



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Mantenimiento preventivo para reducir el tiempo de entrega del área de maestranza, en la empresa Matserplast ASB SAC, Los Olivos, 2023

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

**AUTOR:**

Flores Quintana, Américo Francis (orcid.org/0000-0002-2995-4858)

**ASESORA:**

Mgtr. Egusquiza Rodríguez, Margarita Jesús (orcid.org/0000-0001-9734-0244)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión Empresarial y Productiva

**LINEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA – PERÚ

2023

## **DEDICATORIA**

Dedico con todo mi corazón mi tesis a mi madre, en ofrenda por la paciencia y amor, pues sin ella no lo hubiese logrado. Tu bendición a diario a lo largo de mi vida me protege y me lleva por el camino del bien, te amo.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por ser mi guía en mi camino.

## INDICE DE CONTENIDOS

CARATULA	
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	11
3.2. Variables y operacionalización.....	11
3.3. Población, muestra y muestreo.....	14
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	15
3.5. Procedimientos.....	16
3.6. Método de análisis de datos.....	36
3.7. Aspectos éticos.....	36
IV. RESULTADOS.....	37
V. DISCUSIONES.....	54
VI. CONCLUSIONES.....	58
VII. RECOMENDACIONES.....	59
REFERENCIAS.....	60
ANEXOS .....	69

## Índice de tablas

Tabla 1. Acciones correctivas de mejora.....	20
Tabla 2. Actividades diarias, semanales, mensuales, trimestral, semestral y anual del mantenimiento preventivo.....	21
Tabla 3. Inspección máquina CEN-CNC-1.....	22
Tabla 4. Inspección máquina CEN-CNC-2.....	23
Tabla 5. Inspección máquina TOR-CNC-1.....	24
Tabla 6. Insumos.....	25
Tabla 7. Herramientas.....	27
Tabla 8. Ficha técnica del centro CNC (SABRE1000) .....	29
Tabla 9. Ficha técnica del centro CNC (VMC1050) .....	30
Tabla 10. Ficha técnica del torno CNC (Galaxy Graziano) .....	30
Tabla 11. Cronograma de capacitación.....	31
Tabla 12. IBMSPSS 29, frecuencias del pre-test y post-test del tiempo de preparación de orden de Trabajo (Horas).....	37
Tabla 13. IBMSPSS 29, tabla de frecuencias del pre-test y post-test del tiempo de preparación de orden de trabajo (Horas).....	38
Tabla 14. IBMSPSS 29, frecuencias del pre-test y post-test del tiempo de fabricación del molde (Horas).....	39
Tabla 15. IBMSPSS 29, tabla de frecuencias del pre-test y post-test del tiempo de fabricación del molde (Horas).....	40
Tabla 16. IBMSPSS 29, frecuencias del pre-test y post-test del tiempo de despacho al cliente (Horas).....	42
Tabla 17. IBMSPSS 29, tabla de frecuencias del pre-test y post-test del tiempo de despacho al cliente (Horas).....	42

Tabla 18. IBMSPSS 29, frecuencias del pre-test y post-test del tiempo de entrega (Horas).....	44
Tabla 19. IBMSPSS 29, tabla de frecuencias del pre-test y post-test del tiempo de entrega (Horas).....	44
Tabla 20. IBMSPSS 29, prueba de normalidad del tiempo de preparación de orden de trabajo (Horas).....	46
Tabla 21. IBMSPSS 29, prueba de hipótesis específica del tiempo de preparación de orden de trabajo (Horas).....	47
Tabla 22. IBMSPSS 29, prueba de normalidad del tiempo de fabricación del molde (Horas).....	48
Tabla 23. IBMSPSS 29, prueba de hipótesis específica del tiempo de fabricación del molde (Horas).....	49
Tabla 24. IBMSPSS 29, prueba de normalidad del tiempo de despacho al cliente (Horas).....	50
Tabla 25. IBMSPSS 29, prueba de hipótesis específica del tiempo de despacho al cliente (Horas).....	51
Tabla 26. IBMSPSS 29, prueba de normalidad del tiempo de entrega (Horas).....	52
Tabla 27. IBMSPSS 29, prueba de hipótesis general del tiempo de entrega (Horas).....	53

## Índice de figuras

Figura 1. Insumos.....	26
Figura 2. Herramientas.....	28
Figura 3. Se muestra la charla brindada por el investigador al equipo de técnicos.....	31
Figura 4. Los principales colaboradores para el éxito en la implementación del Mantenimiento preventivo.....	32
Figura 5. Diagrama de comparación de frecuencias del pre-test y post-test del tiempo de preparación de orden de trabajo (Horas).....	38
Figura 6. Diagrama de comparación de frecuencias del pre-test y post-test del tiempo de fabricación del molde (Horas).....	41
Figura 7. Diagrama de comparación de frecuencias del pre-test y post-test del tiempo de despacho al cliente (Horas).....	43
Figura 8. Diagrama de comparación de frecuencias del pre-test y post-test del tiempo de entrega (Horas).....	45

## RESUMEN

Esta investigación aplicó el Mantenimiento Preventivo para reducir el tiempo de entrega del área de Maestranza, en la empresa Matserplast asb S.A.C., Los Olivos, 2023. La metodología empleada es de tipo aplicado, enfoque cuantitativo, nivel explicativo, con un diseño experimental de tipo preexperimental. La población fueron los registros del tiempo de entrega del servicio de fabricación de moldes de producción de plástico en un periodo de 2 meses, medidos antes y después de la implementación de mejora. Se realizaron 7 acciones correctivas entre las que destaca el plan, manual de mantenimiento y capacitaciones. Los resultados fueron que el tiempo de entrega se redujo en 20.37%, la disponibilidad y fiabilidad de la máquina CEN-CNC-1 aumentaron en 8.63% y 7.80%, la máquina CEN-CNC-2 aumentaron en 7.23% y 6.21% y la máquina TOR-CNC-1 aumentaron en 6.16% y 5.50%. La hipótesis en la investigación tuvo una significancia de prueba en 0.001 según el software IBMSPSS 29, demostrando que son una muestra normalizada. La prueba T-Student proporcionó una significancia menor al 5%, por lo tanto, esto afirma que la aplicación del mantenimiento preventivo reduce el tiempo de entrega.

Palabras clave: Mantenimiento preventivo, tiempo de entrega, disponibilidad, fiabilidad, lead time y metalmecánica.

## **ABSTRACT**

This research applied Preventive Maintenance to reduce the delivery time of the Maestranza area, in the company Matserplast asb S.A.C., Los Olivos, 2023. The methodology used is applied, quantitative approach, explanatory level, with a pre-experimental experimental design. The population was the records of the delivery time of the plastic production mold manufacturing service in a period of 2 months, measured before and after the implementation of the improvement. 7 corrective actions were carried out, among which the plan, maintenance manual and training stand out. The results were that the delivery time was reduced by 20.37%, the availability and reliability of the CEN-CNC-1 machine increased by 8.63% and 7.80%, the CEN-CNC-2 machine increased by 7.23% and 6.21% and the TOR-CNC-1 machine increased by 6.16% and 5.50%. The hypothesis in the research had a test significance of 0.001 according to the IBMSPSS 29 software, demonstrating that they are a normalized sample. The T-Student test provided a significance of less than 5%, therefore, this affirms that the application of preventive maintenance reduces delivery time.

Keywords: Preventive Maintenance, delivery time, availability, reliability, lead time and metalworking.

## I. INTRODUCCIÓN

El tiempo de entrega a nivel internacional puede presentar varias problemáticas que afectan a empresas y consumidores, como: complejidad logística, retrasos por aduanas, factores climáticos y eventos imprevistos, problemas de transporte, falta de coordinación y seguimiento, diferencias de zona horaria y días festivos. Estas problemáticas pueden tener un impacto significativo en los negocios internacionales, afectando la satisfacción del cliente, generando costos adicionales por almacenamiento y pérdida de ventas debido a escasez de disponibilidad de productos en el momento esperado. Siendo los países de Estados Unidos y Chile, importantes destinos de la producción metal-mecánica, donde las ventas externas a la nación sureña lograron los 37,000,000 de dólares, alcanzando una ampliación de 60.5% en relación con la época del 2020. Comparándolo, con el valor exportado al mercado norteamericano donde se registró la caída del 6,2% en el periodo del 2021 (ver anexo 8). Por otro lado, en el Perú la producción del sector metal-mecánica creció en 39.6% en el 2021 (ver anexo 9), así mismo las exportaciones de productos metal-mecánica registraron un crecimiento de 22.4% (ver anexo 10), De igual manera las importaciones de productos metalmeccánica crecieron en 43.2%. También se reconoció a China como el mayor proveedor en productos metal-mecánica para la economía de Perú (ver anexo 11) [IEES, 2021, p.1-10]. Revisando el registro de: Marzo, Abril y Mayo de la empresa Matserplast asb S.A.C. (ver anexo 12), se observó que hay demora de 1 a 3 días en el tiempo de entrega. Entonces, se aplicó la lluvia de ideas (ver anexo 13). Luego, ordenar las causas de forma resumida en el diagrama de Ishikawa, utilizando las 6M vinculadas, método, medición, maquinaria, materia prima, medio ambiente y mano de obra (ver anexo 14). Para obtener un análisis minucioso de las causas mencionadas anteriormente se elaborará la matriz de correlación (ver anexo 15) en donde cuantificó las causas del diagrama de Ishikawa. Por ende, brindaron un puntaje en función del grado de relación entre ellas; en el que, designó el puntaje “1” y “0”, que “1” era igual a que relaciona las causas comparadas y “0” no relaciona las causas comparadas. Se consiguió implantar la relación existente entre todas causas encontradas en el cuadro de causas, donde concluyó en la falta de plan de mantenimiento como principal, en un 12%. Ya habido efectuado el reconocimiento de causas mediante la matriz de

correlación, se continuaron clasificando las causas establecidas de forma decreciente en un cuadro de tabulación de causas (ver anexo 16). Para visualizarlo mejor se elaborará el diagrama de Pareto de causas (ver anexo 17) en donde se consideran las principales causas los del promedio hasta el 80 %. Ahora procederemos a elegir una alternativa para solucionar el problema con mayor efecto en la demora de tiempos de entrega, ya que la existen muchas metodologías, pero como alternativa del plan de mantenimiento (ver anexo 18) se eligió mantenimiento preventivo, al estar en alcance tanto en lo económico como en el tiempo de implementación para la empresa, pues no cuenta con mucha infraestructura y no está consolidada como una gran empresa en el rubro metal mecánica. Luego, se elaboró una matriz de estratificación (ver anexo 19), las áreas fueron ingeniería, maestranza, mantenimiento y RR.HH.; en donde se analizaron y agruparon las causas dependiendo del área al que le concierne, con la finalidad de poder cuantificarlo. Se verificó que las causas con más puntaje fueron el área de mantenimiento con 43% (ver anexo 20). También, se comprobó la viabilidad sobre las alternativas de solución con una matriz de priorización (ver anexo 21), la cual está relacionada con cada causa por categoría descrita en el diagrama de Ishikawa. En donde se definió que la alternativa más viable y que va acorde para resolver el problema de la demora del tiempo de entrega de la empresa Matserplast asb S.A.C. es mantenimiento preventivo (MP), ya que el puntaje que obtuvo fue centrado a solucionar el problema de esta investigación, implementándolo para mejorar el área de maestranza. Según con lo mencionado, el problema general fue ¿De qué manera el mantenimiento preventivo reducirá el tiempo de entrega del área de Maestranza, en la empresa Matserplast asb S.A.C., Los Olivos, 2023?, y los problemas específicos son ¿De qué manera el mantenimiento preventivo reducirá el tiempo de preparación de orden de trabajo del área de Maestranza, en la empresa Matserplast asb S.A.C., Los Olivos, 2023?, ¿De qué manera el mantenimiento preventivo reducirá el tiempo de fabricación del molde del área de Maestranza, en la empresa Matserplast asb S.A.C., Los Olivos, 2023?, y ¿De qué manera el mantenimiento preventivo reducirá el tiempo de despacho al cliente del área de Maestranza, en la empresa Matserplast asb S.A.C., Los Olivos, 2023? Mientras que, en esta investigación se precisaron tres justificaciones: Justificación práctica, se fundamenta en la necesidad vital del área de

maestranza, luego de analizar y encontrar la problemática, se puede definir la elaboración para esta investigación como una buena contribución hacia la empresa. Es decir, el tesista se centra en indagar todos los enfoques teórico probables que están afectando al análisis, para desarrollar los conocimientos definidos en los enfoques de resolver el dilema (Hernández, 2018, p.4). Igualmente, la investigación contó con una justificación económica, pues se reducirá el costo de mantenimiento. Donde, el objetivo de la justificación económica consiste en lograr el bienestar económico como producto de la tesis (Hernández, 2018, p.40). Asimismo, la aplicación del mantenimiento preventivo redujo en costo del mantenimiento. También, la investigación tuvo justificación metodología en la estrategia del Quick Response Manufacturing (QRM), estrategia que busca la reducción del tiempo de respuesta en toda la organización (Suri, 2014, p. 12). El objetivo general fue determinar el mantenimiento preventivo reduce el tiempo de entrega del área de Maestranza, en la empresa Matserplast asb S.A.C., Los Olivos, 2023, además los objetivos específicos fueron establecido en: el mantenimiento preventivo reduce el tiempo de preparación de orden de trabajo del área de Maestranza, en la empresa Matserplast asb S.A.C., Los Olivos, 2023; determinar el mantenimiento preventivo reduce el tiempo de fabricación del molde del área de Maestranza, en la empresa Matserplast asb S.A.C., Los Olivos, 2023; y determinar el mantenimiento preventivo reduce el tiempo de despacho al cliente del área de Maestranza, en la empresa Matserplast asb S.A.C., Los Olivos, 2023. Con relación a la hipótesis general de la investigación es mantenimiento preventivo reduce los tiempos de entrega del área de Maestranza, en la empresa Matserplast asb S.A.C., Los Olivos, 2023. Mientras que las hipótesis específicas son el mantenimiento preventivo reduce el tiempo de preparación de orden de trabajo del área de Maestranza, en la empresa Matserplast asb S.A.C., Los Olivos, 2023; el mantenimiento preventivo reduce el tiempo de fabricación del molde del área de Maestranza, en la empresa Matserplast asb S.A.C., Los Olivos, 2023; y el mantenimiento preventivo reduce el tiempo de despacho al cliente del área de Maestranza, en la empresa Matserplast asb S.A.C., Los Olivos, 2023. De forma concisa, la matriz de coherencia muestra a precisión todo descrito previamente (ver anexo 6).

## II. MARCO TEÓRICO

Esta tesis de investigación consideró artículos internacionales, nacionales y enfoques teóricos. Yanhu, Pei; Liu, Zhifeng; Xu, Jingjing; Baobao, Qi; Cheng, Qiang (2023), en su investigación titulada *Grouping Preventive Maintenance Strategy of Flexible Manufacturing Systems and Its Optimization Based on Reliability and Cost. Machines*. Tuvo como objetivo de este artículo fue mejorar la productividad y a la vez está la hará más eficiente aplicando un sistema de fabricación flexible (FMS). El estudio fue de tipo aplicado, enfoque cuantitativo, nivel explicativo, diseño preexperimental. La población en estudio fueron tres líneas de mecanizado, la muestra fue 1 línea de mecanizado compuesta por una máquina de marcado, dos cambiadores de paletas, una máquina herramienta, una máquina de medición y un robot de descarga guiada y muestreo no probabilístico. Los instrumentos utilizados fueron: formatos de control y hojas de verificación. El principal resultado fueron elementos con bajas tasas de fallo, el límite superior se puede tomar como 2000 horas si se requiere que la confiabilidad del elemento no sea inferior a 0,9; Para elementos con altas tasas de fallo, el límite superior se puede tomar como 1000 horas. Por lo tanto, de acuerdo con las tasas de falla enumeradas en la tabla 2 y el análisis lógico de confiabilidad, la estrategia de mantenimiento preventivo del FMS de acabado de piezas de caja se puede proponer como se muestra en la figura 9. La fiabilidad del FMS disminuye en un 2,41%, pero sigue satisfaciendo la restricción dada. Se concluyó que, a partir de los resultados basados en la estrategia propuesta, el costo óptimo de mantenimiento se reduce en un 50,52% en comparación con el valor inicial de la iteración. El aporte de esta investigación fue mejorar la confiabilidad de las máquinas. Asimismo, Singh, Sukhpreet ; Agrawal, Ashish ; Sharma, Deepak ; Saini, Vishnu ; Kumar, Abhinav ; Praveenkumar, Seepana (2022), en su investigación titulada *Implementation of Total Productive Maintenance Approach: Improving Overall Equipment Efficiency of a Metal Industry*. Tuvo como objetivo implementar el programa TPM dentro de la industria de conformado de metales para mejorar las estaciones de trabajo de la industria metalúrgica. El estudio fue de tipo aplicado, enfoque cuantitativo, nivel explicativo, diseño preexperimental. La población en estudio fue la planta de ensamblaje de automóviles, la muestra las máquinas y muestreo no probabilístico. Los instrumentos

utilizados fueron: formatos de control y hojas de verificación. El principal resultado fue la eficiencia general de cada puesto de trabajo del 2% al 6%. Se concluyó que la instalación de TPM mejora la eficacia total del equipo de todas las estaciones de trabajo, incluido el laminado, el doblado, el corte y el punzonado de troqueles. La razón principal de esta mejora es que el tiempo de preparación de los puestos de trabajo ha disminuido, al igual que el número de paradas cortas. El OEE (Eficacia Global de Equipos Productivos) existente del estado de la estación de trabajo es del 19,64 % para el laminado, frente al 16,17 %, del 14,04 % para el plegado, frente al 12,73 %, del 52,73 % para el corte, frente al 46,06 %, y del 16,72 % para el punzonado de troqueles, frente al 14,50 %. En resumen, se ha reconocido que las organizaciones deben prestar atención a TPM para lograr ganancias de productividad a largo plazo a costos más bajos. TPM es una herramienta útil que puede ayudar a reducir los costos de los equipos a largo plazo. Su aporte de esta investigación redujo los desperdicios y costo general de la empresa. De la misma manera Quiroz Flores, J. C. y Vega Alvites, M. L. (2022), en su investigación titulada *Review lean manufacturing model of production management under the preventive maintenance approach to improve efficiency in plastics industry smes: a case study*. Tuvo como objetivo aumentar la eficiencia que se encontraba en un 82.3%. El estudio fue de tipo aplicado, enfoque cuantitativo, nivel explicativo, diseño preexperimental. La población en estudio fueron 23 líneas de producción en la planta, la muestra 1 línea de producción de moldes de inyección de plástico y muestreo no probabilístico. Los instrumentos utilizados fueron: formatos de control y hojas de verificación. El principal resultado fue la aplicación del modelo Lean de gestión de producción utilizando el enfoque de mantenimiento preventivo aumentó la eficiencia del equipo en 13% durante el período de 2 meses. A medida que pasó el tiempo de operadores, técnicos y demás que continúen adaptándose a los cambios, este resultado mejorará. Se concluyó que aumentó en 13% la eficiencia al realizar el mantenimiento autónomo y preventivo en las líneas de producción también redujo el % de pérdida para productos en un 0,77%, y en un 37% paradas no programadas. Para que la implementación fuera exitosa, era necesaria la comprensión y participación de todos los involucrados, ya que esto facilitaba el proceso. Este modelo mejoro la respuesta de entrega a clientes a través de una mayor eficiencia en la

producción. Igualmente, Al Duais, Fuad S.; Mohamed, A. B. A.; Jawa, Taghreed M.; Sayed Ahmed, Neveen (2022), en su investigación titulada *Optimal periods of conducting preventive maintenance to reduce expected downtime and its impact on Improving Reliability. Computational Intelligence and Neuroscience: CIN*. Tuvo como objetivo aumentar el tiempo promedio entre fallas aplicando el mantenimiento preventivo. El estudio fue de tipo aplicado, enfoque cuantitativo, nivel explicativo, diseño preexperimental. La población en estudio fueron los tiempos promedio de fallas de las máquinas en planta, la muestra fue el tiempo entre falla de la máquina Alba 26 y Crupp 21 y muestreo no probabilístico. Los instrumentos utilizados fueron: formatos de control y hojas de verificación. El principal resultado fueron los períodos óptimos para completar las operaciones de mantenimiento preventivo de la máquina Alba 26 en 5 días son menos que los períodos ideales para completar las operaciones de mantenimiento preventivo para la máquina Crupp 21 de 7 días. Se concluyó que las operaciones de mantenimiento preventivo condujeron a un aumento en el período promedio de tiempo para que las máquinas operen entre fallas, ya que el tiempo promedio entre fallas de la máquina Alba 26 antes de la finalización de las operaciones de mantenimiento preventivo fue de 6,87898, mientras que, después de la finalización del mantenimiento preventivo, alcanzó 9,77866 con un aumento del 42%. Lo mismo ocurrió con la máquina Crupp 21, donde el porcentaje de aumento en el período promedio de tiempo de funcionamiento de la máquina después del proceso mantenimiento preventivo alcanzó 46%. Esta investigación aportó en aumentar la productividad de las máquinas. Mientras que Hardt, Filip; Kotyrba, Martin; Volna, Eva; Jarusek, Robert (2021), en su investigación titulada *Innovative approach to preventive maintenance of production equipment based on a modified tpm methodology for industry 4.0. Applied sciences*. Tuvo como objetivo el mantenimiento preventivo de equipos basados en la metodología TPM (Mantenimiento Productivo Total) modificada en la industria 4.0 para mejorar la eficiencia de producción y mantenimiento. El estudio fue de tipo aplicado, enfoque cuantitativo, nivel explicativo, diseño preexperimental. La población en estudio fueron las máquinas en planta, la muestra la máquina y muestreo no probabilístico. Los instrumentos utilizados fueron: formatos de control y hojas de verificación. El principal resultado fue el enfoque conduce a una reducción de la fuerza

laboral y a una gestión y planificación más efectivas, que están parcialmente automatizadas. Además, se hizo más efectiva la búsqueda de hallazgos a la hora de ejecutar el mantenimiento preventivo, así como su trazabilidad y eliminación. Se concluyó que la eficiencia aumento progresivamente donde el último mes fue de 75% a 100%. Su aporte fue de instituir una cultura de mantenimiento preventivo para poder aumentar la eficiencia. Por ello Gherghea, I. C.; Bungau, C.; Indre, C. I.; Negrau, D. C. (2021). En su investigación titulada *Enhancing Productivity of CNC Machines by Total Productive Maintenance (TPM) implementation. A Case Study*. Tuvo como objetivo la mejora continua del proceso de fabricación dentro de las celdas de trabajo equipadas con centros de procesamiento CNC, implementando el TPM. El estudio fue de tipo aplicado, enfoque cuantitativo, nivel explicativo, diseño preexperimental. La población fue la planta de motores automotriz, la muestra las máquinas CNC (Control Numérico Computarizado) y muestreo no probabilístico. Los instrumentos utilizados fueron: formatos de control y hojas de verificación. El principal resultado fue que el valor de OEE era de 56.50%, y luego de verificar y desarrollar algunas acciones de mejora de manufactura esbelta, el OEE fue de 55.59%, donde muestra una mejora del valor OEE en un 9,09%. Se concluyó que tras la identificación de defectos en las máquinas CNC, se han implementado medidas específicas para eliminar estos desperdicios, medida que contribuirá a reducir los costes de producción, reduciendo los tiempos de entrega, aumentando la calidad de las piezas ejecutadas, aumentando la capacidad de producción y aumentando el tiempo de funcionamiento de los equipos tecnológicos. Su aporte fue aumentar la eficiencia de productividad de las máquinas CNC. En efecto Jaime, González Domínguez; Gonzalo, Sánchez Barroso; Justo, García Sanz Calcedo (2020). En su investigación titulada *Preventive maintenance optimization of accessible flat roofs in healthcare centers using the Markov Chain*. Tuvo como objetivo optimizar la periodicidad de las operaciones de mantenimiento de cubiertas planas en hospitales para aumentar su vida útil y garantizar su fiabilidad. El estudio fue de tipo aplicado, enfoque cuantitativo, nivel explicativo, diseño preexperimental. La población en estudio fueron las cubiertas planas accesibles en centros sanitarios, la muestra 12 hospitales y el muestreo no probabilístico. Los instrumentos utilizados fueron formatos de control y hojas de verificación. El principal resultado fue el mantenimiento preventivo

contribuyó a extender vida útil de cubiertas hasta 8 años con confiabilidad del 63,21%. Se concluyó que la aplicación cadenas Markov para estimar degradación de las cubiertas planas de hospitales permite optimizar las operaciones de mantenimiento y aumentar la fiabilidad del sistema durante su vida útil. También evidenció la significación del mantenimiento preventivo y cómo incrementa la vida útil en 40% para las cubiertas PVC y en 50% las cubiertas bituminosas y elastoméricas. Los resultados mostraron que las membranas de PVC (Policloruro de vinilo) son las menos degradadas, las cuales tienen vida útil de 28 años para un excelente estado inicial, cuatro a siete años más que las cubiertas elastoméricas y bituminosas, respectivamente. El aporte fue calcular el intervalo parcial de sustitución de membranas de cubiertas planas accesibles. Así mismo, Maricielo, Rayme; Jorge, Diaz (2021), en su investigación titulada *Mantenimiento preventive para incrementar la productividad en los equipos de medición*. Tuvo como objetivo de investigación fue determinar como el mantenimiento preventivo incrementa la productividad en los equipos de medición de suministro eléctrico. El estudio fue de tipo aplicado, enfoque cuantitativo, nivel explicativo, diseño preexperimental. La población de estudio fueron los equipos de medición carga inductiva monofásica, la muestra de la investigación fueron 5 equipos de medición (carga inductiva monofásica) y muestreo no probabilístico. Los instrumentos utilizados fueron: formatos de control y hojas de verificación. El resultado principal fue la productividad mejorando en el escenario actual a 86.58% en comparación al escenario anterior de 58.66%, lo que mostro una mejora. Estando el valor de significancia bilateral Wilcoxon  $p\_valor = 0.002 < 0.05$ ; hay razones idóneas para rechazar la  $H_0$ , aprobando la  $H_a$ . Por consiguiente: el mantenimiento preventivo mejora la productividad de equipos de medición. Se concluyó, en el escenario actual el mantenimiento preventivo logró mejorar la productividad de equipos de medición en 46%, debido a la media de la productividad en un escenario actual es 58.66% y la media valorando la mejora en el escenario actual es de 86.58%, donde se demostró la mejora de funcionamiento de equipos de medición. Su aporte fue desarrollar el planteamiento de mejora, el cual abarca: inventario de equipos de medición, codificación de equipos, tarjeta maestra de datos, hoja de vida de equipos, formato de requerimiento de materiales para mantenimiento,

manual de mantenimiento, programación de mantenimientos, formatos de inspección diaria de equipos, reportes y por último la base de datos de mantenimiento para equipos de medición. De igual manera Nohemy, Canahua Apaza (2021). *Implementación de la metodología TPM y Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia general de los equipos (OEE) en la producción de repuestos en una empresa metalmecánica*. Tuvo como objetivo demostrar la factibilidad de la aplicación de la metodología TPM-Lean Manufacturing en las pymes fabricantes de piezas metalmecánicas. El estudio fue de tipo aplicado, enfoque cuantitativo, nivel explicativo, diseño preexperimental. La población de estudio fueron 789 piezas fabricadas, la muestra una pieza fabricada y muestreo no probabilístico. Los instrumentos utilizados fueron: formatos de control y hojas de verificación. El principal resultado fue aumentar la aplicación de MP (mantenimientos preventivos) y MA (mantenimientos autónomos) donde se mejoraron el factor calidad (49.44% a 94.64%), factor rendimiento (76.68% a 93.34%), y, por ello, aumentó el factor disponibilidad (86.70% a 96.88%). Se concluyó que la aplicación de la metodología TPM, incrementó el OEE de 32.86% a 85.58%. El aporte de esta investigación fue aumentar las recomendaciones de mejora para la empresa, esto precisa una inversión de S/ 119 317.15, que es justificable, pues genera ahorro de S/ 590 353.55. Así mismo Allison, Garay; Carlos, Maceda (2020), en su investigación titulada *Aplicación de la metodología TPM para reducir los retrasos en los pedidos en una empresa fabricante de etiquetas*. Tuvo como objetivo reducir los tiempos de entrega de pedidos de los clientes. El estudio fue de tipo aplicado, enfoque cuantitativo, nivel explicativo, diseño preexperimental. La población de estudio fueron los registros de tiempo de entrega de pedidos del cliente, la muestra son los registros en análisis y muestreo no probabilístico. Los instrumentos utilizados fueron formatos de control y hojas de verificación. Los principales resultados fueron la ejecución de los pilares TPM, mantenimiento autónomo y mantenimiento planificado, con esto se redujo el tiempo de entrega de pedidos de clientes. Donde, las medidas de corrección de mantenimiento planteadas disminuyeron los tiempos de reparación de equipos a una media de 4.12 días, con efectividad de 92 % de medidas de corrección de mantenimiento planteadas. De igual manera, el tiempo de entrega de pedidos a tiempo aumentó en 83.58 %, y el tiempo de retraso en 66.67 %. También

la inversión por entrenamiento será de 60 horas para operadores y personal de mantenimiento en planta, esto supera a \$ 11 595.00. Igualmente, se redujo el tiempo de 35 a 8.58 horas, el tiempo del proveedor tiene como mínimo 240 minutos. Con las mejoras implementadas, se consigue despachar 5 solicitudes de mantenimiento correctivo mensual. Se concluyó que al aplicar el TPM se confirmó el objetivo propuesto de reducir el tiempo de entrega de pedidos por los clientes. Su aporte fue la validación económica, donde se consiguió el VAN a \$ 306 493.00, TIR a 74 %, aplicando tasa al 10 %, y una relación beneficio/costo a 220%. La implementación es viable y rentable para la organización, obteniendo \$ 722 317.00 anual; la suma de los costos más la inversión que se ejecutará por todo el año será \$ 328 653.21. Finalmente, se elaboró la tabla de resumen de artículos científicos (ver anexo 22) donde se observará todo el marco teórico de forma resumida.

Mantenimiento preventivo, es el encargado de identificar y vigilar todos los aspectos prácticos de las máquinas y equipos, así también condiciones actuales, con la finalidad de pronosticar fallas que podrían convertirse en averías y paradas en la producción (Cuatrecasas y Torrell, 2010, p.191). De igual manera, Duffuaa, Raouf y Dixon (2009) dieron a entender que se proyecta a una serie de acciones planificadas realizadas para eludir fallas conocidas o posibles daños que dañen la funcionalidad del activo. Es probable organizar y planificar operaciones según el tiempo, el uso o estado del equipo (p.77). Igualmente, García (2011) definió como conjunto de actividades que se programan para equipos operativos para permitirles seguir operando de forma eficiente y segura de la manera más rentable, con tendencia a prevenir averías y paros no programados (p.55).

Tiempo de entrega, ciclo de tiempo que transcurre desde que se efectúa el pedido al suministrador hasta que lo obtiene el usuario. El ciclo de tiempo de entrega debe apreciarse con objetivismo y así evitar error. (Ferrín, 2010, p.26). Para Gómez (2013) es la holgura de minutos u horas que utiliza la organización para que el pedido llegue al usuario (p.74).

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Tipo y diseño de investigación**

Esta investigación fue de tipo aplicado, para esto se emplearán teorías y normativas sobre mantenimiento preventivo para reducir el tiempo de entrega en la empresa. De esta manera Hernández (2018) indica que porque resuelve incógnitas de la realidad que contrasten con la teoría. (p.25). También es de enfoque cuantitativo, debido a que hará un historial de data cuantificable, donde se evaluarán midiendo las variables en estudio, igualmente se indicaron hipótesis antes del plan de mejora, que después de la implementación se verificaran. De la misma manera Hernández (2018), menciona que deben ser claros y específicos, apropiados, medibles y realistas (p.37). Por otro lado, es explicativa, porque su finalidad es definir el vínculo que hay entre variables en estudio; el producto de la implementación de la variable independiente de mantenimiento preventivo entre la variable dependiente tiempo de entrega. Asimismo, Bernal (2010) indica que estudia el porqué de fenómenos, situaciones, cosas o hechos (p.115). De igual modo es de diseño preexperimental, ya que según Hernández (2018) indica que esto implica administrar el tratamiento o estímulo al grupo, luego de emplear una calibración de 1 o más variables, estudiando qué nivel de grupo tienen (p.141).

#### **3.2 Variables y operacionalización**

Se elaboró la matriz de operacionalización que describe claramente tanto las variables, dimensiones, indicadores y fórmulas que se emplearán (ver anexo 1).

##### **Variable independiente: Mantenimiento preventivo**

##### **Definición conceptual**

Según Cárcel (2014) define que es desarrollado antes que presente una avería o falla, se efectúa en límites controlados sin que haya algún percance en el proceso. Se efectúa a razón de la pericia y experiencia del personal destinado, ya que ellos son los responsables de decidir cuándo es necesario efectuar el mantenimiento; el fabricante por lo general cronograma el tiempo adecuado en manuales técnicos (pp.125).

##### **Definición operacional**

La variable Mantenimiento preventivo se medirá mediante las dimensiones disponibilidad y fiabilidad.

## **Dimensiones**

### **Dimensión 1: Disponibilidad**

#### **Indicador: Paradas por mantenimiento**

Cárcel (2014) indica que esto requiere: Lograr un estado óptimo en instalaciones y equipos, ejecutar con el mínimo coste e implementar objetivos de poco tiempo de actuación o de más calidad de operacionalización efectuado (p.175).

Fórmula:

$$\%D = (T - PM) / T$$

Leyenda:

T: Tiempo total (Horas).

PM: Paradas por mantenimiento (Horas).

### **Dimensión 2: Fiabilidad**

#### **Indicador: Tiempo entre fallas**

Cárcel (2014) menciona que el propósito principal está en disminuir el costo mantenimiento, para encausar las funciones más valiosas de los sistemas, y eludir o eliminando actividades de mantenimiento que no son precisamente necesarias. (p.132).

Fórmula:

$$\%F = [ MTBF / (MTBF + MTTR) ]$$

Leyenda:

MTBF: Tiempo medio entre fallas (Horas).

MTTR: Tiempo medio para reparación (Horas).

#### **Variable dependiente: Tiempos de entrega**

##### **Definición conceptual**

Suri (2014) menciona que en una empresa productora hay muchos tiempos de respuesta: tiempo de respuesta externo, periodo de entrega real percibido por el cliente; tiempo de respuesta interno, tiempo que usan las operaciones para ejecutar su recorrido interno en la organización; tiempo de respuesta presupuestado, plazo de entrega teórico que el vendedor ha pactado con el cliente; tiempo de respuesta de programación, valor que se emplea para cada ciclo de programación de requerimientos de materiales (MRP) (o programación de recursos empresariales [ERP]) del sistema;

tiempo de respuesta del proveedor, tiempo que demora el abastecimiento desde el proveedor (p.22).

### **Definición operacional**

La variable tiempo de entrega se medirá mediante las dimensiones tiempo de preparación de órdenes de trabajo, tiempo de fabricación de molde y tiempo de despacho al cliente.

Fórmula:

$$LT = TPOT + TFM + TDC$$

Leyenda:

LT: Tiempo de entrega (Horas).

TPOT: Tiempo de preparación de órdenes de trabajo (Horas).

TFM: Tiempo de fabricación del molde (Horas).

TDC: Tiempo de despacho al cliente (Horas).

### **Dimensión de la variable: Tiempo de entrega**

**Indicador 1:** Tiempo de preparación de órdenes de trabajo

Fórmula:

$$TPOT = TDM + TPH + TLTA$$

Leyenda:

TPOT: Tiempo de preparación de órdenes de trabajo (Horas).

TDM: Tiempo de diseño de mecanizado (Horas).

TPH: Tiempo de preparación de las herramientas (Horas).

TLTA: Tiempo de limpieza de la máquina por el trabajo anterior (Horas).

**Indicador 2:** Tiempo de fabricación del molde

Fórmula:

$$TFM = TSMA + TM + TRMA + TE$$

Leyenda:

TFM: Tiempo de fabricación del molde (Horas).

TSMA: Tiempo de solicitud de material en almacén.

TM: Tiempo de mecanizado (Horas).

TRMA: Tiempo de retiro de material de almacén (Horas).

TE: Tiempo de ensamblaje (Horas).

### **Indicador 3:** Tiempo de despacho al cliente

Fórmula:

TDC

Leyenda:

TDC: Tiempo de despacho al cliente (Horas).

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

#### **Población**

Fueron los registros del tiempo de entrega de las órdenes de servicio de fabricación de los moldes de producción de plástico. Según Valderrama (2013) equivale a un grupo infinito o finito de componentes, objetos o personas, que tienen características o atributos similares, que muestran al ser estudiados (p.182). Como criterios de inclusión se consideró el horario laboral de lunes a sábado de 08:00 a.m. a 17:00 p.m. y como criterio de exclusión no se consideraron los despachos de los domingos, feriados ni horas extras.

#### **Muestra**

Indica Bernal (2010) que es un grupo de la población que se escoge, donde se obtiene los datos para el crecimiento del estudio, sobre este se procede con la calibración y la observación de variables en cuerpo de análisis (p.160). En donde se aplicará el método estadístico de cálculo del tamaño muestral usando fórmulas específicas de acuerdo con el diseño específico de investigación, los objetivos y la metodología utilizada. Finalmente, en esta investigación son el registro del tiempo de entrega del servicio de fabricación de los moldes de producción de plástico de los meses: Abril y Mayo,

#### **Muestreo**

Fue de muestreo no probabilístico por conveniencia, según Otzen T. y Manterola C, (2016) es consciente escoger aquellos casos accesibles que concedan ser incluidos, principalmente la accesibilidad y proximidad de los sujetos que el investigador crea conveniente (p.230), debido a que las muestras fueron seleccionadas sobre la base de nuestros criterios, asimismo se estará tomando la lista del tiempo de entrega del servicio de fabricación de los moldes de producción de plástico del periodo de dos meses.

### **Unidad de análisis**

Fue el registro de orden de trabajo (OT) del servicio de los moldes de producción de plástico de orden, como ayuda podemos mentar Ñaupas [et all.] (2018) que hace mención de que la conformidad de análisis llega a ser tipos de características similares, y que se encuentran en un punto establecido (p.324).

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

#### **Técnicas**

Con el fin para la recaudación de información, se empleó la observación y el análisis documental para obtener información adecuada y precisa (Anexo 23). Según Muñoz [et all.] (2014) las investigaciones científicas tienen mucha variedad de instrumentos y técnicas de recaudación de información en labor de campo según el procedimiento y el modelo de investigación que se tendrá que llevar a cabo se forman unas u otras técnicas, asimismo para esta investigación cuantitativa se pueden usar correlativamente instrumentos y técnicas para registrar datos: Encuestas, entrevistas, observación sistemática y pruebas estadísticas (p.20).

#### **Instrumentos**

Se emplearán registros del mantenimiento diario de la máquina por mes, formato del tiempo de entrega de órdenes de trabajo, formato del tiempo de preparación de las órdenes de trabajo, formato del tiempo de fabricación de las órdenes de trabajo y el formato del tiempo de despacho al cliente de las órdenes de trabajo (ver anexo 2). ya que se buscó obtener información adecuada y precisa de la empresa. De igual manera Ñaupas [et. all.] (2018) señala que el instrumento recoge datos e información por medio de herramientas materiales o conceptuales (p.273). Asimismo, para la toma de tiempos también se utilizaron el cronómetro y el software de Mastercam 2023.

#### **Validación del instrumento**

La validez, pasará por el juicio de tres expertos, asesores de la escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo (ver anexo 4), que evaluaron la coherencia, claridad y relevancia. Pues la validez que realizan es de contenido. Como apoyo podemos citar a Ñaupas [et. all.] (2018) que validez es cuando un instrumento es preciso en calibrar lo que se sugiere medir, en otras palabras, concierne procediendo con la medición (p.276).

## **Confiabilidad**

La confiabilidad del instrumento está avalada por el juicio de 3 expertos provenientes de la universidad César Vallejo en donde evalúan coherencia, relevancia y claridad. Por ello Hernández (2018), indica para obtener la confiabilidad de un instrumento de calibración, se da por el tamaño de su empleo recurrente en el mismo individuo u organización produce iguales resultados (p.200). Asimismo, como vigencia de poder tenemos la carta de autorización de la empresa y el comprobante de vigencia de la empresa por la SUNAT (ver anexo 3)

### **3.5 Procedimientos**

#### **Descripción de la empresa**

Matserplast asb S.A.C. (ver anexo 24) con RUC: 20554922121. Se dedicada al sector industrial metal mecánica. Está localizada en Lima en el distrito de Los Olivos, Jr. Los Yunque 5131 (ver anexo 25).

#### **Misión**

“Satisfacer, comprender y conocer los objetivos de nuestros clientes para que sean más exitosos con fundamento en la mejora continua de nuestro proceso y el entrenamiento de nuestros colaboradores, alcanzando el crecimiento y rentabilidad de la empresa”.

#### **Visión**

“Consolidarnos como una organización notable a nivel nacional e internacional y constituirmos de forma sólida como proveedor confiable, en el rubro industrial metal-mecánica”.

#### **Valores**

Perseverancia, Aptitud para sobrellevar los obstáculos. Responsabilidad, cumpliendo con el pedido y expectativa del cliente. Transparencia, aptos a reportar el estado actual de la empresa.

#### **Actividades que desarrolla**

Siendo los principales servicios que realiza la empresa Matserplast asb S.A.C. tenemos: mecanizado por centro CNC, mecanizado por torno CNC, soldadura eléctrica y TIG (Tungsten Inert Gas), fabricación de moldes de producción de plástico, mantenimiento y reparaciones de moldes de producción de plástico y fabricación de

estructura metálica (ver anexo 26). Así mismo se disponen de los datos históricos sobre la producción (ver anexo 27), donde se verifica que los servicios más solicitados en los meses de Marzo, Abril y Mayo fueron la fabricación de moldes de producción de plástico, por esto la razón de la investigación en este servicio. Como recurso humano, tiene un solo gerente general, un asistente en el área de compras, un asistente en el área de recursos humanos, un supervisor del área de mantenimiento, dos técnicos matriceros en el área de maestranza y un ingeniero industrial en el área de ingeniería (ver anexo 28); y como recurso de maquinaria tenemos dos centros CNC y un torno CNC (ver anexo 29), para una jornada laboral por 8 horas diarias (de lunes a sábado). El servicio inicia con el proceso de una orden de trabajo para la fabricación de un molde de producción de plástico según el diagrama de mapeo (ver anexo 30), luego pasa a la fabricación del molde de producción de plástico y para esto se realizó el diagrama DOP del tiempo estándar de este servicio (ver anexo 31).

#### **Análisis de las principales causas**

##### **Causa 4: Falta de un plan de mantenimiento**

Ha sido la causa más destacada al 12% que afecta a la demora del tiempo entrega del área maestranza. En este momento se verifico que no cuenta con el plan de mantenimiento, pues no ha sido de suma importancia hasta ahora para su proceso productivo, ya que cuando necesitan con urgencia realizar un mecanizado y no cuentan con disponibilidad de máquina lo mandan a realizar externamente.

##### **Causa 5: Inspección a las máquinas**

La inspección a las máquinas es la causa encontrada al 10% que afecta a la demora del tiempo de entrega del área de maestranza, se comprobó que en este momento los no existe un responsable o cronograma de inspección de las maquinas, además de que están sucios con polvo, aceite o grasa.

##### **Causa 11: Los insumos se compran cuando se acaban**

Los insumos se compran cuando se acaban es la causa encontrada al 10% que afecta a la demora del tiempo de entrega del área de maestranza, se observó que en este momento el área no cuenta con los insumos necesarios para efectuar una limpieza y mantenimiento óptimo.

### **Causa 12: No hay herramientas necesarias**

No hay herramientas necesarias es la causa encontrada al 10% que afecta a la demora del tiempo de entrega del área de maestranza, se cotejó que en este momento el área no cuenta con las herramientas de uso inmediato para realizar el mantenimiento, alguna falla o reparación.

### **Causa 7: Falta codificar las máquinas**

Falta codificar las máquinas es la causa encontrada al 8% que afecta a la demora del tiempo de entrega del área de maestranza, se constató que no existe un orden y registro en un historial correlativamente, y las máquinas no están asignadas a un responsable.

### **C1: Limpieza de máquinas**

La limpieza de máquinas es la causa encontrada al 7% que afecta a la demora del tiempo de entrega del área de maestranza, en la auditoría se encontró el 100% de suciedad de los elementos (máquinas, equipos e instrumentos) del área de maestranza con polvo, grasa, aceite y humedad (ver anexo 32).

### **C9: Falta de capacitación del personal**

Esta falta, en la capacitación del personal, es la causa encontrada al 7% que afecta a la demora del tiempo de entrega, se observó personal con falta en la participación de trabajos y dejan trabajos a medio terminar.

### **C2: No hay una trazabilidad de información por máquina**

No hay una trazabilidad de información por máquina es la causa encontrada al 6% que afecta a la demora del tiempo de entrega, se verificó que no existe un personal que este asignado al seguimiento de las máquinas y sin registros en algún software del historial de vida de cada máquina.

### **C17: Fallas en las instalaciones eléctricas**

Las fallas en las instalaciones eléctricas es la causa encontrada al 6% que afecta a la demora del tiempo de entrega, se observó cables con grasa, caja de llaves en mal estado, cables sin protección a la intemperie.

### **C13: Tardanzas en la asistencia del personal**

Las tardanzas en la asistencia del personal es la causa encontrada al 5% que afecta a la demora del tiempo de entrega, se observó personal con actitudes en tardanza a su hora de llegada y por ende colocándose tarde en su puesto laboral.

#### **Pre-test**

El mantenimiento preventivo busca reducir los tiempos de entrega. Para esto vamos a analizar todo el tiempo de entrega de pre-test, los cuales son: Abril y Mayo (ver anexo 33), de donde le realizaremos un diagrama de Pareto para verificar donde se ocupa más tiempo en la realización de un servicio al cliente, para esto tomaremos los meses de Abril y Mayo de pre-test (ver anexo 34). Se observa que más del 70% es el tiempo de fabricación del molde, esto quiere decir que las máquinas del área de Maestranza generan este tiempo valioso para la entrega del servicio solicitado por el cliente, por ende, al aplicar el mantenimiento preventivo dejaremos en óptimas condiciones para su labor y evitaremos las paradas de máquinas imprevistas. Así también calcularemos la disponibilidad y fiabilidad de las máquinas en el área Maestranza de los meses de Abril y Mayo (ver anexo 35) para tener como historial y poder compararlo después de la implementación de mejora. También se realizó el presupuesto de tesis de investigación (ver anexo 36), financiamiento (ver anexo 37) y el cronograma de actividades 2023 (ver anexo 38).

#### **Implementación de la mejora (Pre-test)**

Para esto se emplearán 7 acciones correctivas como alternativas de solución que mejorarán la disponibilidad y fiabilidad de las máquinas CNC en el área de Maestranza (Tabla 1). Por otro lado, tenemos que mencionar que la implementación se apoya en el software Mastercam 2023 como gestión de proyectos o herramientas de seguimiento del tiempo independientes para registrar el tiempo invertido por cada trayecto del proceso en diseño y fabricación. Asimismo, en los detalles de tiempos que no requieren del software se tomaron con el cronómetro.

**Tabla 1. Acciones correctivas de mejora**

N°	Causas	Alternativas de solución	
		N°	Descripción
C4	Falta de un plan de mantenimiento	Acción correctiva 1	Programa de plan de mantenimiento preventivo
C17	Fallas en las instalaciones eléctricas		
C1	Limpieza de máquinas		
C5	Inspección a las máquinas	Acción correctiva 2	Programa de inspección de máquinas periódicamente
C11	Los insumos se compran cuando se acaban	Acción correctiva 3	Programa de solicitud de insumos
C12	No hay herramientas necesarias	Acción correctiva 4	Programa de requerimiento de herramientas
C7	Falta codificar las máquinas	Acción correctiva 5	Codificación de las máquinas
C9	Falta de capacitación del personal	Acción correctiva 6	Programa de capacitaciones (Personal técnico operativo)
C13	Tardanzas en la asistencia del personal		
C2	No hay una trazabilidad de información por máquina	Acción correctiva 7	Programa de seguimiento a las máquinas

Fuente: elaboración propia.

**Acción correctiva 1: Programa de plan de mantenimiento preventivo.** A fin de las actividades diarias de observación completa de la máquina, lubricación de la bancada, limpieza de virutas en máquina, verificar porta-herramientas y calentamiento de máquina se asignó al operario de maestranza. Así mismo para las actividades semanales de cambio de refrigerante, lubricación manual de husillo, lubricación de bancada, limpieza de filtro de viruta, limpieza de fuente de refrigerante y lubricado de porta herramienta se asignó también al operario de maestranza. Luego las actividades mensuales de verificar red de corriente eléctrica, limpieza de filtro de aceite, verificar condiciones de las partes móviles, limpieza de bomba de refrigerante, verificar estado de husillo y limpieza externa de la máquina se asignó al operario de mantenimiento. De igual forma las actividades trimestrales de verificar conexiones eléctricas y verificar ajuste de pernos de anclaje y nivel se asignó al operario de mantenimiento. De la misma manera las actividades semestrales de limpieza de control electrónico, limpieza de tablero electrónico y revisión de tablero eléctrico se asignó al operario de mantenimiento. Del mismo modo las actividades anuales de cambio de aceite general

a toda la máquina, verificar la tarjeta electrónica y revisión de motores y sistema automatizado se asignó al operario de mantenimiento (Tabla 2).

**Tabla 2.** *Actividades diarias, semanales, mensuales, trimestral, semestral y anual del mantenimiento preventivo*

N°	Actividades Diarias	Encargado del Mantenimiento
1	Observación completa de máquina	Técnico Matricero
2	Lubricación de bancada	
3	Limpieza de virutas en máquina	
4	Verificar porta-herramienta	
5	Calentamiento de máquina	
N°	Actividades Semanales	Encargado del Mantenimiento
1	Cambio de refrigerante	Técnico Matricero
2	Lubricación manual de husillo	
3	Lubricación de bancada	
4	Limpieza de filtro de viruta	
5	Limpieza de fuente de refrigerante	
6	Lubricado de porta herramienta	
N°	Actividades Mensuales	Encargado del Mantenimiento
1	Verificar red de corriente eléctrica	Técnico en Mantenimiento
2	Limpieza de filtro de aceite	
3	Verificar condición de partes móviles	
4	Limpieza de bomba refrigerante	
5	Verificar estado de husillo	
6	Limpieza externa de la máquina	
N°	Actividades Trimestral	Encargado del Mantenimiento
1	Verificar conexiones eléctricas	Técnico en Mantenimiento
2	Verificar ajuste de pernos de anclaje y nivel	
N°	Actividades Semestrales	Encargado del Mantenimiento
1	Limpieza de control electrónico	Técnico en Mantenimiento
2	Limpieza de tablero eléctrico	
3	Revisión de tablero eléctrico	
N°	Actividades Anuales	Encargado del Mantenimiento
1	Cambio de aceite a toda la máquina	Técnico en Mantenimiento
2	Verificar tarjeta electrónica	
3	Revisar motores y sistema automatizado	

Fuente: elaboración propia.

**Acción correctiva 2: Programa de inspección de máquinas periódicamente.** La inspección será registrada por formatos de inspección diaria, semanal, mensual, trimestral, semestral y anual (ver anexo 39) y de acuerdo con el formato del cronograma de inspección de la aplicación del mantenimiento preventivo siguiente:

**Tabla 3.** Formato del cronograma de inspección de la máquina CEN-CNC-1

FORMATO DEL CRONOGRAMA DE INSPECCIÓN																																																	
Empresa		Matserplast asb S.A.C.														Máquina		CEN-CNC-1																															
Elaborado por		Américo Francis Flores Quintana														Año		2023																															
Mes	Semana	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Setiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
Inspección		S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S				
		M				M				M				M				M				M				M				M				M				M				M							
			T												T																																		
							C																																										





### Acción correctiva 3: Programa de solicitud de insumos

Se hizo la gestión para la compra de los insumos que harán falta para la limpieza y mantenimiento de las máquinas. El tiempo de reposición de la compra de insumos es de cada mes.

**Tabla 6. Insumos**

Insumos			
Ítem	Cantidad	Precio unitario (S/.)	Precio total (S/.)
Guantes de nitrilo	1 caja (100 unidades)	47	47
Lubricante (WD-40) 11 onzas	6 unid.	38	228
DozingPig LHL-X100-7 (23.7 fl oz)	3 unid.	410	1230
Alcohol isopropílico	8 unid.	30	240
Guantes de látex	1 caja (100 unid.)	39	39
Bencina	4 unid.	27	108
Desengrasante	2 (5 litros)	44.5	89
Trapo industrial	4 bolsa (5 kg c/u)	29	116

Fuente: elaboración propia.

Insumos citados en la tabla anterior se pueden observar en la figura siguiente:

<b>Guantes de nitrilo</b>	<b>Lubricante (WD-40)</b>
	
<b>Alcohol isopropílico</b>	<b>DozingPig LHL-X100-7 (23.7 fl oz)</b>
	
<b>Guantes de látex</b>	<b>Bencina</b>
	
<b>Desengrasante</b>	<b>Trapo industrial</b>
	

Figura 1. Insumo.

#### **Acción correctiva 4: Programa de requerimiento de herramientas**

En el área de maestranza es necesario tener un kit de herramientas para solo realizar el mantenimiento preventivo según la programación, dichas herramientas estarán en almacén y se proporcionarán según se haga el requerimiento por parte del encargado del área de maestranza, entre estas herramientas tenemos las siguientes:

**Tabla 7. Herramientas**

<b>Herramientas</b>		
<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo (S/.)</b>
1	Alicate universal	94.90
2	Alicate de corte	183.90
3	Juego de desarmadores	47.90
4	Juego de desarmadores perilleros	22.90
5	Set de dados milimétricos	435.00
6	J. de llaves allen mm.	125.50
7	J. de llaves allen pulg.	125.50
8	Set llaves mixtas milímetros/pulgadas 20 unidades Stanley	177.90

Fuente: elaboración propia.

Algunas de estas herramientas se pueden apreciar en la siguiente figura:

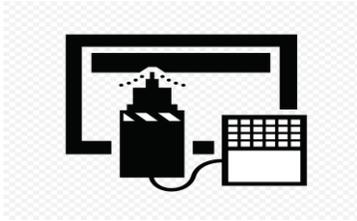
<b>Alicate universal</b>	<b>Alicate de corte</b>
	
<b>Juego de desarmadores</b>	<b>Juego de desarmadores perilleros</b>
	
<b>Set de dados milimétricos</b>	<b>Juego de llaves allen milimétricas</b>
	
<b>Juego de llaves allen pulgadas</b>	<b>Set llaves mixtas milímetros/pulgadas 20 unidades Stan</b>
	

Figura 2. Herramientas.

### Acción correctiva 5: Codificación y asignar de las máquinas

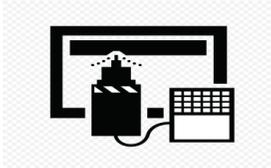
En primer lugar, se consideró colocar un nombre para cada maquinaria que hay en el área de maestranza para poder identificarlas al momento que se genere una orden de trabajo y que facilite la ejecución del mantenimiento. Es necesario identificar cada una de las máquinas por sus características, como marca, código y capacidad:

**Tabla 8.** *Ficha técnica del centro CNC (SABRE1000)*

Empresa	MATSERPLAST ASB S.A.C.
Elaborado por	Flores Quintana Américo Francis
<p><u>Ficha técnica del centro CNC (SABRE1000)</u></p> 	
Nombre de la máquina	Centro CNC
Modelo	SABRE1000
Área de trabajo	1200x360x480mm.
Código	CEN-CNC-1
Años de antigüedad	15
Actividades que realiza	Mecanizado de piezas de acero como: planeado, contorneado, escuadrado, agujeros, grabados, cajeado, perfiles.

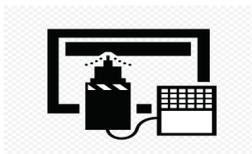
Fuente: elaboración propia.

**Tabla 9. Ficha técnica del centro CNC (VMC1050)**

Empresa	MATSERPLAST ASB S.A.C.
Elaborado por	Flores Quintana Américo Francís
<p><u>Ficha técnica del centro CNC (VMC1050)</u></p> 	
Nombre de la máquina	Centro CNC
Modelo	VMC1050
Área de trabajo	1200x360x480
Código	CEN-CNC-2
Años de antigüedad	15
Actividades que realiza	Mecanizado de piezas de acero como: planeado, contorneado, escuadrado, agujeros, grabados, cajeado, perfiles.

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 10. Ficha técnica del torno CNC (Galaxy Graziano).**

Empresa	MATSERPLAST ASB S.A.C.
Elaborado por	Flores Quintana Américo Francís
<p><u>Ficha técnica del torno CNC (Galaxy Graziano)</u></p> 	
Nombre de la máquina	Torno CNC
Modelo	Galaxy Graziano
Área de trabajo	360mm. de diámetro
Código	TOR-CNC-1
Años de antigüedad	15
Actividades que realiza	Mecanizado de piezas de acero como: cilindrado, roscado, refrentado, perfiles.

Fuente: elaboración propia.

### Acción correctiva 6: Programa de capacitaciones (Personal técnico operativo)

Como primer paso para ejecutar del mantenimiento preventivo el 1 de Junio se convocó a charla para introducción sobre la aplicación del mantenimiento preventivo, el cual fue dirigido por el investigador y tuvo una duración de 45 min., con su respectiva lista de asistencia (ver anexo 40).

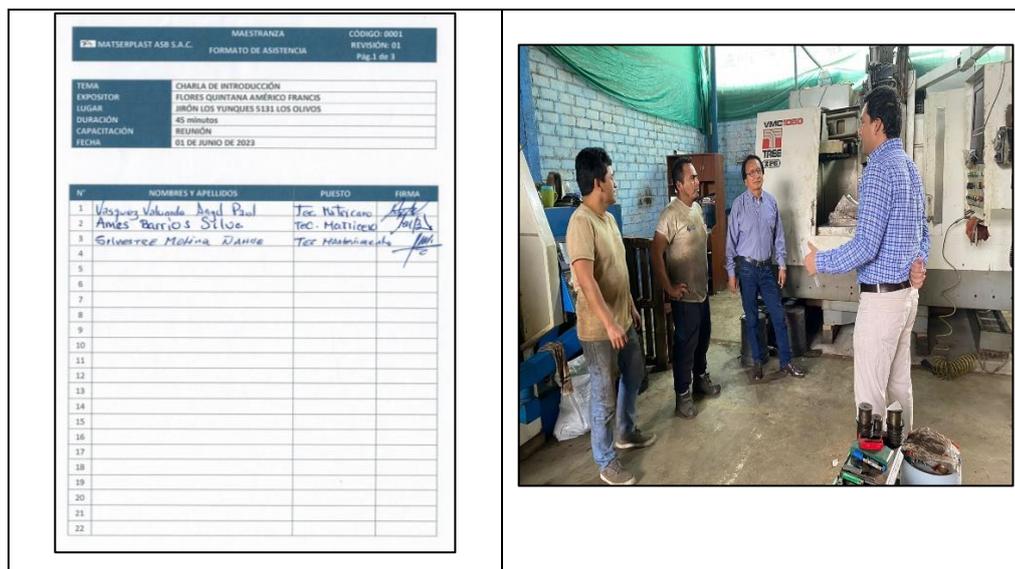


Figura 3. Se muestra charla brindada por el investigador al equipo de técnicos.

El objetivo de la charla fue de sensibilizar a los técnicos de maestranza y supervisor de mantenimiento sobre el valor de implementar el mantenimiento preventivo, el beneficio que traería con ello, la envergadura de su compromiso y colaboración de las acciones de corrección que se efectuaran. Así mismo, se manifestó el cronograma estipulado con fecha del lunes 5 y 6 de Abril de 8:00a.m. a 11:00 a.m. (ver anexo 41)

Tabla 11. Cronograma de capacitación

Horario	Lunes 5 de Abril	Martes 6 de Abril
08:00 a.m.- 11:00 a.m.	Tema: Manual mantenimiento preventivo	Tema: Manual mantenimiento preventivo

Fuente: elaboración propia.

La capacitación explicó el manual de mantenimiento preventivo (ver anexo 42) y como lo ejecutarían todo el mantenimiento preventivo. Explicando las acciones correctivas que se realizarían y en donde fueron los principales colaboradores del éxito en la aplicación del mantenimiento preventivo.

MATSERPLAST ASB S.A.C.		MAESTRANZA		CÓDIGO: 0002	
FORMATO DE ASISTENCIA		REVISIÓN: 01		Pág. 2 de 3	
TEMA	CAPACITACIÓN MANUAL DE MANTENIMIENTO				
EXPOSITOR	FLORES QUINTANA AMÉRICO FRANCIS				
LUGAR	JIRÓN LOS YUNQUES 5331 LOS OLIVOS				
DURACIÓN	3 Horas				
CAPACITACIÓN	ENTRENAMIENTO				
FECHA	05 DE JUNIO DE 2023				
N°	NOMBRES Y APELLIDOS	PUESTO	FIRMA		
1	Vásquez Valverde Royal Paul	Tec. Mecánico	<i>[Firma]</i>		
2	Arbes Barrios Silva	Tec. Mecánico	<i>[Firma]</i>		
3	Silvestre Molina Ramiro	Tec. Mantenimiento	<i>[Firma]</i>		
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					

MATSERPLAST ASB S.A.C.		MAESTRANZA		CÓDIGO: 0003	
FORMATO DE ASISTENCIA		REVISIÓN: 01		Pág. 3 de 3	
TEMA	MANUAL DE MANTENIMIENTO				
EXPOSITOR	FLORES QUINTANA AMÉRICO FRANCIS				
LUGAR	JIRÓN LOS YUNQUES 5331 LOS OLIVOS				
DURACIÓN	3 Horas				
CAPACITACIÓN	ENTRENAMIENTO				
FECHA	06 DE JUNIO DE 2023				
N°	NOMBRES Y APELLIDOS	PUESTO	FIRMA		
1	Vásquez Valverde Royal Paul	Tec. Mecánico	<i>[Firma]</i>		
2	Arbes Barrios Silva	Tec. Mecánico	<i>[Firma]</i>		
3	Silvestre Molina Ramiro	Tec. Mantenimiento	<i>[Firma]</i>		
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					

Figura 4. Los principales colaboradores para el éxito en la implementación del mantenimiento preventivo.

### **Acción correctiva 7: Programa de seguimiento a las máquinas**

La información de cada máquina fue almacenada en cuadros de Excel, ya que para implementar un software se necesita una licencia que ahora mismo la empresa no está dispuesta a pagar. Donde se registraron la fecha de adquisición, repuestos, mantenimientos programados, fallas comunes y frecuencia de estas; con el propósito de poder disminuir o prevenir las paradas causadas por mantenimiento. Con la implementación de la mejora, se espera que aumente la disponibilidad y fiabilidad de las máquinas, sin que estos afecten los tiempos de entrega del área de maestranza.

#### **Post-test**

Con el fin de disminuir el tiempo de preparación de una orden de trabajo se procedió a ejecutar los diseños de los moldes con plantillas ya establecidas en una base de datos y al eliminar la demora de entrega de los servicios tuvo efecto en el tiempo de despacho al cliente, puesto que ya no se trataba con el cliente acerca del porqué de la demora. Entonces se procedió a la recolección de datos sobre dimensiones tanto en la variable independiente: ficha de cálculo, de la disponibilidad y fiabilidad de los meses Agosto y Setiembre (ver anexo 43) como la variable dependiente: tiempos de entrega de los meses Agosto y Setiembre (ver anexo 44). Para posteriormente ejecutar la matriz de comparación (ver anexo 45), entre pre-test y post-test, donde observaremos, que porcentaje aumentó o disminuyó, es así que en la máquina CEN-CNC-1 aumentó 8.63% el % de disponibilidad y 7.80% el % de fiabilidad, en la máquina CEN-CNC-2 aumentó 7.23% el % de disponibilidad y 6.21% el % de fiabilidad, en la máquina TOR-CNC.1 aumentó 6.16% el % de disponibilidad y 5.50% el % de fiabilidad, también encontramos que el tiempo de preparación de orden de trabajo (horas) disminuyó un 13.79%, el tiempo de fabricación del molde (horas) disminuyó en 21.03%, el tiempo de despacho al cliente (horas) disminuyó en 33.33%, así mismo el tiempo de entrega, del servicio de fabricación de moldes de producción de plástico, disminuyó en 20.37%. Por otro lado, detallaremos el análisis económico (ver anexo 46), como el costo de mantenimiento en el mes de Mayo de pre-test de S/.5,566.40 y el costo de mantenimiento del mes de Agosto de post-test de S/.4.376.40 disminuyendo el 21.38%. También se visualizará la mejora del costo mensual en S/1,190.00, esto se debe que se eliminó el mecanizado externo, ya que al aumentar la disponibilidad

y fiabilidad de las máquinas se cumplió con toda OT en el tiempo previsto. Como análisis financiero (ver anexo 47) calcularemos los siguientes indicadores: B/C, VAN, TIR Y PRI.

**B/C (relación Costo-Beneficio)**, se calculará de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} B/C &= (VNA / - INVERSIÓN INICIAL) \times 100\% \\ B/C &= (S/. 12,584.66 / - (- S/. 9,820.65)) \times 100\% \\ B/C &= (1.28) \times 100\% = 128\% \end{aligned}$$

Según el resultado del Costo- Beneficio se considerará lo siguiente:

B/C > 1. Nos muestra que los ingresos son mayores a los costos, por ello la investigación es rentable.

B/C = 1. Nos dice que ni ganamos ni perdemos, puesto que entre ellos se eliminan, entonces la investigación no va a ser factible.

B/C < 1. Significa que costo supera al beneficio, de tal manera la investigación no tiene rentabilidad.

Por ello afirmamos que la investigación es rentable.

**VAN (Valor Actual Neto)**, se calculará de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} VAN &= VNA + INVERSIÓN INICIAL \\ VAN &= S/. 12,584.66 + (-S/. 9,820.65) \\ VAN &= S/. 2,764.00 \end{aligned}$$

Según el resultado del VAN de considerará lo siguiente:

VAN = 0. La inversión no producirá ni gastos ni beneficios, por ello se debería hacer alguna acción para que la investigación produzca algún valor.

VAN > 0. Significa que la inversión producirá beneficios, por ello la investigación en principio es factible.

VAN < 0. Nos dice lo contrario, la investigación producirá pérdidas, por ello no es conveniente realizarlo.

Por consiguiente, afirmamos que la investigación es viable.

**TIR (Tasa de Retorno que nos ofrece la Inversión)**, se calculará de la forma siguiente:

$$\begin{aligned} 0 &= -INVERSIÓN + [ FC_1/(1+i)^1 ] + [ FC_2/(1+i)^2 ] + [ FC_3/(1+i)^3 ] + \dots + [ FC_{12}/(1+i)^{12} ] \\ 0 &= - (S/. 9,820.65) + [S/. 1,190.00 / (1+i)^1] + [S/. 1,190.00 / (1+i)^2] + [S/. 1,190.00 / (1+i)^3] + \dots + [S/. 1,190.00 / (1+i)^{12}] \\ i &= 0.06 = 6\% \end{aligned}$$

Según el resultado del TIR se considerará lo siguiente:

TIR > 0. La investigación es aceptable, pues la rentabilidad es superior que la mínima requerida. Ello quiere decir que si invirtiéramos en esta investigación ganamos más dinero.

TIR < 0. La investigación se declina. El motivo es que la investigación da una rentabilidad menor que la necesaria. Aquí, no tendría sentido realizar la inversión puesto que ganamos más dinero.

TIR = 0. Nos dice que sería indiferente proceder con la investigación, puesto que ni ganamos ni perdemos. Entonces con resultados en cero, tenemos que verificar si se pueden conseguir otro tipo de beneficios relacionados con la ejecución de la investigación.

De acuerdo con el resultado confirmamos que con esta investigación ganamos más dinero.

**PRI (Periodo de Recuperación de la Inversión)**, se calculará en lo siguiente mostrado:

$$\begin{aligned} \text{PRI} &= a + [(b - c) / d] \\ \text{PRI} &= 9 + [(S/. 9,820.65 - S/. 9,713.06) / S/. 10,689.28] \\ \text{PRI} &= 9 + 0.01 \\ \text{PRI} &= 9.01 \end{aligned}$$

Leyenda:

a: Mes inmediato anterior que se recupera la inversión.

b: Inversión inicial.

c: Flujo de efectivo acumulado del periodo inmediato anterior en el que se recupera la inversión.

d: Flujo de efectivo del periodo en el que se recupera la inversión.

De acuerdo con el resultado podemos decir que pasando los 9 meses se obtendrá la inversión abonada al comienzo, en esta investigación.

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

Se empleo en esta investigación, la estadística descriptiva, donde como finalidad fue separar los resultados anteriores con los posteriores de la aplicación del mantenimiento preventivo para reducir el tiempo de entrega de la empresa Matserplast asb S.A.C. Después se verificaron los datos por medio de gráficos y tablas para su calificación. También indica Rendón [et all.] (2016) que es parte de la estadística donde plantea como precisar en menor magnitud figuras, tablas, cuadros y gráficos para el estudio cuantitativo (pp.398). Por medio del software IBMSPSS 29 (ver anexo 48) se compararon las hipótesis, para ello se aplicaron modelos estadísticos que emplea el software, todo ello, nos permitió también valorar los parámetros en nuestra data.

### **3.7 Aspectos éticos**

De acuerdo con el criterio nacional, se observa la realización sobre los principios de ética. Esta guía sobre la realización de tareas orientadas para grados y títulos, los cuales fueron aprobados por la RVI N°062-2023-VI-UCV, fue utilizada para el seguimiento de las exigencias de carácter académico. Por otro lado, el código de ética RCUN°0470-2022-UCV (Universidad César Vallejo), menciona ser obligatorio para administrativos, docentes, estudiantes y egresados que realicen investigación científica. De la misma manera, los instrumentos de calibración se califican de acuerdo con su validez, el cual verificaron 3 docentes de la Universidad César Vallejo teniendo una extensa pericia y trayectoria en metodología de investigación. De igual forma, se consideró el tipo de licencia mostrado por la UCV que describe que los datos de investigación son confidenciales. Para el juicio internacional, precisé el código de ética en investigación, proveniente de la Universidad de Antioquía, el cual sostiene como objetivo enseñar acerca de ética de los estudiantes, también, considera la Ley N° 28289 en su artículo 1 donde menciona sobre el nivel de copia. Como autor de esta tesis de investigación, me encuentro comprometido a ejecutar de forma precisa la citación reflejando un respeto por los autores. Asimismo, utilizó datos veraces sobre de la empresa Matserplast asb S.A.C. donde nos respalda la carta de autorización (ver anexo 3). También, es fundamental indicar que el manual ISO 690 y 690-2, los cuales fueron empleados, de igual forma el Turnitin, que es una herramienta para identificar copias mediante la red de internet (ver anexo 5).

#### IV. RESULTADOS

##### Análisis Descriptivo

Se realizó un estudio descriptivo de la variable tiempo de entrega por indicador y dimensión, de datos conseguidos, antes y después de la aplicación de la metodología en mantenimiento preventivo.

##### Indicador 1: Tiempo de preparación de orden de trabajo (Horas)

El software IBMSPSS 29 nos dio como resultado en pre-test la media de 7.25 que quiere decir que el promedio de los datos es de 7.25 horas; la mediana de 7.25 que indica que el dato intermedio es de 7.25 horas, la moda de 7.25 que nos menciona que es dato el cual más se repite, la desviación estándar siendo 0 que nos demuestra que no hay desviación en los datos y asimismo, en post-test la media en 6.25 que nos indica, que el promedio de los datos es de 6.25 horas, la mediana de 6.25 que demuestra que el dato intermedio es de 6.25 horas, la moda de 6.25 que nos menciona que el dato que más se repite es de 6.25 horas, la desviación estándar de 0 que menciona que no hay datos con desviación en su cifra. Siendo estos resultados debido a que solo se cambió el modo de llevar a cabo el diseño del molde de producción de plástico para aportar a la disminución del tiempo de diseño de mecanizado (Horas).

**Tabla 12.** IBMSPSS 29, frecuencias del pre-test y post-test del tiempo de preparación de orden de trabajo (Horas)

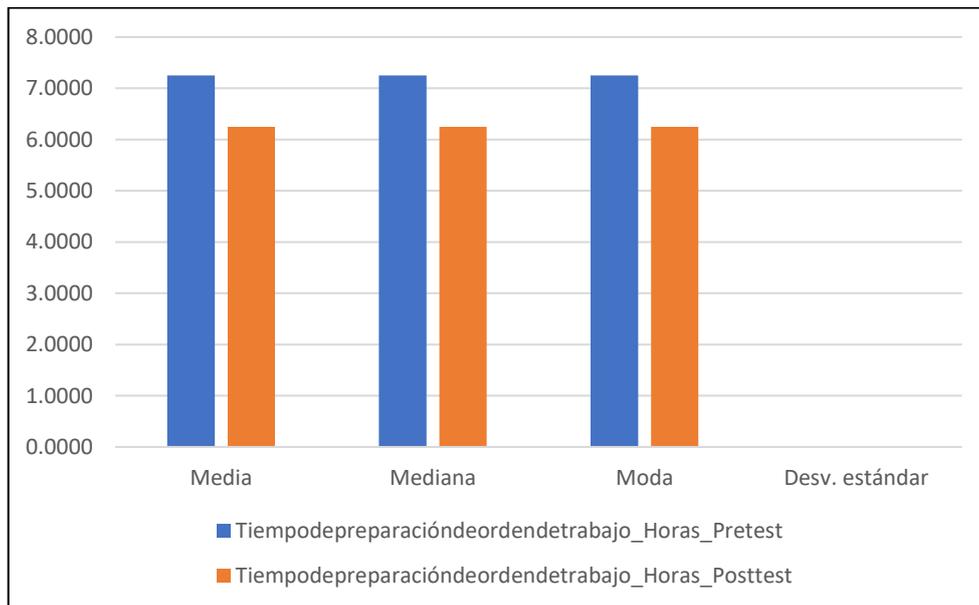
Frecuencias del pre-test y post-test del tiempo de preparación de orden de trabajo (Horas)			
		Estadísticos	
		Tiempodepreparacióndeordendetrabajo_Horas_Pret est	Tiempodepreparacióndeordendetrabajo_Horas_Post test
N	Válido	14	14
	Perdidos	0	0
Media		7.2500	6.2500
Mediana		7.2500	6.2500
Moda		7.25	6.25
Desv. estándar		.00000	.00000

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 13.** IBMSPSS 29, tabla de frecuencias del pre-test y post-test del tiempo de preparación de orden de trabajo (Horas)

Tabla de frecuencias del pre-test y post-test del tiempo de preparación de orden de trabajo (Horas)					
Tiempodepreparacióndeordendetrabajo_Horas_Prestest					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	7.25	14	100.0	100.0	100.0
Tiempodepreparacióndeordendetrabajo_Horas_Posttest					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	6.25	14	100.0	100.0	100.0

Fuente: elaboración propia.



**Figura 5.** Diagrama de comparación de frecuencias del pre-test y post-test del tiempo de preparación de orden de trabajo (Horas).

## Indicador 2: Tiempo de fabricación del molde (Horas)

El software IBMSPSS 29 nos dio como resultado en pre-test la media de 46.64 que indica que el promedio de los datos es de 46.64 horas, la mediana de 45.0 que muestra que el dato intermedio es de 45.0 horas, la moda 43.0 que nos menciona que 43.0 horas es dato que más se repite, desviación estándar siendo 0 que nos dice que no hay desviación en los datos y de tal manera en post-test la media de 6.25 que nos indica, que el promedio de los datos es de 6.25 horas, la mediana de 6.25 que nos muestra que el dato intermedio es de 6.25 horas, la moda de 6.25 que nos dice que el dato que más se repite es de 6.25 horas, la desviación estándar de 4.52 que nos menciona que existe una desviación en el dato promedio de 4.52 horas. Siendo estos resultados debido a que al aplicar el mantenimiento reducimos el tiempo de mecanizado (Horas), pues hay mayor disponibilidad y fiabilidad de máquina.

**Tabla 14.** IBMSPSS 29, frecuencias del pre-test y post-test del tiempo de fabricación del molde (Horas)

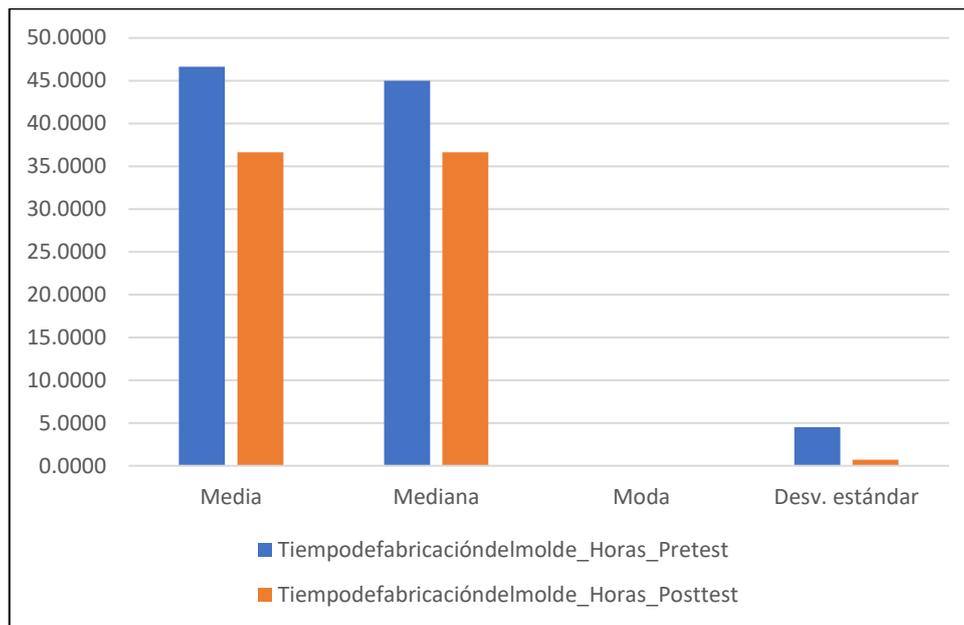
Frecuencias del pre-test y post-test del tiempo de fabricación del molde (Horas)			
		Estadísticos	
		Tiempo de fabricación del molde_Horas_Pretest	Tiempo de fabricación del molde_Horas_Posttest
N	Válido	14	14
	Perdidos	0	0
Media		46.6429	36.6250
Mediana		45.0000	36.6250
Moda		43.00 <sup>a</sup>	36.00 <sup>a</sup>
Desv. estándar		4.51676	.69856
a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.			

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 15.** IBMSPSS 29, tabla de frecuencias del pre-test y post-test del tiempo de fabricación del molde (Horas)

Tabla de frecuencias del pre-test y post-test del tiempo de fabricación del molde (Horas)					
Tiempodefabricacióndelmolde_Horas_Pretest					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	42.00	2	14.3	14.3	14.3
	43.00	3	21.4	21.4	35.7
	44.00	1	7.1	7.1	32.9
	45.00	3	21.4	21.4	64.3
	50.00	1	7.1	7.1	71.4
	52.00	3	21.4	21.4	92.9
	55.00	1	7.1	7.1	100.0
	Total	14	100.0	100.0	
Tiempodefabricacióndelmolde_Horas_Posttest					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	35.50	1	7.1	7.1	7.1
	35.75	1	7.1	7.1	14.3
	36.00	2	14.3	14.3	28.6
	36.25	1	7.1	7.1	35.7
	36.50	2	14.3	14.3	50.0
	36.75	2	14.3	14.3	64.3
	37.00	2	14.3	14.3	78.6
	37.25	1	7.1	7.1	85.7
	37.50	1	7.1	7.1	92.9
	38.00	1	7.1	7.1	100.0
	Total	14	100.0	100.0	

Fuente: elaboración propia.



*Figura 6.* Diagrama de comparación de frecuencias del pre-test y post-test del tiempo de fabricación del molde (Horas).

### **Indicador 3: Tiempo de despacho al cliente (Horas)**

El software IBMSPSS 29 nos dio como resultado en pre-test la media de 0.75 que nos indica que el promedio de los datos es de 0.75 horas, la mediana de 0.75 que nos dice que el dato intermedio es de 0.75 horas, la moda 0.75 que nos menciona que el dato que más se repite es de 0.75 horas, la desviación estándar de 0 que nos muestra que no existe desviación del valor del dato promedio e igualmente en post-test la media de 0.50 que nos indica que el dato promedio es de 0.50 horas, la mediana de 0.50 que nos muestra que el dato intermedio es de 0.50 horas, la moda de 0.50 que nos menciona que el dato que más se repite es de 0.50 horas, la desviación estándar de 0 que nos dice que no existe desviación del valor del dato promedio. Siendo estos resultados debido a que al momento de despachar no existía la demora de entrega del servicio y esto se tenía que sustentar al cliente.

**Tabla 16.** IBMSPSS 29, frecuencias del pre-test y post-test del tiempo de despacho al cliente (Horas)

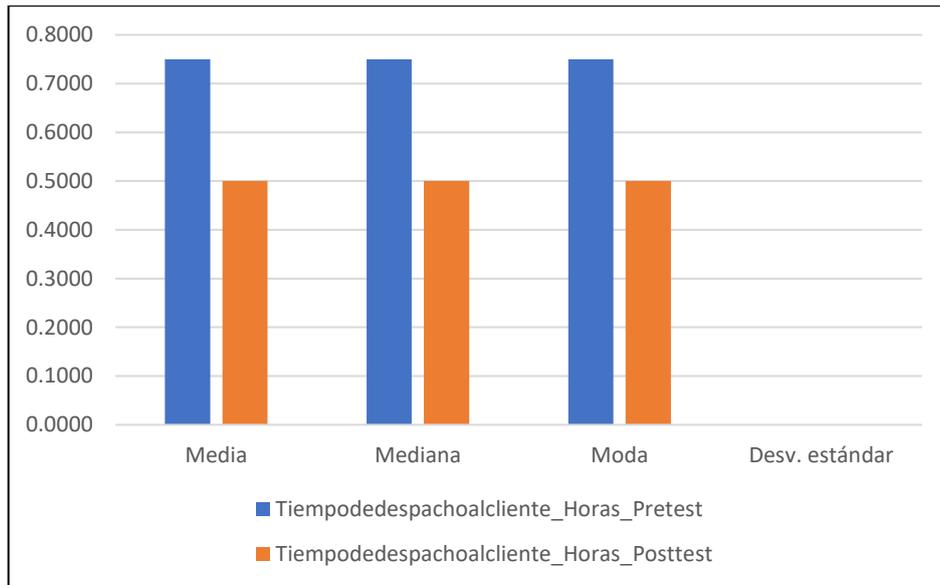
Frecuencias del pre-test y post-test del tiempo de despacho al cliente (Horas)			
Estadísticos			
		Tiempodedespachoalcliente_Horas_Prestest	Tiempodedespachoalcliente_Horas_Posttest
N	Válido	14	14
	Perdidos	0	0
Media		.7500	.5000
Mediana		.7500	.5000
Moda		.75	.50
Desv. estándar		.00000	.00000

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 17.** IBMSPSS 29, tabla de frecuencias del pre-test y post-test del tiempo de despacho al cliente (Horas)

Tabla de frecuencias del pre-test y post-test del tiempo de despacho al cliente (Horas)					
Tiempodedespachoalcliente_Horas_Prestest					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	.75	14	100.0	100.0	100.0
Tiempodedespachoalcliente_Horas_Posttest					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	.50	14	100.0	100.0	100.0

Fuente: elaboración propia.



*Figura 7.* Diagrama de comparación de frecuencias del pre-test y post-test del tiempo de despacho al cliente (Horas).

### **Dimensión: Tiempo de entrega (Horas)**

El software IBMSPSS 29 nos dio como resultado en pre-test la media de 0.75 que indica que el dato promedio es de 0.75 horas, la mediana de 0.75 que nos dice que el dato intermedio es de 0.75 horas, la moda 0.75 que nos menciona que el dato que más se repite es de 0.75 horas, desviación estándar de 0 que nos muestra que no existe desviación del valor del dato promedio y de tal forma en el post-test la media de 0.50 que nos indica que el dato promedio es de 0.50 horas, la mediana de 0.50 que nos muestra que el dato promedio es de 0.50 horas, la moda de 0.50 que nos dice que el dato que más se repite es de 0.50 horas, la desviación estándar de 0 que nos menciona que no existe desviación del valor del dato promedio.

**Tabla 18.** IBMSPSS 29, frecuencias del pre-test y post-test del tiempo de entrega (Horas)

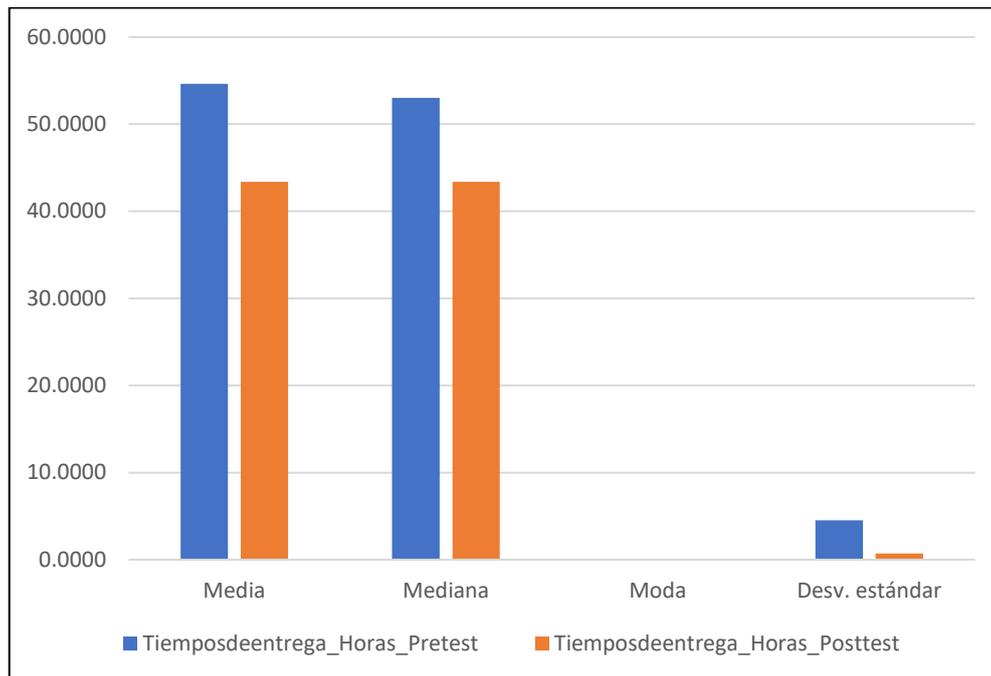
Frecuencias del pre-test y post-test del tiempo de entrega (Horas)			
		Estadísticos	
		Tiempodeentrega_Horas_Pre test	Tiempodeentrega_Horas_Posttest
N	Válido	14	14
	Perdidos	0	0
Media		54.6429	43.3750
Mediana		53.0000	43.3750
Moda		51.00 <sup>a</sup>	42.75 <sup>a</sup>
Desv. estándar		4.51676	.69856

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 19.** IBMSPSS 29, tabla de frecuencias del pre-test y post-test del tiempo de entrega (Horas)

Tabla de frecuencias del pre-test y post-test del tiempo de entrega (Horas)					
Tiempodeentrega_Horas_Pretest					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	50.00	2	14.3	14.3	14.3
	51.00	3	21.4	21.4	35.7
	52.00	1	7.1	7.1	42.9
	53.00	3	21.4	21.4	64.3
	58.00	1	7.1	7.1	71.4
	60.00	3	21.4	21.4	92.9
	63.00	1	7.1	7.1	100.0
	Total	14	100.0	100.0	
Tiempodeentrega_Horas_Posttest					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	42.25	1	7.1	7.1	7.1
	42.50	1	7.1	7.1	14.3
	42.75	2	14.3	14.3	28.6
	43.00	1	7.1	7.1	35.7
	43.25	2	14.3	14.3	50.0
	43.50	2	14.3	14.3	64.3
	43.75	2	14.3	14.3	78.6
	44.00	1	7.1	7.1	85.7
	44.25	1	7.1	7.1	92.9
	44.75	1	7.1	7.1	100.0
	Total	14	100.0	100.0	

Fuente: elaboración propia.



*Figura 8.* Diagrama de comparación de frecuencias del pre-test y post-test del tiempo de entrega (Horas).

### **Análisis Inferencial**

#### **Prueba de normalidad, tiempo de preparación de orden de trabajo (Horas)**

Ho=Los datos del tiempo de preparación de orden de trabajo (Horas), surgen de una distribución normal.

Ha=Los datos del tiempo de preparación de orden de trabajo (Horas) no surgen de una distribución normal.

#### **Regla de decisión**

Si, Sig. (p\_valor) > 0.05: No deseamos la hipótesis nula (Ho) = T-Student

Si, Sig. (p\_valor) <= 0.05: Desechamos la hipótesis nula (Ho) = Wilcoxon

**Tabla 20.** IBMSPSS 29, prueba de normalidad del tiempo de preparación de orden de trabajo (Horas)

Prueba de normalidad del tiempo de preparación de orden de trabajo (Horas)						
	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Tiempodepreparacióndeordenetrabajo_Horas_Prettest	14	100.0%	0	0.0%	14	100.0%
Tiempodepreparacióndeordenetrabajo_Horas_Posttest	14	100.0%	0	0.0%	14	100.0%

Fuente: elaboración propia.

### Conclusión

Al obtener como Significancia ( $p_{pre}$  y  $p_{post}$ ) superior al 5%, se concluye que el tiempo de preparación de orden de trabajo (Horas) surgen de una distribución normal. Por consiguiente, el estadístico de prueba de hipótesis inferencial resultará T-Student.

### Prueba de hipótesis específica, tiempo de preparación de orden de trabajo (Horas)

$H_0$ =La aplicación del mantenimiento preventivo, no reduce el tiempo de preparación de orden de trabajo (Horas).

$H_a$ =La aplicación del mantenimiento preventivo, reduce el tiempo de preparación de orden de trabajo (Horas).

### Regla de decisión

Si la Sig. ( $p_{valor}$ )  $> 0.05$ : No deseamos la hipótesis nula ( $H_0$ ) = T-Student

Si la Sig. ( $p_{valor}$ )  $\leq 0.05$ : Deseamos la hipótesis nula ( $H_0$ ) = Wilcoxon

### Hipótesis estadística

$H_0: P_A = P_D$  /  $H_a: P_A \neq P_D$  → Análisis dos colas (Bilateral)

$H_0: P_A \geq P_D$  /  $H_a: P_A < P_D$  → Análisis una cola (Unilateral)

Sig. Bilateral (T) =  $0 / 2 = 0$

**Tabla 21.** IBMSPSS 29, prueba de hipótesis específica del tiempo de preparación de orden de trabajo (Horas)

Prueba de hipótesis específica del tiempo de preparación de orden de trabajo (Horas)					
		Media	N	Desv. estándar	Media de error estándar
Par 1	Tiempodepreparación de orden de trabajo_Horas_Prestest	7.2500 <sup>a</sup>	14	.00000	.00000
	Tiempodepreparación de orden de trabajo_Horas_Posttest	6.2500 <sup>a</sup>	14	.00000	.00000

Fuente: elaboración propia.

### Conclusión

La prueba T-Student resultó con una significancia superior al 5%, por consiguiente, desechemos la hipótesis nula.

La aplicación del mantenimiento preventivo reduce el tiempo de preparación de orden de trabajo (Horas) en un promedio de 13.79%.

### SPSS

Analizar / Estadísticos Descriptivos / Explorar

Analizar / Comparar medias y proporciones / Prueba T de muestras emparejadas

Analizar / Estadísticos Descriptivos / Frecuencia

### Prueba de normalidad, tiempo de fabricación del molde (Horas)

Ho=Los datos del tiempo de fabricación del molde (Horas) surgen de una distribución normal.

Ha=Los datos del tiempo de fabricación del molde (Horas) no surgen de una distribución normal.

### Regla de decisión

Si la Sig. (p\_valor) > 0.05: No desechemos la hipótesis nula (Ho) = T-Student

Si la Sig. (p\_valor) <= 0.05: Desechemos la hipótesis nula (Ho) = Wilcoxon

**Tabla 22.** IBMSPSS 29, prueba de normalidad del tiempo de fabricación del molde (Horas)

Prueba de normalidad del tiempo de fabricación del molde (Horas)						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Tiempodefabricación del molde_Horas_Pretest	.285	14	.003	.839	14	.016
Tiempodefabricación del molde_Horas_Posttest	.100	14	.200*	.984	14	.991

Fuente: elaboración propia.

### Conclusiones

Siendo la Sig. ( $p_{pre}$  y  $p_{post}$ ) superior al 5% concluimos que, el tiempo de fabricación del molde (Horas) resulta ser de una distribución normal. Por todo ello, el estadístico de la prueba de hipótesis inferencial será T-Student.

### Prueba de hipótesis específica, tiempo de fabricación del molde (Horas)

$H_0$ =La aplicación del mantenimiento preventivo no reduce el tiempo de fabricación del molde (Horas).

$H_a$ =La aplicación del mantenimiento preventivo reduce el tiempo de fabricación del molde (Horas).

### Regla de decisión

Si la Sig. ( $p_{valor}$ )  $> 0.05$  --> No deseamos la hipótesis nula ( $H_0$ ) = T-Student

Si la Sig. ( $p_{valor}$ )  $\leq 0.05$  --> Deseamos la hipótesis nula ( $H_0$ ) = Wilcoxon

### Hipótesis estadística

$H_0: P_A = P_D$  /  $H_a: P_A <> P_D$  → Análisis dos colas (Bilateral)

$H_0: P_A \geq P_D$  /  $H_a: P_A < P_D$  → Análisis una cola (Unilateral)

Sig. Bilateral (T) =  $0.001 / 2 = 0.001$

**Tabla 23.** IBMSPSS 29, prueba de hipótesis específica del tiempo de fabricación del molde (Horas)

Prueba de hipótesis específica del tiempo de fabricación del molde (Horas)										
		Diferencias emparejadas							Significación	
		95% de intervalo de confianza de la diferencia								
		Media	Desv. estándar	Media de error estándar	Inferior	Superior	t	gl	P de un factor	P de dos factores
Par 1	Tiempode fabricació ndelmold e_Horas_ Pretest	10.01786	4.82627	1.28988	7.23125	12.80447	7.767	13	<.001	<.001
	Tiempode fabricació ndelmold e_Horas_ Posttest									

Fuente: elaboración propia.

## Conclusión

La prueba T-Student resulto dar una significancia por debajo al 5%, por consiguiente, desechemos la hipótesis nula.

La aplicación del mantenimiento preventivo reduce el tiempo de fabricación del molde (Horas) en un promedio de 21.13%.

## SPSS

Analizar / Estadísticos Descriptivos / Explorar

Analizar / Comparar medias y proporciones / Prueba T de muestras emparejadas

Analizar / Estadísticos Descriptivos / Frecuencia

## Prueba de normalidad, tiempo de despacho al cliente (Horas)

Ho=Los datos del tiempo de despacho al cliente (Horas) surgen de una distribución normal.

Ha=Los datos del tiempo de despacho al cliente (Horas) no surgen de una distribución normal.

## Regla de decisión

Si la Sig. (p\_valor) > 0.05: No desechemos la hipótesis nula (Ho) = T-Student

Si la Sig. (p\_valor) <= 0.05: Desechemos la hipótesis nula (Ho) = Wilcoxon

**Tabla 24.** IBMSPSS 29, prueba de normalidad del tiempo de despacho al cliente (Horas)

Prueba de normalidad del tiempo de despacho al cliente (Horas)					
		Media	N	Desv. estándar	Media de error estándar
Par 1	Tiempodedespach oalcliente_Horas_ Pretest	.7500 <sup>a</sup>	14	.00000	.00000
	Tiempodedespach oalcliente_Horas_ Posttest	.5000 <sup>a</sup>	14	.00000	.00000

Fuente: elaboración propia.

### Conclusiones

Siendo la Sig. (p\_pre y p\_post) menor al 5% concluimos que, el tiempo de despacho al cliente (Horas) surgen de una distribución normal. Por todo ello, el estadístico de prueba de hipótesis inferencial será Wilcoxon.

### Prueba de hipótesis específica, tiempo de despacho al cliente (Horas)

Ho=La aplicación del mantenimiento preventivo no reduce el tiempo de despacho al cliente (Horas).

Ha=La aplicación del mantenimiento preventivo reduce el tiempo de despacho al cliente (Horas).

### Regla de decisión

Si la Sig. (p\_valor) >0.05: No deseamos la hipótesis nula (Ho) = T-Student

Si la Sig. (p\_valor) <=0.05: Deseamos la hipótesis nula (Ho) = Wilcoxon

### Hipótesis estadística

Ho:  $P_A = P_D$  / Ha:  $P_A <> P_D$  → Análisis dos colas (Bilateral)

Ho:  $P_A \geq P_D$  / Ha:  $P_A < P_D$  → Análisis una cola (Unilateral)

Sig. Bilateral (T) =  $0 / 2 = 0$

**Tabla 25.** IBMSPSS 29, prueba de hipótesis específica del tiempo de despacho al cliente (Horas)

Prueba de normalidad del tiempo de despacho al cliente (Horas)					
		Media	N	Desv. estándar	Media de error estándar
Par 1	Tiempodedespachoalcliente_Horas_Prestest	.7500 <sup>a</sup>	14	.00000	.00000
	Tiempodedespachoalcliente_Horas_Posttest	.5000 <sup>a</sup>	14	.00000	.00000

Fuente: elaboración propia.

### Conclusión

La prueba Wilcoxon resulto con una significancia inferior al 5%, por consiguiente, desechemos la hipótesis nula.

La aplicación del mantenimiento preventivo reduce el tiempo de despacho al cliente (Horas) en un promedio de 33.33%.

### SPSS

Analizar / Estadísticos Descriptivos / Explorar

Analizar / Comparar medias y proporciones / Prueba T de muestras emparejadas

Analizar / Estadísticos Descriptivos / Frecuencia

### Prueba de normalidad, del tiempo de entrega (Horas)

Ho=Los datos del tiempo de entrega (Horas) surgen de una distribución normal.

Ha=Los datos del tiempo de entrega (Horas) no surgen de una distribución normal.

### Regla de decisión

Si la Sig. (p\_valor) > 0.05: No desechemos la hipótesis nula (Ho) = T-Student

Si la Sig. (p\_valor) <= 0.05: Desechemos la hipótesis nula (Ho) = Wilcoxon

**Tabla 26.** IBMSPSS 29, prueba de normalidad del tiempo de entrega (Horas)

Prueba de normalidad del tiempo de entrega (Horas)						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Tiempodeentrega_Horas_Prestest	.285	14	.003	.839	14	.016
Tiempodeentrega_Horas_Posttest	.100	14	.200*	.984	14	.991

Fuente: elaboración propia.

### Conclusiones

Siendo la Sig. (p\_pre y p\_post) inferior al 5% concluimos que, los tiempos de entrega (Horas) surgen de una distribución normal. Por consiguiente, el estadístico de prueba de hipótesis inferencial resultará T-Student.

### Prueba de hipótesis general, del tiempo de entrega (Horas)

Ho=La aplicación del mantenimiento preventivo no reduce el tiempo de entrega (Horas).

Ha=La aplicación del mantenimiento preventivo reduce el tiempo de entrega (Horas).

### Regla de decisión

Si la Sig. (p\_valor) >0.05: No desechemos la hipótesis nula (Ho) = T-Student

Si la Sig. (p\_valor) <=0.05: Desechemos la hipótesis nula (Ho) = Wilcoxon

### Hipótesis estadística

Ho:  $P_A = P_D$  / Ha:  $P_A <> P_D$  → Análisis dos colas (Bilateral)

Ho:  $P_A \geq P_D$  / Ha:  $P_A < P_D$  → Análisis una cola (Unilateral)

Sig. Bilateral (T) = 0.001 / 2 = 0.001

**Tabla 27. IBMSPSS 29, prueba de hipótesis general del tiempo de entrega (Horas)**

Prueba de hipótesis general del tiempo de entrega (Horas)										
		Diferencias emparejadas							Significación	
		95% de intervalo de confianza de la diferencia								
		Media	Desv. estándar	Media de error estándar	Inferior	Superior	t	gl	P de un factor	P de dos factores
Par 1	Tiempo de entrega_Horas_Prest	11.26786	4.82627	1.28988	8.48125	14.05447	8.736	13	<.001	<.001
	Tiempo de entrega_Horas_Post test									

Fuente: elaboración propia.

### Conclusión

La prueba T-Student resultó con una significancia inferior al 5%, por todo ello, deseamos la hipótesis nula.

La aplicación del mantenimiento preventivo reduce el tiempo de entrega (Horas) en un promedio de 20.37%.

### SPSS

Analizar / Estadísticos Descriptivos / Explorar

Analizar / Comparar medias y proporciones / Prueba T de muestras emparejadas

Analizar / Estadísticos Descriptivos / Frecuencia

## V. DISCUSIONES

Al comparar las hipótesis de la investigación, se puede afirmar que, implementar el mantenimiento preventivo en el área de maestranza, pudo reducir el tiempo de entrega en 20.37% en el servicio de la fabricación de moldes de producción de plástico y asimismo incrementar: disponibilidad y fiabilidad de la máquina CEN-CNC-1 en 8.63% y 7.80%, de la máquina CEN-CNC-2 en 7.23% y 6.21% y de la máquina TOR-CNC-1 en 6.16% y 5.50% respectivamente mediante implementación de mejora de las 7 acciones correctivas y el entrenamiento del manual de mantenimiento para su ejecución, de igual manera se verificó que hay concordancia en los resultados logrados por investigadores tomados como parte de antecedente del marco teórico. Asimismo, el objetivo general del estudio fue determinar que el mantenimiento preventivo reduce el tiempo de entrega del área de Maestranza, en la empresa Matserplast asb S.A.C., Los Olivos, 2023, para lograr esto, se empleó un plan de mantenimiento preventivo además de capacitación a los técnicos. Se planteó como hipótesis general: el mantenimiento preventivo reduce el tiempo de entrega del área de Maestranza, por ende, mediante el análisis y desarrollo del capítulo IV se logró demostrar de manera estadística empleando el software IBMSPSS 29 y a T-Student como estadígrafos. La prueba de T-Student, indica que la significancia es menor a 0.05, por consiguiente, se rechazó la hipótesis nula, en ese sentido podemos afirmar que, el mantenimiento preventivo reduce el tiempo de entrega del área de Maestranza. De tal forma concordamos con García (2011) que indica que mantenimiento preventivo es un conjunto de actividades que se programan para equipos operativos para permitirles seguir operando de forma eficiente y segura de la manera más rentable, con tendencia a prevenir averías y paros no programados (p.55). También Al-Duais, Fuad S; Mohamed, A-B A; Jawa, Taghreed M; Sayed-Ahmed, Neveen (2022) al aplicar el mantenimiento preventivo el tiempo promedio entre fallas que es indicador de fiabilidad aumento en 42% y el promedio de tiempo de funcionamiento aumento que es indicador de la disponibilidad en 46%, en donde todo esto hace que se reduzca el tiempo de entrega. De igual forma Quiroz Flores, J. C. y Vega Alvites, M. L. (2022) aumentó en 13% la eficiencia al realizar el mantenimiento autónomo y preventivo en las líneas de producción y se redujo las paradas de máquinas en 37%, por ende, se redujo el tiempo de entrega. Así mismo Allison, Garay; Carlos, Maceda (2020) al aplicar la metodología TPM en donde incluye

el mantenimiento preventivo en su implementación, logró mejorar el tiempo de entrega de los pedidos a tiempo, en un 83.58% y los tiempos de demora en un 66.67%. De igual manera Gómez (2013) indica que el tiempo de entrega es la holgura de minutos u horas que utiliza la organización para que el pedido llegue al usuario (p.74).

Por otro lado, el primer objetivo específico fue determinar que el mantenimiento preventivo reduce el tiempo de preparación de orden de trabajo del área de Maestranza. Para lograr esto, se empleó el plan de mantenimiento preventivo, además de las capacitaciones para los técnicos. De igual forma se planteó como hipótesis específica: el mantenimiento preventivo reduce el tiempo de preparación de orden de trabajo del área de Maestranza. Aplicando el software, dio como resultado que: se pudo reducir el tiempo de entrega del proceso de fabricación de moldes de producción de plástico, implementando la mejora de las 7 acciones de corrección y el entrenamiento del manual de mantenimiento para su ejecución. También Yanhu, Pei; Liu, Zhifeng; Xu, Jingjing; Baobao, Qi; Cheng, Qiang (2023) aplicaron el mantenimiento preventivo en su investigación, pero disminuyendo la fiabilidad en un 2.41% lo cual indica que el tiempo entre fallas fue disminuido para poder reducir el costo óptimo de mantenimiento en un 50.52% contrastándolo se encuentra de forma opuesta al principio que fue de aumentar el tiempo entre fallas para mejorar el tiempo de entrega de fabricación de moldes de inyección de plástico. Igualmente Singh, Sukhpreet ; Agrawal, Ashish ; Sharma, Deepak ; Saini, Vishnu ; Kumar, Abhinav ; Praveenkumar, Seepana (2022) al aplicar el TPM donde está incluido el mantenimiento preventivo mejoró la eficacia total, el OEE del 19,64 % para el laminado, frente al 16,17 %, del 14,04 % para el plegado, frente al 12,73 %, del 52,73 % para el corte, frente al 46,06 %, y del 16,72 % para el punzonado de troqueles, frente al 14,50 %; en donde la eficiencia es directamente proporcional a reducir el tiempo de entrega en su proceso productivo.

El segundo objetivo específico fue determinar que el mantenimiento preventivo reduce el tiempo de fabricación del molde del área de Maestranza. Para lograr esto se empleó el plan de mantenimiento preventivo además de capacitación para los técnicos. Del mismo modo se planteó como hipótesis específica: el mantenimiento preventivo reduce el tiempo de fabricación del molde del área de Maestranza. Al tratarlo con el software nos dio como resultado que se pudo reducir el tiempo de

entrega del proceso de fabricación de moldes de producción de plástico, mediante la implementación de mejora de las 7 acciones de corrección y el entrenamiento del manual de mantenimiento para su ejecución, de igual manera se verificó que hay concordancia en los resultados logrados por investigadores tomados como parte de antecedente del marco teórico. De manera similar Hardt, Filip; Kotyrba, Martin; Volna, Eva; Jarusek, Robert (2021) al aplicar el mantenimiento preventivo aumentó la eficiencia progresivamente donde el último mes fue de 75% a 100%, donde la eficiencia es directamente proporcional con el tiempo de entrega del proceso productivo. También Jaime, González Dominguez; Gonzalo, Sanchez Barroso; Justo, García Sanz Calcedo (2020) al aplicar el mantenimiento preventivo aumentó la vida útil, en un 40% para las cubiertas de PVC y en un 50% para las cubiertas elastoméricas y bituminosas, esto quiere decir que aumentó la disponibilidad de utilización de estos equipos mejorando el tiempo de entrega al reducir el tiempo en que los cambian.

De igual manera el tercer objetivo específico fue determinar que el mantenimiento preventivo reduce el tiempo de despacho al cliente del área de Maestranza. Para su realización, se empleó el plan de mantenimiento preventivo, además de capacitación para los técnicos. De la misma manera se planteó como hipótesis específica: el mantenimiento preventivo reduce el tiempo de despacho al cliente del área de Maestranza. Empleando del software, nos da como resultado que se pudo reducir el tiempo de entrega del proceso de fabricación de moldes de producción de plástico, mediante la implementación de mejora de las 7 acciones de corrección y el entrenamiento del manual de mantenimiento para su ejecución, de igual manera se verificó que hay concordancia en los resultados logrados por investigadores tomados como parte de antecedente del marco teórico. Asimismo, Gherghea, I. C.; Bungau, C.; Indre, C. I.; Negrau, D. C. (2021) al aplicar el TPM en donde está incluido el mantenimiento preventivo aumentó la eficiencia del OEE (Overall Equipment Effectiveness) en un 9,09%, donde eficiencia es directamente proporcional con el tiempo de entrega del proceso productivo que efectúa la maquinaria. También Nohemy, Canahua Apaza (2021) al implementar el TPM donde incluye al mantenimiento preventivo aumentó la eficiencia del OEE de 32.86% a 85.58%, esto quiere decir que la disponibilidad y fiabilidad aumentaron, por ello el tiempo de entrega del proceso productivo ha mejorado. De la misma forma Ferrín (2010) indica que el

tiempo de entrega, es el ciclo de tiempo que transcurre: desde que se efectúa el pedido al suministrador hasta que lo obtiene el usuario. El ciclo de tiempo de entrega debe apreciarse con objetivismo y así evitar error (p.26).

Se observaron como limitaciones en esta investigación la parte de logística y disponibilidad de recursos: en algunos casos, fue difícil coordinar los ciclos de mantenimiento con la producción real, lo que puede resultar en tiempo de inactividad no planificado o retrasos en la entrega. También la parte recurso de mano de obra que se tuvo que acostumbrar al cronograma de ejecución y sus actividades del mantenimiento preventivo. De acuerdo con Mora (2009) indica que la misión fundamental del mantenimiento es asegurar la disponibilidad de equipos, con la mayor confiabilidad y fiabilidad en el tiempo necesario operacional (p.25).

Asimismo, como aporte de la investigación tenemos: reducción de costos, prolongar la vida útil de las máquinas CNC, mejorar la eficiencia operativa, seguridad laboral, planificación y organización, cumplimiento de normas y estándares. En resumen, el mantenimiento preventivo no solo implica cuidar los activos de la empresa, sino que también suma positivamente en la eficiencia, producción y seguridad laboral, lo que a su vez puede traducirse en ahorros significativos a largo plazo.

También como fortalezas de esta metodología aplicada que impacta positivamente en la eficiencia operativa y la rentabilidad a largo plazo tenemos: Reducción de costos a largo plazo, mejora la disponibilidad de las máquinas, optimización en productividad, prolongación de la vida útil de las máquinas, aumenta la calidad en el producto, seguridad mejorada, mejora en la planificación y programación. En conclusión, el mantenimiento preventivo en máquinas CNC ofrece una serie de ventajas que van desde la disminución de costo hasta el aumento de la seguridad y la calidad en el producto. Es una inversión estratégica que conduce a una operación más eficiente y rentable.

## VI. CONCLUSIONES

En esta de investigación, se tuvo un objetivo general y tres objetivos específicos, todos estos fueron resueltos en la metodología de aplicación del mantenimiento preventivo. Obteniendo las siguientes conclusiones:

1. La prueba de T-Student resultó con una significancia inferior al 5 %, por consiguiente, se determinó que, la aplicación del mantenimiento reduce tiempo de entrega en 20.37%, esto se debe a que la disponibilidad y fiabilidad de la máquina CEN-CNC-1 aumentaron en 8.63% y 7.80%, de la máquina CEN-CNC-2 aumentaron en 7.23% y 6.21% y de la máquina TOR-CNC-1 aumentaron en 6.16% y 5.50%.
2. La prueba de T-Student proporcionó una significancia menor al 5 %, entonces, se determinó que, la aplicación del mantenimiento preventivo reduce el tiempo de preparación de orden de trabajo en 13.79%, esto se debe a que la disponibilidad y fiabilidad de la máquina CEN-CNC-1 aumentaron en 8.63% y 7.80%, de la máquina CEN-CNC-2 aumentaron en 7.23% y 6.21% y de la máquina TOR-CNC-1 aumentaron en 6.16% y 5.50%.
3. La prueba de T-Student proporcionó una significancia menor al 5 %, por todo ello, se determinó que, la aplicación del mantenimiento preventivo reduce el tiempo de fabricación del molde en 21.13%, esto se debe a que la disponibilidad y fiabilidad de la máquina CEN-CNC-1 aumentaron en 8.63% y 7.80%, de la máquina CEN-CNC-2 aumentaron en 7.23% y 6.21% y de la máquina TOR-CNC-1 aumentaron en 6.16% y 5.50%.
4. La prueba de T-Student proporcionó una significancia menor al 5 %, por todo ello, se determinó que, la aplicación del mantenimiento preventivo reduce el tiempo de despacho al cliente en 33.33%, esto se debe a que la disponibilidad y fiabilidad de la máquina CEN-CNC-1 aumentaron en 8.63% y 7.80%, de la máquina CEN-CNC-2 aumentaron en 7.23% y 6.21% y de la máquina TOR-CNC-1 aumentaron en 6.16% y 5.50%.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Considerando las actividades aplicadas en la aplicación de la metodología del mantenimiento preventivo. Que son el plan y la ejecución del manual, en donde estos son herramientas necesarias y demuestran que reducen el tiempo de entrega del servicio de fabricación de moldes de producción de plástico. Asimismo, el aumento de la disponibilidad y fiabilidad de las máquinas CNC. Se sugiere a gerencia y a todos los colaboradores del área, lo siguiente:

1. Se sugiere que el gerente general promueva programas de empoderamiento al personal con el propósito que se sientan comprometidos, entusiasmados y felices en sus puestos de trabajo, y a la vez, contribuyan al crecimiento interno de la organización.
2. Se propone que el gerente de operaciones otorgue capacitaciones sobre automatización básica a los colaboradores con relación a sus logros, de tal forma que su rendimiento sea el óptimo.
3. Se recomienda renovar la máquina CEN-CNC-1, puesto que es la máquina que presenta un mayor deterioro por ser la primera en el área.
4. Se aconseja comprar una máquina CNC más y a la cantidad que posee, puesto a que hay demanda en la realización de otros servicios.
5. Se sugiere que se mantengan las capacitaciones para el personal nuevo.

## REFERENCIAS

Abdessamad, Ait El Cadi; Ali, Gharbi, Karem, Dhouib; Abdelhakim, Artiba. Joint production and preventive maintenance controls for unreliable and imperfect manufacturing systems. *Journal of Manufacturing Systems* [en línea]. Vol.58, p.263-279. Enero, 2021. [Fecha de consulta: 4 de Agosto de 2023].

Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S027861252030217X>

ISSN 0278-6125

Alavedra Flores, Carol; Gastelu Pinedo, Yumira; Méndez Orellana, Griseyda; Minaya Luna, Christian; Pineda Ocas, Brandon; Prieto Gilio, Krisley; Ríos Mejía, Kenny; Moreno Rojo, César. Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013. *Ingeniería Industrial* [en línea]. Vol.34, pp. 11-26. Diciembre, 2016. [Fecha de consulta: 15 de Setiembre de 2023].

Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=337450992001>

ISSN 1025-9929

Allison, Garay; Carlos, Maceda. Aplicación de la metodología TPM para reducir los retrasos en los pedidos en una empresa fabricante de etiquetas. *Revista de Ciencias Empresariales INNOVA SCIENCES BUSINESS* [en línea]. Vol.1, N°4. Octubre, 2020. [Fecha de consulta: 18 de Agosto, 2023].

Disponible en

<https://innovasciencesbusiness.org/index.php/ISB/article/download/23/33/108>

ISSN 2708-6992

Aseem, Mishra; Divya, Shrivastava; Rajat, Rastogi. An Efficient Jaya Algorithm for Joint Optimization of Preventive Maintenance and Quality Policy in Production Systems. *Procedia CIRP* [en línea]. Vol.107, pp.1299-1304. Mayo, 2022. [Fecha de consulta: 3 de Octubre, 2023].

Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827122004322>

ISSN 2212-8271

Al-Duais, Fuad S; Mohamed, A-B A; Jawa, Taghreed M; Sayed-Ahmed, Neveen. Optimal periods of conducting preventive maintenance to reduce expected downtime and its impact on Improving Reliability. *Computational Intelligence and*

*Neuroscience: CIN* [en línea]. Vol.2022. Enero, 2022. [Fecha de consulta: 30 de Agosto, 2023].

Disponible en

<https://www.proquest.com/docview/2638547019/fulltext/D77E7025C12642A9PQ/1?accountid=37408>

ISSN 1687-5265

Al-Refaie, Abbas; Almowas, Hiba. Multi-objective maintenance planning under preventive maintenance. *Journal of Quality in Maintenance Engineering* [en línea]. Vol.29 (1), p.50-70. Noviembre, 2021. [Fecha de consulta: 20 de Agosto de 2023].

Disponible en

<https://www.proquest.com/docview/2782976337/FACC504825764E36PQ/14?accountid=37408>

ISSN 13552511

BERNAL, César. Metodología de la investigación. 3<sup>ra</sup> ed. Colombia: Pearson educación, 2010. 320 pp.

ISBN: 9789586991285

CUATRECASAS, L. y TORREL, F. TPM en un entorno Lean Management: Estrategia Competitiva. Barcelona: Editorial Profit, 2010. 412 pp.

ISBN 9788415330172

CÁRCEL, Francisco. La gestión del conocimiento en la ingeniería de mantenimiento industrial. España: OmniaScience, 2014. 306 pp.

ISBN: 9788494187278

DUFFUA, S., RAOUF, A. y DIXON, J. Sistemas de mantenimiento planeación y control. México: Editorial Limusa S.A., 2009. 404 pp.

ISBN 9681859189

FERRÍN, A. Gestión de stocks: en la logística de almacenes. 3<sup>ra</sup> ed. Madrid: Fundación Confemetal, 2010. 207 pp.

ISBN 9788492735488

GARCÍA, A., 2011. Productividad y reducción de costos: para la pequeña y mediana industria. 2<sup>da</sup> ed. México D.F.: Trillas, 2011. 304pp.

ISBN 9786071707338.

Gherghea, I. C.; Bungau, C.; Indre, C. I.; Negrau, D. C. Enhancing Productivity of CNC Machines by Total Productive Maintenance (TPM) implementation. A Case

Study. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* [en línea]. Vol.1169 (1), p.12035. Mayo, 2021. [Fecha de consulta: 18 de Octubre, 2023].

Disponible en <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1169/1/012035>

ISSN 1757-8981

GÓMEZ, J. Gestión logística y comercial. 2<sup>da</sup> ed. Madrid: McGraw-Hill/Interamericana de España, S.L, 2013. 216 pp.

ISBN 9788448185664

Hardt, Filip; Kotyrba, Martin; Volna, Eva; Jarusek, Robert. Innovative approach to preventive maintenance of production equipment based on a modified tpm methodology for industry 4.0. *Applied sciences* [en línea]. Vol. 11 (15), p.6953. Julio, 2021. [Fecha de consulta: 12 de Setiembre, 2023].

Disponible en

<https://www.proquest.com/docview/2558610369/fulltext/F339F8D9542E4F02PQ/1?accountid=37408>

ISSN 2076-3417

HERNÁNDEZ, Roberto. Metodología de la investigación. 6<sup>ta</sup> ed. México: INTERAMERICANA EDITORES, S.A., 2018. 626 pp.

ISBN: 9781456223960

Hongbing, Yang; Wenchao, Li; Bin, Wang. Join optimization of preventive maintenance and production scheduling for multi-state production systems based on reinforcement learning. *Reliability Engineering & System Safety* [en línea]. Vol.214. Octubre, 2021. [Fecha de consulta: 7 de Agosto de 2023].

Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0951832021002489>

ISSN 0951-8320

Hongyan, Dui; Huiting, Xu; Luyu, Zhang; Jia, Wang. Cost-based preventive maintenance of industrial robot system. *Cost-based preventive maintenance of industrial robot system* [en línea]. Vol.240, N°109595. Abril, 2023. [Fecha de consulta: 15 de Agosto de 2023].

Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0951832023005094>

ISSN 0951-8320

Huang, Jing; Chang, Qing; Arinez, Jorge. Deep reinforcement learning based preventive maintenance policy for serial production lines. *Expert systems with applications* [en línea]. Vol.160, N°113701. Diciembre, 2020. [Fecha de consulta: 4 de Setiembre de 2023].

Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095741742030525X?via%3Dihub>

ISSN: 0957-4174

Industria metalmeccánica. [En línea]. Instituto de estudios económicos y sociales IEES. Julio de 2021. [Fecha de consulta: 17 de Agosto de 2023]. Disponible en:

<https://sni.org.pe/wp-content/uploads/2022/01/33-Industria-Metalmeccanica.pdf>

Jaime, González-Dominguez; Gonzalo, Sanchez-Barroso; Justo, Garcia-Sanz-Calcedo. Preventive maintenance optimisation of accesible flat roofs in healthcare centres using the Markov Chain. *Journal of Building Engineering* [en línea]. Vol.32. Noviembre, 2020. [Fecha de consulta: 9 de Setiembre, 2023].

Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710220334082>

ISSN 2352-7102

Kuo-Hsiung, Wang; Chia-Huang, Wu; Tseng-Chang, Yen. Comparative cost-benefit analysis of four retrial systems with preventive maintenance and unreliable service station. *Reliability Engineering and System Safety* [en línea. Vol.221, N°108342. Enero, 2022. [Fecha de consulta: 15 de Agosto, 2023].

Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0951832022000217>

ISSN 0951-8320

La eficiencia de fabricación equivale a entregas a tiempo y clientes satisfechos [En línea]. Metalmeccánica. 15 de Abril de 2020. [Fecha de consulta: 15 de Agosto de 2023]. Disponible en <https://www.metalmeccanica.com/es/noticias/la-eficiencia-de-fabricacion-equivale-entregas-tiempo-y-clientes-satisfechos>

Las oportunidades del sector metalmeccánico en el sector [En línea]. LaCámara. 8 de Febrero de 2021. [Fecha de consulta: 13 de Agosto de 2023]. Disponible en <https://lacamara.pe/las-oportunidades-del-sector-metalmeccanico-en-el-exterior/>

Liao, Wenzhu; Chen, Maocai; Yang, Xiaoxia. Joint optimization of preventive maintenance and production scheduling for parallel machines system. *Journal of intelligent & fuzzy systems* [en línea]. Vol.32 (1), p.913-923. Enero, 2017. [Fecha de consulta: 8 de Setiembre de 2023].

Disponible en <https://eds.p.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=4&sid=a35812f8-c210-4a99-bf55-fa0a44853402%40redis&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGI2ZQ%3d%3d#AN=120827938&db=bth>

ISSN 1064-1246

Maricielo, Rayme; Jorge, Diaz. Mantenimiento preventivo para incrementar la productividad en los equipos de medición. *Revista Científica y Tecnológica QANTU YACHAY* [en línea]. Vol.1, N°1. Diciembre, 2021. [Fecha de consulta: 22 de Setiembre, 2023].

Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/3374/337450992001.pdf>

ISSN 2810-8248

Martín, Pillado; Velia, Castillo; Jorge, de la Riva. Metodología de administración para el mantenimiento preventivo como base de la confiabilidad de las máquinas. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo* [en línea]. Vol.12, N°24. Junio, 2022. [Fecha de consulta: 27 de Setiembre, 2023].

Disponible en <http://mail.ride.org.mx/index.php/RIDE/article/view/1218>

ISSN 2007-7467

METODOLOGÍA de la investigación: cuantitativa-cualitativa y redacción de tesis por Humberto Ñaupas [et al.]. 5ta ed. Bogotá: Ediciones de la U, 2018. 562 pp.

ISBN 978-958-762-876-0

MORA, Alberto. Mantenimiento, Planeación, ejecución y control [en línea]. Madrid: Alfaomega, 2009. 528 pp.

ISBN: 9789586827690

MUÑOZ, Giraldo; QUINTERO, Josefina; MUNÉVAR, Raúl. Cómo desarrollar competencias investigativas en educación. 3<sup>ra</sup> ed. Colombia: Magisterio, 2014. 246 pp.

ISBN: 9789582006198

Nakamanuruck, Itthipol; Talabgaew, Sompoap; Rungreunganun, Vichai. An Application of Reliability Centered Maintenance Technique for Preventive Maintenance in Refinery Plant. *Applied Mechanics and Materials* [en línea]. Vol.848, p.244-250. Julio, 2016. [Fecha de consulta: 25 de Agosto de 2023].

Disponible en

<https://www.proquest.com/docview/1807642193/fulltextPDF/FACC504825764E36PQ/16?accountid=37408>

ISSN 1660-9336

Nohemy, Canahua Apaza. 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* [en línea]. Vol.24, n°1. Junio, 2021. [Fecha de consulta: 12 de Setiembre, 2023].

Disponible en [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1810-99932021000100049](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-99932021000100049)

ISSN 1810-9993

OTZEN, Tamara y MANTEROLA Carlos. Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. Revista Chilena SCIELO [en línea]. Setiembre - Diciembre 2016, N°1. [Fecha de consulta: 20 Noviembre de 2023]

Disponible en <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>

ISSN: 227-232

Qiaoping, Tian; Honglei, Wang. Optimization of preventive maintenance schedule of subway train components based on a game model from the perspective of failure risk. *Sustainable Cities and Society* [en línea]. Vol.81. Diciembre, 2021. [Fecha de consulta: 15 de Agosto de 2023].

Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210670722001469>

ISSN 2210-6707

Quiroz-Flores, J. C. y Vega-Alvites, M. L. Review lean manufacturing model of production management under the preventive maintenance approach to improve efficiency in plastics industry smes: a case study. *South African Journal of Industrial Engineering* [en línea]. Vol. 33 (2), p. 143-156. Julio, 2022. [Fecha de consulta: 11 de Setiembre, 2023].

Disponible en

<https://www.proquest.com/scholarly-journals/review-lean-manufacturing-model-production/docview/2705027828/se-2?accountid=37408>

ISSN 1012-277X

Rendón-Macías, Mario Enrique; Villasís-Keeve, Miguel Ángel; Miranda-Novales, María Guadalupe. Estadística descriptiva. *Revista Alergia México* [en línea]. Vol.63, N°4. Diciembre, 2016. [Fecha de consulta: 7 de Setiembre de 2023].

Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755026009.pdf>

ISSN 0002-5151

Salomen, Antti; Gopalakrishnan, Maheshwaran. Practices of preventive maintenance planning in discrete manufacturing industry. *Journal of Quality in Maintenance Engineering* [en línea]. Vol.27 (2), p.331-350. Abril, 2021. [Fecha de consulta: 7 de Setiembre de 2023].

Disponible en

<https://www.proquest.com/docview/2526092914/fulltext/FACC504825764E36PQ/8?accountid=37408>

ISSN 1355-2511

Shuaichong, Wei; Mustapha, Nourelfath; Nabil, Nahas. Analysis of a production line subject to degradation and preventive maintenance. *Reability Engineering & System Safety* [en línea]. Vol.230, N°108906. Octubre, 2023. [Fecha de consulta: 3 de Agosto, 2023].

Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095183202200521X>

ISSN 0951-8320

Singh, Sukhpreet; Agrawal, Ashish; Sharma, Deepak; Saini, Vishnu; Kumar, Abhinav; Praveenkumar, Seepana. Implementation of Total Productive Maintenance Approach: Improving Overall Equipment Efficiency of a Metal Industry. *Inventions (Basel)* [en línea]. Vol.7(4), p.119. Diciembre, 2022. [Fecha de consulta: 16 de Octubre, 2023].

Disponible en

<https://go.gale.com/ps/i.do?p=AONE&u=univcv&id=GALE|A744670690&v=2.1&it=r>

ISSN 2411-5134

SURI, Rajan. La producción es cuestión de tiempo. España: Libro de cabecera S.L.,

2014. 316 pp.

ISBN: 9788494140686

VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigación Científica. 2<sup>da</sup> ed. Perú: Universidad Mayor de San Marcos, 2013, 495 pp.

ISBN: 9786123028787

Vicent Hernández Chover; Lledó Castellet Viciano; Francesc Hernández Sancho. Preventive maintenance versus cost of repairs in asset management: An efficiency analysis in wastewater treatment plants. *Process Safety and Environmental Protection* [en línea]. Vol.141, pp.215-221. Junio, 2020. [ Fecha de consulta: 11 de Setiembre, 2023].

Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957582020302469>

ISSN 0957-5820

Yan, Shi; Zhenzhou, Lu; Hongzhong, Huanganfeng, Li; Enrico, Zio; Yicheng; Zhou. A new preventive maintenance strategy optimization model considering lifecycle safety. *Reliability Engineering and System Safety* [en línea]. Vol.221, N°108325. Enero, 2022. [Fecha de consulta: 12 de Octubre de 2023].

Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0951832022000072>

ISSN 0951-8320

Yang, Liang; Liu, Qinming; Xia, Tangbin; Ye, Chunming; Li, Jiaxiang. Preventive Maintenance Strategy Optimization in Manufacturing System Considering Energy Efficiency and Quality Cost. *Energies* [en línea]. Vol.15, p.8237. Noviembre, 2022. [Fecha de consulta: 18 de Setiembre,2023].

Disponible en <https://www.mdpi.com/1996-1073/15/21/8237> ISSN 1996-1073

Yanhu, Pei; Liu, Zhifeng; Xu, Jingjing; Baobao, Qi; Cheng, Qiang. Grouping Preventive Maintenance Strategy of Flexible Manufacturing Systems and Its Optimization Based on Reliability and Cost. *Machines* [en línea]. Vol.11 (1), p.74. Enero, 2023. [Fecha de consulta: 28 de Agosto de 2023].

Disponible en

<https://www.proquest.com/docview/2767239374/FACC504825764E36PQ/20?accountid=37408>

ISSN 2075-1702

Yusril, Ainun; Pramudi, Arsiwi. Proposed Machine Maintenance Management To Reduce Breakdown In Kacang Atom Production Process PT. XYZ With Preventive Maintenance Method. LCC:Industrial engineering. *Management engineering* [en línea]. Vol.15, N°2, pp.303-309, Diciembre, 2022. [Fecha de consulta: 1 de Agosto,2023].

Disponible en <https://doaj.org/article/fe4b9596617f4693a8333546385a10fd>

ISSN 2686-2352

Zeng, Pengfei; Shao, Weiping; Hao, Yongping. Study on Preventive Maintenance Strategies of Filling Equipment Based on Reliability-Centered Maintenance. *Tehnički vjesnik* [en línea]. Vol.28 (2), pp.689-697. Abril, 2021. [Fecha de consulta: 3 de Setiembre de 2023].

Disponible en

<https://go.gale.com/ps/i.do?p=AONE&u=univcv&id=GALE|A662042456&v=2.1&it=l>

ISSN 1330-3651

Zikai, Zhang; Qihua, Tang; Manuel, Chica. Maintenance costs and makespan minimization for assembly permutation flow shop scheduling by considering preventive and corrective maintenance. *Journal of Manufacturing Systems* [Online], Vol.59, p.549-564. Abril, 2021. [Fecha de consulta: 8 de Setiembre de 2023].

Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278612521000753>

ISSN 0278-6125

## Anexo 1: Matriz de operacionalización.

Variable	Descripción	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Fórmula	Escala de medición
Independiente	Mantenimiento Preventivo	Se realiza antes de que se presente una avería o falla, se efectúa en límites controlados sin que haya algún percance en el proceso. Se efectúa a razón de la pericia y experiencia del personal destinado, ya que ellos son los responsables de decidir cuándo es necesario efectuar el mantenimiento; el fabricante por lo general cronograma el tiempo adecuado en manuales técnicos (Cárcel, 2014, pp. 125-126).	La variable Mantenimiento preventivo se medirá a través de las dimensiones disponibilidad y fiabilidad.	Fiabilidad	Tiempo entre fallas	$\%F = [MTBF / (MTBF + MTTR)]$ MTBF: Tiempo medio entre fallas (Horas) MTTR: Tiempo medio para reparación (Horas)	Razón
				Disponibilidad	Paradas por mantenimiento	$\%D = [(T - PM) / T]$ T: Tiempo Total (Horas) PM: Paradas por mantenimiento (Horas)	Razón
Dependiente	Tiempos de Entrega	En una empresa productora hay muchos tiempos de respuesta: Tiempo de respuesta externo, el plazo de entrega real percibido por los clientes; Tiempo de respuesta interno, el tiempo que toman las tareas para hacer su recorrido dentro de la organización; Tiempo de respuesta presupuestado, el plazo de entrega teórico que los vendedores han pactado con los clientes; tiempo de respuesta de planificación, el valor que se utiliza para cada paso de la ruta en la planificación de requerimientos de materiales (MRP) (o planificación de recursos empresariales [ERP] del sistema; tiempo de respuesta de proveedor, el tiempo que tarda el aprovisionamiento desde proveedor. (Suri, 2014, p.22).	La variable tiempos de entrega se medirá a través de las dimensiones tiempo de preparación de órdenes de trabajo, tiempo de fabricación de molde y tiempo de despacho al cliente.	Tiempo de entrega	Tiempo de preparación de orden de trabajo	$TPOT = TDM + TPH + TLM$ TPOT: Tiempo de preparación de orden de trabajo (Horas). TDM: Tiempo de diseño de mecanizado (Horas). TPH: Tiempo de preparación de las herramientas (Horas). TLM: Tiempo de limpieza de la máquina por el trabajo anterior (Horas).	Razón
					Tiempo de fabricación del molde	$TFM = TSMA + TM + TRMA + TE$ TFM: Tiempo de fabricación del molde (Horas). TSMA: Tiempo de solicitud de material en almacén (Horas). TM: Tiempo de mecanizado (Horas). TE: Tiempo de ensamble (Horas). TRMA: Tiempo de traslado de molde acabado al almacén (Horas).	
				Tiempo de despacho al cliente	$TDC$ TDC: Tiempo de despacho al cliente (Horas).		

Anexo.2: Instrumento de recolección de datos.

**Instrumentos de la variable Independiente: Mantenimiento Preventivo**

Ficha de cálculo de la disponibilidad y fiabilidad de la máquina: CEN-CNC-1_Abril						
Empresa	Matserplast asb S.A.C.			Método		
Elaborado por	Flores Quintana Américo Francis			Máquina	CEN-CNC-1	
Dimensión	Leyenda	Técnica	Instrumento	Fórmula		
Disponibilidad (D)	T: Tiempo total (Horas). PM: Paradas por mantenimiento (Horas).	Observación	Fichas de control y hojas de verificación	$%D = [(T - PM) / T]$		
Fiabilidad (F)	TEF: Tiempo entre fallas (Horas). MTBF: Tiempo medio entre fallas (Horas). MTTR: Tiempo Medio Para Reparación (Horas).	Observación	Fichas de control y hojas de verificación	$%F = MTBF / (MTBF + MTTR)$		
Día trabajado	Tiempo total (Horas)	Paradas por mantenimiento (Horas)	%Disponibilidad	Tiempo medio entre fallas (Horas)	Tiempo medio para reparación (Horas)	%Fiabilidad
1						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
24						
25						
26						
27						
28						
29						

Ficha de cálculo de la disponibilidad y fiabilidad de la máquina: CEN-CNC-1_Mayo						
Empresa	Matserplast asb S.A.C.			Método		
Elaborado por	Flores Quintana Américo Francis			Máquina	CEN-CNC-1	
Dimensión	Leyenda	Técnica	Instrumento	Fórmula		
Disponibilidad (D)	T: Tiempo total (Horas). PM: Paradas por mantenimiento (Horas).	Observación	Fichas de control y hojas de verificación	$%D = [(T - PM) / T]$		
Fiabilidad (F)	TEF: Tiempo entre fallas (Horas). MTBF: Tiempo medio entre fallas (Horas). MTTR: Tiempo Medio Para Reparación (Horas).	Observación	Fichas de control y hojas de verificación	$%F = MTBF / (MTBF + MTTR)$		
Día trabajado	Tiempo total (Horas)	Paradas por mantenimiento (Horas)	%Disponibilidad	Tiempo medio entre fallas (Horas)	Tiempo medio para reparación (Horas)	%Fiabilidad
1						
2						
3						
4						
5						
6						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
29						
30						
31						









### Anexo 3: Carta de Autorización de la Empresa.

**Autorización de la organización para publicar su identidad en los resultados de las investigaciones**

**Datos Generales**

Nombre de la Organización:	RUC:20554922121
MATSERPLAST ASB S.A.C.	
Nombre del Titular o Representante legal	
Ángel Paul Vásquez Valverde	DNI: 41573422

**Consentimiento:**

De conformidad con lo establecido en el artículo 8º, literal "c" del Código de Ética en Investigación de la Universidad César Vallejo (RCU Nro. 0470-2022/UCV) (\*), autorizo [X], no autorizo [ ] publicar LA IDENTIDAD DE LA ORGANIZACIÓN, en la cual se lleva a cabo la investigación:

Nombre del Trabajo de Investigación	
Mantenimiento preventivo para reducir los tiempos de entrega del área de Maestranza, en la empresa Maserplast asb S.A.C., Los Olivos, 2023.	
Nombre del Programa Académico: Pre-Grado	
Autor: Américo Francis Flores Quintana	DNI: 45560397

En caso de autorizarse, soy consciente que la investigación será alojada en el Repositorio Institucional de la UCV, la misma que será de acceso abierto para los usuarios y podrá ser referenciada en futuras investigaciones, dejando en claro que los derechos de propiedad intelectual corresponden exclusivamente al autor (a) del estudio.

Lima, 30 de Setiembre del 2023

Firma:

Ángel Paul Vásquez Valverde

  
MATSERPLAST ASB S.A.C  
ÁNGEL PAUL VÁSQUEZ VALVERDE  
GERENTE GENERAL

(\* ) Código de Ética en Investigación de la Universidad César Vallejo-Artículo 8º, literal "c" Para difundir o publicar los resultados de un trabajo de investigación es necesario mantener bajo anonimato el nombre de la institución donde se llevó a cabo el estudio, salvo el caso en que haya un acuerdo formal con el gerente o director de la organización, para que se difunda la identidad de la institución. Por ello, tanto en los proyectos de investigación como en las tesis, no se deberá incluir la denominación de la organización, ni en el cuerpo de la tesis ni en los anexos, pero sí será necesario describir sus características.

Resultado de la Búsqueda			
Número de RUC:	20554922121 - MATSERPLAST ASB SOCIEDAD ANONIMA CERRADA		
Tipo Contribuyente:	SOCIEDAD ANONIMA CERRADA		
Nombre Comercial:	-		
Fecha de Inscripción:	17/10/2014	Fecha de Inicio de Actividades:	17/11/2014
Estado del Contribuyente:	ACTIVO		
Condición del Contribuyente:	HABIDO		
Domicilio Fiscal:	JR. MANGANESO MZA. H1 LOTE. 32 P.J. SAN HILARION LIMA - LIMA - SAN JUAN DE LURIGANCHO		
Sistema Emisión de Comprobante:	MANUAL	Actividad Comercio Exterior:	IMPORTADOR/EXPORTADOR
Sistema Contabilidad:	MANUAL		
Actividad(es) Económica(s):	Principal - 3290 - OTRAS INDUSTRIAS MANUFACTURERAS N.C.P. Secundaria 1 - 4799 - OTRAS ACTIVIDADES DE VENTA AL POR MENOR NO REALIZADAS EN COMERCIOS, PUESTOS DE VENTA O MERCADOS Secundaria 2 - 4690 - VENTA AL POR MAYOR NO ESPECIALIZADA		
Comprobantes de Pago c/aut. de impresión (F. 806 u 816):	FACTURA GUIA DE REMISION - REMITENTE		
Sistema de Emisión Electrónica:	FACTURA PORTAL DESDE 02/06/2022		
Emisor electrónico desde:	02/06/2022		
Comprobantes Electrónicos:	FACTURA (desde 02/06/2022), GUIA (desde 21/12/2022)		
Afiliado al PLE desde:	-		
Padrones:	NINGUNO		
Fecha consulta: 11/11/2023 21:00			

Anexo 4: Certificados de Validez de Contenido del instrumento.

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE  
MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y LA VARIABLE DEPENDIENTE TIEMPOS DE ENTREGA**

Nº	VARIABLE/DIMENSIÓN	Coherencia 1		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
<b>Variable Independiente: Mantenimiento Preventivo</b>		<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	
1	<b>Dimensión 1: Disponibilidad</b> Fórmula: $\%D = (T - PM) / T$ Leyenda: T: Tiempo total (Horas). PM: Paradas por mantenimiento (Horas).	X		X		X		
2	<b>Dimensión 2: Fiabilidad</b> Fórmula: $\%F = [MTBF / (MTBF + MTTR)]$ Leyenda: MTBF: Tiempo medio entre fallas (Horas). MTTR: Tiempo Medio Para Reparación (Horas).	X		X		X		
<b>Variable Dependiente: Tiempos de entrega</b>		<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Sugerencias</b>
3	Fórmula: $LT = TPOT + TFM + TDC$ Leyenda: LT: Tiempo de entrega <b>Dimensión 1: Tiempo de preparación de órdenes de trabajo</b> Fórmula: $TPOT = TDM + TPH + TLTA$ Leyenda: TPOT: Tiempo de preparación de órdenes de trabajo (Horas). TDM: Tiempo de diseño de mecanizado (Horas). TPH: Tiempo de preparación de las herramientas (Horas). TLTA: Tiempo de limpieza de la máquina por el trabajo anterior (Horas). <b>Dimensión 2: Tiempo de fabricación del molde</b> Fórmula: $TFM = TSMA + TM + TRMA + TE$	X		X		X		

Leyenda: TFM: Tiempo de fabricación del molde (Horas). TSMA: Tiempo de solicitud de material en almacén (Horas). TM: Tiempo de mecanizado (Horas). TRMA: Tiempo de retiro de material de almacén (Horas). TE: Tiempo de ensamblaje (Horas). <b>Dimensión 3: Tiempo de despacho al cliente</b> Fórmula: TDC Leyenda: TDC: Tiempo de despacho al cliente (Horas).							
---	--	--	--	--	--	--	--

**Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI HAY SUFICIENCIA.**

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

**Apellidos y nombres del juez validador: PAZ CAMPAÑA, AUGUSTO EDWARD / DNI: 07945812**

**Especialidad del validador: Ingeniero Industrial**

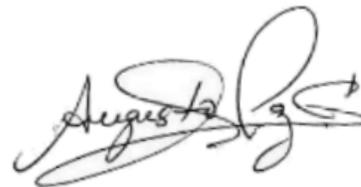
**Lima, 30 setiembre de 2023**

**1 coherencia:** El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo

**2Relevancia:** El ítem es esencial o importante, para representar al componente o dimensión específica del constructo

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

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



**PAZ CAMPAÑA, AUGUSTO EDWARD**

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE  
MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y LA VARIABLE DEPENDIENTE TIEMPOS DE ENTREGA**

Nº	VARIABLE/DIMENSIÓN	Coherencia 1		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>Variable Independiente: Mantenimiento Preventivo</b>							
1	<b>Dimensión 1: Disponibilidad</b> Fórmula: $\%D = (T - PM) / T$ Leyenda: T: Tiempo total (Horas). PM: Paradas por mantenimiento (Horas).	X		X		X		
2	<b>Dimensión 2: Fiabilidad</b> Fórmula: $\%F = [MTBF / (MTBF + MTTR)]$ Leyenda: MTBF: Tiempo medio entre fallas (Horas). MTTR: Tiempo Medio Para Reparación (Horas).	X		X		X		
	<b>Variable Dependiente: Tiempos de entrega</b>							
3	Fórmula: $LT = TPOT + TFM + TDC$ Leyenda: LT: Tiempo de entrega <b>Dimensión 1: Tiempo de preparación de órdenes de trabajo</b> Fórmula: $TPOT = TDM + TPH + TLTA$ Leyenda: TPOT: Tiempo de preparación de órdenes de trabajo (Horas). TDM: Tiempo de diseño de mecanizado (Horas). TPH: Tiempo de preparación de las herramientas (Horas). TLTA: Tiempo de limpieza de la máquina por el trabajo anterior (Horas). <b>Dimensión 2: Tiempo de fabricación del molde</b> Fórmula: $TFM = TSMA + TM + TRMA + TE$	X		X		X		

Leyenda: TFM: Tiempo de fabricación del molde (Horas). TSMA: Tiempo de solicitud de material en almacén (Horas). TM: Tiempo de mecanizado (Horas). TRMA: Tiempo de retiro de material de almacén (Horas). TE: Tiempo de ensamblaje (Horas). <b>Dimensión 3: Tiempo de despacho al cliente</b> Fórmula: TDC Leyenda: TDC: Tiempo de despacho al cliente (Horas).							
---	--	--	--	--	--	--	--

**Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI HAY SUFICIENCIA.**

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

**Apellidos y nombres del juez validador: ZEÑA RAMOS, JOSE LA ROSA / DNI: 17533125**

**Especialidad del validador: Ingeniero Industrial**

**Lima, 30 setiembre de 2023**

**1 coherencia:** El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo

**2Relevancia:** El ítem es esencial o importante, para representar al componente o dimensión específica del constructo

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

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



-----  
**ZEÑA RAMOS, JOSE LA ROSA**

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE  
MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y LA VARIABLE DEPENDIENTE TIEMPOS DE ENTREGA**

Nº	VARIABLE/DIMENSIÓN	Coherencia 1		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>Variable Independiente: Mantenimiento Preventivo</b>							
1	<b>Dimensión 1: Disponibilidad</b> Fórmula: $\%D = (T - PM) / T$ Leyenda: T: Tiempo total (Horas). PM: Paradas por mantenimiento (Horas).	X		X		X		
2	<b>Dimensión 2: Fiabilidad</b> Fórmula: $\%F = [MTBF / (MTBF + MTTR)]$ Leyenda: MTBF: Tiempo medio entre fallas (Horas). MTTR: Tiempo Medio Para Reparación (Horas).	X		X		X		
	<b>Variable Dependiente: Tiempos de entrega</b>							
3	Fórmula: $LT = TPOT + TFM + TDC$ Leyenda: LT: Tiempo de entrega <b>Dimensión 1: Tiempo de preparación de órdenes de trabajo</b> Fórmula: $TPOT = TDM + TPH + TLTA$ Leyenda: TPOT: Tiempo de preparación de órdenes de trabajo (Horas). TDM: Tiempo de diseño de mecanizado (Horas). TPH: Tiempo de preparación de las herramientas (Horas). TLTA: Tiempo de limpieza de la máquina por el trabajo anterior (Horas). <b>Dimensión 2: Tiempo de fabricación del molde</b> Fórmula: $TFM = TSMA + TM + TRMA + TE$	X		X		X		

Leyenda: TFM: Tiempo de fabricación del molde (Horas). TSMA: Tiempo de solicitud de material en almacén (Horas). TM: Tiempo de mecanizado (Horas). TRMA: Tiempo de retiro de material de almacén (Horas). TE: Tiempo de ensamblaje (Horas). <b>Dimensión 3: Tiempo de despacho al cliente</b> Fórmula: TDC Leyenda: TDC: Tiempo de despacho al cliente (Horas).							
---	--	--	--	--	--	--	--

**Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI HAY SUFICIENCIA.**

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

**Apellidos y nombres del juez validador: LOPEZ PADILLA, ROSARIO DEL PILAR / DNI:**

**Especialidad del validador: Maestra en Administración / Ing. Alimentaria**

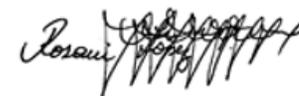
**Lima, 30 setiembre de 2023**

**1 coherencia:** El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo

**2Relevancia:** El ítem es esencial o importante, para representar al componente o dimensión específica del constructo

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

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



-----  
**LOPEZ PADILLA, ROSARIO DEL PILAR**

## Anexo 5: Resultados de Turnitin.

> Turnitin

Título del trabajo: TURNITIN\_AMERICOFLORES(OBSERVACIONESLEVANTADAS).pdf

Cargado: 14 Dic 2023 00:03 -05

Nota: --

Similitud: 18%



### Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: AMERICO FRANCIS FLORES QUINTANA  
Título del ejercicio: Turnitin  
Título de la entrega: TURNITIN\_AMERICOFLORES(OBSERVACIONESLEVANTADAS).p...  
Nombre del archivo: TURNITIN\_AMERICOFLORES\_OBSERVACIONESLEVANTADAS\_....  
Tamaño del archivo: 1.45M  
Total páginas: 60  
Total de palabras: 15,453  
Total de caracteres: 79,237  
Fecha de entrega: 14-dic.-2023 12:03a. m. (UTC-0500)  
Identificador de la entre...: 2253832792



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Mantenimiento preventivo para reducir el tiempo de entrega del área de Maestría, en la empresa Malsaplást srb SAC, Los Olivos, 2023

TESIS PARA OBTENER EL  
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR:  
Flores Quintana, Américo Francis (ORCID: 0009-0002-3998-9826)

ASESORA:  
Mg. Espinoza Rodríguez, Margarita Jesús (ORCID: 0000-0001-9774-0844)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:  
Gestión Empresarial y Productiva

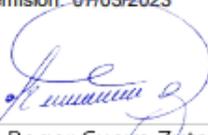
LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:  
Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA - PERÚ  
(2023)

Anexo 6: Matriz de consistencia.

VARIABLES	DIMENSIONES	PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS
Independiente		PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL
Mantenimiento preventivo	Disponibilidad	¿De qué manera el mantenimiento preventivo reducirá el tiempo de entrega del área de Maestranza, en la empresa Matserplast asb S.A.C., Los Olivos, 2023?	Determinar que el mantenimiento preventivo reduce el tiempo de entrega del área de Maestranza, en la empresa Matserplast asb S.A.C., Los Olivos, 2023.	El mantenimiento preventivo reduce el tiempo de entrega del área de Maestranza, en la empresa Matserplast asb S.A.C., Los Olivos, 2023.
	Fiabilidad			
Dependiente		PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS
Tiempos de entrega	Tiempo de preparación de orden de trabajo	¿De qué manera el mantenimiento preventivo reducirá el tiempo de preparación de orden de trabajo del área de Maestranza, en la empresa Matserplast asb S.A.C., Los Olivos, 2023?	Determinar que el mantenimiento preventivo reduce el tiempo de preparación de orden de trabajo del área de Maestranza, en la empresa Matserplast asb S.A.C., Los Olivos, 2023.	El mantenimiento preventivo reduce el tiempo de preparación de orden de trabajo del área de Maestranza, en la empresa Matserplast asb S.A.C., Los Olivos, 2023.
	Tiempo de fabricación del molde	¿De qué manera el mantenimiento preventivo reducirá el tiempo de fabricación del molde del área de Maestranza, en la empresa Matserplast asb S.A.C., Los Olivos, 2023?	Determinar que el mantenimiento preventivo reduce el tiempo de fabricación del molde del área de Maestranza, en la empresa Matserplast asb S.A.C., Los Olivos, 2023.	El mantenimiento preventivo reduce el tiempo de fabricación del molde del área de Maestranza, en la empresa Matserplast asb S.A.C., Los Olivos, 2023.
	Tiempo de despacho al cliente	¿De qué manera el mantenimiento preventivo reducirá el tiempo de despacho al cliente del área de Maestranza, en la empresa Matserplast asb S.A.C., Los Olivos, 2023?	Determinar que el mantenimiento preventivo reduce el tiempo de despacho al cliente del área de Maestranza, en la empresa Matserplast asb S.A.C., Los Olivos, 2023.	El mantenimiento preventivo reduce el tiempo de despacho al cliente del área de Maestranza, en la empresa Matserplast asb S.A.C., Los Olivos, 2023.

## Anexo 7: Calibración del cronómetro

 <p><b>EQUINLAB</b> Equipamiento Instrumentación Industrias y Laboratorios</p> <p>Empresa de Servicios Meteorológicos de Verificación, Calibración y Emisión de Certificados Adjuntando la Trazabilidad de Nuestros Patrones Nacionales o Internacionales</p>	<p>LABORATORIO DE CALIBRACIÓN PATRONES DE TRAZABILIDAD NACIONAL INACAL E INTERNACIONAL AL NIST CENAM, DAKKS, ENAC, DKD INGENIERÍA EN METROLOGÍA</p>
<p>°F   6,16%   456 kg/m<sup>3</sup>   -27,3td   0,64aw   51,9%r H   14,8%abs   100,4 g/m<sup>3</sup>   09mvs   4,90Ugl   163 ym   23,2° C   78,8 °F   6,21%   424 kg/m<sup>3</sup>   78,0 °F   6,16%   456kg/m<sup>3</sup>   -27,3 td   0,64 aw</p>	
<h3>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CLW-505-2023</h3>	
<p><b>1.- SOLICITANTE</b></p> <p><b>Nombre:</b> AMERICO FRANCIS FLORES QUINTANA</p> <p><b>Dirección:</b> Jr Manco Capac 302 Km 11 Comas</p> <p><b>Expediente:</b> EIII-0725-2023</p>	<p>Este certificado de Calibración documenta la trazabilidad a los patrones Nacionales (INACAL) y/o internacionales. EQUINLAB. S.A.C. custodia, conserva y mantiene sus patrones en Áreas con condiciones ambientales controladas, realiza mediciones metrológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país. EQUINLAB. S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario debe tener un control de mantenimiento y recalibraciones apropiadas para sus instrumentos a intervalos apropiados.</p>
<p><b>2.- INSTRUMENTO DE MEDICIÓN</b> CRONÓMETRO</p> <p><b>Marca :</b> Q&amp;Q <b>Modelo :</b> MF01J <b>Identificación:</b> CR-01 <b>Intervalo de medición :</b> 23 h, 59 min 59,99 s <b>Resolución:</b> 1/100 s <b>Ubicación :</b> Área de Maestranza</p>	
<p><b>3.- PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN</b></p> <p>La calibración se efectuó por comparación con patrones trazables, en base al TF-003 Procedimiento para la calibración de intervalos de tiempo: cronómetros del CEM- Centro Español de Metrología.</p>	
<p><b>4.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN</b></p> <p>* El instrumento fue calibrado el : 15/03/2023 * La calibración se realizó en el Área de Tiempo y Frecuencia del Laboratorio EQUINLAB S.A.C.</p> <p>Fecha de emisión: 07/03/2023</p>	
<p> Ing. Roger Cueva Zuta Jefe de Metrología</p>	<p> </p>
<p>PROHIBIDO SU REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE EQUINLAB S.A.C</p>	
<p>Av. Universitaria 2786 Mz G Lt. 43 Los Olivos -Lima - Lima Telf.: (01) 677-6611 / (01) 336-4538 Cel.: 939294882 / 946480783 E-mail: ventas@equinlabsac.com / metrologia@equinlabsa.com / www.equinlabsac.com</p>	
<p>Pág. 1 de 2</p>	

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CLW-505-2023

### 5.- TRAZABILIDAD

N° de CERTIFICADO	PATRÓN UTILIZADO	MARCA	MODELO
LTF-C-037-2022	Cronómetro	CASIO	HS-3(V)

### 6.- CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura	22.1 °C ± 0.3 °C
Humedad relativa	54.8 % HR ± 1.4 % HR

### 7.- RESULTADOS

Indicación del termómetro (s)	Temperatura Convencionalmente verdadera (s)	Corrección (s)	Incertidumbre (s)
30	30.01	0.01	0.05
60	60.02	0.02	0.09
300	300.08	0.08	0.09
600	600.12	0.12	0.09
900	900.15	0.15	0.12

### 7.- NOTAS

- \* El tiempo mínimo de estabilización fue de 10 minutos.
- \* Los datos obtenidos son el resultado del promedio de 8 mediciones por punto de calibración.
- \* Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".
- \* La periodicidad de la calibración esta en función al uso y mantenimiento del equipo de medición.
- \* La incertidumbre de la medición ha sido determinada usando un factor de cobertura k=2 para un nivel aproximado de confianza del 95%.

Fin del documento

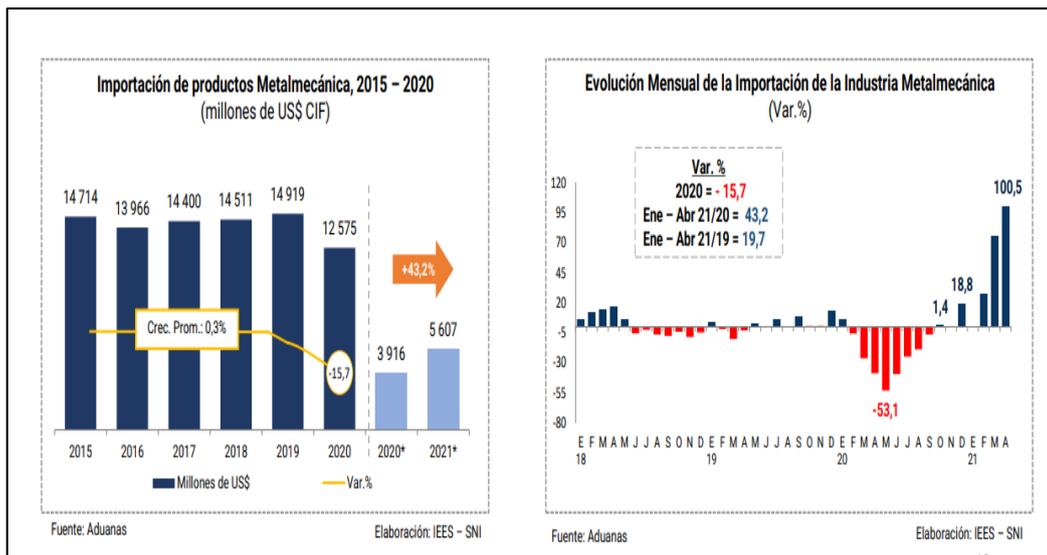
PROHIBIDO SU REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE EQUINLAB S.A.C.

Anexo 8: Chile y Estados Unidos son los principales países de destino de los productos metal-mecánicos.

Exportación de productos metalmecánicos por país de destino (Millones de US\$ FOB)									
País	Anual		Var.% 20/19	Part.% 2020	País	Ene-abril		Var.% 21/20	Part.% 2020
	2019	2020				2020	2020		
Estados Unidos	135	102	▼ -24,6	23,3	Chile	23	37	▲ 60,5	23,2
Chile	102	91	▼ -10,8	20,8	Estados Unidos	35	33	▼ -6,2	21,0
Ecuador	45	41	▼ -9,4	9,5	Ecuador	12	15	▲ 23,2	9,6
Bolivia	47	33	▼ -29,5	7,5	Bolivia	10	12	▲ 18,3	7,3
Colombia	30	33	▲ 8,4	7,5	Colombia	12	11	▼ -5,1	7,0
México	30	24	▼ -20,5	5,5	México	5	11	▲ 129,5	6,9
Brasil	24	20	▼ -17,0	4,5	Brasil	8	8	▲ 1,3	5,1
Puerto Rico	5	7	▲ 41,7	1,7	China	1	2	▲ 60,4	1,5
Panamá	10	7	▼ -29,0	1,7	Venezuela	1	2	▲ 211,7	1,4
Demás países	114	78	▼ -31,9	17,9	Demás países	22	27	▲ 20,5	17,1
<b>Total</b>	<b>542</b>	<b>435</b>	<b>▼ -19,7</b>	<b>100,0</b>	<b>Total</b>	<b>129</b>	<b>158</b>	<b>▲ 22,4</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Aduanas Elaboración: IEES-SNI

Anexo 9: Importaciones de productos metal-mecánica crecieron 43.2% en el 2021.





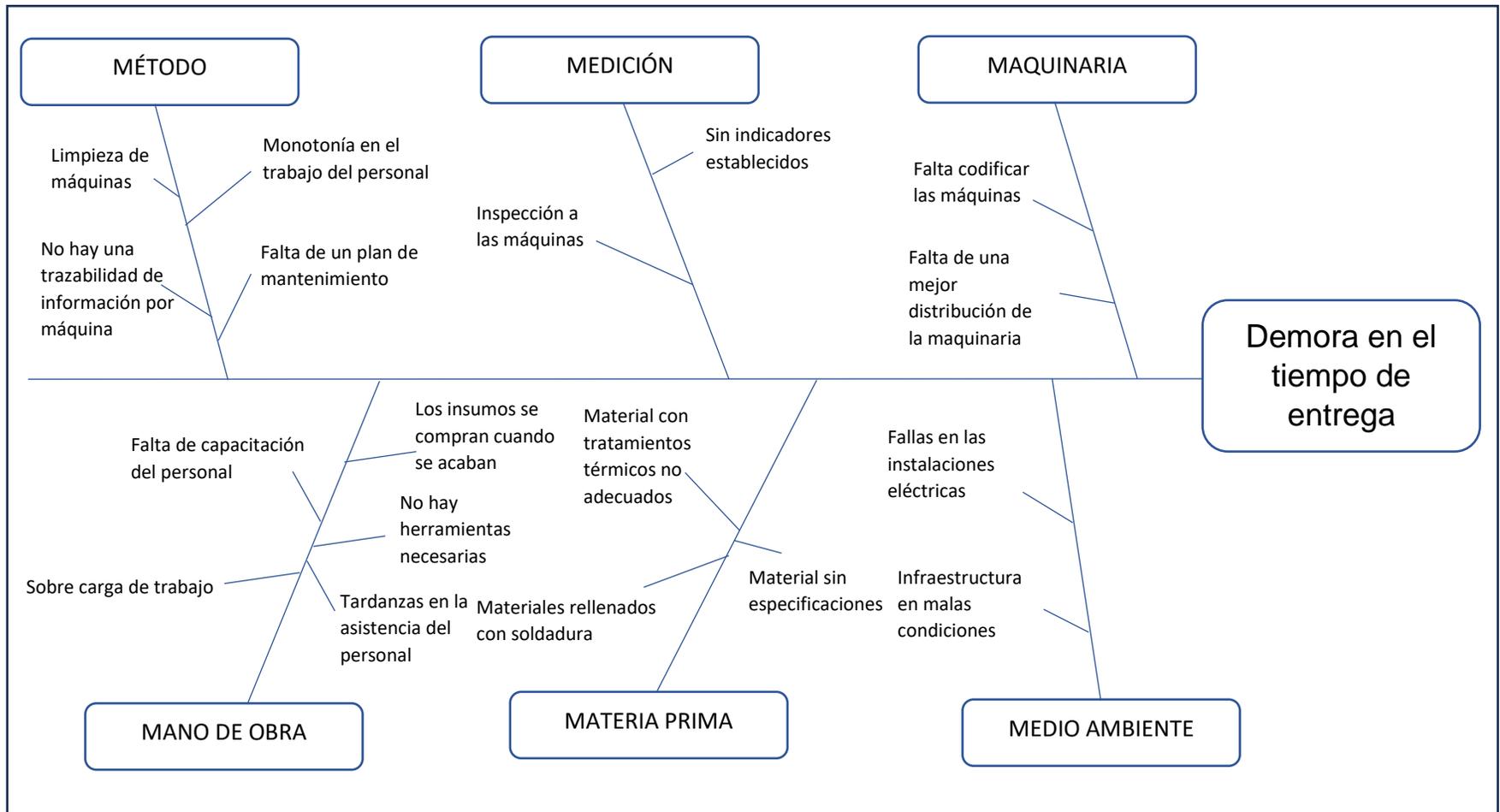
Anexo 12: Registro de tiempo de entrega de los meses: Marzo, Abril y Mayo.

Registro de los tiempos de entrega de las órdenes de trabajo					
EMPRESA	MATSERPLAST ASB S.A.C.			MÉTODO	ANÁLISIS
Elaborado por	Flores Quintana Américo Francis				
MES	OT	Día del trabajo recibido	Día de entrega acordada con el cliente	Día real de entrega al cliente	Demora de los tiempos de entrega (días)
Marzo	1004	3/03/2023	10/03/2023	13/03/2023	3
	1005	6/03/2023	13/03/2023	14/05/2023	1
	1006	11/03/2023	18/03/2023	20/03/2023	2
	1007	14/03/2023	21/03/2023	22/03/2023	1
	1008	20/03/2023	27/03/2023	29/03/2023	2
	1009	22/03/2023	29/03/2023	30/03/2023	1
	1010	28/03/2023	4/04/2023	5/04/2023	1
Abril	1011	1/04/2023	8/04/2023	10/04/2023	2
	1012	5/04/2023	12/04/2023	14/04/2023	2
	1013	8/04/2023	15/04/2023	17/04/2023	2
	1014	13/04/2023	21/03/2023	22/03/2023	1
	1015	17/04/2023	24/04/2023	25/04/2023	1
	1016	22/04/2023	29/04/2023	1/05/2023	1
	1017	25/04/2023	2/05/2023	3/05/2023	1
Mayo	1018	3/05/2023	10/05/2023	11/05/2023	1
	1019	9/05/2023	16/05/2023	17/05/2023	1
	1020	11/05/2023	18/05/2023	20/05/2023	2
	1021	17/05/2023	24/05/2023	26/05/2023	1
	1022	19/05/2023	26/05/2023	27/05/2023	1
	1023	25/05/2023	1/06/2023	2/06/2023	1
	1024	27/05/2023	3/06/2023	5/06/2023	1

Anexo 13: Lluvia de ideas.

CAUSAS	DESCRIPCIÓN
C1	Limpieza de máquinas
C2	No hay una trazabilidad de información por máquina
C3	Monotonía en el trabajo del personal
C4	Falta de un plan de mantenimiento
C5	Inspección a las máquinas
C6	Sin indicadores establecidos
C7	Falta codificar las máquinas
C8	Falta una mejor distribución de la maquinaria
C9	Falta de capacitación del personal
C10	Sobre carga de trabajo
C11	Los insumos se compran cuando se acaban
C12	No hay herramientas necesarias
C13	Tardanzas en la asistencia del personal
C14	Material con tratamientos no adecuados
C15	Materiales rellenos con soldadura
C16	Material sin especificaciones
C17	Fallas en las instalaciones eléctricas
C18	Infraestructura en malas condiciones

Anexo 14: Diagrama Ishikawa, empleando las 6M.



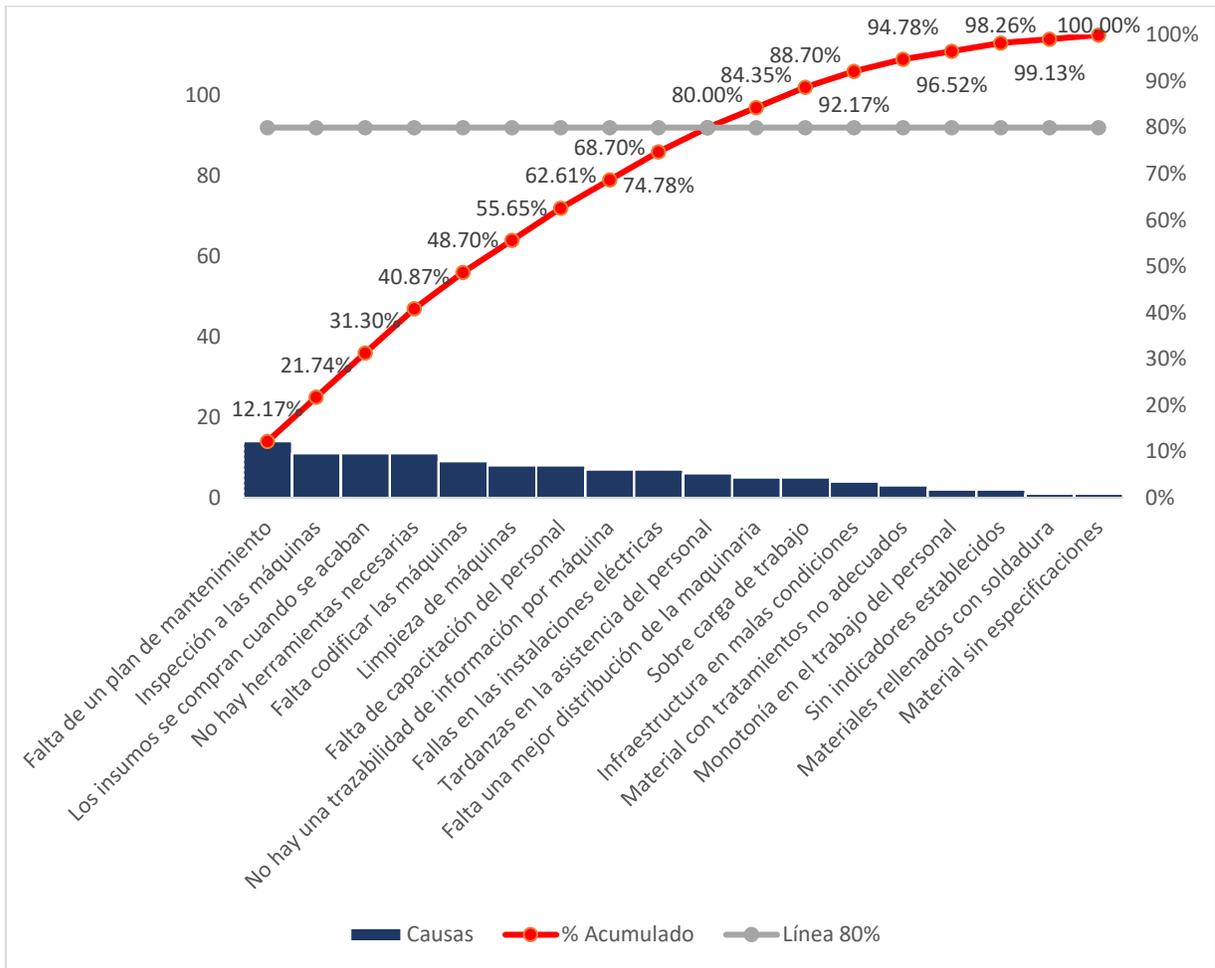
Anexo 15: Matriz de Correlación.

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	Puntaje	%
C1		1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	8	7%
C2	1		0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	7	6%
C3	0	0		0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	2%
C4	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	14	12%
C5	1	1	0	1		1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	11	10%
C6	0	0	0	1	1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2%
C7	1	1	0	1	1	0		1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	9	8%
C8	0	1	0	1	1	0	1		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5	4%
C9	0	0	0	1	1	0	1	0		0	1	1	1	1	0	0	1	0	8	7%
C10	1	0	0	1	1	0	1	0	0		0	0	1	0	0	0	0	0	5	4%
C11	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0		1	1	0	0	0	1	1	11	10%
C12	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1		1	0	0	0	1	1	11	10%
C13	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1		0	0	0	0	0	6	5%
C14	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0		1	1	0	0	3	3%
C15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		0	0	0	1	1%
C16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0		0	0	1	1%
C17	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0		1	7	6%
C18	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1		4	3%
																			115	100%

Anexo 16: Cuadro de tabulación de las causas.

CAUSAS	DESCRIPCIÓN	Puntaje	Puntaje acumulado	%	% Acumulado
C4	Falta de un plan de mantenimiento	14	14	12%	12.17%
C5	Inspección a las máquinas	11	25	10%	21.74%
C11	Los insumos se compran cuando se acaban	11	36	10%	31.30%
C12	No hay herramientas necesarias	11	47	10%	40.87%
C7	Falta codificar las máquinas	9	56	8%	48.70%
C1	Limpieza de máquinas	8	64	7%	55.65%
C9	Falta de capacitación del personal	8	72	7%	62.61%
C2	No hay una trazabilidad de información por máquina	7	79	6%	68.70%
C17	Fallas en las instalaciones eléctricas	7	86	6%	74.78%
C13	Tardanzas en la asistencia del personal	6	92	5%	80.00%
C8	Falta una mejor distribución de la maquinaria	5	97	4%	84.35%
C10	Sobre carga de trabajo	5	102	4%	88.70%
C18	Infraestructura en malas condiciones	4	106	3%	92.17%
C14	Material con tratamientos no adecuados	3	109	3%	94.78%
C3	Monotonía en el trabajo del personal	2	111	2%	96.52%
C6	Sin indicadores establecidos	2	113	2%	98.26%
C15	Materiales rellenados con soldadura	1	114	1%	99.13%
C16	Material sin especificaciones	1	115	1%	100.00%

### Anexo 17: Diagrama de Pareto de causas.



### Anexo 18: Alternativas del plan de mantenimiento.

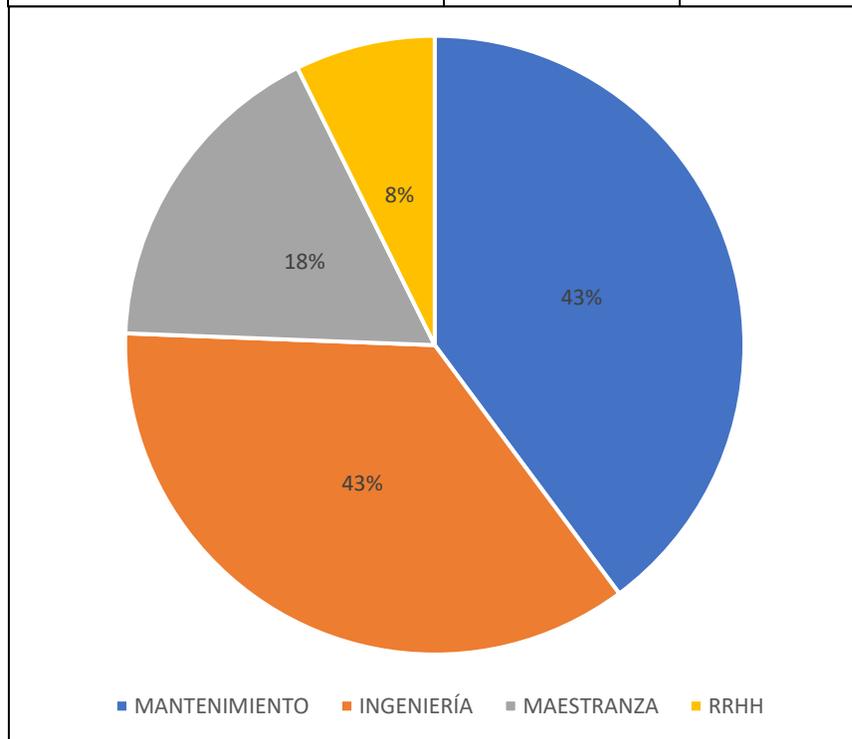
Alternativa de solución	Criterio				Total
	Facilidad	Adaptabilidad	Tiempo de ejecución	Costo	
Mantenimiento preventivo	5	5	3	3	16
TPM	1	2	4	5	12
Mantenimiento Cero Horas (Overhaul)	2	1	3	5	11

Anexo 19: Matriz de Estratificación.

Causas	Descripción	Puntaje	Parcial	Área
C11	Los insumos se compran cuando se acaban	11	10%	INGENIERÍA
C12	No hay herramientas necesarias	11	10%	INGENIERÍA
C6	Sin indicadores establecidos	7	6%	INGENIERÍA
C18	Infraestructura en malas condiciones	5	4%	INGENIERÍA
C8	Falta una mejor distribución de la maquinaria	2	2%	INGENIERÍA
C1	Limpieza de máquinas	8	7%	MAESTRANZA
C3	Monotonía en el trabajo del personal	6	5%	MAESTRANZA
C10	Sobre carga de trabajo	3	3%	MAESTRANZA
C16	Material sin especificaciones	2	2%	MAESTRANZA
C14	Material con tratamientos no adecuados	1	1%	MAESTRANZA
C15	Materiales rellenados con soldadura	1	1%	MAESTRANZA
C4	Falta de un plan de mantenimiento	14	12%	MANTENIMIENTO
C7	Falta codificar las máquinas	11	10%	MANTENIMIENTO
C5	Inspección a las máquinas	9	8%	MANTENIMIENTO
C2	No hay una trazabilidad de información por máquina	8	7%	MANTENIMIENTO
C17	Fallas en las instalaciones eléctricas	7	6%	MANTENIMIENTO
C13	Tardanzas en la asistencia del personal	5	4%	RRHH
C9	Falta de capacitación del personal	4	3%	RRHH
Total		115	100%	

Anexo 20: Puntaje por área de la matriz de estratificación.

Área	Puntaje	%
MANTENIMIENTO	49	43%
INGENIERÍA	44	31%
MAESTRANZA	21	18%
RRHH	9	8%



Anexo 21: Matriz de priorización.

ÁREA	Maquinaria	Materia prima	Método	Mediciones	Medio Ambiente	Mano de obra	Total	NIVEL DE CRITICIDAD	Porcentaje	Impacto (0-5)	Calificación	Prioridad	Medidas a Tomar
Mantenimiento	0	1	13	7	7	0	28	Alto	44%	5	170	3	Mantenimiento preventivo
Ingeniería	4	0	4	4	3	2	17	Medio	27%	3	54	2	5'S
Maestranza	3	2	2	0	0	4	11	Bajo	17%	1	10	1	Mejora de procesos
RRHH	0	0	0	0	0	7	7	Bajo	12%	1	9	1	Incentivo por productividad
Total	7	3	19	11	10	13	63						

Anexo 22: Tabla de resumen de artículos científicos.

Tabla de resumen de artículos científicos											
N°	TÍTULO DEL ARTÍCULO	AUTOR/AÑO	ISSN	OBJETIVO	TIPO INV.	ENFOQUE	DISEÑO	Q	BASE DE DATOS	PAIS	URL
1	<i>Optimal periods of conducting preventive maintenance to reduce expected downtime and its impact on Improving Reliability. Computational Intelligence and Neuroscience: CIN</i>	Al-Duais, Fuad S; Mohamed, A-B A; Jawa, Taghreed M; Sayed-Ahmed, Neveen (2022)	1687-5265	aumentar el tiempo promedio entre fallas aplicando el mantenimiento preventivo	Aplicado	Cuantitativo	Preexperimental	Q3	ProQuest Central	Estados Unidos	<a href="https://www.proquest.com/docview/2638547019/fulltext/D77E7025C12642A9PQ/1?accountid=37408">https://www.proquest.com/docview/2638547019/fulltext/D77E7025C12642A9PQ/1?accountid=37408</a>
2	Aplicación de la metodología TPM para reducir los retrasos en los pedidos en una empresa fabricante de etiquetas	Allison, Garay; Carlos, Maceda (2020)	2708-6992	Reducir los tiempos de entrega de pedidos de los clientes	Aplicado	Cuantitativo	Preexperimental	Q3	Innova Sciences Business	Perú	<a href="https://innovasciencesbusiness.org/index.php/ISB/article/download/23/33/108">https://innovasciencesbusiness.org/index.php/ISB/article/download/23/33/108</a>
3	<i>Enhancing Productivity of CNC Machines by Total Productive Maintenance (TPM) implementation. A Case Study</i>	Gherghea, I C; Bungau, C; Indre, C I; Negrau, D C (2021)	1757-8981	la mejora continua del proceso de fabricación dentro de las celdas de trabajo equipadas con centros de procesamiento CNC, implementando el TPM	Aplicado	Cuantitativo	Preexperimental	Q3	IOPSCIENCE	Rumania	<a href="https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1169/1/012035">https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1169/1/012035</a>
4	<i>Innovative approach to preventive maintenance of production equipment based on a modified tpm methodology for industry 4.0. Applied sciences</i>	Hardt, Filip; Kotyrba, Martin; Volna, Eva; Jarusek, Robert (2021)	2076-3417	mantenimiento preventivo de equipos basados en una metodología TPM (Mantenimiento Productivo Total) modificada para la industria 4.0 para aumentar la eficiencia de la producción y el mantenimiento	Aplicado	Cuantitativo	Preexperimental	Q4	ProQuest Central	Suiza	<a href="https://www.proquest.com/docview/2558610369/fulltext/F339F8D9542E4F02PQ/1?accountid=37408">https://www.proquest.com/docview/2558610369/fulltext/F339F8D9542E4F02PQ/1?accountid=37408</a>
5	<i>Preventive maintenance optimisation of accesible flat roofs in healthcare centres using the Markov Chain</i>	Jaime, González-Dominguez; Gonzalo, Sanchez-Barroso; Justo, Garcia-Sanz-Calcedo (2020)	2352-7102	optimizar la periodicidad de las operaciones de mantenimiento de cubiertas planas en hospitales para aumentar su vida útil y garantizar su fiabilidad	Aplicado	Cuantitativo	Preexperimental	Q3	ScienceDirect	España	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710220334082">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710220334082</a>

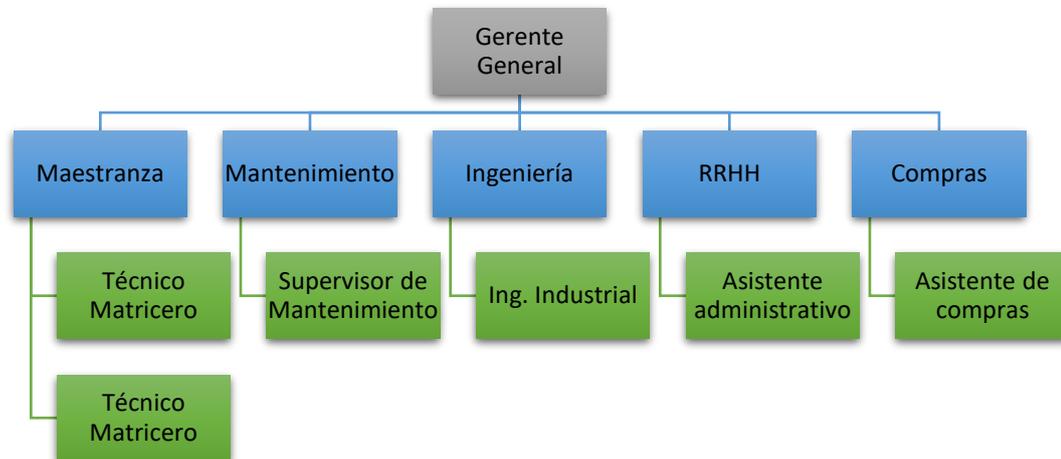
Tabla de resumen de artículos científicos

N°	TÍTULO DEL ARTÍCULO	AUTOR/AÑO	ISSN	OBJETIVO	TIPO INV.	ENFOQUE	DISEÑO	Q	BASE DE DATOS	PAIS	URL
6	<i>Mantenimiento preventivo para incrementar la productividad en los equipos de medición</i>	Maricielo, Rayme; Jorge, Díaz (2021)	2810-8248	Determinar como el mantenimiento preventivo incrementa la productividad en los equipos de medición de suministro eléctrico	Aplicado	Cuantitativo	Preexperimental	Q3	Qantu yachay	Perú	<a href="https://www.redalyc.org/pdf/3374/337450992001.pdf">https://www.redalyc.org/pdf/3374/337450992001.pdf</a>
7	<i>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</i>	Nohemy, Canahua Apaza (2021)	1810-9993	Demostrar la factibilidad de la aplicación de la metodología TPM-Lean Manufacturing en las pymes fabricantes de piezas metalmecánicas	Aplicado	Cuantitativo	Preexperimental	Q3	SCIELOPerú	Perú	<a href="http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&amp;pid=S1810-99932021000100049">www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&amp;pid=S1810-99932021000100049</a>
8	<i>Review lean manufacturing model of production management under the preventive maintenance approach to improve efficiency in plastics industry smes: a case study</i>	Quiroz-Flores, J C y Vega-Alvites, M L (2022)	1012-277X	aumentar la eficiencia que se encontraba en un 82.3%	Aplicado	Cuantitativo	Preexperimental	Q1	ProQuest Central	South África	<a href="https://www.proquest.com/scholarly-journals/review-lean-manufacturing-model-production/docview/2705027828/se-27accountid=37408">https://www.proquest.com/scholarly-journals/review-lean-manufacturing-model-production/docview/2705027828/se-27accountid=37408</a>
9	<i>Implementation of Total Productive Maintenance Approach: Improving Overall Equipment Efficiency of a Metal Industry</i>	Singh, Sukhpreet ; Agrawal, Ashish ; Sharma, Deepak ; Saini, Vishnu ; Kumar, Abhinav ; Praveenkumar, Seepana (2022)	2411-5134	mejorar las estaciones de trabajo de la industria metalúrgica	Aplicado	Cuantitativo	Preexperimental	Q1	MDPI AG	Suiza	<a href="https://go.gale.com/ps/i.do?p=AGONE&amp;u=univirc&amp;id=GALEIA744670690&amp;v=2.1&amp;itur">https://go.gale.com/ps/i.do?p=AGONE&amp;u=univirc&amp;id=GALEIA744670690&amp;v=2.1&amp;itur</a>
10	<i>Grouping Preventive Maintenance Strategy of Flexible Manufacturing Systems and Its Optimization Based on Reliability and Cost</i>	Yanhu, Pei; Liu, Zhifeng; Xu, Jingjing; Baobao, Qi; Cheng, Qiang (2023)	2075-1702	mejorar la productividad y a la vez está la hará más eficiente aplicando un sistema de fabricación flexible (FMS)	Aplicado	Cuantitativo	Preexperimental	Q2	MDPI AG	Suiza	<a href="https://www.proquest.com/docview/2767239374/FACC504825764E36PQ/20?accountid=37408">https://www.proquest.com/docview/2767239374/FACC504825764E36PQ/20?accountid=37408</a>

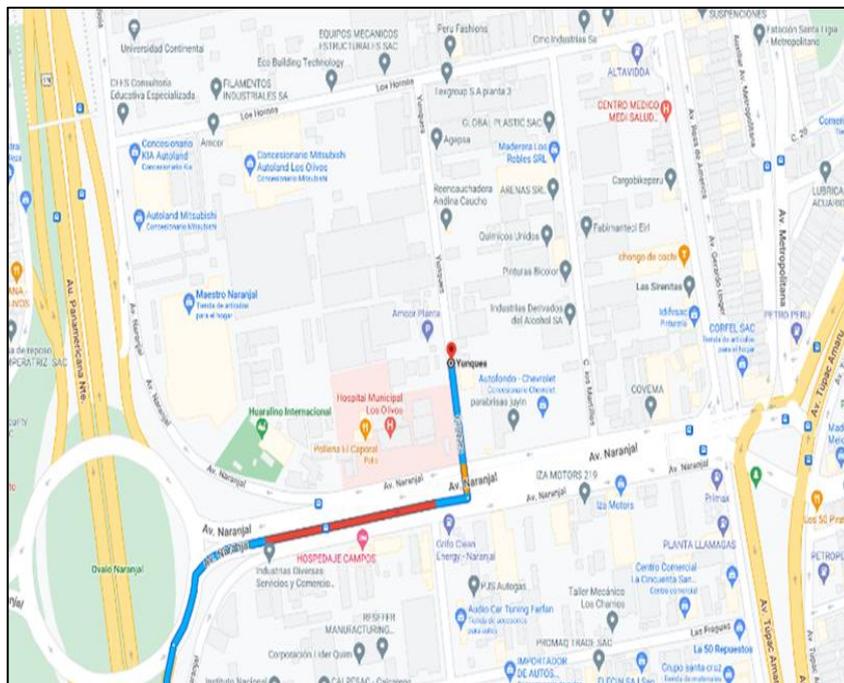
Anexo 23: Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Variables	Dimensiones	Técnicas	Instrumentos	Fuente de información	Tratamiento/Proceso	Resultados esperados
Mantenimiento preventivo (independiente)	Disponibilidad	Observación	Fichas de control y hojas de verificación	Gerencia	1. Recolección de la información	Obtener información adecuada y precisa
	Fiabilidad		Fichas de control y hojas de verificación		2. Análisis de datos	
Tiempos de entrega (dependiente)	Tiempo de preparación de orden de trabajo	Observación / Análisis documental	Fichas de control y hojas de verificación	Gerencia	1. Recolección de la información	Obtener información adecuada y precisa
	Tiempo de fabricación del molde		Fichas de control y hojas de verificación		2. Análisis de datos	
	Tiempo de despacho al cliente		Fichas de control y hojas de verificación			

## Anexo 24: Organigrama de la empresa Matserplast asb S.A.C.



## Anexo 25: Localización en Google Maps.



Anexo 26: Principales servicios que realiza.

SERVICIO	FOTO	SERVICIO	FOTO
Mecanizado por centro CNC		Fabricación de moldes de producción de plástico	
Mecanizado por torno CNC		Mantenimiento o reparaciones de moldes de producción de plástico	
Soldadura eléctrica y TIG		Fabricación de estructuras metálicas	

Anexo 27: Datos históricos sobre la producción de la empresa Matserplast asb S.A.C.

Servicios	Marzo	Abril	Mayo	TOTAL	%
Mecanizado por centro CNC	2	3	2	7	15
Mecanizado por torno CNC	3	3	2	8	18
Soldadura eléctrica y TIG	0	0	0	0	0
Fabricación de moldes de producción de plástico	7	7	7	21	46
Mantenimiento y reparaciones de moldes de producción de plástico	0	0	0	0	0
Fabricación de estructuras metálicas	4	3	3	10	21
				46	100

Anexo 28: Recurso humano.

Personal	Cantidad
Gerente General	1
Compras	1
RRHH	1
Mantenimiento	1
Maestranza	2
Ingeniería	1

Anexo 29: Recurso maquinaria.

**Centro CNC SABRE1000**



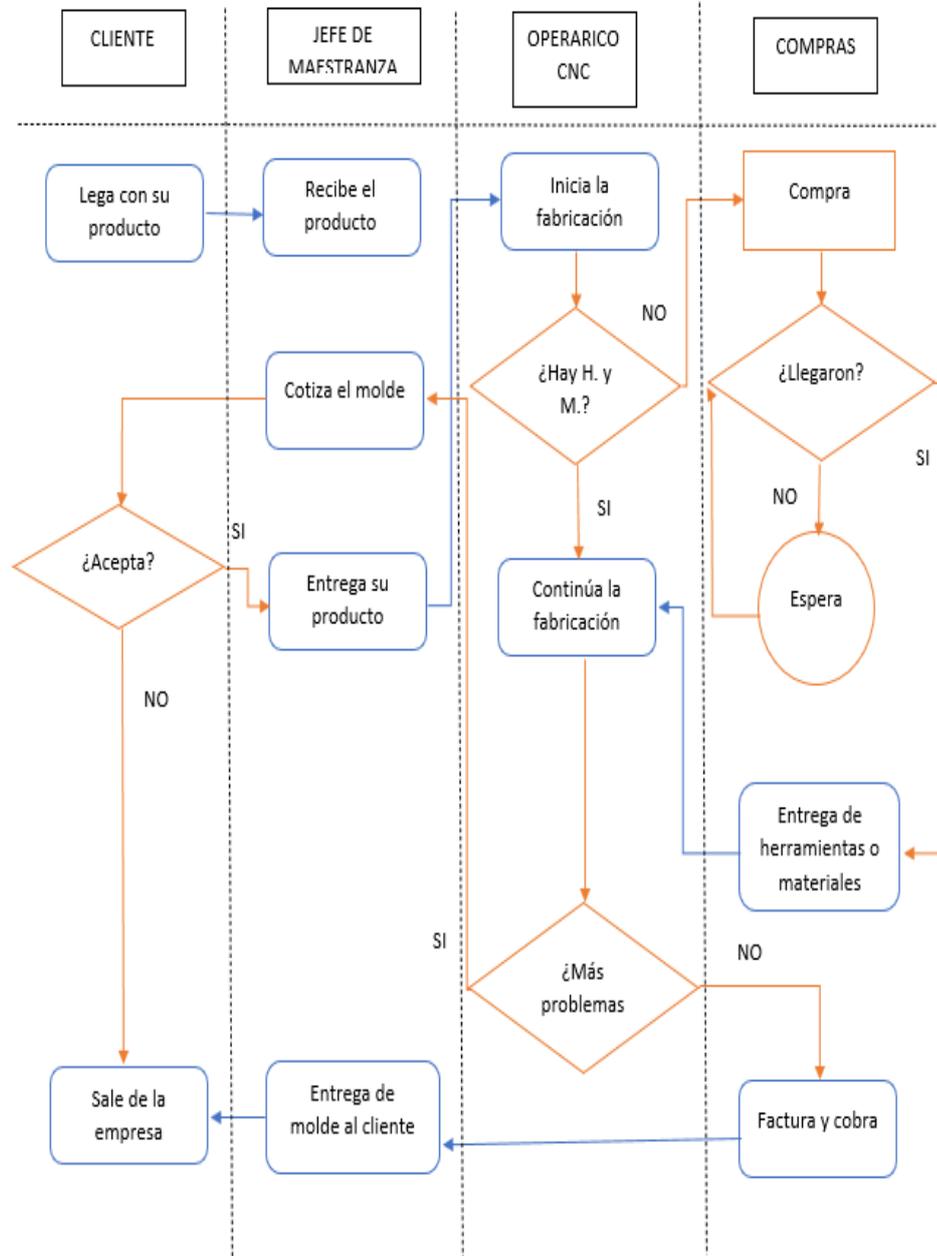
**Centro CNC VMC1050**



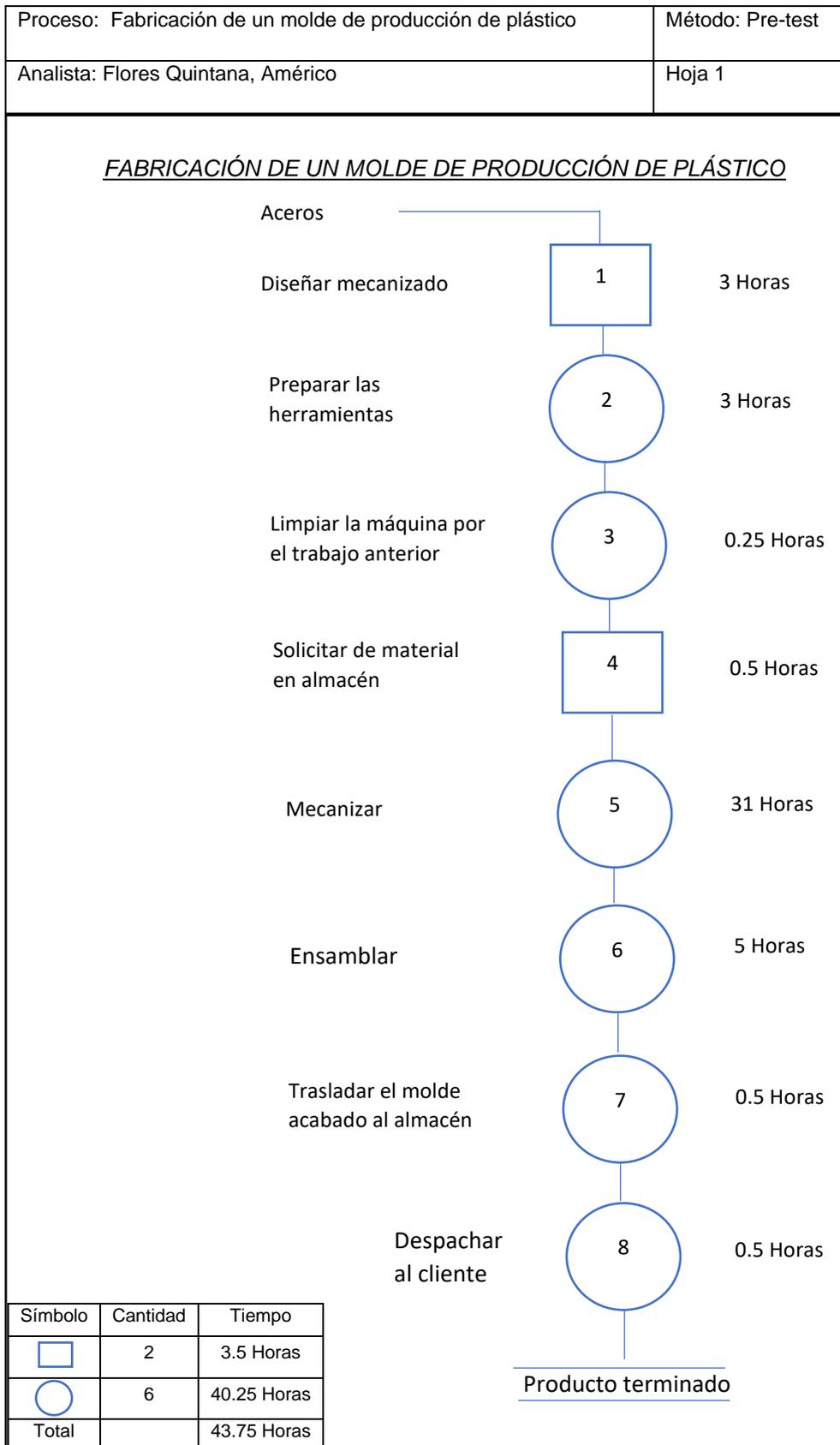
**Torno CNC Galaxy Graziano**



Anexo 30: Diagrama de mapeo del proceso de una orden de trabajo para la fabricación de un molde de soplado



Anexo 31: Diagrama DOP del tiempo estándar de un servicio de fabricación del molde de producción de plástico.



Anexo 32: Falta de limpieza de las máquinas.

**Carcasa de la máquina**



**Fuente de refrigerante**



**Bancada**



**Filtro de virutas**



**Ejes sin fin**



**Tablero eléctrico**



<b>Formato de limpieza de elementos del área maestranza</b>				
<b>Empresa</b>	Matserplast asb S.A.C.			
<b>Auditor</b>	Flores Quintana Américo Francis			
<b>Método</b>	Pre-test			
<b>Elemento</b>	<b>%Polvo</b>	<b>%Grasa</b>	<b>%Aceite</b>	<b>%Humedad</b>
<b>Máquinas</b>				
CEN-CNC-1	6%	2%	2%	0%
CEN-CNC-2	6%	2%	2%	0%
TOR-CNC-1	6%	2%	2%	0%
<b>Equipos</b>				
Afiladora	5%	5%	0%	0%
Esmeril	5%	5%	0%	0%
Mesa de trabajo	3%	3%	2%	2%
Teclé	5%	5%	0%	0%
<b>Instrumentos</b>				
Calibrador digital	0%	5%	0%	5%
Micrómetro digital	0%	5%	0%	5%
Alesómetro	0%	5%	0%	5%
<b>Total, de suciedad</b>	<b>100%</b>			

Anexo 33: Registro del tiempo de entrega de los meses: Abril y Mayo (Pre-test).

REGISTRO TIEMPOS DE ENTREGA DEL MES DE ABRIL					
Entrega de orden de trabajo acordada				Demora del tiempo de entrega	
OT	Descripción	Día de trabajo recibido	Día de entrega acordado	Día real de entrega	Demora del tiempo de entrega (días)
1011	Molde de soplado P-F001	1/04/2023	8/04/2023	10/04/2023	2
1012	Molde de soplado P-F002	5/04/2023	12/04/2023	14/04/2023	2
1013	Molde de soplado P-F003	8/04/2023	15/04/2023	17/04/2023	2
1014	Molde de soplado P-F004	13/04/2023	21/03/2023	22/03/2023	1
1015	Molde de soplado P-F005	17/04/2023	24/04/2023	25/04/2023	1
1016	Molde de soplado P-F006	22/04/2023	29/04/2023	1/05/2023	1
1017	Molde de soplado P-F007	25/04/2023	2/05/2023	3/05/2023	1

**REGISTRO TIEMPOS DE ENTREGA DEL MES DE ABRIL**

Dimensión 1: Registro del tiempo de preparación de órdenes de trabajo				Dimensión 2: Registro del tiempo de fabricación del molde					Dimensión 3: Registro del tiempo de despacho al cliente	Registro de los tiempos de entrega			
Tiempo de diseño de mecanizado (Horas)	Tiempo de preparación de las herramientas (Horas)	Tiempo de limpieza de la máquina por el trabajo anterior (Horas)	Tiempo de preparación de orden de trabajo (Horas)	Tiempo de solicitud de material en almacén (Horas)	Tiempo de mecanizado (Horas)	Tiempo de ensamblaje (Horas)	Tiempo de traslado de molde acabado al almacén (Horas)	Tiempo de fabricación del molde (Horas)	Tiempo de despacho al cliente (Horas)	Tiempo de preparación de orden de trabajo (Horas)	Tiempo de fabricación del molde (Horas)	Tiempo de despacho al cliente (Horas)	Tiempo de entrega (Horas)
4	3	0.25	7.25	0.5	46	5	0.5	52	0.75	7.25	52	0.75	60
4	3	0.25	7.25	0.5	49	5	0.5	55	0.75	7.25	55	0.75	63
4	3	0.25	7.25	0.5	46	5	0.5	52	0.75	7.25	52	0.75	60
4	3	0.25	7.25	0.5	39	5	0.5	45	0.75	7.25	45	0.75	53
4	3	0.25	7.25	0.5	39	5	0.5	45	0.75	7.25	45	0.75	53
4	3	0.25	7.25	0.5	37	5	0.5	43	0.75	7.25	43	0.75	51
4	3	0.25	7.25	0.5	38	5	0.5	44	0.75	7.25	44	0.75	52

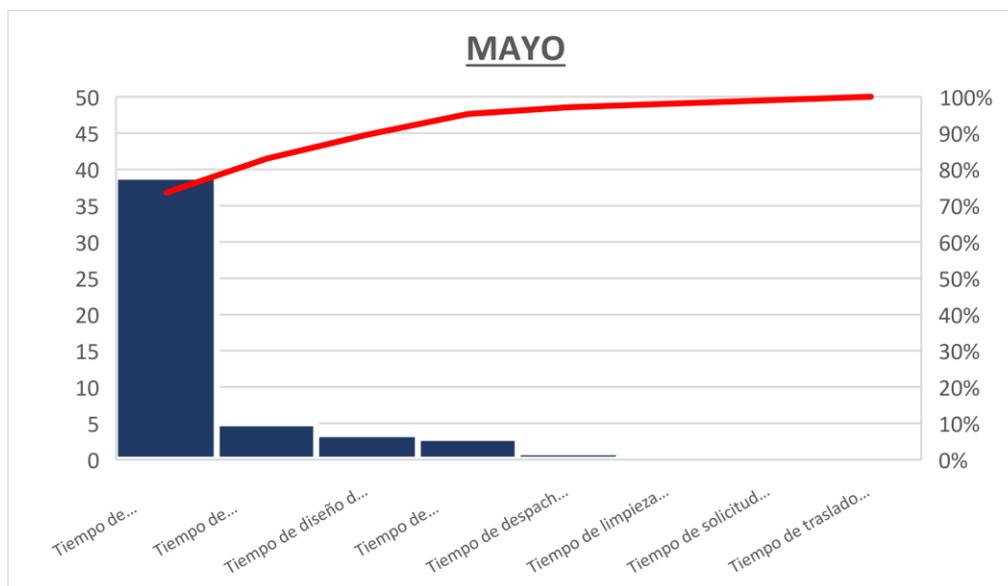
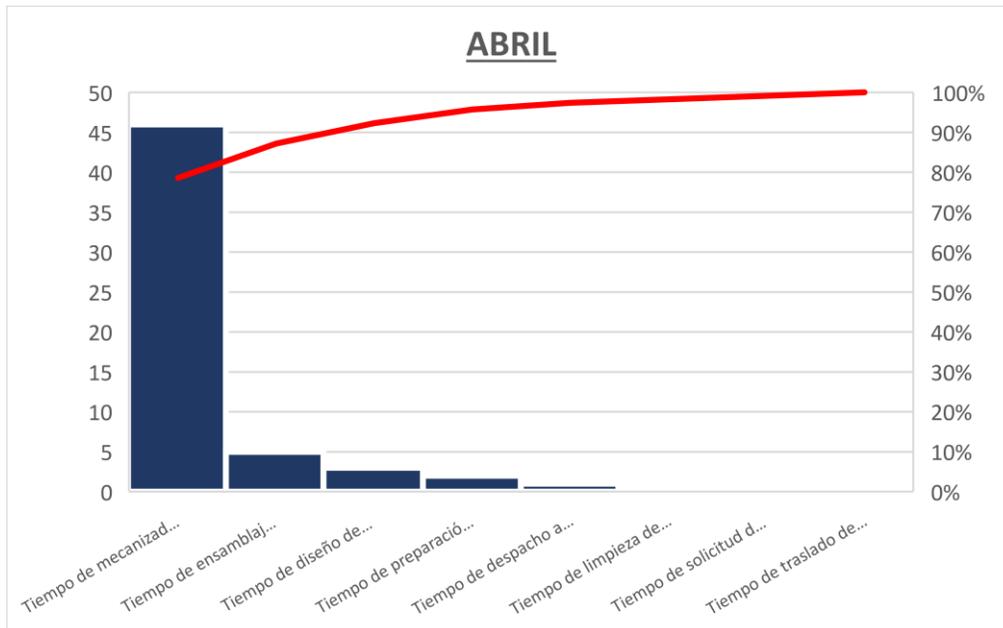
**REGISTRO TIEMPOS DE ENTREGA DEL MES DE MAYO**

Entrega de orden de trabajo acordada				Demora del tiempo de entrega	
OT	Descripción	Día de trabajo recibido	Día de entrega acordado	Día real de entrega	Demora del tiempo de entrega (días)
1018	Molde de soplado P-F008	3/05/2023	10/05/2023	11/05/2023	1
1019	Molde de soplado P-F009	9/05/2023	16/05/2023	17/05/2023	1
1020	Molde de soplado P-F010	11/05/2023	18/05/2023	20/05/2023	2
1021	Molde de soplado P-F011	17/05/2023	24/05/2023	26/05/2023	1
1022	Molde de soplado P-F012	19/05/2023	26/05/2023	27/05/2023	1
1023	Molde de soplado P-F013	25/05/2023	1/06/2023	2/06/2023	1
1024	Molde de soplado P-F014	27/05/2023	3/06/2023	5/06/2023	2

**REGISTRO TIEMPOS DE ENTREGA DEL MES DE MAYO**

Dimensión 1: Registro del tiempo de preparación de órdenes de trabajo				Dimensión 2: Registro del tiempo de fabricación del molde					Dimensión 3: Registro del tiempo de despacho al cliente	Registro de los tiempos de entrega			
Tiempo de diseño de mecanizado (Horas)	Tiempo de preparación de las herramientas (Horas)	Tiempo de limpieza de la máquina por el trabajo anterior (Horas)	Tiempo de preparación de orden de trabajo (Horas)	Tiempo de solicitud de material en almacén (Horas)	Tiempo de mecanizado (Horas)	Tiempo de ensamble (Horas)	Tiempo de traslado de molde acabado al almacén (Horas)	Tiempo de fabricación del molde (Horas)	Tiempo de despacho al cliente (Horas)	Tiempo de preparación de orden de trabajo (Horas)	Tiempo de fabricación del molde (Horas)	Tiempo de despacho al cliente (Horas)	Tiempo de entrega (Horas)
4	3	0.25	7.25	0.5	36	5	0.5	42	0.75	7.25	42	0.75	50
4	3	0.25	7.25	0.5	37	5	0.5	43	0.75	7.25	43	0.75	51
4	3	0.25	7.25	0.5	46	5	0.5	52	0.75	7.25	52	0.75	60
4	3	0.25	7.25	0.5	39	5	0.5	45	0.75	7.25	45	0.75	53
4	3	0.25	7.25	0.5	37	5	0.5	43	0.75	7.25	43	0.75	51
4	3	0.25	7.25	0.5	36	5	0.5	42	0.75	7.25	42	0.75	50
4	3	0.25	7.25	0.5	44	5	0.5	50	0.75	7.25	50	0.75	58

Anexo 34: Diagrama de Pareto del tiempo de entrega en los meses: Abril y Mayo.



Anexo 35: Formato de cálculo de la disponibilidad y fiabilidad de las máquinas del área Maestranza en los meses Abril y Mayo.

Formato de cálculo de la disponibilidad y fiabilidad de la máquina: CEN-CNC-1_Abril							
Empresa	Matserplast asb S.A.C.					Método	Pre-test
Elaborado por	Flores Quintana Américo Francis					Máquina	CEN-CNC-1
Dimensión	Indicador	Leyenda	Técnica	Instrumento		Fórmula	
Disponibilidad (D)	Paradas por mantenimiento	T: Tiempo total (Horas). PM: Paradas por mantenimiento (Horas).	Observación	Fichas de control y hojas de verificación		$%D = [(T - PM) / T]$	
Fiabilidad (F)	Tiempo entre fallas	TEF: Tiempo entre fallas (Horas). MTBF: Tiempo medio entre fallas (Horas). MTTR: Tiempo Medio Para Reparación (Horas).	Observación	Fichas de control y hojas de verificación		$%F = MTBF / (MTBF + MTTR)$	
Día trabajado	Tiempo total (Horas)	Paradas por mantenimiento (Horas)	%Disponibilidad	Tiempo medio entre fallas (Horas)	Tiempo medio para reparación (Horas)	%Fiabilidad	
1/04/2023	8	0.85	89.38%	7.15	0.8	89.94%	
3/04/2023	8	0.8	90.00%	7.2	0.75	90.57%	
4/04/2023	8	0.75	90.63%	7.25	0.75	90.63%	
5/04/2023	8	0.75	90.63%	7.25	0.7	91.19%	
6/04/2023	8	0.7	91.25%	7.3	0.8	90.12%	
7/04/2023	8	0.8	90.00%	7.2	0.75	90.57%	
8/04/2023	8	0.75	90.63%	7.25	3	70.73%	
10/04/2023	8	3	62.50%	5	0.75	86.96%	
11/04/2023	8	0.75	90.63%	7.25	0.85	89.51%	
12/04/2023	8	0.85	89.38%	7.15	0.75	90.51%	
13/04/2023	8	0.75	90.63%	7.25	0.85	89.51%	
14/04/2023	8	0.85	89.38%	7.15	0.9	88.82%	
15/04/2023	8	0.9	88.75%	7.1	1	87.65%	
17/04/2023	8	1	87.50%	7	1	87.50%	
18/04/2023	8	1	87.50%	7	0.75	90.32%	
19/04/2023	8	0.75	90.63%	7.25	0.7	91.19%	
20/04/2023	8	0.7	91.25%	7.3	0.85	89.57%	
21/04/2023	8	0.85	89.38%	7.15	2	78.14%	
22/04/2023	8	2	75.00%	6	0.85	87.59%	
24/04/2023	8	0.85	89.38%	7.15	0.75	90.51%	
25/04/2023	8	0.75	90.63%	7.25	0.75	90.63%	
26/04/2023	8	0.75	90.63%	7.25	0.8	90.06%	
27/04/2023	8	0.8	90.00%	7.2	0.7	91.14%	
28/04/2023	8	0.7	91.25%	7.3	0.75	90.68%	
29/04/2023	8	0.75	90.63%	7.25	0.85	89.51%	
PROMEDIO			88.30%			88.54%	

Formato de cálculo de la disponibilidad y fiabilidad de la máquina: CEN-CNC-1_Mayo							
Empresa	Matserplast asb S.A.C.				Método	Pre-test	
Elaborado por	Flores Quintana Américo Francis				Máquina	CEN-CNC-1	
Dimensión	Indicador	Leyenda	Técnica	Instrumento		Fórmula	
Disponibilidad (D)	Paradas por mantenimiento	T: Tiempo total (Horas). PM: Paradas por mantenimiento (Horas).	Observación	Fichas de control y hojas de verificación		$%D = [(T - PM) / T]$	
Fiabilidad (F)	Tiempo entre fallas	TEF: Tiempo entre fallas (Horas). MTBF: Tiempo medio entre fallas (Horas). MTTR: Tiempo Medio Para Reparación (Horas).	Observación	Fichas de control y hojas de verificación		$%F = MTBF / (MTBF + MTTR)$	
Día trabajado		Tiempo total (Horas)	Paradas por mantenimiento (Horas)	%Disponibilidad	Tiempo medio entre fallas (Horas)	Tiempo medio para reparación (Horas)	%Fiabilidad
1/05/2023	8	0.9	88.75%	7.1	0.75	90.45%	
2/05/2023	8	0.75	90.63%	7.25	2	78.38%	
3/05/2023	8	2	75.00%	6	0.6	90.91%	
4/05/2023	8	0.6	92.50%	7.4	0.75	90.80%	
5/05/2023	8	0.75	90.63%	7.25	0.85	89.51%	
6/05/2023	8	0.85	89.38%	7.15	0.75	90.51%	
8/05/2023	8	0.75	90.63%	7.25	0.85	89.51%	
9/05/2023	8	0.85	89.38%	7.15	0.85	89.38%	
10/05/2023	8	0.85	89.38%	7.15	0.6	92.26%	
11/05/2023	8	0.6	92.50%	7.4	0.6	92.50%	
12/05/2023	8	0.6	92.50%	7.4	4.5	62.18%	
13/05/2023	8	4.5	43.75%	3.5	0.85	80.46%	
15/05/2023	8	0.85	89.38%	7.15	0.75	90.51%	
16/05/2023	8	0.75	90.63%	7.25	0.6	92.36%	
17/05/2023	8	0.6	92.50%	7.4	0.85	89.70%	
18/05/2023	8	0.85	89.38%	7.15	4	64.13%	
19/05/2023	8	4	50.00%	4	0.9	81.63%	
20/05/2023	8	0.9	88.75%	7.1	0.85	89.31%	
22/05/2023	8	0.85	89.38%	7.15	0.75	90.51%	
23/05/2023	8	0.75	90.63%	7.25	0.6	92.36%	
24/05/2023	8	0.6	92.50%	7.4	0.6	92.50%	
25/05/2023	8	0.6	92.50%	7.4	0.75	90.80%	
26/05/2023	8	0.75	90.63%	7.25	4.25	63.04%	
27/05/2023	8	4.25	46.88%	3.75	0.85	81.52%	
29/05/2023	8	0.85	89.38%	7.15	0.9	88.82%	
30/05/2023	8	0.9	88.75%	7.1	0.75	90.45%	
31/05/2023	8	0.75	90.63%	7.25	0.7	91.19%	
PROMEDIO				85.07%			86.13%

Formato de cálculo de la disponibilidad y fiabilidad de la máquina: CEN-CNC-2_Abril							
Empresa	Matserplast asb S.A.C.					Método	Pre-test
Elaborado por	Flores Quintana Américo Francis					Máquina	CEN-CNC-2
Dimensión	Indicador	Leyenda	Técnica	Instrumento		Fórmula	
Disponibilidad (D)	Paradas por mantenimiento	T: Tiempo total (Horas). PM: Paradas por mantenimiento (Horas).	Observación	Fichas de control y hojas de verificación		$%D = [(T - PM) / T]$	
Fiabilidad (F)	Tiempo entre fallas	TEF: Tiempo entre fallas (Horas). MTBF: Tiempo medio entre fallas (Horas). MTTR: Tiempo Medio Para Reparación (Horas).	Observación	Fichas de control y hojas de verificación		$%F = MTBF / (MTBF + MTTR)$	
Día trabajado		Tiempo total (Horas)	Paradas por mantenimiento (Horas)	%Disponibilidad	Tiempo medio entre fallas (Horas)	Tiempo medio para reparación (Horas)	%Fiabilidad
1/04/2023	8	0.75	90.63%	7.25	0.6	92.36%	
3/04/2023	8	0.6	92.50%	7.4	0.85	89.70%	
4/04/2023	8	0.85	89.38%	7.15	0.75	90.51%	
5/04/2023	8	0.75	90.63%	7.25	0.6	92.36%	
6/04/2023	8	0.6	92.50%	7.4	0.85	89.70%	
7/04/2023	8	0.85	89.38%	7.15	0.9	88.82%	
8/04/2023	8	0.9	88.75%	7.1	0.85	89.31%	
10/04/2023	8	0.85	89.38%	7.15	0.9	88.82%	
11/04/2023	8	0.9	88.75%	7.1	0.85	89.31%	
12/04/2023	8	0.85	89.38%	7.15	3	70.44%	
13/04/2023	8	3	62.50%	5	0.75	86.96%	
14/04/2023	8	0.75	90.63%	7.25	5	59.18%	
15/04/2023	8	5	37.50%	3	0.75	80.00%	
17/04/2023	8	0.75	90.63%	7.25	0.6	92.36%	
18/04/2023	8	0.6	92.50%	7.4	0.85	89.70%	
19/04/2023	8	0.85	89.38%	7.15	0.9	88.82%	
20/04/2023	8	0.9	88.75%	7.1	0.75	90.45%	
21/04/2023	8	0.75	90.63%	7.25	0.85	89.51%	
22/04/2023	8	0.85	89.38%	7.15	0.75	90.51%	
24/04/2023	8	0.75	90.63%	7.25	0.85	89.51%	
25/04/2023	8	0.85	89.38%	7.15	0.75	90.51%	
26/04/2023	8	0.75	90.63%	7.25	0.9	88.96%	
27/04/2023	8	0.9	88.75%	7.1	0.75	90.45%	
28/04/2023	8	0.75	90.63%	7.25	0.7	91.19%	
29/04/2023	8	0.7	91.25%	7.3	0.6	92.41%	
PROMEDIO				86.98%			87.67%

Formato de cálculo de la disponibilidad y fiabilidad de la máquina: CEN-CNC-2_Mayo							
Empresa	Materplast asb S.A.C.					Método	Pre-test
Elaborado por	Flores Quintana Américo Francis					Máquina	CEN-CNC-2
Dimensión	Indicador	Leyenda	Técnica	Instrumento		Fórmula	
Disponibilidad (D)	Paradas por mantenimiento	T: Tiempo total (Horas). PM: Paradas por mantenimiento (Horas).	Observación	Fichas de control y hojas de verificación		$%D = [(T - PM) / T]$	
Fiabilidad (F)	Tiempo entre fallas	TEF: Tiempo entre fallas (Horas). MTBF: Tiempo medio entre fallas (Horas). MTTR: Tiempo Medio Para Reparación (Horas).	Observación	Fichas de control y hojas de verificación		$%F = MTBF / (MTBF + MTTR)$	
Día trabajado		Tiempo total (Horas)	Paradas por mantenimiento (Horas)	%Disponibilidad	Tiempo medio entre fallas (Horas)	Tiempo medio para reparación (Horas)	%Fiabilidad
1/05/2023	8	3	62.50%	5	0.75	86.96%	
2/05/2023	8	0.75	90.63%	7.25	0.85	89.51%	
3/05/2023	8	0.85	89.38%	7.15	0.75	90.51%	
4/05/2023	8	0.75	90.63%	7.25	0.75	90.63%	
5/05/2023	8	0.75	90.63%	7.25	0.85	89.51%	
6/05/2023	8	0.85	89.38%	7.15	0.75	90.51%	
8/05/2023	8	0.75	90.63%	7.25	0.85	89.51%	
9/05/2023	8	0.85	89.38%	7.15	0.85	89.38%	
10/05/2023	8	0.85	89.38%	7.15	0.6	92.26%	
11/05/2023	8	0.6	92.50%	7.4	0.6	92.50%	
12/05/2023	8	0.6	92.50%	7.4	0.75	90.80%	
13/05/2023	8	0.75	90.63%	7.25	0.85	89.51%	
15/05/2023	8	0.85	89.38%	7.15	0.75	90.51%	
16/05/2023	8	0.75	90.63%	7.25	0.6	92.36%	
17/05/2023	8	0.6	92.50%	7.4	0.85	89.70%	
18/05/2023	8	0.85	89.38%	7.15	0.75	90.51%	
19/05/2023	8	0.75	90.63%	7.25	0.9	88.96%	
20/05/2023	8	0.9	88.75%	7.1	0.85	89.31%	
22/05/2023	8	0.85	89.38%	7.15	0.75	90.51%	
23/05/2023	8	0.75	90.63%	7.25	0.75	90.63%	
24/05/2023	8	0.75	90.63%	7.25	0.85	89.51%	
25/05/2023	8	0.85	89.38%	7.15	0.75	90.51%	
26/05/2023	8	0.75	90.63%	7.25	2	78.38%	
27/05/2023	8	2	75.00%	6	0.85	87.59%	
29/05/2023	8	0.85	89.38%	7.15	0.9	88.82%	
30/05/2023	8	0.9	88.75%	7.1	0.75	90.45%	
31/05/2023	8	0.75	90.63%	7.25	0.7	91.19%	
PROMEDIO				88.66%			89.65%

Formato de cálculo de la disponibilidad y fiabilidad de la máquina: TOR-CNC-1_Abril							
Empresa	Matserplast asb S.A.C.					Método	Pre-test
Elaborado por	Flores Quintana Américo Francis					Máquina	TOR-CNC-1
Dimensión	Indicador	Leyenda	Técnica	Instrumento		Fórmula	
Disponibilidad (D)	Paradas por mantenimiento	T: Tiempo total (Horas). PM: Paradas por mantenimiento (Horas).	Observación	Fichas de control y hojas de verificación		$%D = [(T - PM) / T]$	
Fiabilidad (F)	Tiempo entre fallas	TEF: Tiempo entre fallas (Horas). MTBF: Tiempo medio entre fallas (Horas). MTTR: Tiempo Medio Para Reparación (Horas).	Observación	Fichas de control y hojas de verificación		$%F = MTBF / (MTBF + MTTR)$	
Día trabajado		Tiempo total (Horas)	Paradas por mantenimiento (Horas)	%Disponibilidad	Tiempo medio entre fallas (Horas)	Tiempo medio para reparación (Horas)	%Fiabilidad
1/04/2023	8	0.7	91.25%	7.3	0.5	93.59%	
3/04/2023	8	0.5	93.75%	7.5	0.5	93.75%	
4/04/2023	8	0.5	93.75%	7.5	2	78.95%	
5/04/2023	8	2	75.00%	6	0.6	90.91%	
6/04/2023	8	0.6	92.50%	7.4	0.7	91.36%	
7/04/2023	8	0.7	91.25%	7.3	0.6	92.41%	
8/04/2023	8	0.6	92.50%	7.4	0.6	92.50%	
10/04/2023	8	0.6	92.50%	7.4	0.7	91.36%	
11/04/2023	8	0.7	91.25%	7.3	0.5	93.59%	
12/04/2023	8	0.5	93.75%	7.5	0.6	92.59%	
13/04/2023	8	0.6	92.50%	7.4	6	55.22%	
14/04/2023	8	6	25.00%	2	0.7	74.07%	
15/04/2023	8	0.7	91.25%	7.3	0.6	92.41%	
17/04/2023	8	0.6	92.50%	7.4	0.6	92.50%	
18/04/2023	8	0.6	92.50%	7.4	3	71.15%	
19/04/2023	8	3	62.50%	5	0.5	90.91%	
20/04/2023	8	0.5	93.75%	7.5	0.7	91.46%	
21/04/2023	8	0.7	91.25%	7.3	0.7	91.25%	
22/04/2023	8	0.7	91.25%	7.3	0.7	91.25%	
24/04/2023	8	0.7	91.25%	7.3	0.6	92.41%	
25/04/2023	8	0.6	92.50%	7.4	0.7	91.36%	
26/04/2023	8	0.7	91.25%	7.3	0.5	93.59%	
27/04/2023	8	0.5	93.75%	7.5	0.5	93.75%	
28/04/2023	8	0.5	93.75%	7.5	0.6	92.59%	
29/04/2023	8	0.6	92.50%	7.4	0.6	92.50%	
PROMEDIO				87.80%			88.70%

Formato de cálculo de la disponibilidad y fiabilidad de la máquina: TOR-CNC-1_Mayo							
Empresa	Matserplast asb S.A.C.					Método	Pre-test
Elaborado por	Flores Quintana Américo Francis					Máquina	TOR-CNC-1
Dimensión	Indicador	Leyenda	Técnica	Instrumento		Fórmula	
Disponibilidad (D)	Paradas por mantenimiento	T: Tiempo total (Horas). PM: Paradas por mantenimiento (Horas).	Observación	Fichas de control y hojas de verificación		$%D = [(T - PM) / T]$	
Fiabilidad (F)	Tiempo entre fallas	TEF: Tiempo entre fallas (Horas). MTBF: Tiempo medio entre fallas (Horas). MTTR: Tiempo Medio Para Reparación (Horas).	Observación	Fichas de control y hojas de verificación		$%F = MTBF / (MTBF + MTTR)$	
Día trabajado		Tiempo total (Horas)	Paradas por mantenimiento (Horas)	%Disponibilidad	Tiempo medio entre fallas (Horas)	Tiempo medio para reparación (Horas)	%Fiabilidad
1/05/2023	8	0.9	88.75%	7.1	0.7	91.03%	
2/05/2023	8	0.7	91.25%	7.3	0.8	90.12%	
3/05/2023	8	0.8	90.00%	7.2	0.7	91.14%	
4/05/2023	8	0.7	91.25%	7.3	2	78.49%	
5/05/2023	8	2	75.00%	6	0.7	89.55%	
6/05/2023	8	0.7	91.25%	7.3	0.75	90.68%	
8/05/2023	8	0.75	90.63%	7.25	0.7	91.19%	
9/05/2023	8	0.7	91.25%	7.3	0.7	91.25%	
10/05/2023	8	0.7	91.25%	7.3	0.7	91.25%	
11/05/2023	8	0.7	91.25%	7.3	0.8	90.12%	
12/05/2023	8	0.8	90.00%	7.2	0.8	90.00%	
13/05/2023	8	0.8	90.00%	7.2	0.7	91.14%	
15/05/2023	8	0.7	91.25%	7.3	0.7	91.25%	
16/05/2023	8	0.7	91.25%	7.3	0.75	90.68%	
17/05/2023	8	0.75	90.63%	7.25	2	78.38%	
18/05/2023	8	2	75.00%	6	0.7	89.55%	
19/05/2023	8	0.7	91.25%	7.3	0.7	91.25%	
20/05/2023	8	0.7	91.25%	7.3	0.7	91.25%	
22/05/2023	8	0.7	91.25%	7.3	0.7	91.25%	
23/05/2023	8	0.7	91.25%	7.3	0.7	91.25%	
24/05/2023	8	0.7	91.25%	7.3	0.9	89.02%	
25/05/2023	8	0.9	88.75%	7.1	0.7	91.03%	
26/05/2023	8	0.7	91.25%	7.3	0.7	91.25%	
27/05/2023	8	0.7	91.25%	7.3	0.6	92.41%	
29/05/2023	8	0.6	92.50%	7.4	0.9	89.16%	
30/05/2023	8	0.9	88.75%	7.1	0.75	90.45%	
31/05/2023	8	0.75	90.63%	7.25	0.7	91.19%	
PROMEDIO				89.61%			89.83%

Anexo 36: Presupuesto de la tesis de investigación.

APORTE MONETARIO				
Insumos / Empresa				
	Recursos	Cantidad	Precio (S/.)	Costo Total (S/.)
2.6.71.32 Gastos por la compra de bienes, que se generen por el diseño e implementación de procesos y procedimientos idóneos que rigen la prestación de un servicio	Guantes de nitrilo	1 caja (100 unid.)	47	47
	Lubricante (WD-40) 11 onzas	6 unid.	38	228
	DozingPig LHL-X100-7 (23.7 fl oz)	3 unid.	410	1230
	Alcohol isopropílico	8 unid.	30	240
	Guantes de látex	1 caja (100 unid.)	39	39
	Bencina	4 unid.	27	108
	Desengrasante	2 (5 litros)	44.5	89
	Trapo industrial	4 bolsa (5 kg c/u)	29	116
	<b>Sub Total</b>			
Herramientas / Empresa				
	Recursos	Cantidad	Precio (S/.)	Costo Total (S/.)
2.6.71.32 Gastos por la compra de bienes, que se generen por el diseño e implementación de procesos y procedimientos idóneos que rigen la prestación de un servicio	Alicate universal	1	94.9	94.9
	Alicate de corte	1	183.9	183.9
	Juego de desarmadores	1	47.9	47.9
	Juego de desarmadores perilleros	1	22.9	22.9
	Set de dados milimétricos	1	435	435
	Juego de llaves allen milimétricas	1	125.5	125.5
	Juego de llaves allen pulgadas	1	125.5	125.5
	Set llaves mixtas milímetros/pulgadas 20 unidades Stanley	1	177.9	177.9
	<b>Sub Total</b>			
<b>Total</b>				<b>3310.5</b>

APORTE NO MONETARIO							
Materiales e insumos (Estudios UCV)							
2.3.15.1 Materiales y útiles de oficina. Gastos por adquisición de útiles, materiales de oficina y accesorios para el funcionamiento de las actividades propias de las oficinas	Recursos	Unidad de medida	Cantidad	Precio (S/.)	Costo Total (S/.)		
	Hojas bond A4	Paquete	1	12	12		
	Lapicero	Unidad	4	1	4		
	Lápiz	Unidad	4	1	4		
<b>Sub Total</b>					<b>20</b>		
2.3.15.11 Gastos por la adquisición de repuestos y accesorios para copiadoras, equipos, maquinarias y equipos de oficina y otros afines	Recursos	Unidad de medida	Cantidad	Precio (S/.)	Costo Total (S/.)		
	Laptop	Unidad	1	600	600		
	Celular	Unidad	1	1000	430		
<b>Sub Total</b>					<b>1030</b>		
<b>Total</b>					<b>1050</b>		
APORTE NO MONETARIO							
Recursos humanos / UCV							
2.5.21.13 Trasferencias a universidades privadas destinados a financiar en forma parcial o total los gastos corrientes sin fines de lucro	Matricula (S/.)	Pensión mensual (S/.)	Meses	Total, Pensión (S/.)	Total (S/.)		
	350	550	5	2750	3100		
<b>Total</b>					<b>3100</b>		
APORTE NO MONETARIO							
Gastos operativos / Tesista							
Clasificación	Recursos	Cantidad de meses	Costo Mensual (S/.)	Costo Total (S/.)			
2.3.22.11 Gastos por el consumo de energía eléctrica por las entidades públicas, para el funcionamiento de sus instalaciones	Luz	9	50	450			
2.3.22.23 Gastos por el consumo de agua potable y tratada por las entidades públicas, para el funcionamiento de sus instalaciones	Agua	9	25	225			
2.3.22.12 Gastos por concepto de conexión a la red internacional de información (internet), usados por las entidades en el desempeño de sus funciones	Internet	9	45	405			
<b>Total</b>					<b>1080</b>		
APORTE NO MONETARIO							
Recursos humanos / Empresa							
Clasificación	Tipo	Sueldo	Horas	Cantidad	Total, de Horas	Costo x Hora (S/.)	Costo Total (S/.)
2.3.27.3 Gastos por contratos de personas naturales y jurídicas prestadoras de servicios de capacitación y perfeccionamiento al personal orientado a mejorar la gestión y el servicio de la entidad	Capacitación de operarios	S/.2200.00	4	3	12	10.59	<b>127.02</b>
	Capacitación del jefe de maestranza	S/.3800.00	4	1	4	18.28	<b>73.13</b>
<b>Total</b>							<b>200.15</b>
<b>TOTAL</b>							<b>S/. 5430.15</b>

Anexo 37: Financiamiento de la tesis de investigación.

<b>Empresa</b>	MATSERPLAST ASB S.A.C.	
<b>Tesista</b>	FLORES QUINTANA AMÉRICO FRANCIS	
<b>Financiamiento de la tesis de investigación</b>		
	Nuevos Soles (S/.)	%
Aporte Monetario	S/3,310.50	37.87%
Aporte no Monetario	S/5,430.15	62.13%
TOTAL	S/8,740.65	100.00%





Anexo 39: Formato de revisión diaria, semanal, mensual, trimestral, semestral y anual.

<b>Empresa:</b>	<b>Matserplast asb S.A.C.</b>	<b>Código:</b>	<b>1</b>
<b>Elaborado por:</b>	<b>Flores Quintana Américo Francis</b>	<b>Versión:</b>	<b>1</b>
Hora de inicio: _____	Hora fin: _____		
Técnico: _____			
<b>CÓDIGO DE MÁQUINA:</b>			
_____			
<b><u>FORMATO DE INSPECCIÓN DIARIA</u></b>			
Semana: _____			
Fecha: _____			
Observación completa de la máquina	SI	<input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
Lubricación de la bancada	SI	<input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
Limpieza de virutas en máquina	SI	<input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
Verificar porta-herramientas completas	SI	<input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
Calentamiento de la máquina	SI	<input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
Observaciones			
_____			
_____			
_____			
_____			
Supervisor de mantenimiento			

Empresa:	Matserplast asb S.A.C.	Código:	2
Elaborado por:	Flores Quintana Américo Francis	Versión:	1

Hora de inicio: \_\_\_\_\_ Hora fin: \_\_\_\_\_

Técnico: \_\_\_\_\_

CÓDIGO DE MÁQUINA:

\_\_\_\_\_

**FORMATO DE INSPECCIÓN SEMANAL**

Semana: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Cambio de refrigerante	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
Lubricación manual de husillo	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
Lubricación de bancada	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
Limpieza de filtro de viruta	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
Limpieza de fuente de refrigerante	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
Lubricado de porta herramientas	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>

Observaciones

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
 Supervisor de mantenimiento

<b>Empresa:</b>	<b>Matserplast asb S.A.C.</b>	<b>Código:</b>	<b>3</b>
<b>Elaborado por:</b>	<b>Flores Quintana Américo Francis</b>	<b>Versión:</b>	<b>1</b>

Hora de inicio: \_\_\_\_\_ Hora fin: \_\_\_\_\_

Técnico: \_\_\_\_\_

**CÓDIGO DE MÁQUINA:**

\_\_\_\_\_

**FORMATO DE INSPECCIÓN MENSUAL**

Semana: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Verificar red de corriente eléctrica	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
Limpieza de filtro de aceite	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
Verificar condiciones de las partes móviles	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
Limpieza de bomba de refrigerante	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
Verificar estado de husillo	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
Limpieza externa de la máquina	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>

Observaciones

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
 Supervisor de mantenimiento

<b>Empresa:</b>	<b>Matserplast asb S.A.C.</b>	<b>Código:</b>	<b>4</b>
<b>Elaborado por:</b>	<b>Flores Quintana Américo Francis</b>	<b>Versión:</b>	<b>1</b>

Hora de inicio: \_\_\_\_\_ Hora fin: \_\_\_\_\_

Técnico: \_\_\_\_\_

**CÓDIGO DE MÁQUINA:**

\_\_\_\_\_

**FORMATO DE INSPECCIÓN TRIMESTRAL**

Semana: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Verificar conexiones eléctricas	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
Verificar pernos de anclaje y nivel	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>

Observaciones

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
 Supervisor de mantenimiento

Empresa:	Matserplast asb S.A.C.	Código:	5
Elaborado por:	Flores Quintana Américo Francis	Versión:	1

Hora de inicio: \_\_\_\_\_ Hora fin: \_\_\_\_\_

Técnico: \_\_\_\_\_

**CÓDIGO DE MÁQUINA:**

\_\_\_\_\_

**FORMATO DE INSPECCIÓN SEMESTRAL**

Semana: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Limpieza de control electrónico	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
Limpieza de tablero electrónico	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
Revisión de tablero eléctrico	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>

Observaciones

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
 Supervisor de mantenimiento

<b>Empresa:</b>	<b>Matserplast asb S.A.C.</b>	<b>Código:</b>	<b>6</b>
<b>Elaborado por:</b>	<b>Flores Quintana Américo Francis</b>	<b>Versión:</b>	<b>1</b>

Hora de inicio: \_\_\_\_\_ Hora fin: \_\_\_\_\_

Técnico: \_\_\_\_\_

**CÓDIGO DE MÁQUINA:**

\_\_\_\_\_

**FORMATO DE INSPECCIÓN ANUAL**

Semana: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Cambio de aceite general a toda máquina	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
Verificar la tarjeta electrónica	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
Revisión de motores y sistema automatizado	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>

Observaciones

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
 Supervisor de mantenimiento

Anexo 40: Lista de asistencia a la charla de introducción.

MATSERPLAST ASB S.A.C.		MAESTRANZA	CÓDIGO: 0002
FORMATO DE ASISTENCIA		REVISIÓN: 01	Pág. 2 de 3
TEMA	CAPACITACIÓN MANUAL DE MANTENIMIENTO		
EXPOSITOR	FLORES QUINTANA AMÉRICO FRANCIS		
LUGAR	JIRÓN LOS YUNGUES 5131 LOS OLIVOS		
DURACIÓN	3 Horas		
CAPACITACIÓN	ENTRENAMIENTO		
FECHA	05 DE JUNIO DE 2023		

N°	NOMBRES Y APELLIDOS	PUESTO	FIRMA
1	Vásquez Valverde Angel Paul	Tec. Mantenimiento	<i>[Firma]</i>
2	Ames Barrios Silva	Tec. Mantenimiento	<i>[Firma]</i>
3	Silvestre Molina Ramon	Tec. Mantenimiento	<i>[Firma]</i>
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			

Anexo 41: Lista de asistencia al entrenamiento.

MATSERPLAST ASB S.A.C.		MAESTRANZA	CÓDIGO: 0002
FORMATO DE ASISTENCIA		REVISIÓN: 01	Pág. 2 de 3
TEMA	CAPACITACIÓN MANUAL DE MANTENIMIENTO		
EXPOSITOR	FLORES QUINTANA AMÉRICO FRANCIS		
LUGAR	JIRÓN LOS YUNGUES 5131 LOS OLIVOS		
DURACIÓN	3 Horas		
CAPACITACIÓN	ENTRENAMIENTO		
FECHA	05 DE JUNIO DE 2023		

N°	NOMBRES Y APELLIDOS	PUESTO	FIRMA
1	Vásquez Valverde Angel Paul	Tec. Mantenimiento	<i>[Firma]</i>
2	Ames Barrios Silva	Tec. Mantenimiento	<i>[Firma]</i>
3	Silvestre Molina Ramon	Tec. Mantenimiento	<i>[Firma]</i>
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			

MATSERPLAST ASB S.A.C.		MAESTRANZA	CÓDIGO: 0001
FORMATO DE ASISTENCIA		REVISIÓN: 01	Pág. 1 de 3
TEMA	CHARLA DE INTRODUCCIÓN		
EXPOSITOR	FLORES QUINTANA AMÉRICO FRANCIS		
LUGAR	JIRÓN LOS YUNGUES 5131 LOS OLIVOS		
DURACIÓN	45 minutos		
CAPACITACIÓN	REUNIÓN		
FECHA	01 DE JUNIO DE 2023		

N°	NOMBRES Y APELLIDOS	PUESTO	FIRMA
1	Vásquez Valverde Angel Paul	Tec. Mantenimiento	<i>[Firma]</i>
2	Ames Barrios Silva	Tec. Mantenimiento	<i>[Firma]</i>
3	Silvestre Molina Ramon	Tec. Mantenimiento	<i>[Firma]</i>
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			

## Anexo 42: Manual de mantenimiento preventivo.

	VERSIÓN: 01
	CÓDIGO: PLAN-MP-001
	PÁGINA: 1 DE 21
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MÁQUINAS CNC DE LA EMPRESA MATSERPLAST ASB S.A.C.	

### 1. OBJETIVO DEL PLAN

Los objetivos principales de un plan de mantenimiento preventivo son:

- Mantener al equipo en buenas condiciones de operación.
- Reducción del riesgo de fallas.
- Aumentar la vida útil del equipo.
- Reducir los costes del mantenimiento a largo plazo.
- Reducir los accidentes laborales.
- Cumplir con las regulaciones y normas de seguridad.

Un plan de mantenimiento preventivo se centra en mantener los equipos y activos en campo en óptimas condiciones de funcionamiento.

### 2. ALCANCE

Un plan de mantenimiento preventivo es una estrategia o proceso que de forma integral reconoce y aborda los posibles problemas existentes en los equipos o piezas. Su objetivo es anticipar cualquier cuestión que comprometa su funcionamiento. Para crear un plan de mantenimiento preventivo, se deben seguir los siguientes pasos:

- Definir los objetivos
- Establecer el presupuesto
- Hacer un inventario de los activos

	VERSIÓN: 01
	CÓDIGO: PLAN-MP-001
	PÁGINA: 2 DE 21
<b>PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MÁQUINAS CNC DE LA EMPRESA MATSERPLAST ASB S.A.C.</b>	

- Establecer prioridades
- Consultar los manuales de los equipos y las obligaciones legales

### 3. RESPONSABILIDAD

Las implicaciones y responsabilidades del mantenimiento preventivo son:

- Reducir el desgaste excesivo de los equipos.
- Prevenir daños prematuros en equipos críticos.
- Eliminar inspecciones y mantenimientos innecesarios.
- Ahorrar tiempo y dinero.
- Controlar problemas futuros.
- Garantizar la continuidad del negocio.
- Identificar las necesidades actuales y futuras del área de mantenimiento y planificar la disponibilidad de recursos para brindarles una cobertura adecuada.
- Asegurar el cumplimiento de las normas de seguridad laboral.
- Negociar los precios y las condiciones de los servicios prestados.
- Planificar las actividades de mantenimiento preventivo.

	VERSIÓN: 01
	CÓDIGO: PLAN-MP-001
	PÁGINA: 3 DE 21
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MÁQUINAS CNC DE LA EMPRESA MATSERPLAST ASB S.A.C.	

#### 4. PLAN DE MANTENIMIENTO DE LAS MAQUINAS EN EL ÁREA MAESTRANZA

Cuando se trata de dar mantenimiento a una [máquina CNC](#) (Control Numérico Computarizado), es esencial garantizar su durabilidad y rendimiento. Ya sea el mantenimiento, la revisión rutinaria o los accesorios particulares, mantener las máquinas herramienta al día es lo más importante. Para esto tocaremos los siguientes puntos:

- Compruebe la lubricación.
- Afilar las piezas clave.
- Compruebe las especificaciones de alineación.
  
- Examine la limpieza durante el mantenimiento a una máquina CNC.
- Cuidar bien las piezas y el equipo.
- No sobrecargue sus máquinas.

Las máquinas CNC y las máquinas herramienta son la columna vertebral del sector manufacturero.

Son las máquinas que se encargan de construir otras máquinas para todas las industrias. Y, por tanto, garantizar el buen funcionamiento de dichas máquinas no sólo es fundamental para la industria de las máquinas herramienta, sino para el sector de la fabricación en su conjunto.

	<b>VERSIÓN: 01</b>
	<b>CÓDIGO: PLAN-MP-001</b>
	<b>PÁGINA: 4 DE 21</b>
<b>PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MÁQUINAS CNC DE LA EMPRESA MATSERPLAST ASB S.A.C.</b>	

Las máquinas herramienta de buena calidad pueden suponer una fuerte inversión, pero al mismo tiempo funcionan durante mucho tiempo.

A continuación, se explican los puntos de enfoque para el mantenimiento de las máquinas CNC:

### **COMPRUEBE LA LUBRICACIÓN**

Lo primero que hay que tener en cuenta y poner en práctica es comprobar la lubricación de las máquinas herramienta que se utilizan con frecuencia.

En este caso, es muy importante inspeccionar los niveles de lubricación de forma regular. Si se asegura de que los equipos están correctamente lubricados, podrá proteger fácilmente sus motores durante un período prolongado.

Incluye el engrase y el aceitado de las piezas o componentes móviles de todas las herramientas. Ten siempre la cantidad adecuada de aceite o utiliza otros lubricantes para que tus máquinas-herramienta funcionen sin averías.

### **AFILAR LAS PIEZAS CLAVE**

Si utilizas máquinas-herramienta que tienen componentes contruidos para cortar, rebanar, afilar o picar, entonces debe asegurarse de que las piezas mantengan su afilado.

Si estás utilizando piezas de láser para cortar, entonces asegúrese de que estas piezas también están en buenas condiciones.

Si no se realiza un mantenimiento rutinario de los accesorios específicos que deben conservar su afilado para un rendimiento óptimo, estará poniendo en riesgo la calidad

	<b>VERSIÓN: 01</b>
	<b>CÓDIGO: PLAN-MP-001</b>
	<b>PÁGINA: 5 DE 21</b>
<b>PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MÁQUINAS CNC DE LA EMPRESA MATSERPLAST ASB S.A.C.</b>	

de su producción. Asegúrese de que los equipos utilizados para el corte estén bien afilados.

### **COMPRUEBE LAS ESPECIFICACIONES DE ALINEACIÓN**

Otro paso importante de mantenimiento es evitar que cualquier accesorio o componente esté desalineado. La desalineación de los componentes puede afectar negativamente al rendimiento de la máquina.

Para decidir si sus máquinas-herramienta están bien alineadas, basta con realizar unos cuantos trabajos de prueba y probar los accesorios para comprobar el funcionamiento de sus piezas.

### **EXAMINE LA LIMPIEZA DURANTE EL MANTENIMIENTO A UNA MÁQUINA CNC**

Aunque esto es obvio, debe asegurarse de que sus máquinas herramienta se limpien regularmente. Limpiando las diferentes piezas de las máquinas a diario o semanalmente, se asegurará de que funcionen a su capacidad óptima.

Hay que cuidar la limpieza de las máquinas para evitar que se estropeen determinadas piezas. Cuando las máquinas acumulan mucha suciedad o empiezan a oxidarse, pueden surgir problemas a largo plazo.

### **CUIDAR BIEN LAS PIEZAS Y EL EQUIPO**

Para mantener correctamente sus máquinas-herramienta, es importante realizar revisiones rutinarias de mantenimiento de todos los accesorios y piezas. Un aspecto importante de este cuidado preventivo es asegurarse de que todos los accesorios y equipos de su máquina se manejan con cuidado y se almacenan de forma segura.

	VERSIÓN: 01
	CÓDIGO: PLAN-MP-001
	PÁGINA: 6 DE 21
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MÁQUINAS CNC DE LA EMPRESA MATSERPLAST ASB S.A.C.	

No debe ser en absoluto descuidado con ninguna de las piezas de su máquina. Haga todo lo posible para detectar posibles problemas.

Todos los problemas pueden abordarse más fácilmente si se detectan a tiempo. Lleve una lista de comprobación y registre cuidadosamente todas las actuaciones de mantenimiento para seguir adelante.

### **NO SOBRECARGUE SUS MÁQUINAS**

No sobrepase los límites de rendimiento y las especificaciones de las piezas de su máquina que figuran en el manual del propietario.

Conocer los límites de peso para las inclinaciones y las cargas para el tránsito es una forma sencilla de mantener las máquinas herramienta en buen estado. La mayoría de las máquinas herramienta están programadas con múltiples modos de potencia.

Por eso es importante que los operarios se aseguren de que las piezas de sus máquinas están configuradas en el modo de potencia correcto.

Siguiendo todas estas sencillas medidas de precaución, podrá prolongar la vida de sus máquinas y ahorrarse desagradables golpes y averías. Una buena regla general en este sentido es comprobar regularmente todas las piezas de su máquina y mantenerlas en condiciones óptimas de funcionamiento.

	VERSIÓN: 01
	CÓDIGO: PLAN-MP-001
	PÁGINA: 7 DE 21
<b>PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MÁQUINAS CNC DE LA EMPRESA MATSERPLAST ASB S.A.C.</b>	

## 5. DEFINICIONES

### **MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Es el desarrollado antes que se presente una avería o falla, se efectúa en límites controlados sin que haya algún percance en el proceso. Se efectúa a razón de la pericia y experiencia del personal destinado, ya que ellos son los responsables de decidir cuándo es necesario efectuar el mantenimiento; el fabricante por lo general cronograma el tiempo adecuado en manuales técnicos.

### **MÁQUINA HERRAMIENTA**

Una máquina herramienta es una máquina que por procedimientos mecánicos hace funcionar una herramienta, sustituyendo el trabajo del operario. Se utiliza para dar forma a piezas sólidas, principalmente metales. Las máquinas herramientas pueden operarse manualmente o mediante control automático. Por lo general, son máquinas de potencia para corte o conformación de metales que se utilizan para dar forma a metales mediante eliminación de virutas, prensado, estirado o corte, y procesos de maquinado eléctrico controlados.

### **MÁQUINA CNC**

Las máquinas CNC son dispositivos controlados vía computadora habilitados para tratar materiales como madera, foami, plástico, MDF, metal, entre muchos otros. CNC son las siglas en inglés de Computer Numerical Control (Control numérico de computadoras). El surgimiento de las máquinas CNC ha optimizado el proceso técnico de creación industrial y artística, también estos dispositivos automatizan



VERSIÓN: 01

CÓDIGO: PLAN-MP-001

PÁGINA: 8 DE 21

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MÁQUINAS CNC DE LA EMPRESA  
MATSERPLAST ASB S.A.C.**

secuencias maquinarias y técnicas que permiten la creación de piezas que manualmente no podrían hacerse.

**ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

N°	Actividades Diarias	Encargado del Mantenimiento
1	Observación completa de la máquina	Operario de Maestranza
2	Lubricación de la bancada	
3	Limpieza de virutas en máquina	
4	Verificar porta-herramientas completas	
5	Calentamiento de máquina	
N°	Actividades Semanales	Encargado del Mantenimiento
1	Cambio de refrigerante	Operario de Maestranza
2	Lubricación manual de husillo	
3	Lubricación de bancada	
4	Limpieza de filtro de viruta	
5	Limpieza de fuente de refrigerante	
6	Lubricado de porta herramientas	
N°	Actividades Mensuales	Encargado del Mantenimiento
1	Verificar red de corriente eléctrica	Operario de Mantenimiento
2	Limpieza del filtro de aceite	
3	Verificar condiciones de las partes móviles	
4	Limpieza de bomba de refrigerante	
5	Verificar estado de husillo	
6	Limpieza externa de la máquina	
N°	Actividades Trimestral	Encargado del Mantenimiento
1	Verificar conexiones eléctricas	Operario de Mantenimiento
2	Verificar ajuste de pernos de anclaje y nivel	
N°	Actividades Semestrales	Encargado del Mantenimiento
1	Limpieza de control electrónico	Operario de Mantenimiento
2	Limpieza de tablero eléctrico	
3	Revisión de tablero eléctrico	
N°	Actividades Anuales	Encargado del Mantenimiento
1	Cambio de aceite general a toda la máquina	Operario de Mantenimiento
2	Verificar la tarjeta electrónica	

	VERSIÓN: 01
	CÓDIGO: PLAN-MP-001
	PÁGINA: 9 DE 21
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MÁQUINAS CNC DE LA EMPRESA MATSERPLAST ASB S.A.C.	

## 6. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

Se realizará actividades diarias, semanales, mensuales, trimestrales, semestrales y anuales. Donde tanto el personal de mantenimiento y el personal de maestranza harán efecto.

Diariamente el técnico de maestranza encargado de la máquina CNC efectuará la observación completa de la máquina, lubricación de la bancada, limpieza de virutas en máquina, verificar porta-herramientas completo y calentamiento de máquina. Completando el formato de inspección correspondiente.

Empresa:	Matserplast asb S.A.C.	Código:	1
Elaborado por:	Flores Quintana Américo Francis	Versión:	1

Hora de inicio: \_\_\_\_\_ Hora fin: \_\_\_\_\_  
 Técnico: \_\_\_\_\_  
 CÓDIGO DE MÁQUINA:  
 \_\_\_\_\_  
**FORMATO DE INSPECCIÓN DIARIA**  
 Semana: \_\_\_\_\_  
 Fecha: \_\_\_\_\_

Observación completa de la máquina	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
Lubricación de la bancada	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
Limpieza de virutas en máquina	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
Verificar porta-herramientas completas	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
Calentamiento de la máquina	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>

Observaciones

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Supervisor de mantenimiento

	<b>VERSIÓN: 01</b>
	<b>CÓDIGO: PLAN-MP-001</b>
	<b>PÁGINA: 10 DE 21</b>
<b>PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MÁQUINAS CNC DE LA EMPRESA MATSERPLAST ASB S.A.C.</b>	

Semanalmente el técnico de maestranza encargado de la máquina CNC efectuará el cambio de refrigerante, lubricación manual de husillo, lubricación bancada, limpieza de viruta, limpieza de fuente de refrigerante y el lubricado de porta herramientas. Completando el formato de inspección correspondiente.

Empresa:	Matserplast asb S.A.C.	Código:	2
Elaborado por:	Flores Quintana Américo Francís	Versión:	1

Hora de inicio: \_\_\_\_\_ Hora fin: \_\_\_\_\_

Técnico: \_\_\_\_\_

CÓDIGO DE MÁQUINA:  
\_\_\_\_\_

**FORMATO DE INSPECCIÓN SEMANAL**

Semana: \_\_\_\_\_  
Fecha: \_\_\_\_\_

Cambio de refrigerante	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
Lubricación manual de husillo	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
Lubricación de bancada	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
Limpieza de filtro de viruta	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
Limpieza de fuente de refrigerante	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
Lubricado de porta herramientas	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>

Observaciones  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Supervisor de mantenimiento

	VERSIÓN: 01
	CÓDIGO: PLAN-MP-001
	PÁGINA: 11 DE 21
<b>PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MÁQUINAS CNC DE LA EMPRESA MATSERPLAST ASB S.A.C.</b>	

Mensualmente el técnico de mantenimiento encargado de la máquina CNC efectuará la verificación de red de corriente eléctrica, limpieza del filtro de aceite, verificar condiciones de las partes móviles, limpieza de bomba de refrigerante, verificar estado de husillo y limpieza externa de la máquina. Completando el formato de inspección correspondiente.

Empresa:	Matserplast asb S.A.C.	Código:	3
Elaborado por:	Flores Quintana Américo Francís	Versión:	1

Hora de inicio: \_\_\_\_\_ Hora fin: \_\_\_\_\_

Técnico: \_\_\_\_\_

CÓDIGO DE MÁQUINA:  
\_\_\_\_\_

**FORMATO DE INSPECCIÓN MENSUAL**

Semana: \_\_\_\_\_  
Fecha: \_\_\_\_\_

Verificar red de corriente eléctrica	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
Limpieza de filtro de aceite	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
Verificar condiciones de las partes móviles	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
Limpieza de bomba de refrigerante	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
Verificar estado de husillo	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
Limpieza externa de la máquina	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>

Observaciones  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Supervisor de mantenimiento

	VERSIÓN: 01
	CÓDIGO: PLAN-MP-001
	PÁGINA: 12 DE 21
<b>PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MÁQUINAS CNC DE LA EMPRESA MATSERPLAST ASB S.A.C.</b>	

Trimestralmente el técnico de mantenimiento encargado de la máquina CNC efectuará la verificación de conexiones eléctricas y verificación de ajuste de pernos de anclaje y nivel. Completando el formato de inspección correspondiente.

<b>Empresa:</b>	<b>Matserplast asb S.A.C.</b>	<b>Código:</b>	<b>4</b>
<b>Elaborado por:</b>	<b>Flores Quintana Américo Francis</b>	<b>Versión:</b>	<b>1</b>
Hora de inicio:	_____	Hora fin:	_____
Técnico:	_____		
<b>CÓDIGO DE MÁQUINA:</b>			
_____			
<b><u>FORMATO DE INSPECCIÓN TRIMESTRAL</u></b>			
Semana:	_____		
Fecha:	_____		
Verificar conexiones eléctricas	SI	<input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
Verificar pernos de anclaje y nivel	SI	<input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
Observaciones			
_____			
_____			
_____			
_____ Supervisor de mantenimiento			

	<b>VERSIÓN: 01</b>
	<b>CÓDIGO: PLAN-MP-001</b>
	<b>PÁGINA: 13 DE 21</b>
<b>PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MÁQUINAS CNC DE LA EMPRESA MATSERPLAST ASB S.A.C.</b>	

Semestralmente el técnico de mantenimiento encargado de la máquina CNC efectuará la limpieza del control electrónico, limpieza de tablero electrónico y revisión de tablero eléctrico. Completando el formato de inspección correspondiente.

Empresa:	Matserplast asb S.A.C.	Código:	5
Elaborado por:	Flores Quintana Américo Francis	Versión:	1
Hora de inicio: _____		Hora fin: _____	
Técnico: _____			
CÓDIGO DE MÁQUINA:			
_____			
<b><u>FORMATO DE INSPECCIÓN SEMESTRAL</u></b>			
Semana: _____			
Fecha: _____			
Limpieza de control electrónico	SI	<input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
Limpieza de tablero electrónico	SI	<input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
Revisión de tablero eléctrico	SI	<input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
Observaciones			
_____			
_____			
_____			
_____			
Supervisor de mantenimiento			

	VERSIÓN: 01
	CÓDIGO: PLAN-MP-001
	PÁGINA: 14 DE 21
<b>PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MÁQUINAS CNC DE LA EMPRESA MATSERPLAST ASB S.A.C.</b>	

Anualmente el técnico de mantenimiento encargado de la máquina CNC efectuará el cambio de aceite general a toda la máquina, verificar la tarjeta electrónica y revisión

de motores y sistema automatizado. Completando el formato de inspección correspondiente.

Empresa:	Matserplast asb S.A.C.	Código:	6
Elaborado por:	Flores Quintana Américo Francis	Versión:	1
Hora de inicio: _____		Hora fin: _____	
Técnico: _____			
CÓDIGO DE MÁQUINA:			
_____			
<b><u>FORMATO DE INSPECCIÓN ANUAL</u></b>			
Semana: _____			
Fecha: _____			
Cambio de aceite general a toda máquina	SI	<input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
Verificar la tarjeta electrónica	SI	<input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
Revisión de motores y sistema automatizado	SI	<input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
Observaciones			
_____			
_____			
_____			
_____ Supervisor de mantenimiento			



	<b>VERSIÓN: 01</b>
	<b>CÓDIGO: PLAN-MP-001</b>
	<b>PÁGINA: 16 DE 21</b>
<b>PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MÁQUINAS CNC DE LA EMPRESA MATSERPLAST ASB S.A.C.</b>	

## 8. LEVANTAMIENTO DE INVENTARIOS

El levantamiento de inventario es el proceso de contar y registrar los productos que se almacenan en una empresa. Para realizar el levantamiento de inventario, se deben seguir los siguientes pasos:

1. Localizar los centros donde se hará el recuento físico.
2. Clasificar los productos y las estanterías según su tipología.
3. Preparar al equipo de operarios que realizará el conteo y el registro.
4. Equipar al equipo con las herramientas necesarias, como lectores de código de barras, terminales portátiles, etc.
5. Utilizar un software de inventario físico que facilite la captura y el análisis de los datos.
6. Seguir un manual de instrucciones que indique cómo proceder en cada caso.

## 9. RECOMENDACIONES A USUARIO FINALES

- ✓ Se realiza en base al tiempo de uso.
- ✓ Es un mantenimiento planeado frente a las fallas potenciales
- ✓ Se realiza según horas de utilización o según calendario.
- ✓ Es rutinario con frecuencia fija (la frecuencia puede variarse si se hace un estudio de las condiciones de trabajo en una operación específica).
- ✓ Surge de la necesidad de rebajar el correctivo y todo lo que representa.



VERSIÓN: 01

CÓDIGO: PLAN-MP-001

PÁGINA: 17 DE 21

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MÁQUINAS CNC DE LA EMPRESA  
MATSERPLAST ASB S.A.C.**

- ✓ Previene las reparaciones mediante una rutina de inspecciones periódicas y la renovación de los elementos dañados.
- ✓ Se aprovechan los periodos de cambio de aceites. Se desarrolla un plan de acción para cada máquina.
- ✓ Consiste en programar revisiones de los equipos, apoyándose en el conocimiento de la máquina en base a la experiencia y los históricos obtenidos de las mismas.

## 11. CONTROL DE CAMBIOS

DATOS GENERALES						
FECHA						
TÉCNICO						
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO						
EQUIPO/UBICACIÓN	MARCA	MODELO	DIMENSIONES	TIEMPO DE USO	ÚLTIMA FECHA DE CAMBIO	NUEVA UBICACIÓN

	VERSIÓN: 01
	CÓDIGO: PLAN-MP-001
	PÁGINA: 18 DE 21
<b>PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MÁQUINAS CNC DE LA EMPRESA MATSERPLAST ASB S.A.C.</b>	

Revisado por:	Aprobado por:
Cargo: Técnico en Mantenimiento	Cargo: Jefe de área de Mantenimiento
Fecha:	Fecha:

## 12. GLOSARIO

### **Acción correctiva**

Acción tomada para eliminar una no-conformidad, un defecto o una situación indeseable detectada con el fin de evitar su repetición.

### **Acción de mantenimiento**

Secuencia de actividades básicas de mantenimiento realizadas para un fin determinado.

### **Acción preventiva**

Acción tomada para eliminar las posibles causas de una no conformidad, defecto o situación indeseable, con el fin de evitar que ocurra.

### **Actividad de mantenimiento elemental**

En un nivel de intervención determinado, es básicamente cada una de las actividades de trabajo en las que se puede dirigir una actividad de mantenimiento.

### **Base de datos de mantenimiento**

Conjunto de información sobre el mantenimiento, su personal, eventos y ocurrencias con las máquinas, su registro y códigos, divulgados o no.

### **Calendario de mantenimiento**

	VERSIÓN: 01
	CÓDIGO: PLAN-MP-001
	PÁGINA: 19 DE 21
<b>PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MÁQUINAS CNC DE LA EMPRESA MATSERPLAST ASB S.A.C.</b>	

Posición dentro de una organización en la que se llevan a cabo niveles específicos de mantenimiento en un elemento.

**Caducidad**

Expresión utilizada para explicar el tiempo máximo en que los materiales almacenados mantienen inalteradas sus características.

**Capacidad de mantenimiento**

La facilidad para realizar actividades de mantenimiento en un activo o equipo. Tiene como objetivo medir la probabilidad de que un equipo en estado de fallo pueda volver a las condiciones normales de funcionamiento después de ser sometido a mantenimiento.

**Causa de mantenimiento**

Área de mantenimiento entendida como el origen del evento que hizo que la unidad perdiera la capacidad de realizar, total o parcialmente, su función requerida.

**Ciclo de vida**

Tiempo durante el cual un artículo conserva su capacidad de uso.

**Clase**

Categoría o clasificación que se asigna a las entidades que tienen la misma función pero que difieren en términos de requisitos de calidad.

**Compatibilidad**

Capacidad de las entidades para ser utilizadas, en condiciones específicas, para cumplir los requisitos pertinentes.

**Componente**

Unidad perteneciente a un conjunto.

	VERSIÓN: 01
	CÓDIGO: PLAN-MP-001
	PÁGINA: 20 DE 21
<b>PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MÁQUINAS CNC DE LA EMPRESA MATSERPLAST ASB S.A.C.</b>	

**Fiabilidad**

Capacidad de un elemento o máquina de funcionar correctamente en las condiciones previstas durante un determinado período de tiempo, o de seguir funcionando después de un determinado período de funcionamiento.

**Control**

Seguimiento en la ejecución de cualquier empresa para que no se desvíe de la finalidad preestablecida.

**Criticidad**

A tributo que expresa la importancia de una máquina o equipo dentro de un proceso de producción. Es la representación de lo indispensable que es un equipo en el contexto operativo de un sistema.

**Disponibilidad**

Pérdida de la capacidad de un elemento, instalación, máquina o sistema de producción para realizar su función específica.

**Defecto**

Cambio en el estado de un elemento, máquina, sistema operativo.

**Deficiencia**

Mal funcionamiento de una máquina o equipo, pero que no provoca su indisponibilidad.

**Depreciación del equipo**

Medida de la disminución del valor de un equipo cada año.

**Durabilidad**

Capacidad de un elemento para realizar una función requerida en unas condiciones de uso y mantenimiento determinadas, hasta alcanzar un estado límite.

	<b>VERSIÓN:</b> 01
	<b>CÓDIGO:</b> PLAN-MP-001
	<b>PÁGINA:</b> 21 DE 21
<b>PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MÁQUINAS CNC DE LA EMPRESA MATSERPLAST ASB S.A.C.</b>	

### **Equipos**

Elementos importantes para el buen funcionamiento de una empresa y de toda su maquinaria, que garantizan un flujo rápido y un entorno más seguro para los empleados.

### **Especificación**

Descripción de las propiedades de un artículo.

### **Fase**

Periodo distinto de una actividad u operación, al final del cual cambia la naturaleza o característica de la acción, iniciándose otra.

### **Herramienta**

Utensilio, dispositivo o mecanismo físico o intelectual utilizado por los trabajadores de diversas áreas para realizar una determinada tarea.

### **Gestión de mantenimiento**

Conjunto de actitudes y determinaciones que rigen el comportamiento del mantenimiento en su conjunto, normalmente emanadas del responsable de la actuación del equipo.

<b>VER</b>	<b>FECHA</b>	<b>ELABORÓ</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
0	01/06/2023	AMÉRICO FRANCIS FLORES QUINTANA	VERSIÓN ORIGINAL

Anexo 43: Formato de cálculo de la disponibilidad y fiabilidad de los meses Agosto y Setiembre (Post-test).

Formato de cálculo de la disponibilidad y fiabilidad de la máquina: CEN-CNC-1_Agosto							
Empresa	Matserplast asb S.A.C.					Método	Post-test
Elaborado por	Flores Quintana Américo Francis					Máquina	CEN-CNC-1
Dimensión	Indicador	Leyenda	Técnica	Instrumento		Fórmula	
Disponibilidad (D)	Paradas por mantenimiento	T: Tiempo total (Horas). PM: Paradas por mantenimiento (Horas).	Observación	Fichas de control y hojas de verificación		$%D = [(T - PM) / T]$	
Fiabilidad (F)	Tiempo entre fallas	TEF: Tiempo entre fallas (Horas). MTBF: Tiempo medio entre fallas (Horas). MTTR: Tiempo Medio Para Reparación (Horas).	Observación	Fichas de control y hojas de verificación		$%F = MTBF / (MTBF + MTTR)$	
Día trabajado		Tiempo total (Horas)	Paradas por mantenimiento (Horas)	%Disponibilidad	Tiempo medio entre fallas (Horas)	Tiempo medio para reparación (Horas)	%Fiabilidad
1/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
2/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
3/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
4/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.55	93.21%	
5/08/2023	8	0.55	93.13%	7.45	0.45	94.30%	
7/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
8/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
9/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
10/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
11/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.55	93.21%	
12/08/2023	8	0.55	93.13%	7.45	0.45	94.30%	
14/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
15/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
16/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
17/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
18/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.55	93.21%	
19/08/2023	8	0.55	93.13%	7.45	0.45	94.30%	
21/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
22/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
23/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
24/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
25/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.55	93.21%	
26/08/2023	8	0.55	93.13%	7.45	0.45	94.30%	
28/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
29/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
30/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.55	93.21%	
31/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
PROMEDIO				94.19%			94.15%

**Formato de cálculo de la disponibilidad y fiabilidad de la máquina: CEN-CNC-1\_Setiembre**

Empresa	Matserplast asb S.A.C.				Método	Post-test	
Elaborado por	Flores Quintana Américo Francis				Máquina	CEN-CNC-1	
Dimensión	Indicador	Legenda	Técnica	Instrumento		Fórmula	
Disponibilidad (D)	Paradas por mantenimiento	T: Tiempo total (Horas). PM: Paradas por mantenimiento (Horas).	Observación	Fichas de control y hojas de verificación		$%D = [(T - PM) / T]$	
Fiabilidad (F)	Tiempo entre fallas	TEF: Tiempo entre fallas (Horas). MTBF: Tiempo medio entre fallas (Horas). MTTR: Tiempo Medio Para Reparación (Horas).	Observación	Fichas de control y hojas de verificación		$%F = MTBF / (MTBF + MTTR)$	
	Día trabajado	Tiempo total (Horas)	Paradas por mantenimiento (Horas)	%Disponibilidad	Tiempo medio entre fallas (Horas)	Tiempo medio para reparación (Horas)	%Fiabilidad
	1/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.55	93.21%
	2/09/2023	8	0.55	93.13%	7.45	0.45	94.30%
	4/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%
	5/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%
	6/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%
	7/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%
	8/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.55	93.21%
	9/09/2023	8	0.55	93.13%	7.45	0.45	94.30%
	11/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%
	12/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%
	13/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%
	14/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%
	15/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.55	93.21%
	16/09/2023	8	0.55	93.13%	7.45	0.45	94.30%
	18/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%
	19/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%
	20/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%
	21/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%
	22/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.55	93.21%
	23/09/2023	8	0.55	93.13%	7.45	0.45	94.30%
	25/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%
	26/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%
	27/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%
	28/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%
	29/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.55	93.21%
	30/09/2023	8	0.55	93.13%	7.45	0.45	94.30%
	PROMEDIO			94.13%			94.14%

Formato de cálculo de la disponibilidad y fiabilidad de la máquina: CEN-CNC-2_Agosto							
Empresa	Matserplast asb S.A.C.					Método	Post-test
Elaborado por	Flores Quintana Américo Francis					Máquina	CEN-CNC-2
Dimensión	Indicador	Leyenda	Técnica	Instrumento		Fórmula	
Disponibilidad (D)	Paradas por mantenimiento	T: Tiempo total (Horas). PM: Paradas por mantenimiento (Horas).	Observación	Fichas de control y hojas de verificación		$%D = [(T - PM) / T]$	
Fiabilidad (F)	Tiempo entre fallas	TEF: Tiempo entre fallas (Horas). MTBF: Tiempo medio entre fallas (Horas). MTTR: Tiempo Medio Para Reparación (Horas).	Observación	Fichas de control y hojas de verificación		$%F = MTBF / (MTBF + MTTR)$	
Día trabajado		Tiempo total (Horas)	Paradas por mantenimiento (Horas)	%Disponibilidad	Tiempo medio entre fallas (Horas)	Tiempo medio para reparación (Horas)	%Fiabilidad
1/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
2/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
3/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
4/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.55	93.21%	
5/08/2023	8	0.55	93.13%	7.45	0.45	94.30%	
7/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
8/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
9/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
10/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
11/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.55	93.21%	
12/08/2023	8	0.55	93.13%	7.45	0.45	94.30%	
14/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
15/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
16/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
17/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
18/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.55	93.21%	
19/08/2023	8	0.55	93.13%	7.45	0.45	94.30%	
21/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
22/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
23/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
24/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
25/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.55	93.21%	
26/08/2023	8	0.55	93.13%	7.45	0.45	94.30%	
28/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
29/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
30/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
31/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
PROMEDIO				94.19%			94.19%

Formato de cálculo de la disponibilidad y fiabilidad de la máquina: CEN-CNC-2_Setiembre							
Empresa	Matserplast asb S.A.C.				Método	Post-test	
Elaborado por	Flores Quintana Américo Francis				Máquina	CEN-CNC-2	
Dimensión	Indicador	Leyenda	Técnica	Instrumento		Fórmula	
Disponibilidad (D)	Paradas por mantenimiento	T: Tiempo total (Horas). PM: Paradas por mantenimiento (Horas).	Observación	Fichas de control y hojas de verificación		$%D = [(T - PM) / T]$	
Fiabilidad (F)	Tiempo entre fallas	TEF: Tiempo entre fallas (Horas). MTBF: Tiempo medio entre fallas (Horas). MTTR: Tiempo Medio Para Reparación (Horas).	Observación	Fichas de control y hojas de verificación		$%F = MTBF / (MTBF + MTTR)$	
Día trabajado	Tiempo total (Horas)	Paradas por mantenimiento (Horas)	%Disponibilidad	Tiempo medio entre fallas (Horas)	Tiempo medio para reparación (Horas)	%Fiabilidad	
1/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.55	93.21%	
2/09/2023	8	0.55	93.13%	7.45	0.45	94.30%	
4/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
5/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
6/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
7/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
8/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.55	93.21%	
9/09/2023	8	0.55	93.13%	7.45	0.45	94.30%	
11/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
12/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
13/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
14/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
15/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.55	93.21%	
16/09/2023	8	0.55	93.13%	7.45	0.45	94.30%	
18/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
19/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
20/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
21/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
22/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.55	93.21%	
23/09/2023	8	0.55	93.13%	7.45	0.45	94.30%	
25/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
26/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
27/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
28/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
29/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.55	93.21%	
30/09/2023	8	0.55	93.13%	7.45	0.45	94.30%	
31/05/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
PROMEDIO				94.14%		94.15%	

Formato de cálculo de la disponibilidad y fiabilidad de la máquina: TOR-CNC-1_Agosto							
Empresa	Matserplast asb S.A.C.					Método	Post-test
Elaborado por	Flores Quintana Américo Francis					Máquina	TOR-CNC-1
Dimensión	Indicador	Leyenda	Técnica	Instrumento		Fórmula	
Disponibilidad (D)	Paradas por mantenimiento	T: Tiempo total (Horas). PM: Paradas por mantenimiento (Horas).	Observación	Fichas de control y hojas de verificación		$%D = [(T - PM) / T]$	
Fiabilidad (F)	Tiempo entre fallas	TEF: Tiempo entre fallas (Horas). MTBF: Tiempo medio entre fallas (Horas). MTTR: Tiempo Medio Para Reparación (Horas).	Observación	Fichas de control y hojas de verificación		$%F = MTBF / (MTBF + MTTR)$	
Día trabajado		Tiempo total (Horas)	Paradas por mantenimiento (Horas)	%Disponibilidad	Tiempo medio entre fallas (Horas)	Tiempo medio para reparación (Horas)	%Fiabilidad
1/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
2/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
3/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
4/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.55	93.21%	
5/08/2023	8	0.55	93.13%	7.45	0.45	94.30%	
7/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
8/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
9/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
10/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
11/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.55	93.21%	
12/08/2023	8	0.55	93.13%	7.45	0.45	94.30%	
14/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
15/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
16/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
17/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
18/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.55	93.21%	
19/08/2023	8	0.55	93.13%	7.45	0.45	94.30%	
21/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
22/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
23/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
24/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
25/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.55	93.21%	
26/08/2023	8	0.55	93.13%	7.45	0.45	94.30%	
28/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
29/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
30/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
31/08/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.44	94.49%	
PROMEDIO				94.19%			94.20%

Formato de cálculo de la disponibilidad y fiabilidad de la máquina: TOR-CNC-1_Setiembre							
Empresa	Matserplast asb S.A.C.					Método	Post-test
Elaborado por	Flores Quintana Américo Francis					Máquina	TOR-CNC-1
Dimensión	Indicador	Leyenda	Técnica	Instrumento		Fórmula	
Disponibilidad (D)	Paradas por mantenimiento	T: Tiempo total (Horas). PM: Paradas por mantenimiento (Horas).	Observación	Fichas de control y hojas de verificación		$%D = [(T - PM) / T]$	
Fiabilidad (F)	Tiempo entre fallas	TEF: Tiempo entre fallas (Horas). MTBF: Tiempo medio entre fallas (Horas). MTTR: Tiempo Medio Para Reparación (Horas).	Observación	Fichas de control y hojas de verificación		$%F = MTBF / (MTBF + MTTR)$	
Día trabajado		Tiempo total (Horas)	Paradas por mantenimiento (Horas)	%Disponibilidad	Tiempo medio entre fallas (Horas)	Tiempo medio para reparación (Horas)	%Fiabilidad
1/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.55	93.21%	
2/09/2023	8	0.55	93.13%	7.45	0.45	94.30%	
4/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
5/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
6/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
7/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
8/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.55	93.21%	
9/09/2023	8	0.55	93.13%	7.45	0.45	94.30%	
11/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
12/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
13/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
14/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
15/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.55	93.21%	
16/09/2023	8	0.55	93.13%	7.45	0.45	94.30%	
18/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
19/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
20/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
21/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
22/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.55	93.21%	
23/09/2023	8	0.55	93.13%	7.45	0.45	94.30%	
25/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
26/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
27/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
28/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
29/09/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.55	93.21%	
30/09/2023	8	0.55	93.13%	7.45	0.45	94.30%	
31/05/2023	8	0.45	94.38%	7.55	0.45	94.38%	
PROMEDIO				94.14%			94.15%

Anexo 44: Registro del tiempo de entrega de los meses Agosto y Setiembre (Post-test).

REGISTRO TIEMPO DE ENTREGA DEL MES DE AGOSTO					
Entrega de orden de trabajo acordada				Demora del tiempo de entrega	
OT	Descripción	Día de trabajo recibido	Día de entrega acordado	Día real de entrega	Demora del tiempo de entrega (días)
1039	Molde de soplado P-F029	2/08/2023	9/08/2023	9/08/2023	0
1040	Molde de soplado P-F030	4/08/2023	11/08/2023	11/08/2023	0
1041	Molde de soplado P-F031	10/08/2023	17/08/2023	17/08/2023	0
1042	Molde de soplado P-F032	12/08/2023	19/08/2023	19/08/2023	0
1043	Molde de soplado P-F033	18/08/2023	25/08/2023	25/08/2023	0
1044	Molde de soplado P-F034	21/08/2023	28/08/2023	28/08/2023	0
1045	Molde de soplado P-F035	26/08/2023	2/09/2023	2/09/2023	0

**REGISTRO TIEMPO DE ENTREGA DEL MES DE AGOSTO**

Dimensión 1: Registro del tiempo de preparación de órdenes de trabajo				Dimensión 2: Registro del tiempo de fabricación del molde					Dimensión 3: Registro del tiempo de despacho al cliente	Registro de los tiempos de entrega			
Tiempo de diseño de mecanizado (Horas)	Tiempo de preparación de las herramientas (Horas)	Tiempo de limpieza de la máquina por el trabajo anterior (Horas)	Tiempo de preparación de orden de trabajo (Horas)	Tiempo de solicitud de material en almacén (Horas)	Tiempo de mecanizado (Horas)	Tiempo de ensamble (Horas)	Tiempo de traslado de molde acabado al almacén (Horas)	Tiempo de fabricación del molde (Horas)	Tiempo de despacho al cliente (Horas)	Tiempo de preparación de orden de trabajo (Horas)	Tiempo de fabricación del molde (Horas)	Tiempo de despacho al cliente (Horas)	Tiempos de entrega (Horas)
3	3	0.25	6.25	0.5	29.5	5	0.5	35.5	0.5	6.25	35.5	0.5	42.25
3	3	0.25	6.25	0.5	29.75	5	0.5	35.75	0.5	6.25	35.75	0.5	42.5
3	3	0.25	6.25	0.5	30	5	0.5	36	0.5	6.25	36	0.5	42.75
3	3	0.25	6.25	0.5	30.25	5	0.5	36.25	0.5	6.25	36.25	0.5	43
3	3	0.25	6.25	0.5	30.5	5	0.5	36.5	0.5	6.25	36.5	0.5	43.25
3	3	0.25	6.25	0.5	30.75	5	0.5	36.75	0.5	6.25	36.75	0.5	43.5
3	3	0.25	6.25	0.5	31	5	0.5	37	0.5	6.25	37	0.5	43.75

**REGISTRO TIEMPO DE ENTREGA DEL MES DE SETIEMBRE**

Entrega de orden de trabajo acordada				Demora del tiempo de entrega	
OT	Descripción	Día de trabajo recibido	Día de entrega acordado	Día real de entrega	Demora del tiempo de entrega (días)
1046	Molde de soplado P-F036	4/09/2023	11/09/2023	11/09/2023	0
1047	Molde de soplado P-F037	6/09/2023	13/09/2023	13/09/2023	0
1048	Molde de soplado P-F038	12/09/2023	19/09/2023	19/09/2023	0
1049	Molde de soplado P-F039	14/09/2023	21/09/2023	21/09/2023	0
1050	Molde de soplado P-F040	20/09/2023	27/09/2023	27/09/2023	0
1051	Molde de soplado P-F041	22/09/2023	29/09/2023	29/09/2023	0
1052	Molde de soplado P-F042	28/09/2023	5/10/2023	5/10/2023	0

**REGISTRO TIEMPO DE ENTREGA DEL MES DE SETIEMBRE**

Dimensión 1: Registro del tiempo de preparación de órdenes de trabajo				Dimensión 2: Registro del tiempo de fabricación del molde					Dimensión 3: Registro del tiempo de despacho al cliente	Registro de los tiempos de entrega			
Tiempo de diseño de mecanizado (Horas)	Tiempo de preparación de las herramientas (Horas)	Tiempo de limpieza de la máquina por el trabajo anterior (Horas)	Tiempo de preparación de orden de trabajo (Horas)	Tiempo de solicitud de material en almacén (Horas)	Tiempo de mecanizado (Horas)	Tiempo de ensamble (Horas)	Tiempo de traslado de molde acabado al almacén (Horas)	Tiempo de fabricación del molde (Horas)	Tiempo de despacho al cliente (Horas)	Tiempo de preparación de orden de trabajo (Horas)	Tiempo de fabricación del molde (Horas)	Tiempo de despacho al cliente (Horas)	Tiempos de entrega (Horas)
3	3	0.25	6.25	0.5	30	5	0.5	36	0.5	6.25	36	0.5	42.75
3	3	0.25	6.25	0.5	30.5	5	0.5	36.5	0.5	6.25	36.5	0.5	43.25
3	3	0.25	6.25	0.5	30.75	5	0.5	36.75	0.5	6.25	36.75	0.5	43.5
3	3	0.25	6.25	0.5	31	5	0.5	37	0.5	6.25	37	0.5	43.75
3	3	0.25	6.25	0.5	31.25	5	0.5	37.25	0.5	6.25	37.25	0.5	44
3	3	0.25	6.25	0.5	31.5	5	0.5	37.5	0.5	6.25	37.5	0.5	44.25
3	3	0.25	6.25	0.5	32	5	0.5	38	0.5	6.25	38	0.5	44.75

## Anexo 45: Matriz de comparación.

Matriz de comparación												
Variables	Ítem	DIMENSIONES	Meses Pre-test				Meses Post-test				Comparación de resultados	
			Abril	Mayo	Agosto	Setiembre	Pre-test	Post-test	% $\Delta$	% $\nabla$		
Variable independiente: Mantenimiento preventivo	Máquina CEN-CNC-1	%Disponibilidad	88.30%	85.07%	94.19%	94.13%	86.69%	94.16%	8.63%			
		%Fiabilidad	88.54%	86.13%	94.15%	94.14%	87.34%	94.14%	7.80%			
	Máquina CEN-CNC-2	%Disponibilidad	86.98%	88.66%	94.19%	94.14%	87.82%	94.17%	7.23%			
		%Fiabilidad	87.67%	89.65%	94.19%	94.15%	88.66%	94.17%	6.21%			
	Máquina TOR-CNC-1	%Disponibilidad	87.80%	89.61%	94.19%	94.14%	88.71%	94.17%	6.16%			
		%Fiabilidad	88.70%	89.83%	94.20%	94.15%	89.27%	94.18%	5.50%			
Variable dependiente: Tiempos de entrega	A	Tiempo de preparación de orden de trabajo (Horas)	7.25	7.25	6.25	6.25	7.25	6.25		13.79%		
			7.25	7.25	6.25	6.25	7.25	6.25		13.79%		
			7.25	7.25	6.25	6.25	7.25	6.25		13.79%		
			7.25	7.25	6.25	6.25	7.25	6.25		13.79%		
			7.25	7.25	6.25	6.25	7.25	6.25		13.79%		
			7.25	7.25	6.25	6.25	7.25	6.25		13.79%		
			7.25	7.25	6.25	6.25	7.25	6.25		13.79%		
	B	Tiempo de fabricación del molde (Horas)	52	42	35.5	36	47.00	35.75		23.94%		
			55	43	35.75	36.5	49.00	36.13		26.28%		
			52	52	36	36.75	52.00	36.38		30.05%		
			45	45	36.25	37	45.00	36.63		18.61%		
			45	43	36.5	37.25	44.00	36.88		16.19%		
			43	42	36.75	37.5	42.50	37.13		12.65%		
			44	50	37	38	47.00	37.50		20.21%		
	C	Tiempo de despacho al cliente (Horas)	0.75	0.75	0.5	0.5	0.75	0.50		33.33%		
			0.75	0.75	0.5	0.5	0.75	0.50		33.33%		
			0.75	0.75	0.5	0.5	0.75	0.50		33.33%		
			0.75	0.75	0.5	0.5	0.75	0.50		33.33%		
			0.75	0.75	0.5	0.5	0.75	0.50		33.33%		
			0.75	0.75	0.5	0.5	0.75	0.50		33.33%		
			0.75	0.75	0.5	0.5	0.75	0.50		33.33%		
	A + B + C	Tiempos de entrega	60	50	42.25	42.75	55.00	42.50		22.73%		
			63	51	42.5	43.25	57.00	42.88		24.78%		
			60	60	42.75	43.5	60.00	43.13		28.13%		
53			53	43	43.75	53.00	43.38		18.16%			
53			51	43.25	44	52.00	43.63		16.11%			
51			50	43.5	44.25	50.50	43.88		13.12%			
52			58	43.75	44.75	55.00	44.25		19.55%			
Análisis económico y financiero	Costo de mantenimiento (Soles)						S/5,566.40	S/4,376.40		21.38%		
	Inversión (Soles)						S/9820.65					
	Costo-Beneficio						1.28					
	VAN						S/2764.00					
	TIR						6%					
	PRI						9.01					

Anexo 46: Análisis económico (Pre-test y Post-test).

<b>Costo de mantenimiento-Mayo (Pre-test)</b>				
	<b>Unidad de medida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>
<b>Costos directos</b>				
Herramientas	Unidad	2	S/243.20	S/486.40
<b>Mano de obra directa</b>				
Operario de maestranza	Sueldo	2	S/550.00	S/1,100.00
Operario de mantenimiento	Sueldo	1	S/550.00	S/550.00
<b>Mano de obra indirecta</b>				
Jefe de maestranza	Sueldo	1	S/950.00	S/950.00
Mecanizado externo	Servicio	1	S/1,597.50	S/1,597.50
<b>Otros gastos indirectos de fabricación</b>				
Luz	Servicio	1	S/95.00	S/95.00
Agua	Servicio	1	S/37.50	S/37.50
<b>Gastos administrativos</b>				
Sueldo de empleados	Sueldo	2	S/375.00	S/750.00
<b>Total</b>				<b>S/5,566.40</b>

<b>Costo de mantenimiento-Agosto (Post-test)</b>				
	<b>Unidad de medida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>
<b>Costos directos</b>				
Herramientas	Unidad	2	S/243.20	S/486.40
<b>Mano de obra directa</b>				
Operario de maestranza	Sueldo	2	S/550.00	S/1,100.00
Operario de mantenimiento	Sueldo	1	S/550.00	S/550.00
<b>Mano de obra indirecta</b>				
Jefe de maestranza	Sueldo	1	S/950.00	S/950.00
<b>Otros gastos indirectos de fabricación</b>				
Luz	Servicio	1	S/95.00	S/400.00
Agua	Servicio	1	S/37.50	S/140.00
<b>Gastos administrativos</b>				
Sueldo de empleados	Sueldo	2	S/375.00	S/750.00
<b>Total</b>				<b>S/4,376.40</b>

Costo de producción (Pre – test): s/. 5, 566.40

Costo de producción (Post- test): s/. 4, 376.40

Mejora del costo mensual

s/. 1, 190 **(beneficio económico de la herramienta implementada)**

Anexo 47: Análisis financiero (Pre-test y Post-test).

Análisis financiero del Pre-test y Post-test													
	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
<b>COSTOS de operación PRE</b>		S/15,616.40											
Costos directos		S/486.40											
Mano de obra directa		S/6,600.00											
Mano de obra indirecta		S/5,000.00											
Otros gastos indirectos de fabricación		S/530.00											
Gastos administrativos		S/3,000.00											
<b>COSTOS de operación POST</b>		S/14,426.40											
Costos directos		S/486.40											
Mano de obra directa		S/6,600.00											
Mano de obra indirecta		S/3,800.00											
Otros gastos indirectos de fabricación		S/540.00											
Gastos administrativos		S/3,000.00											
Beneficio		S/1,190.00											
<b>PRESUPUESTO MONETARIO</b>	S/3,310.50												
Herramientas	S/1,213.50												
Insumos	S/2,097.00												
<b>PRESUPUESTO NO MONETARIO</b>	S/6,510.15												
Materiales e insumos	S/1,050.00												
Recurso humano/UCV	S/3,100.00												
Gastos operativos/Tesista	S/2,160.00												
Recurso humano/empresa	S/200.15												
	-												
<b>TOTALES NETOS</b>	S/9,820.65	S/1,190.00											

Cálculo del VAN	S/2,764.00	
Costo de Oportunidad del capital (COK)	2%	Mes
Cálculo de la TIR	6%	Mes
Cálculo de ratio Beneficio/Costo	1.28	

Análisis financiero para calcular el PRI			
Mes	Flujo de efectivo	Flujo de efectivo a valor presente	Flujo de efectivo acumulativo
0	-S/9,820.65		
1	S/1,190.00	S/1,166.67	S/1,166.67
2	S/1,190.00	S/1,143.79	S/2,310.46
3	S/1,190.00	S/1,121.36	S/3,431.82
4	S/1,190.00	S/1,099.38	S/4,531.20
5	S/1,190.00	S/1,077.82	S/5,609.02
6	S/1,190.00	S/1,056.69	S/6,665.70
7	S/1,190.00	S/1,035.97	S/7,701.67
8	S/1,190.00	S/1,015.65	S/8,717.32
9	S/1,190.00	S/995.74	S/9,713.06
10	S/1,190.00	S/976.21	S/10,689.28
11	S/1,190.00	S/957.07	S/11,646.35
12	S/1,190.00	S/938.31	S/12,584.66

**PRI (Periodo de Recuperación de la Inversión)**, se calculará de la siguiente manera:

$$PRI = a + [(b - c) / d]$$

$$PRI = 9 + [(S/. 9,820.65 - S/. 9,713.06) / S/. 10,689.28]$$

$$PRI = 9 + 0.01$$

$$PRI = 9.01$$

En donde:

a: Mes inmediato anterior que se recupera la inversión.

b: Inversión inicial.

c: Flujo de efectivo acumulado del periodo inmediato anterior en el que se recupera la inversión.

d: Flujo de efectivo del periodo en el que se recupera la inversión.

De acuerdo con el resultado podemos decir que pasando los 9 meses se recuperará la inversión realizada al comienzo de la investigación.

VAN	S/2,764.00
COK	2%
PRI	9.01

# Anexo 48: Software IBM SPSS Statistics25.

IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

Aplicación de búsqueda

39: Visible: 22 de 22 variables

	Tiempode diseñode mecanica_	Tiempode preparaci ónelash_	Tiempode limpiezad elamáqui_	Tiempode preparaci ónorde_	Tiempode solicitud ematerial_	Tiempode mecaniza do_Horas_	Tiempode ensambli aje_Horas_	Tiempode trasladod emoldeac_	Tiempode fabricaci ónelmolde_	Tiempode despacho alcliente_	Tiempode entrega Horas_Pt_	Tiempode diseñode mecanica_	Tiempode preparaci ónelash_	Tiempode limpiezad elamáqui_	Tiempode preparaci ónorde_	Tiempode solicitud ematerial_	Tiempode mecaniza do_Horas_	Tiempode ensambli aje_Horas_	Tiempode trasladod emoldeac_	Tiempode fabricaci ónelmolde_	Tiempode despacho alcliente_	Tiempode entrega Horas_Pt_	var
1	4.00	3.00	25	7.25	.50	46.00	5.00	50	52.00	.75	60.00	3.00	3.00	25	6.25	.50	29.50	5.00	50	35.50	50	42.25	
2	4.00	3.00	25	7.25	.50	49.00	5.00	50	55.00	.75	63.00	3.00	3.00	25	6.25	.50	29.75	5.00	50	35.75	50	42.50	
3	4.00	3.00	25	7.25	.50	46.00	5.00	50	52.00	.75	60.00	3.00	3.00	25	6.25	.50	30.00	5.00	50	36.00	50	42.75	
4	4.00	3.00	25	7.25	.50	39.00	5.00	50	45.00	.75	53.00	3.00	3.00	25	6.25	.50	30.25	5.00	50	36.25	50	43.00	
5	4.00	3.00	25	7.25	.50	39.00	5.00	50	45.00	.75	53.00	3.00	3.00	25	6.25	.50	30.50	5.00	50	36.50	50	43.25	
6	4.00	3.00	25	7.25	.50	37.00	5.00	50	43.00	.75	51.00	3.00	3.00	25	6.25	.50	30.75	5.00	50	36.75	50	43.50	
7	4.00	3.00	25	7.25	.50	38.00	5.00	50	44.00	.75	52.00	3.00	3.00	25	6.25	.50	31.00	5.00	50	37.00	50	43.75	
8	4.00	3.00	25	7.25	.50	36.00	5.00	50	42.00	.75	50.00	3.00	3.00	25	6.25	.50	30.00	5.00	50	36.00	50	42.75	
9	4.00	3.00	25	7.25	.50	37.00	5.00	50	43.00	.75	51.00	3.00	3.00	25	6.25	.50	30.50	5.00	50	36.50	50	43.25	
10	4.00	3.00	25	7.25	.50	46.00	5.00	50	52.00	.75	60.00	3.00	3.00	25	6.25	.50	30.75	5.00	50	36.75	50	43.50	
11	4.00	3.00	25	7.25	.50	39.00	5.00	50	45.00	.75	53.00	3.00	3.00	25	6.25	.50	31.00	5.00	50	37.00	50	43.75	
12	4.00	3.00	25	7.25	.50	37.00	5.00	50	43.00	.75	51.00	3.00	3.00	25	6.25	.50	31.25	5.00	50	37.25	50	44.00	
13	4.00	3.00	25	7.25	.50	36.00	5.00	50	42.00	.75	50.00	3.00	3.00	25	6.25	.50	31.50	5.00	50	37.50	50	44.25	
14	4.00	3.00	25	7.25	.50	44.00	5.00	50	50.00	.75	58.00	3.00	3.00	25	6.25	.50	32.00	5.00	50	38.00	50	44.75	
15																							
16																							
17																							
18																							
19																							
20																							
21																							
22																							
23																							
24																							
25																							
26																							
27																							
28																							
29																							
30																							
31																							
32																							
33																							
34																							
35																							
36																							
37																							
38																							
39																							

Visión general **Vista de datos** Vista de variables

IBM SPSS Statistics Processor está listo

Activar Windows  
Español (España, Internacional)  
Ve a Configuración de Windows.  
Español (Latinoamérica)

Para cambiar entre métodos de entrada, presiona la tecla Windows+Español.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

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

Yo, EGUSQUIZA RODRIGUEZ MARGARITA JESUS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Mantenimiento preventivo para reducir el tiempo de entrega del área de Maestranza, en la empresa Matserplast asb s.a.c., Los Olivos, 2023.", cuyo autor es FLORES QUINTANA AMERICO FRANCIS, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18.00%, 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.

LIMA, 25 de Noviembre del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
EGUSQUIZA RODRIGUEZ MARGARITA JESUS <b>DNI:</b> 08474379 <b>ORCID:</b> 0000-0001-9734-0244	Firmado electrónicamente por: MEGUSQUIZAR el 25-11-2023 18:24:29

Código documento Trilce: TRI - 0665510