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación los instrumentos: Formato de tiempo disponible; a los efectos de su aplicación al personal que labora en la empresa

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Las escalas son: deficiente "1", aceptable "2", Bueno "3" y excelente "4".

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de contenido				X
Redacción de los ítems				X
Claridad y precisión				X
Pertinencia			X	

En Nuevo Chimbote, a los 27 días del mes de Junio del año 2022

  
LAOS RENTE ANA PAULA  
INGENIERA INDUSTRIAL  
Sello y número del profesional  
CIP N° 266258

Yo, Moncayo Moya Junior Manuel....., con DNI N° 71377387..... de profesión Ingeniero Industrial, colegiado con N° CIP 206768..... ejerciendo actualmente como Ingeniero de Seguridad en la empresa comercio Mayá constructor.....

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación el instrumento: Formato de disponibilidad; a los efectos de su aplicación en la investigación titulada "Aplicación del mantenimiento productivo total para aumentar la disponibilidad de las máquinas de la empresa LV&C SAC, Chimbote – 2022"

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Las escalas son: deficiente "1", aceptable "2", Bueno "3" y excelente "4".

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de contenido			X	
Redacción de los ítems				X
Claridad y precisión				X
Pertinencia			X	

En Nuevo Chimbote, a los 24 días del mes de... Junio..... del año 2022.

  
MONCAYO MOYA JUNIOR MANUEL:  
ING. INDUSTRIAL  
Reg. Colegio de Ingenieros 206768



Yo, Christian John Minaya Luna, identificado con DNI N° 72449396 de profesión Ingeniero Industrial, con colegiatura N° CIP 264025, ejerciendo actualmente como Representante de la empresa de Servicios L & M EIRL – MULTISERVICIOS CONSULTORES Y ASOCIADOS.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación del instrumento formato de disponibilidad a los efectos de su aplicación en la investigación titulada: "Aplicación del mantenimiento productivo total para aumentar la disponibilidad de las máquinas de la empresa LV&C SAC, Chimbote - 2022"

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Las escalas son: deficiente "1", aceptable "2", bueno "3" y excelente "4".

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencia de ítems				X
Amplitud de contenido				X
Redacción de los ítems				X
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

En Chimbote, a los 23 días del mes de junio del año 2022.



Ing. Christian Minaya Luna  
Gerente General  
RUC: 20569331316

## Validez de los instrumentos.

Calificación del Ing. Christian John Minaya Luna

Criterio de validez	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente	Total parcial
Congruencia de ítems	1	2	3	4	4
Amplitud del contenido	1	2	3	4	4
Redacción de ítems	1	2	3	4	4
Claridad y precisión	1	2	3	4	3
Pertinencia	1	2	3	4	3
TOTAL					18

**Fuente:** Elaboración propia.

Calificación del Ing. Moncada Meza Junior Manuel

Criterio de validez	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente	Total parcial
Congruencia de ítems	1	2	3	4	3
Amplitud del contenido	1	2	3	4	3
Redacción de ítems	1	2	3	4	4
Claridad y precisión	1	2	3	4	4
Pertinencia	1	2	3	4	3
TOTAL					17

**Fuente:** Elaboración propia.

Calificación del Ing. Ana Paula Laos Puentes

Criterio de validez	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente	Total parcial
Congruencia de ítems	1	2	3	4	3
Amplitud del contenido	1	2	3	4	4
Redacción de ítems	1	2	3	4	4
Claridad y precisión	1	2	3	4	4
Pertinencia	1	2	3	4	3
<b>TOTAL</b>					<b>18</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

Consolidado de la calificación de expertos

Nombre del experto	Calificación de validez	% Calificación
Ing. Christian John Minaya Luna	18	90%
Ing. Moncada Meza Junior Manuel	17	85%
Ing. Ana Paula Laos Puentes	18	90%
<b>Calificación</b>	<b>17.67</b>	<b>88.33%</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

Escala de validez de instrumentos

Escala	Indicador
0.00-0.53	Validez nula
0.54-0.59	Validez baja
0.60-0.65	Valida
0.66-0.71	Muy valida
<b>0.72-0.99</b>	<b>Excelente validez</b>
1	Validez perfecta

**Fuente:** Oseda y Ramírez, 2011, p. 154.

**Anexo 17.** Formato de eficiencia global de equipos.

Mes	Días	Turno	Domingos y feriados	TD Tiempo disponible	TPP Tiempo de paradas planificadas	TF Tiempo de funcionamiento	TPE Preparación de equipos	TPO Periodo de operación	TPPE Parada no planificada	TON Operación Neta	TPOP Perdido por operación	TOU Operación utilizable	TPD Pérdida por defectos	TPN Productivo neto

<b>D</b> <b>Disponibilidad</b>	<b>R</b> <b>Rendimiento</b>	<b>C</b> <b>Calidad</b>	<b>OEE</b>

Fuente: Adaptado de (Llontop, 2018)

**Anexo 18.** Permiso de la empresa para el estudio de ejecución y aplicación de tesis



“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”


Chimbote, 07 de junio del 2022

**ASUNTO: AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

Yo, Luis Wilfredo Calderón Romero con DNI° 70208998, Representante legal de la empresa LV&C S.A.C., con RUC N° 20601933501, ubicado en Jr. Almirante Guise Mz z2 Lt 18 P.J Miraflores Alto /Ancash – Santa – Chimbote; digo:

AUTORIZO, a los estudiantes Márquez Espinoza Edmard Roberth, identificado con DNI N°70877380 y Mora Huamán Jaime, identificado con DNI N° 73432960 de la escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad Cesar Vallejo, en calidad de autores para poder realizar su proyecto de investigación titulado “Aplicación del Mantenimiento Productivo Total para aumentar la disponibilidad de las máquinas de la empresa LV&C SAC, Chimbote - 2022”, para la cual se les brinda los datos de la empresa, así como las facilidades para la ejecución y aplicación del proyecto de investigación.

Se expide el presente documento a solicitud del interesado para los fines que se estime conveniente.



Luis Wilfredo Calderón Romero  
GERENTE GENERAL  
LV & C S.A.C.

Jr. Almirante guise MZ z2 Lt 18 P.J Miraflores alto – Chimbote / celular: 998395121 / correo: lv\_c.sac@hotmail.com  
luis.calderon.romero@hotmail.com

## Anexo 19. Declaración de consentimiento informado.

### DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Por medio del presente documento confirmo mi consentimiento para participar en la investigación denominada: "Aplicación del Mantenimiento Productivo Total para aumentar la disponibilidad de las maquinas de la empresa LV&C SAC, Chimbote – 2022".

Se me ha explicado que mi participación consistirá en lo siguiente:

Entiendo que debo responder con la verdad y que la información que brinda mi compañero también es confidencial.

Se me ha explicado también que si decido participar en la investigación puedo retirarme en cualquier momento o no participar en una parte del estudio.

Acepto voluntariamente participar en esta investigación y comprendo qué cosas voy a hacer durante la misma.

Nuevo Chimbote, 24 de junio de 2022

Nombre del participante: Jaime Xiomar Mora Huaman

DNI: 73432960



---

Investigador

Jaime Xiomar Mora Huaman

73432960

## DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Por medio del presente documento confirmo mi consentimiento para participar en la investigación denominada: "Aplicación del Mantenimiento Productivo Total para aumentar la disponibilidad de las maquinas de la empresa LV&C SAC, Chimbote – 2022".

Se me ha explicado que mi participación consistirá en lo siguiente:

Entiendo que debo responder con la verdad y que la información que brinda mi compañero también es confidencial.

Se me ha explicado también que si decido participar en la investigación puedo retirarme en cualquier momento o no participar en una parte del estudio.

Acepto voluntariamente participar en esta investigación y comprendo qué cosas voy a hacer durante la misma.

Nuevo Chimbote, 27 de junio de 2022

Nombre del participante: Edmard Roberth Márquez Espinoza

DNI: 70877380



Investigador

Edmard Roberth Márquez Espinoza

70877380

**ANEXO 20: RESULTADOS DEL CUESTIONARIO 5 “S”**

<b>Separar lo necesario de lo innecesario</b>						
<b>Id</b>	<b>S1=Seiri=Clasificar</b>	<b>Siempre</b>	<b>Casi siempre</b>	<b>Regular</b>	<b>Muy poco frecuente</b>	<b>No</b>
1	¿Hay cosas inútiles que pueden molestar en el entorno de trabajo?		X			
2	¿Hay materias primas, semi elaborados o residuos en el entorno de trabajo?		X			
3	¿Hay algún tipo de herramienta, tornillería, pieza de repuesto, útil o similar en el entorno de trabajo?			X		
4	¿Están todos los objetos de uso frecuente ordenado, en su ubicación y correctamente identificado en el entorno laboral?			X		
5	¿Están todos los objetos de medición en su ubicación y correctamente identificados en el entorno laboral?				X	
6	¿Están todos los elementos de limpieza: trapos, escobas, guantes, productos en su ubicación y correctamente identificados?				X	
7	¿Está todo el mobiliario, mesas, sillas, armarios ubicados e identificados correctamente en el entorno de trabajo?					X
8	¿Existe maquinaria inutilizada en el entorno de trabajo?			X		
9	¿Existen elementos inutilizados: pautas, herramientas, útiles o similares en el entorno de trabajo?			X		
10	¿Están los elementos innecesarios identificados como tal?					X
<b>Puntuación</b>		0	2	4	2	2
<b>Un sitio para cada cosa y cada cosa en su sitio</b>						
<b>Id</b>	<b>S2=Seiton=Ordenar</b>	<b>Siempre</b>	<b>Casi siempre</b>	<b>Regular</b>	<b>Muy poco frecuente</b>	<b>No</b>
1	¿Están claramente definidos los pasillos, áreas de almacenamiento, lugares de trabajo?					X
2	¿Son necesarias todas las herramientas disponibles y fácilmente identificables?					X
3	¿Están diferenciados e identificados los materiales o semielaborados del producto final?				X	
4	¿Están todos los materiales, pallets, contenedores almacenados de forma adecuada?				X	
5	¿Hay algún tipo de obstáculo cerca del elemento de extinción de incendios más cercano?			X		
6	¿Tiene el suelo algún tipo de desperfecto: ¿grietas, sobresalto...?			X		
7	¿Están las estanterías u otras áreas de almacenamiento en el lugar adecuado y debidamente identificadas?			X		



8	¿Tienen los estantes letreros identificatorios para conocer que materiales van depositados en ellos?					X
9	¿Están indicadas las cantidades máximas y mínimas admisibles y el formato de almacenamiento?					X
10	¿Hay líneas blancas u otros marcadores para indicar claramente los pasillos y áreas de almacenamiento?					X
<b>Puntuación</b>		0	0	3	2	5

**Limpiar el puesto de trabajo y los equipos y prevenir la suciedad y el desorden**

<b>Id</b>	<b>S3=Seiso=Limpiar</b>	<b>Siempre</b>	<b>Casi siempre</b>	<b>Regular</b>	<b>Muy poco frecuente</b>	<b>No</b>
1	¿Revise cuidadosamente el suelo, los pasos de acceso y los alrededores de los equipos!				X	
2	¿Hay partes de las máquinas o equipos sucios? ¿Puedes encontrar manchas de aceite, polvo o residuos?		X			
3	¿Está la tubería tanto de aire como eléctrica sucia, deteriorada; en general en mal estado?			X		
4	¿Está el sistema de drenaje de los residuos de tinta o aceite obstruido (total o parcialmente)?			X		
5	¿Hay elementos de la luminaria defectuosa (total o parcialmente)?			X		
6	¿Se mantienen las paredes, suelo y techos limpios, libres de residuos?				X	
7	¿Se limpian las máquinas con frecuencia y se mantienen libres de grasa, virutas...?					X
8	¿Se realizan periódicamente tareas de limpieza conjuntamente con el mantenimiento de la planta?				X	
9	¿Existe una persona o equipo de personas responsable de supervisar las operaciones de limpieza?					X
10	¿Se barre y limpia el suelo y los equipos normalmente sin ser dicho?				X	
<b>Puntuación</b>		0	1	3	4	2

**Eliminar anomalías evidentes con controles visuales**

<b>Id</b>	<b>S4=Seiketsu=Estandarizar</b>	<b>Siempre</b>	<b>Casi siempre</b>	<b>Regular</b>	<b>Muy poco frecuente</b>	<b>No</b>
1	¿La ropa que usa el personal es inapropiada o está sucia?			X		
2	¿Las diferentes áreas de trabajo tienen la luz suficiente y ventilación para la actividad que se desarrolla?			X		
3	¿Hay algún problema con respecto a ruido, vibraciones o de temperatura (calor / frío)?			X		
4	¿Hay alguna ventana o puerta rota?			X		
5	¿Hay habilitadas zonas de descanso, comida y espacios habilitados para fumar?		X			

6	¿Se generan regularmente mejoras en las diferentes áreas de la empresa?				X	
7	¿Se actúa generalmente sobre las ideas de mejora?				X	
8	¿Existen procedimientos escritos estándar y se utilizan activamente?				X	
9	¿Se consideran futuras normas como plan de mejora clara de la zona?				X	
10	¿Se mantienen las 3 primeras S (eliminar innecesario, espacios definidos, limitación de pasillos, limpieza)?					X
<b>Puntuación</b>		0	1	4	4	1

Hacer el hábito de la obediencia a las reglas

<b>Id</b>	<b>S5=Shitsuke Disciplinar</b>	<b>Siempre</b>	<b>Casi siempre</b>	<b>Regular</b>	<b>Muy poco frecuente</b>	<b>No</b>
1	¿Se realiza el control diario de limpieza?					X
2	¿Se realizan los informes diarios correctamente y a su debido tiempo?					X
3	¿Se utiliza el uniforme reglamentario, así como el material de protección diario para las actividades que se llevan a cabo?				X	
4	¿Se utiliza el material de protección para realizar trabajos específicos (¿arnés, casco...)?			X		
5	¿Cumplen los miembros de la comisión de seguimiento el cumplimiento de los horarios de las reuniones?			X		
6	¿Está todo el personal capacitado y motivado para llevar a cabo los procedimientos estándar definidos?					X
7	¿Las herramientas y las piezas se almacenan correctamente?					X
8	¿Se están cumpliendo los controles de stocks?					X
9	¿Existen procedimientos de mejora, son revisados con regularidad?					X
10	¿Todas las actividades definidas en las 5S se llevan a cabo y se realizan los seguimientos definidos?					X
<b>Puntuación</b>		0	0	2	1	7

## Anexo 21. Disponibilidad de máquinas

Mes	Fresadora							
	Semanas	#fallas	Horas programadas	Horas trabajadas	Tiempo muerto	MTBF	MTTR	Disponibilidad
Marzo	1	2	48	30	18	11.4	7.8	59.38%
	2	3	48	26	22			
	3	3	48	35	13			
	4	2	48	23	25			
Abril	1	4	48	23	25	7.357 14	6.357 14	53.65%
	2	3	48	27	21			
	3	4	48	25	23			
	4	3	48	28	20			
Mayo	1	2	48	38	10	12.1	7.1	63.02%
	2	3	48	27	21			
	3	2	48	28	20			
	4	3	48	28	20			
promedio			48	28.17	19.83	10.29	7.09	59%

Mes	Taladro vertical							
	Semanas	#fallas	Horas programadas	Horas trabajadas	Tiempo muerto	MTBF	MTTR	Disponibilidad
Marzo	1	2	12	8	4	2.272 73	2.090 91	52.08%
	2	2	12	6	6			
	3	3	12	7	5			
	4	4	12	4	8			
Abril	1	4	12	7	5	1.769 23	1.923 08	47.92%
	2	3	12	6	6			
	3	2	12	6	6			
	4	4	12	4	8			
Mayo	1	4	12	6	6	2.25	1.75	56.25%
	2	3	12	7	5			
	3	3	12	6	6			
	4	2	12	8	4			
promedio			48	6.25	5.75	2.10	1.92	52%

Mes	Mandrinadora							
	Semanas	#fallas	Horas programadas	Horas trabajadas	Tiempo muerto	MTBF	MTTR	Disponibilidad
Marzo	1	4	36	12	24	6.230 77	4.846 15	56.25%
	2	5	36	25	11			
	3	2	36	26	10			
	4	2	36	18	18			
Abril	1	2	36	25	11	6.142 86	4.142 86	59.72%
	2	5	36	19	17			
	3	4	36	18	18			
	4	3	36	24	12			
Mayo	1	3	36	16	20	5.4	4.2	56.25%
	2	4	36	23	13			
	3	5	36	19	17			
	4	3	36	23	13			
promedio			48	20.67	15.33	5.92	4.40	57%

Mes	Esmeril de banco							
	Semanas	#fallas	Horas programadas	Horas trabajadas	Tiempo muerto	MTBF	MTTR	Disponibilidad
Marzo	1	4	36	22	14	5.312 5	3.687 5	59.03%
	2	3	36	21	15			
	3	4	36	20	16			
	4	5	36	22	14			
Abril	1	3	36	19	17	6.666 67	5.333 33	55.56%
	2	3	36	19	17			
	3	4	36	22	14			
	4	2	36	20	16			
Mayo	1	2	36	20	16	6.916 67	5.083 33	57.64%
	2	4	36	21	15			
	3	3	36	19	17			
	4	3	36	23	13			
promedio			48	20.67	15.33	6.30	4.70	57%

Mes	Máquina de soldar							
	Semanas	#fallas	Horas programadas	Horas trabajadas	Tiempo muerto	MTBF	MTTR	Disponibilidad
Marzo	1	2	24	15	9	5	3.727 27	57.29%
	2	2	24	10	14			
	3	3	24	12	12			
	4	4	24	18	6			
Abril	1	4	24	19	5	3.294 12	2.352 94	58.33%
	2	5	24	9	15			
	3	3	24	16	8			
	4	5	24	12	12			
Mayo	1	5	24	10	14	3.6	2.8	56.25%
	2	4	24	13	11			
	3	3	24	15	9			
	4	3	24	16	8			
promedio			48	13.75	10.25	3.96	2.96	57%

Mes	Cepilladora							
	Semanas	#fallas	Horas programadas	Horas trabajadas	Tiempo muerto	MTBF	MTTR	Disponibilidad
Marzo	1	2	18	12	6	3.5	2.5	58.33%
	2	3	18	10	8			
	3	4	18	11	7			
	4	3	18	9	9			
Abril	1	3	18	9	9	3.454 55	3.090 91	52.78%
	2	4	18	10	8			
	3	2	18	10	8			
	4	2	18	9	9			
Mayo	1	3	18	10	8	3.076 92	2.461 54	55.56%
	2	5	18	11	7			
	3	2	18	8	10			
	4	3	18	11	7			
promedio			48	10.00	8.00	3.34	2.68	56%

Mes	Torno							
	Semanas	#fallas	Horas programadas	Horas trabajadas	Tiempo muerto	MTBF	MTTR	Disponibilidad
Marzo	1	3	48	26	22	7.571 43	6.142 86	55.21%
	2	2	48	26	22			
	3	5	48	25	23			
	4	4	48	29	19			
Abril	1	4	48	25	23	9.181 82	8.272 73	52.60%
	2	3	48	23	25			
	3	2	48	29	19			
	4	2	48	24	24			
Mayo	1	4	48	26	22	7.846 15	6.923 08	53.13%
	2	4	48	24	24			
	3	3	48	25	23			
	4	2	48	27	21			
promedio			48	25.75	22.25	8.20	7.11	54%

Mes	Sierra mecánica							
	Semanas	#fallas	Horas programadas	Horas trabajadas	Tiempo muerto	MTBF	MTTR	Disponibilidad
Marzo	1	2	18	6	12	2.846 15	2.692 31	51.39%
	2	3	18	8	10			
	3	4	18	11	7			
	4	4	18	12	6			
Abril	1	3	18	9	9	3	3	50.00%
	2	2	18	11	7			
	3	3	18	7	11			
	4	4	18	9	9			
Mayo	1	3	18	10	8	4.181 82	2.363 64	63.89%
	2	3	18	12	6			
	3	2	18	9	9			
	4	3	18	15	3			
promedio			48	9.92	8.08	3.34	2.69	55%

## Anexo 22: Indicadores para calcular el OEE

Mes	Días	Turno	Domingos y feriados	TD Tiempo disponible	TPP Tiempo de paradas planificadas	TF Tiempo de funcionamiento	TPE Preparación de equipos	TPO Periodo de operación	TPPE Parada no planificada
Marzo	31	10	4	310	40	270	16	254	101.53
Abril	30	10	6	300	60	240	20	220	90.96
Mayo	31	10	5	310	50	260	19	241	90.67

TON Operación Neta	TPOP Perdido por operación	TOU Operación utilizable	TPD Pérdida por defectos	TPN Productivo neto
152.47	25.75	126.72	15	111.72
129.04	27.8	101.24	17	84.24
150.33	20.36	129.97	20	109.97

## ANEXO 23: Procedimiento Estándar de Limpieza y Lubricación

	<b>PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR DE LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN</b>
---	---

### 1. OBJETIVO

Establecer pasos para la limpieza y lubricación de las máquinas críticas con la finalidad de mantenerlos en un buen estado y disminuir posibles paradas inesperadas.

### 2. ALCANCE

El alcance del presente procedimiento estándar abarca las máquinas identificadas como críticas: taladro vertical, mandrinadora, esmeril de banca, máquina de soldar, cepilladora y torno.

### 3. RESPONSABLE

El responsable de mantener este estándar aplicable es el jefe de Mantenimiento.

### 4. PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR DEL TALADRO VERTICAL

#### 4.1. Limpieza

La limpieza es ejecutada diariamente por todos los trabajadores del área de mantenimiento, de acuerdo con el cronograma de limpieza. Para la limpieza superficial del taladro vertical, debe desarrollarse lo siguiente:

- Desconectar la máquina para trabajar de manera segura.
- Revisar que los tornillos de fijación estén correctamente ajustados sobre la mesa.
- Utilizar los equipos de seguridad personal: guantes, lentes cubrebocas, casco.
- Utilizar trapos industriales para la limpieza.
- No utilizar disolventes ni químicos agresivos para las piezas metálicas.
- Retirar las partículas de la superficie.
- Limpiar con brochas las guías horizontales, incluyendo la prensa de sujeción y la base.
- Sopletear con una manguera neumática toda la máquina.
- Limpiar la rebaba excedente.
- Aplicar una ligera capa de aceite en las superficies pulidas, horizontales como verticales.
- Verificar el estado de la máquina
- Conectar el equipo y probar su funcionamiento
- Tapar con una funda (solo para final de turno)

#### 4.2. Lubricación

La lubricación es ejecutada de acuerdo con el cronograma de lubricación, es decir, cada 4 semanas, por los trabajadores responsables. Para la lubricación del taladro vertical, debe desarrollarse lo siguiente:

- Cambiar el aceite refrigerante



- Aplicar grasa fina por las graseras del taladro
- Aplicar grasa fina en la columna y cremallera.
- Verificar el funcionamiento del motor eléctrico
- Verificar el funcionamiento de la bomba de refrigeración.

## **5. PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR DE LA MANDRINADORA**

### **5.1. Limpieza**

La limpieza es ejecutada diariamente por todos los trabajadores del área de mantenimiento, de acuerdo al cronograma de limpieza. Para la limpieza superficial de la mandrinadora, debe desarrollarse lo siguiente:

- Verificar que las puertas del tablero eléctrico se encuentren cerrada.
- Desconectar la máquina para trabajar de manera segura.
- Utilizar los equipos de seguridad personal: guantes, lentes cubrebocas, casco.
- Utilizar trapos industriales para la limpieza.
- No utilizar disolventes ni químicos agresivos para las piezas metálicas.
- Verificar que no se presenten piezas que obstruyan el movimiento de los carros.
- Verificar que la presión del aceite del sistema hidráulico de fijación del cabezal de huesillo sea de 30 kg/cm<sup>2</sup>
- Verificar que la presión del aceite del sistema hidráulico de fijación de los carros y mesa porta piezas sea de 75 kg/cm<sup>2</sup>.
- Sopletear con una manguera neumática toda la máquina.
- Lubricar superficialmente el rodamiento del brazo de huesillo, las guías del cabezal del huesillo y los carros acondicionando la bomba manual.
- Verificar el estado de la máquina
- Conectar el equipo y probar su funcionamiento

### **5.2. Lubricación**

La lubricación es ejecutada de acuerdo con el cronograma de lubricación, es decir, cada 4 semanas, por los trabajadores responsables. Para la lubricación de la mandrinadora, debe desarrollarse lo siguiente:

- Aplicar grasa a la tuerca de desplazamiento del cabezal de huesillo
- Aplicar grasa a la tuerca de desplazamiento de huesillo.

## **6. PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR DEL ESMERIL DE BANCA**

### **6.1. Limpieza**

La limpieza es ejecutada diariamente por todos los trabajadores del área de mantenimiento, de acuerdo con el cronograma de limpieza. Para la limpieza superficial del esmeril de banca, debe desarrollarse lo siguiente:

- Desconectar la máquina para trabajar de manera segura.
- Utilizar los equipos de seguridad personal: guantes, lentes cubrebocas, casco.
- Utilizar trapos industriales para la limpieza.
- No utilizar disolventes ni químicos agresivos para las piezas metálicas.
- Verificar que la máquina se encuentre correctamente fijada.
- Verificar que la rueda abrasiva, las bridas y protecciones estén bien

colocadas.

- Limpiar los residuos de las operaciones con la máquina
- Verificar el estado óptimo de máquina.
- Colocar las guardas de protección (solo para final de turno).

## **6.2. Lubricación**

La lubricación es ejecutada de acuerdo al cronograma de lubricación, es decir, cada 4 semanas, por los trabajadores responsables. Para la lubricación del esmeril de banca, debe desarrollarse lo siguiente:

- Lubricar las partes metálicas de la máquina

## **7. PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR DE LA MÁQUINA DE SOLDAR**

### **7.1. Limpieza**

La limpieza es ejecutada diariamente por todos los trabajadores del área de mantenimiento, de acuerdo al cronograma de limpieza. Para la limpieza superficial de la máquina de soldar, debe desarrollarse lo siguiente:

- Desconectar la máquina para trabajar de manera segura.
- Utilizar los equipos de seguridad personal: guantes, lentes cubrebocas, casco.
- Utilizar trapos industriales para la limpieza.
- No utilizar disolventes ni químicos agresivos para las piezas metálicas.
- Verificar el ajuste de la presión del sistema
- Verificar el fluido hidráulico.
- Lubricar la clavija pivotante de mordaza, los anillos de montaje pivotantes de la cortadora, los anillos de montaje pivotantes del calentador y la cortadora.
- Limpiar el calentador.
- Verificar el aceite del motor.
- Ajustar la temperatura del calentador
- Verificar el estado óptimo de la máquina.

### **7.2. Lubricación**

La lubricación es ejecutada de acuerdo con el cronograma de lubricación, es decir, cada 4 semanas, por los trabajadores responsables. Para la lubricación de la máquina de soldar, debe desarrollarse lo siguiente:

- Lubricar el motor.
- Cambiar el filtro al motor.
- Lubricar las partes metálicas de la máquina.

## **8. PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR DE LA CEPILLADORA**

### **8.1. Limpieza**

La limpieza es ejecutada diariamente por todos los trabajadores del área de mantenimiento, de acuerdo con el cronograma de limpieza. Para la limpieza superficial de la cepilladora, debe desarrollarse lo siguiente:

- Desconectar la máquina para trabajar de manera segura.
- Utilizar los equipos de seguridad personal: guantes, lentes cubrebocas, casco.
- Utilizar trapos industriales para la limpieza.
- No utilizar disolventes ni químicos agresivos para las piezas metálicas.

- Remover los residuos utilizando un soplador de aire.
- Ajustar los tornillos de la cubierta de poleas y de la estructura de la cepilladora.
- Ajustar el deflector de viruta mediante la tensión de 3 tornillos de cabeza hexagonal.
- Verificar el correcto funcionamiento de las cuchillas de corte.

## **8.2. Lubricación**

La lubricación es ejecutada de acuerdo al cronograma de lubricación, es decir, cada 4 semanas, por los trabajadores responsables. Para la lubricación de la cepilladora, debe desarrollarse lo siguiente:

- Lubricar el motor.
- Cambiar el aceite de la caja de transmisión
- Lubricar los soportes

## **9. PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR DEL TORNO**

### **9.1. Limpieza**

La limpieza es ejecutada diariamente por todos los trabajadores del área de mantenimiento, de acuerdo con el cronograma de limpieza. Para la limpieza superficial del torno, debe desarrollarse lo siguiente:

- Verificar que las puertas del tablero eléctrico estén cerradas
- Desconectar la máquina para trabajar de manera segura.
- Utilizar los equipos de seguridad personal: guantes, lentes cubrebocas, casco.
- Utilizar trapos industriales para la limpieza.
- No utilizar disolventes ni químicos agresivos para las piezas metálicas.
- Verificar la sujeción de la pieza mediante el ajuste de las mordazas.
- Verificar tornillo de fijación de la torre porta herramienta.
- Verificar la posición de los apoyos de las barras de roscar, cilindrar y de mandos.
- Limpiar la base de la máquina y partes vitales.
- Lubricar las superficies pulidas.
- Verificar el correcto funcionamiento de la máquina.

### **9.2. Lubricación**

La lubricación es ejecutada de acuerdo con el cronograma de lubricación, es decir, cada 4 semanas, por los trabajadores responsables. Para la lubricación del torno, debe desarrollarse lo siguiente:

- Verificar el nivel de aceite en las 3 mirillas.
- Engrasar los tornillos transversales
- Engrasar el extremo derecho del tornillo patrón
- Engrasar el cabezal móvil
- Engrasar los piñones de la lira
- Cambiar el aceite refrigerante

## ANEXO 24: Plan de Mantenimiento Preventivo

	<b>PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>
---	---

### 1. OBJETIVO

Establecer una metodología para la aplicación del mantenimiento preventivo en las máquinas críticas, siguiendo los tiempos indicados por máquina.

### 2. ALCANCE

El alcance del presente procedimiento estándar abarca las máquinas identificadas como críticas: taladro vertical, mandrinadora, esmeril de banca, máquina de soldar, cepilladora y torno.

### 3. RESPONSABLE

El responsable de mantener este estándar aplicable es el jefe de Mantenimiento.

### 4. MANTENIMIENTO PREVENTIVO ESTÁNDAR PARA EL TALADRO VERTICAL

#### 4.1. Mensual

El mantenimiento preventivo se aplica cada mes, realizando las siguientes actividades:

- Utilizar los equipos de seguridad personal: guantes, lentes cubrebocas, casco.
- Utilizar trapos industriales para la limpieza.
- No utilizar disolventes ni químicos agresivos para las piezas metálicas.
- Engrasar con aceite las 12 graseras del taladro
- Verificar el nivel de aceite refrigerante y adicionar, si es necesario.
- Aplicar grasa fina en la columna y cremallera.

#### 4.2. Semestral

El mantenimiento preventivo se aplica cada 6 meses, realizando las siguientes actividades:

- Utilizar los equipos de seguridad personal: guantes, lentes cubrebocas, casco.
- Utilizar trapos industriales para la limpieza.
- No utilizar disolventes ni químicos agresivos para las piezas metálicas.
- Lavar el depósito de aceite refrigerante
- Cambiar el aceite refrigerante
- Revisar el sistema eléctrico
- Revisar el funcionamiento del motor eléctrico

### **4.3. Anual**

El mantenimiento preventivo se aplica cada 12 meses, realizando las siguientes actividades:

- Pintar el taladro, si es necesario.

## **5. MANTENIMIENTO PREVENTIVO ESTÁNDAR PARA LA MANDRINADORA**

### **5.1. Mensual**

El mantenimiento preventivo se aplica cada mes, realizando las siguientes actividades:

- Utilizar los equipos de seguridad personal: guantes, lentes cubrebocas, casco.
- Utilizar trapos industriales para la limpieza.
- No utilizar disolventes ni químicos agresivos para las piezas metálicas.
- Limpiar bombas de aceite
- Cambiar aceite de las bombas
- Verificar bombas de lubricación
- Inspeccionar estado de correas y poleas

### **5.2. Semestral**

El mantenimiento preventivo se aplica cada 6 meses, realizando las siguientes actividades:

- Utilizar los equipos de seguridad personal: guantes, lentes cubrebocas, casco.
- Utilizar trapos industriales para la limpieza.
- No utilizar disolventes ni químicos agresivos para las piezas metálicas.
- Verificar conexiones eléctricas
- Verificar desgaste de sistema de poleas

### **5.3. Anual**

El mantenimiento preventivo se aplica cada 12 meses, realizando las siguientes actividades:

- Pintar la mandrinadora, si es necesario.

## **6. MANTENIMIENTO PREVENTIVO ESTÁNDAR PARA EL ESMERIL DE BANCA**

### **6.1. Mensual**

El mantenimiento preventivo se aplica cada mes, realizando las siguientes actividades:

- Utilizar los equipos de seguridad personal: guantes, lentes cubrebocas, casco.
- Utilizar trapos industriales para la limpieza.
- No utilizar disolventes ni químicos agresivos para las piezas metálicas.

- Engrasar los engranes en los extremos de la máquina
- Engrasar los tornillos que sujetan la base.

### **6.2. Semestral**

El mantenimiento preventivo se aplica cada 6 meses, realizando las siguientes actividades:

- Utilizar los equipos de seguridad personal: guantes, lentes cubrebocas, casco.
- Utilizar trapos industriales para la limpieza.
- No utilizar disolventes ni químicos agresivos para las piezas metálicas.
- Reemplazar la rueda de esmerilar, si es necesario
- Engrasar los engranes en los extremos de la máquina
- Engrasar los tornillos que sujetan la base.

### **6.3. Anual**

El mantenimiento preventivo se aplica cada 12 meses, realizando las siguientes actividades:

- Pintar el esmeril de banco, si es necesario.
- Reemplazar la rueda de esmerilar, si es necesario

## **7. MANTENIMIENTO PREVENTIVO ESTÁNDAR PARA LA MÁQUINA DE SOLDAR**

### **7.1. Mensual**

El mantenimiento preventivo se aplica cada mes, realizando las siguientes actividades:

- Utilizar los equipos de seguridad personal: guantes, lentes cubrebocas, casco.
- Utilizar trapos industriales para la limpieza.
- No utilizar disolventes ni químicos agresivos para las piezas metálicas.
- Revisar porta-electrodos, cables y bornes
- Limpiar las partes metálicas
- Revisar la boquilla de porcelana y la manguera de gas
- Comprobar deslizamiento de la varilla y giro de la bobina de aportación

### **7.2. Semestral**

El mantenimiento preventivo se aplica cada 6 meses, realizando las siguientes actividades:

- Utilizar los equipos de seguridad personal: guantes, lentes cubrebocas, casco.
- Utilizar trapos industriales para la limpieza.
- No utilizar disolventes ni químicos agresivos para las piezas metálicas.
- Asear el interior de la máquina con aire comprimido.
- Revisar el conducto de gas y mantener limpia la boquilla
- Limpieza y ajustes de conectores en el porta electrodos

- Reemplazar el porta electrodo y la pinza masa, de ser necesario
- Verificar medidas eléctricas en la bobina y evaluar aislamiento

### **7.3. Anual**

El mantenimiento preventivo se aplica cada 12 meses, realizando las siguientes actividades:

- Medir la impedancia de aislamiento, si se encuentra dañado, reemplazar o reforzarse por secado.

## **8. MANTENIMIENTO PREVENTIVO ESTÁNDAR PARA LA CEPILLADORA**

### **8.1. Mensual**

El mantenimiento preventivo se aplica cada mes, realizando las siguientes actividades:

- Utilizar los equipos de seguridad personal: guantes, lentes cubrebocas, casco.
- Utilizar trapos industriales para la limpieza.
- No utilizar disolventes ni químicos agresivos para las piezas metálicas.
- Ajustar tornillos Allen de la cubierta de poleas y de la estructura de la cepilladora
- Ajustar la tensión de la polea conectada a la caja de transmisión.
- Ajustar y revisar el estado de las cuchillas de corte.

### **8.2. Semestral**

El mantenimiento preventivo se aplica cada 6 meses, realizando las siguientes actividades:

- Utilizar los equipos de seguridad personal: guantes, lentes cubrebocas, casco.
- Utilizar trapos industriales para la limpieza.
- No utilizar disolventes ni químicos agresivos para las piezas metálicas.
- Ajustar y revisar el estado de las cuchillas de corte
- Ajustar la tensión del resorte en el rodillo de alimentación y el rompe virutas
- Revisar la tensión de correas

### **8.3. Anual**

El mantenimiento preventivo se aplica cada 12 meses, realizando las siguientes actividades:

- Revisar el sistema eléctrico de la máquina
- Revisar y limpiar el motor eléctrico
- Afilar cuchillar de corte
- Cambiar el aceite de la caja de transmisión.

## **9. MANTENIMIENTO PREVENTIVO ESTÁNDAR PARA EL TORNO**

### **9.1. Mensual**

El mantenimiento preventivo se aplica cada mes, realizando las siguientes actividades:

- Utilizar los equipos de seguridad personal: guantes, lentes cubrebocas, casco.
- Utilizar trapos industriales para la limpieza.
- No utilizar disolventes ni químicos agresivos para las piezas metálicas.
- Aplicar grasa a través de las dos graseras del tornillo transversal
- Aplicar grasa a través de las dos graseras del carro porta-herramientas.
- Engrasar los piñones de la lira
- Colocar aceite a las 2 graseras del cabezal móvil.

### **9.2. Semestral**

El mantenimiento preventivo se aplica cada 6 meses, realizando las siguientes actividades:

- Utilizar los equipos de seguridad personal: guantes, lentes cubrebocas, casco.
- Utilizar trapos industriales para la limpieza.
- No utilizar disolventes ni químicos agresivos para las piezas metálicas.
- Verificar y corregir la nivelación de la máquina
- Cambiar el aceite refrigerante
- Revisar el motor eléctrico y la bomba de riego
- Cambiar el aceite de los depósitos del cabezal fijo, caja de velocidades y carro porta-herramientas.

### **9.3. Anual**

El mantenimiento preventivo se aplica cada 12 meses, realizando las siguientes actividades:

- Aplicar pintura, si es necesario
- Revisar el sistema eléctrico de la máquina.





## ANEXO 26. Cálculo del OEEE

Mes	Días	Turno	Domingos y feriados	TD Tiempo disponible	TPP Tiempo de paradas planificadas	TF Tiempo de funcionamiento	TPE Preparación de equipos
AGOSTO	31	10	5	310	50	260	6
SEPTIEMBRE	30	10	4	300	40	260	8
OCTUBRE	31	10	6	310	60	250	8

TPO Periodo de operación	TPPE Parada no planificada	TON Operación Neta	TPOP Perdido por operación	TOU Operación utilizable	TPD Pérdida por defectos	TPN Productivo neto
254	68.53	185.47	7.25	178.22	9	169.22
252	67.21	184.79	7.46	177.33	8	169.33
242	62.47	179.53	8.36	171.17	5	166.17



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, VILLAR TIRAVANTTI LILY MARGOT, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, asesor de Tesis titulada: "Aplicación del Mantenimiento Productivo Total para aumentar la disponibilidad de las máquinas de la empresa LV&C SAC, Chimbote - 2022", cuyos autores son MORA HUAMAN JAIME XIOMAR, MARQUEZ ESPINOZA EDMARD ROBERTH, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

CHIMBOTE, 06 de Diciembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
VILLAR TIRAVANTTI LILY MARGOT <b>DNI:</b> 17933572 <b>ORCID:</b> 0000-0003-1456-8951	Firmado electrónicamente por: LVILLART el 13-12- 2022 21:43:20

Código documento Trilce: TRI - 0476490