



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL

**Incremento de la productividad mediante la implementación del
plan de mantenimiento preventivo en la empresa San Lucas
S.A.C. Chimbote – 2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

AUTORES:

Carlos Campos Luis Yadir (ORCID: 0000-0002-9975-793X)

Santisteban Cary Nilo Bryan (ORCID: 0000-0002-9268-2664)

ASESOR:

Mg. Quispe Rivera, Teotista Adelina (ORCID: 0000-0002-3371-1488)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Productiva y Empresarial

CHIMBOTE – PERÚ

2022

Dedicatoria

A Dios porque nos dio la oportunidad de mantenernos con buena salud para poder lograr nuestras metas y llegar al término de nuestra carrera profesional.

A nuestros padres quienes son los pilares en nuestras vidas, por el apoyo brindado en todo momento, sin pedir nada a cambio; por su comprensión desinteresada y la ayuda brindada en los buenos y malos momentos. Porque gracias a ustedes, somos personas con buenos valores y principios.

A nuestras familias por su apoyo constante, por sus gratos consejos y motivaciones que nos impulsaron a salir adelante. Y les dedicamos esto, sin pedir nada a cambio, porque esto es en demostración a su apoyo constante en todo momento. Este trabajo es fruto de nuestro esfuerzo que, con mucho sacrificio llegamos al término de este trabajo.

Agradecimiento

Primeramente, agradecemos a Dios infinitamente, por habernos bendecido, para alcanzar hasta dónde estamos y por hacer realidad este sueño.

Agradecemos la confianza y el apoyo de nuestros padres, quien nos mostró amor y celebraron nuestras victorias sin importar los obstáculos que enfrentamos en la vida, quienes se sienten orgullosos de las personas en que nos convertiremos.

A la Universidad Cesar Vallejo, donde nos brindaron la oportunidad de elaborar nuestra tesis, así mismo con el apoyo de nuestra asesora Quispe Rivera Teotista Adelina, quien confió en nosotros. No cabe duda de que hay problemas que dificultan el avance en los proyectos y este trabajo no sería posible sin su acompañamiento y sus buenos consejos.

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a la empresa conservera SAN LUCAS S.A.C por facilitarnos toda la información en cada ocasión que fue necesaria en la elaboración de nuestra tesis, sin duda alguna, fue una gran satisfacción.

Índice de contenido

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenido	iv
Índice de tablas	vi
Índice de figuras	viii
Resumen	ix
Abstract	x
I. INTRODUCCIÓN.....	11
II. MARCO TEÓRICO.....	14
III. METODOLOGÍA.....	40
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	40
3.2. Variables y Operacionalización.....	40
3.3. Población, muestra y muestreo	41
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	42
3.5. Procedimiento.....	43
3.5.1. Diagnóstico actual de la empresa SAN LUCAS S.A.C.	46
3.5.1.1. Diagrama de Ishikawa.....	46
3.5.1.2. Diagrama de Pareto.....	48
3.5.1.3. Formato de análisis de Criticidad.....	50
3.5.2. Determinar los indicadores del mantenimiento inicial de la maquina selladora de la empresa SAN LUCAS S.A.C.	51
3.5.3. Determinar los indicadores de la productividad inicial del proceso productivo de Filete de caballa en aceite vegetal de la empresa SAN LUCAS S.A.C.	56
3.5.4. Implementación del plan de mantenimiento preventivo para incrementar la productividad del proceso productivo de Filete de caballa en aceite vegetal de la empresa SAN LUCAS S.A.C.	61
3.5.5. Análisis de criticidad de la maquina selladora	62
3.5.6. Stock de repuestos y accesorios de la maquina selladora.....	67

3.5.7. Actividades por ejecutar en el cronograma del Plan de Mantenimiento Preventivo.....	69
3.5.8. Cronograma del plan de mantenimiento preventivo de la empresa San Lucas S.A.C.....	70
3.5.9. Capacitación al personal	73
3.5.10. Resultados obtenidos después de la implementación del Plan de mantenimiento preventivo de la máquina selladora en la empresa SAN LUCAS S.A.C.....	73
3.5.10.1.1. Resultado final del mantenimiento de la maquina selladora y productividad de la empresa SAN LUCAS S.A.C.	73
3.6. Método de análisis de datos	80
3.7. Aspectos éticos.....	80
IV. RESULTADOS.....	81
4.1. Contratación de la hipótesis.....	81
4.1.1. Análisis de la hipótesis general.....	81
4.1.2. Análisis de la primera Hipótesis Específica.....	83
4.1.3. Análisis de la segunda Hipótesis Específica	86
4.2. Disponibilidad de la máquina selladora de ½ lb ANGELUS 29P	88
4.3. Productividad de la empresa San Lucas S.A.C.	89
V. DISCUSIÓN.....	90
VI. CONCLUSIONES.....	93
VII. RECOMENDACIONES	95
Anexos	103

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Técnica e instrumentos de recolección de datos</i>	43
Tabla 2. <i>Misión, visión y valores</i>	43
Tabla 3. <i>Diagrama de Gantt</i>	45
Tabla 4. <i>Causas de la baja productividad</i>	48
Tabla 5. <i>Formato de evaluación de criticidad total por riesgo (CTR)</i>	50
Tabla 6. <i>Ficha de recolección de datos dimensión tiempo medio entre fallas Inicial</i>	52
Tabla 7. <i>Ficha de recolección de datos dimensión tiempo medio de reparación Inicial</i>	53
Tabla 8. <i>Ficha de recolección de datos dimensión Disponibilidad Inicial</i>	54
Tabla 9. <i>Resumen del mantenimiento inicial</i>	55
Tabla 10. <i>Ficha de recolección de datos - Eficacia inicial</i>	57
Tabla 11. <i>Ficha de recolección de datos - Eficiencia Inicial</i>	58
Tabla 12. <i>Ficha de recolección de datos de la variable Productividad Inicial</i>	59
Tabla 13. <i>Resumen de la Productividad Inicial</i>	60
Tabla 14. <i>Análisis de criticidad total por riesgo (CTR) por subsistemas principales de la máquina selladora</i>	63
Tabla 15. <i>Evaluación de criticidad total por riesgo (CTR) de los subsistemas de la máquina selladora</i>	65
Tabla 16. <i>Subsistemas críticos</i>	66
Tabla 17. <i>Matriz de criticidad</i>	66

Tabla 18. <i>Colores de nivel de criticidad</i>	66
Tabla 19. <i>Stock de repuestos y/o materiales de la máquina selladora</i>	68
Tabla 21. <i>Capacitación al personal</i>	73
Tabla 22. <i>Ficha de recolección de datos dimensión tiempo medio entre fallas Final</i>	74
Tabla 28. <i>Prueba de normalidad de la productividad</i>	81
Tabla 29. <i>Comparación de las medias en la productividad antes y después del T-Student</i>	82
Tabla 30. <i>Contrastación de la prueba estadística de T-Student en la productividad</i>	83
Tabla 31. <i>Prueba de normalidad de la Eficacia</i>	84
Tabla 32. <i>Comparación de las medias en la Eficacia antes y después del T-Student</i>	85
Tabla 33. <i>Contrastación de la prueba estadística de Wilcoxon en la eficacia</i>	85
Tabla 34. <i>Prueba de normalidad de la Eficiencia</i>	86
Tabla 35. <i>Comparación de las medias en la Eficiencia antes y después del T-Student</i>	87
Tabla 36. <i>Contrastación de la prueba estadística de Wilcoxon en la eficiencia</i>	87
Tabla 37. <i>Disponibilidad de la máquina selladora antes y después de implementar el plan de mantenimiento preventivo</i>	88
Tabla 38. <i>Productividad antes y después de implementar el plan de mantenimiento preventivo</i>	89

Índice de figuras

Figura 1. Flujograma del procedimiento del proyecto de investigación	44
Figura 2. Diagrama de Ishikawa o Causa y Efecto.....	47
Figura 3. Diagrama de Pareto	49
Figura 4. Cronograma del plan de mantenimiento preventivo de la empresa San Lucas S.A.C.	72
Figura 5. Disponibilidad de la máquina Selladora antes y después de la implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo	88
Figura 6. Productividad antes y después de la implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo	89

Resumen

El presente estudio de investigación se enfocó en cuantificar la productividad mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa San Lucas S.A.C. Chimbote – 2022, dedicada a la elaboración y comercialización de conservas de pescado para el consumo humano directo (CHD), siendo su proceso productivo con mayor demanda el filete de caballa en aceite vegetal.

La investigación fue de tipo aplicada, de diseño pre-experimental, la técnica utilizada fue la observación y como instrumento se aplicó la ficha de recolección de datos de los meses de Abril y Mayo (pre-test y post-test), la población fueron las 4 máquinas selladoras del área de sellado, asimismo, por tener una población muy pequeña, la muestra fue de igual cantidad que la población y el muestreo fue no probabilístico por conveniencia, eligiendo la máquina selladora de envase ½ lb, lo cual se excluyó a las 3 máquinas selladoras de envase 1 lb Oval, 1 lb Tall y Tinapón, por no intervenir en el proceso productivo de filete de caballa en aceite vegetal. Para el diagnóstico actual se utilizó las herramientas de calidad (diagrama de Ishikawa, Diagrama de Pareto, DAP). También se calculó los indicadores de mantenimiento y productividad tanto inicial como final, además del Análisis de Criticidad, actividades a ejecutar y a la elaboración del cronograma del plan de mantenimiento preventivo.

Se obtuvo como resultados que la eficacia, eficiencia y productividad antes de aplicar el plan de mantenimiento preventivo fue del 86.2%, 74.4% y 64.1% respectivamente, asimismo, posterior a la implementación se obtuvo un 93.3%, 91.8% y 85.7% respectivamente. Se concluyó que hubo un incremento del 7.1% de la eficacia, 17.4% de la eficiencia y 21.6% de la productividad en la empresa San Lucas S.A.C.

Palabras Claves: Plan de mantenimiento preventivo, productividad, eficiencia, eficacia

Abstract

The present research study focused on quantifying productivity through the implementation of the preventive maintenance plan in the company San Lucas S.A.C. Chimbote – 2022, dedicated to the production and marketing of canned fish for direct human consumption (CHD), with mackerel fillet in vegetable oil being its production process with the highest demand.

The research was of an applied type, with a pre-experimental design, the technique used was observation and the data collection form for the months of April and May (pre-test and post-test) was applied as an instrument, the population was the 4 sealing machines in the sealing area, also, due to having a very small population, the sample was of the same quantity as the population and the sampling was non-probabilistic for convenience, choosing the ½ lb container sealing machine, which excluded the 3 sealing machines for the 1 lb Oval, 1 lb Tall and Tinapón containers, for not intervening in the mackerel fillet production process in vegetable oil. For the current diagnosis, quality tools were used (Ishikawa diagram, Pareto diagram, DAP). The initial and final maintenance and productivity indicators were also calculated, in addition to the Criticality Analysis, activities to be carried out and the preparation of the schedule of the preventive maintenance plan.

It was obtained as results that the effectiveness, efficiency and productivity before applying the preventive maintenance plan was 86.2%, 74.4% and 64.1% respectively, likewise, after the implementation, 93.3%, 91.8% and 85.7% respectively were obtained. It was concluded that there was an increase of 7.1% in effectiveness, 17.4% in efficiency and 21.6% in productivity in the company San Lucas S.A.C.

Keywords: Preventive maintenance plan, productivity, efficiency, effectiveness

I. INTRODUCCIÓN

Cuando hablamos de mantenimiento se define como aquellas técnicas aplicadas para preservar equipos, máquinas e instalaciones en servicio, prolongando así al máximo su tiempo de vida.

A inicios de la revolución industrial (en el año 1760), eran los mismos operarios quienes estaban a cargo a realizar las reparaciones de los equipos, pero en el transcurso del tiempo las máquinas adoptaron formas más complejas y la entrega a tareas de reparación eran cada vez mayor, es ahí cuando nace los primeros departamentos de mantenimiento, teniendo en cuenta que las tareas básicamente de mantenimiento eran correctivas, enfocándose en la solución de fallas que iban sucediendo durante la producción.

A inicios de la primera guerra mundial (en el año 1914) y más aun de la segunda guerra mundial (1939-1945) nace el concepto de fiabilidad y los departamentos de mantenimiento ya no solo buscan solucionar las fallas, sino, se tiene un enfoque prevenirlas. Desde ese punto se origina una nueva imagen en los departamentos de mantenimiento, buscando incrementar y fiabilizar la producción, así mismo aumentando la eficiencia y eficacia reduciendo las paradas no programadas, impidiendo que sucedan perdidas por sus fallas y/o averías en paralelo con sus costos asociados.

Finalmente aparece el mantenimiento preventivo, que se centra en el estudio de las máquinas y equipos, análisis de los modos de fallo y manejo de técnicas estadísticas, demostrando un efecto positivo en la productividad paralelo con la producción en las empresas aplicadas. Posteriormente en 1980 se trató de volver al modelo correctivo con la idea de ser más rentable.

En el Perú sigue habiendo empresas pequeñas, medianas y hasta grandes que piensan que tienen control en los problemas de mantenimiento preventivo, pensando erróneamente, basándose en revisiones empíricas, limpiezas superficiales, ligeros ajustes sin tener un sustento técnico que resuelva los

problemas de paradas no programadas en las máquinas, reflejando así en los indicadores de productividad.

La razón por la cual se hace el plan de mantenimiento preventivo en la empresa SAN LUCAS S.A.C. es porque frecuentemente se recurre a un mantenimiento correctivo, al encontrar paradas en línea de producción, ocasionando caos, pérdida de tiempo e incumplimiento de la demanda. Así mismo, a través de la metodología aplicada, se identifiquen jerarquizar la ineficiencia de la máquina selladora, en esta fase, se realizó la evaluación de cada uno de los subsistemas considerando los siguientes puntos: Frecuencia de Fallas; Impacto a la producción; tiempo medio de reparación; Impacto en costos de reparación; Impacto en seguridad y salud persona e Impacto ambiental.

Debido a todo esto, nace la necesidad de implementar un Plan de mantenimiento Preventivo, por ello se realiza la siguiente interrogante, pretendiendo dilucidarla:

Cómo pregunta general: ¿En qué medida se incrementa la productividad mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa San Lucas S.A.C. Chimbote – 2022? Y como preguntas específicas: ¿En qué medida se incrementa la Eficacia mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa San Lucas S.A.C. Chimbote – 2022? ¿En qué medida se incrementa la Eficiencia mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa San Lucas S.A.C. Chimbote – 2022?

El aporte científico que brinda y muestra que al diseñar e implementar un plan de mantenimiento preventivo para la máquina selladora de ½ lb se obtendrá un incremento en la productividad equivalente a productos terminados, resaltando la manera metodológica, puesto que, para cumplir con los propósitos planteados, se aplicó herramientas y técnicas de investigación para diagnosticar la situación inicial, empleando los indicadores de mantenimiento y productividad. En este sentido, su principal aporte es demostrar el nivel de incremento de productividad en el área de sellado, reduciendo los tiempos muertos (Paradas consecuentes a un nulo mantenimiento preventivo). Así mismo, tiene relevancia social, porque al realizar la implementación del plan de mantenimiento preventivo para las máquinas selladoras, reducirá tiempos de paros inesperados por ende mejorará

los tiempos de entrega de los productos hacia los clientes, siendo así beneficiados, mejorando sus expectativas y fiabilidad de los servicios ofrecidos. Así mismo se beneficiarán los proveedores ya que se contará con las compras por repuestos y/o insumos, de la misma manera, los trabajadores ya no estarán expuestos a los riesgos por falla de las máquinas, que pueden provocar accidentes laborales. Con todos estos puntos mencionados la empresa SAN LUCAS S.A.C incrementará su productividad viéndose reflejado en su producción, aumentando así sus ventas y ofreciendo más oportunidad laboral.

Ante esta postura y en respuesta a la interrogante antes enunciada, se propuso la siguiente hipótesis general: Existe un incremento de la productividad mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa San Lucas S.A.C. Chimbote – 2022 y cómo hipótesis específicas: Existe un incremento de la eficacia mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa San Lucas S.A.C. Chimbote – 2022, Existe un incremento de la eficiencia mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa San Lucas S.A.C. Chimbote – 2022.

El objetivo general planteado para esta investigación fue: Cuantificar la productividad mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa San Lucas S.A.C. Chimbote – 2022, mientras que los objetivos específicos fueron: Cuantificar la Eficacia mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa San Lucas S.A.C. Chimbote – 2022, Cuantificar la Eficiencia mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa San Lucas S.A.C. Chimbote – 2022

II. MARCO TEÓRICO

La presente investigación comprende y dispone de estudios previos o antecedentes que sirven de apoyo al actual proyecto de investigación, donde encontramos las variables de nuestro estudio actual y sus correspondientes dimensiones. Dando inicio con los antecedentes internacionales, posteriormente seguido de los antecedentes nacionales.

Cedeño y Gorozabel (2021) en su artículo titulado como Análisis de criticidad del equipamiento industrial de la línea de bovinos de un centro de faenamiento, donde nos dice que el mantenimiento de las máquinas o equipos es primordial y parte fundamental de un plan estratégico para la continuidad, seguridad y efectividad en un proceso productivo, para ello se debe diseñar un plan de mantenimiento preventivo jerarquizando equipos, máquinas, procesos, sistemas y/o subsistemas. Este artículo tuvo por objetivo efectuar un análisis de criticidad de los equipos industriales que involucran el proceso de la línea de bovinos del centro de faenamiento en la ciudad de Portoviejo-Ecuador, donde se diagnosticó las condiciones actuales de los equipos, identificando los equipos o puntos de mayor criticidad. Mostrando como resultado principalmente la inexistencia de un plan de mantenimiento preventivo para los equipos, realizando así un tipo de mantenimiento correctivo ante alguna falla u ocurrencia en un equipo, así mismo, se determinó que los equipos de mayor criticidad fueron: el tecele de izado, el tecele de rayado y corte de patas posteriores, la sierra eléctrica de cortar canal, sierra de cortar esternón, el noqueador neumático y el tecele de descuerado. Los cuales mostraron fallas frecuentes presentadas día a día. Concluyendo así que realizar un plan de mantenimiento preventivo para los equipos de alta y mediana criticidad, reducirá significativamente el índice de; retrasos en la producción, impacto en la seguridad, defectos en la calidad y costos de mantenimiento.

Nallusamy y Majumdar (2017) en su artículo que lleva por nombre Enhancement of overall equipment effectiveness using total productive maintenance in a manufacturing industry el cual busca que las empresas cumplan con la demanda del cliente y para ello es importante tener máquinas fiables que no les causen problemas futuros como fallas en la máquina que retrasen el proceso teniendo un

efecto negativo en el tiempo del producto final. Para ello el objetivo está enfocado en las causas raíz de las pérdidas en tiempo por fallas de máquinas. Se recurrió al uso del diagrama de Pareto y el TPM (Mantenimiento Productivo Total) el cual estudió el uso de la máquina y la mano de obra frecuente (mecánico, electricista) que se tuvo como base para la aplicación del TPM, reduciendo así las pérdidas de tiempo en la producción, además del aumento de la vida útil de la máquina e incrementando la efectividad de las máquinas y el comportamiento de la mano de obra, teniendo un efecto positivo en el aumento de la producción, satisfaciendo la demanda del cliente. Los resultados demostraron que tuvo un aumento del 15% en la efectividad general de la máquina que se vio reflejada en reducción de tiempos muertos, pérdidas por averías y tiempos de reparación.

Nallusamy (2016) en su revista de investigación de ingeniería – volumen 25, realizada en África, nos muestra su artículo con el título de Enhancement of productivity and Efficiency of CNC (Control Numérico Computarizado) machines in a small scale industry using total productive maintenance, presentando un enfoque en la OEE (Eficacia General del Equipo) donde la máquina presenta un rol importante mostrándose en los resultados, donde intervienen los factores principales como la calidad del producto, la producción y la correcta entrega al cliente en un determinado periodo, por ende el artículo tuvo como objetivo estudiar la implementación de un sistema de mantenimiento productivo total y mostrar su efectividad positiva en la OEE en un taller de máquinas, complementando con el uso de la metodología 5S, para ello se utilizaron la técnica de la observación, ficha de recolección de datos y registros secuenciales. La investigación trató los aspectos de la disponibilidad, eficiencia y calidad para el cálculo de la OEE de las máquinas. Teniendo como resultado final el incremento de la productividad en un 5% y 7% en el centro de mecanizado horizontal (máquinas multi - operacionales que realizan corte y maquinado de piezas en dirección horizontal) y centro de mecanizado vertical (máquinas multi - operacionales que realizan corte y maquinado de piezas en dirección vertical) en un periodo de 2 meses.

Moreano y Pérez (2020) muestran información sobre el Plan de mantenimiento preventivo para la mejora del índice de falla de un sistema de transporte

neumático. Con el objetivo de elaborar una propuesta de un plan de mantenimiento preventivo en mejora de los equipos industriales, para impedir reparaciones o daños a corto plazo, por la falta de control en cada uno de los componentes que forman el sistema. El método de investigación que se usó fue la compilación de información de las instalaciones del hospital, se identificaron los controles de mantenimiento presentes, lo que sirvió de ayuda para la elaboración de la propuesta que contribuye a los deterioros de los equipos, obteniendo como resultado el plan de mantenimiento preventivo que proporciona las funciones de mantenimiento a los encargados y responsables de estas áreas, así como la mejora económica en mantenimiento del hospital.

Yang y otros (2019) en su revista denominada *A two-phase preventive maintenance policy considering imperfect repair and postponed replacement*. Tiene como objetivo una nueva política de mantenimiento preventivo con dos fases que compone un sistema de un solo componente con la finalidad de incrementar los ingresos que son producidos por la contratación basada en el rendimiento. La política de mantenimiento aborda 2 fases, la primera que es la fase de mantenimiento imperfecto, en donde se realiza una inspección para descubrir el estado defectuoso, lo que conlleva a una posible reparación. La segunda fase pertenece al reemplazo pospuesto que se realiza en la próxima ventana de mantenimiento programa y no existe reparación o inspección. El ingreso neto esperado bajo PBC es maximizado por medio de la optimización del intervalo de inspección, intervalo de reemplazo preventivo y número de inspección. Esto es aplicado en un modelo de planta convertidora de acero y los resultados muestran resultados positivos, concluyendo que la política de mantenimiento en propuesta destaca con relación a otras en términos de ingresos netos.

Castro y Freire (2019) en su tesis muestran información del desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo y predictivo por medio de la distribución de WEIBULL (sirve para estimar una probabilidad de tasa de fallos creciente, decreciente o constante de acuerdo con datos obtenidos), para las Inyectoras horizontales de polímeros en la empresa Ingeniería Diseño de Suelas. Con el propósito de minimizar los tiempos de reparación provocados por las fallas

ocurridas en los componentes de las maquinas evitando paros en la producción, así como en el inyectado de las suelas de los zapatos. Para el desarrollo del plan se tomaron datos estadísticos de actividades de mantenimiento realizados con anterioridad, los cuales nos permitieron identificar mediante una matriz AMFE (Análisis de Modos y Efectos de Falla) el cual identificó las fallas y efectos que tienen las máquinas, es decir, los componentes más críticos o los más propensos a sufrir fallos. Posteriormente con los datos recolectados se procedió a realizar el análisis estadístico mediante la distribución de WEIBULL de cada máquina inyectora, tanto el modelo matemático como el modelo gráfico, calculando la confiabilidad de los datos que poseen un 95% de veracidad, debido a que el método WEIBULL permite dar un criterio más relevante sobre en qué posición de la curva de la bañera se encuentran las máquinas y las acciones pertinentes que se deben realizar para evitar los fallos. Para llevar a cabo el presente proyecto se utilizó las NTP 331 y NTP 679 para el análisis WEIBULL y AMFE respectivamente, posteriormente se realizó las gamas de mantenimiento preventivo de cada mes para así llevar el control organizado del mismo evitando así paros innecesarios que perjudiquen el buen funcionamiento de las máquinas.

Kang y Subramaniam (2018) en su artículo denominado Integrated control policy of production and preventive maintenance for a deteriorating manufacturing system. Este documento propone un modelo control integrado que considera el intervalo del tiempo flexible del mantenimiento preventivo, así como como también su nivel. Posteriormente, el problema es formulado como problema de programación dinámica de horizonte en tiempo infinito de un proceso semi – Markov. Esta investigación tiene como objetivo realizar la política de control optima en términos de tasa de producción, tasa de mantenimiento, nivel de cobertura y nivel de mantenimiento con la finalidad de disminuir el costo total de producción. El algoritmo de repetición de valores es aplicado para conseguir la política de control aproximadamente optima. Se compara la política obtenida de políticas de control obtenidas en la literatura por medio de muchos ejemplos numéricos. Así mismo, se desarrolla un análisis de sensibilidad para demostrar el impacto de muchos parámetros de costos en la política de control y la validación de la estructura de esta política.

Barriento y Achcar (2019) en su revista científica con el título de Statistical analysis de equipment maintenance time in the food industry: a case study to identify sources of impact on performance. Teniendo como objetivo principal el estudio de mantenimiento de los equipos en una industria alimentaria en Sao Paulo, en el cual haya los factores que afectan directamente el rendimiento del equipo, de los cuales podemos mencionar; el motivo del error, código de avería o fallos, la instalación del equipo, conocimiento técnico de mantenimiento (reparación y ajustes a partes del equipo). Se da un análisis estadístico de los periodos de mantenimiento de los equipos. Teniendo como resultado de este estudio; la planificación sobre el uso de las máquinas, reducir al mínimo el tiempo de acuerdo con los factores de mantenimiento y la detección de mayores riesgos en el manejo de las maquinas.

Seyed, Shahanaghi y Shasfand (2021) en su revista científica con el título de Resistive maintenance and equipment criticality indexes. Estudio que buscó y brindó información sobre el mantenimiento óptimo, enfocado en la producción continua, teniendo en cuenta la competencia que engloba el entorno del mundo empresarial, las limitaciones de recursos por equipos teniendo en cuenta que se debe llevar u control y monitoreo de estos recursos en cada empresa. Para ello identifico aquellos equipos críticos y componentes esenciales para introducirlos al proceso de Jerarquía analítica, en donde se encuestó a 75 expertos en campo y gerentes de industrias petroquímicas, determinando los índices de mantenimiento resistivo. Concluyendo así que el índice de mantenimiento resistivo se subdivide en 5 sub- indicadores; medición de efectividad en los equipos, medición de efectividad en la mano de obra, medición de eficiencia en costos y la tasa de eventos en materia de seguridad, salud y ambiente.

Durán y Ramírez (2021) en su investigación que presentan una propuesta de un plan de mantenimiento preventivo de conservación y optimización de una flota vehicular del Gobierno Autónomo descentralizado Zaruma. La primera revisión fue específicamente en el estado del arte, tipos de mantenimiento y manejos de grados estadísticos, luego se efectuó la inspección visual del canchón municipal, así como a la flota vehicular para el conocimiento del estado en que se encuentra, de tal manera que se establezca las medidas correspondientes y en las gamas de

cada vehículo de igual forma. Se tomó en cuenta las sugerencias del personal sobre el mantenimiento e insumos que se usan. Por consiguiente, se implementó gamas específicas en cada vehículo y guardando la información en el software SMGZ 1.0, lo que mejoró el flujo de actividades, tiempo de ejecución y toma de decisiones en el desarrollo de mantenimiento que deben ser realizados en talleres particulares. Por último, se observó un resultado como mejora en la coordinación entre los diferentes departamentos, lo que permite que las paralizaciones sean mediante la comunicación previa y así evitar fallos entre la población del cantón Zaruma.

Magnanini y Tolio (2020) en su revista con el título de Switching and hedging point policy for preventive maintenance with degrading machines: application to a two machine line. Estudio que relaciona el mantenimiento y la producción, ya que frecuentemente se gestionan como actividades separadas, pero su alcance de interacción es principalmente por la causa de las fallas de las maquinas, ejecutando consecuentemente un mantenimiento correctivo, la segunda causa es la pérdida de tiempo, también tenemos los costos de inventarios, costo de mantenimiento, costo de atraso. Teniendo como conclusión que la política de control óptima incluye una combinación de puntos, donde el primero activa el mantenimiento preventivo para una condición dada y el segundo controla la tasa de producción para minimizar los excedentes, proponiendo el método sugerido a realizar por gerencia con un fin adaptable al sistema de la empresa.

Farahani y otros (2020) en su artículo que lleva por nombre de Partial flexible job shop scheduling considering preventive maintenance and priorities, en donde tiene por objetivo proponer un modelo de programación matemático para puestos de trabajos flexible parcial con orientación a la integración de software, la cual reducirá costos operativos, retrasos de entregas y desviación de tiempo fijos del mantenimiento preventivo para cada máquina. Concluyendo que resultados de incremento de productividad son por la influencia paralela de programación de acuerdo con las prioridades de cada máquina y su programación con la producción.

El Khoukhi, Boukachour y El Hilali (2017) en su artículo titulado como "Dual-Ants Colony": A novel hybrid approach for the flexible job shop scheduling problem with preventive maintenance, tuvo por objetivo enfocarse en el efecto y la relación considerable que existe entre el programa de producción y la planificación del mantenimiento preventivo debido a su importancia en los campos de las industrias, para ello se investiga el Problema de Programación de Taller de Trabajo Flexible con tales restricciones debido a la indisponibilidad de máquinas a causa de las actividades de Mantenimiento Preventivo, desarrollando el algoritmo DAC (Colonia de hormigas duales), basado en este método donde se estudia el comportamiento del insecto compuesto por algoritmos dando soluciones a problemas complejos, con soporte en referencias literarias. Se abordó primero de acuerdo el caso de Trabajo Flexible Parcial, luego la programación de mantenimiento preventivo con periodos de tiempo bien elegidos. Concluyendo así finalmente que se obtiene resultados significativos demostrando que el enfoque planteado de Programación de Trabajo Flexible y la programación del mantenimiento, desempeñándose en equipo demuestran optimización, mayor producción e incremento de productividad.

Mourtzis y otros (2016) en su artículo que tiene por nombre A cloud-based approach for maintenance of machine tools and equipment based on shop-floor monitoring, tiene un enfoque de mantenimiento preventivo integrando el monitoreo de máquinas en cual se desarrolla en un software, el servicio del software recopila, procesa y administra los datos, los cuales vienen hacer los tiempos de procesamiento real (averías de máquinas) y mecanizado por herramienta de acuerdo a las máquinas y equipos calculando su vida útil de cada parte o componente. Lo cual se concluye que el sistema de monitoreo utilizando el servicio de un software se puede tener informes casi en tiempo real de averías de las máquinas, sin tener la necesidad de estar en la planta con los operadores, minimizando el tiempo requerido de mantenimiento (cambio o ajustes de componentes de la máquina), aumentando la fiabilidad, retorno de las inversiones y a su vez aumentando la productividad.

Alrabghi y Tiwari (2015) en su artículo científico titulado como State of the art in simulation-based optimization for maintenance systems, tiene por objetivo dar a

conocer el estado del arte que demuestra la optimización de sistemas de mantenimiento mediante una simulación adoptando estrategias de mantenimiento, centrándose en optimizar la frecuencia con la que se va a realizar el mantenimiento preventivo lo cual se reflejará en la reducción de costos. Llegando a la conclusión que, en la simulación de mantenimiento preventivo realizadas en empresas, se logró llegar al punto óptimo, donde la frecuencia del mantenimiento preventivo (se realizaba en los tiempos donde no había producción, por ejemplo; antes de iniciar el trabajo, durante la hora de almuerzo, o finalización pronta de la jornada), se minimizó costos, aumenta la fiabilidad de las maquinas, reduce la tasa de paradas no programadas y cumple con los objetivos de producción.

Xiao y otros (2016) en su artículo que tiene por título Joint optimization of production scheduling and machine group preventive maintenance, tiene un enfoque de optimizar dos puntos importantes, teniendo así; la gestión de mantenimiento y el programa de producción, minimizando el costo total (costo de mantenimiento correctivo y costo de demora de producción). Por otro lado, realizar intervalos muy frecuentes de mantenimiento preventivo a las máquinas se logra una alta tasa de fiabilidad, pero con un costo elevado en la programación del mantenimiento preventivo. Determinando un intervalo óptimo de mantenimiento y estableciendo la hora de inicio y la hora de finalización de las actividades tanto de mantenimiento, como de producción se logra el modelo óptimo, donde las empresas alcanzan su objetivo tanto de producción como vida útil de sus máquinas, lo cual conlleva a reducir al máximo los costos (costo de mantenimiento y producción).

Nurprihatin, Angely y Tannady (2019) en su artículo titulado Total productive maintenance policy to increase effectiveness and maintenance performance using overall equipment effectiveness, su enfoque principal está en las máquinas, porque son fundamentales en el proceso de fabricación porque el tiempo de inactividad puede disminuir significativamente o incluso detener la producción. Por esta razón se busca reducir el máximo tiempo de inactividad que ocurre en líneas de productos específicas y máquinas críticas. Utilizamos el TPM (Mantenimiento de Productividad Total) basado en la ETE (Eficiencia Total del Equipo), Teniendo como objetivo el mantenimiento preventivo para aumentar la eficiencia y eliminar

el desperdicio mediante el cálculo del TMF (Tiempo Medio de Falla) y el TMR (Tiempo Medio de Reparación). Los resultados muestran que el ETE no alcanza el valor ideal debido a la baja disponibilidad. El daño debido a fallas es el mayor factor de pérdida. La forma de superar las causas de pérdidas y daños es aumentar la eficiencia del mantenimiento calculando y evaluando el TMF y el TMR. Este estudio presenta las razones de los valores bajos de ETE, brinda estrategias para mantener un rendimiento consistente con TMF y TMR, por tanto, se acepta proponer un plan para implementación de Mantenimiento de Productividad Total.

Reyes y otros (2018) nos muestra en su revista de Ingeniería y gestión industrial referente a Total productive maintenance for the sewing process in footwear. El objetivo propuesto estuvo enfocado en minimizar los tiempos de paradas que no están programadas y aminorar el número de fallas que restan tiempos de productividad dentro de la empresa de calzado ecuatoriana y así mismo, aprovechar al máximo las máquinas del proceso de costura de los calzados. Para dicho proyecto se tuvo un enfoque cuantitativo, recolectando información de un periodo de 8 meses. Los resultados obtenidos tras la implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) alineado a un análisis de criticidad de las máquinas intervinientes en el proceso, tuvo una exitosa aplicación demostrando un incremento del 5% medido en el promedio total de la producción estándar, por ende la productividad aumenta y además reduce las fallas del 14% que presentan las máquinas críticas ya que se cuenta con un plan de actividades para el mantenimiento con fechas establecidas y personal responsable de ejecutarlas.

Fujishima y otros (2017) nos brinda información en su artículo denominado como Development of sensing interface for preventive maintenance of machine tools, donde se tiene por objetivo utilizar sensores de detección (sensor de vibración, temperatura, nivel de aceite, energía eléctrica, presión, etc.) como dispositivo para la interfaz hacia la tecnología mostrando un análisis del estado de dichas partes o componentes de las máquinas como señal de cambio o mantenimiento a uno o varios componentes. Teniendo como resultado que el uso de la interfaz tecnológica con un mantenimiento preventivo y predictivo, se puede detectar aquellas fallas antes de que las máquinas lleguen al punto de paradas no

previstas, así mismo, la programación del mantenimiento es más preciso y el costo por la compra de sensor es mucho menor a las pérdidas que generan las paradas y fallas no previstas, además esto sumando a las mermas que se generan, tiempos muertos de los operarios, mala calidad del producto, incumplimiento de fechas programadas de producción hacia el cliente. Se llega a la conclusión que, trabajando conjuntamente el mantenimiento preventivo, predictivo y el uso de un Control Lógico Programable (PCL) reduce pérdidas en general a la empresa y aumenta la productividad y producción de esta misma.

Ostadi, (2018) nos aporta información en su artículo nombrado como *An optimal preventive maintenance model to enhance availability and reliability of flexible manufacturing systems*, teniendo por objetivo, la mejora de los porcentajes en disponibilidad y confiabilidad de las máquinas, del mismo modo, calcular los tiempos tomados al accionar el mantenimiento preventivo para cada máquina debido a las fallas frecuentes que se originan y de acuerdo a ello establecer un programa de mantenimiento para prevenir todos estos defectos presentados. El estudio tomo un caso (un rociador de pintura robótico), el cual se presentó como ejemplo, manifestando ahí el programa de mantenimiento preventivo de acuerdo con sus componentes del sistema del rociador de pintura. Según el autor manifiesta que los resultados después de implementar el mantenimiento preventivo se dan luego de analizar y secuenciar aquellas actividad de implementación comenzando por registrar y plasmar los componentes del sistema, luego registrar la toma de datos de los periodos entre fallas, posterior registrar los costos de los componentes, luego priorizar aquellos componentes críticos (también llamado análisis de criticidad), desglosando así una programación para dicho mantenimiento preventivo, lo cual el autor culmina describiendo los pasos para un correcto mantenimiento basado en un caso de un rociador de pintura robótico.

Ardila y otros (2016) en su artículo titulado como *Gerencia del Mantenimiento*, presenta como objetivo expresar el estado del arte en gerencia de mantenimiento, así mismo identificando metodologías que se aplican tras la problemática de obtener resultados positivos al implementar como herramienta el mantenimiento. Reporte de diferentes autores del mundo indican que utilizan como herramientas;

encuestas, fichas recolectoras de datos, además de técnicas estadísticas de acuerdo con el objetivo clave de la investigación, luego se integra metodologías como, por ejemplo; TQM (Gestión de la Calidad Total) donde podemos mencionar como principales herramientas incluidas; el diagrama Causa-Efecto, Diagrama de Pareto 80/20, Histograma, etc. Así mismo, están metodologías JIT (Justo a Tiempo), TPM (Mantenimiento Productivo Total), Diagrama Gantt. Concluyendo así que con la aprobación de gerencia y aprovechando aquellas metodologías y técnicas incrementarán la eficacia y eficiencia (incremento de la Productividad) cumpliendo con los objetivos de cada compañía.

Puello y Martinez (2018) en su artículo que lleva el nombre de Revisión sistemática en Sistemas de gestión de Mantenimiento asistido por computadora, tiene por objetivo gestionar y monitorear las actividades, a través de la CMMS (Sistema de Gestión de Mantenimiento por Computadora), por esta razón se hace una revisión del papel importante considerando las apreciaciones de diferentes autores, deduciendo que muchas compañías comerciales utilizan la herramienta CMMS para almacenar, transmitir y recuperar datos relacionados a los procedimientos de mantenimiento de maquinarias, equipos, infraestructura y plantas. Así mismo, administrar el Programa de gestión de mantenimiento, además que los CMMS al ser implementados son usados como respaldo y optimización de la gestión del mantenimiento. De tal forma se concluye que la aplicación de los CMMS da soporte en función de administrar, monitorear y programar la documentación de mantenimiento en máquinas y equipos en múltiples instalaciones de los procesos diarios, donde planifica los trabajos y mantiene actualizado los calendarios de mantenimiento, optimizando así el plan de mantenimiento.

Abambari y Pérez (2021) en su artículo referido sobre Experiencias en el mantenimiento de la máquina empacadora de conservas Herfraga, tuvo por objetivo garantizar la mayor disponibilidad y fiabilidad de las máquinas, así mismo, mejorar el porcentaje de eficiencia y eficacia de los productos terminados, además de prolongar la vida útil de las máquinas mediante un mantenimiento adecuado, para ello se recolectó datos (atención, recopilación y registro de información) mediante la técnica de la observación se realizó el diagrama de

Ishikawa, luego se destacaron los sistemas de la máquina más propensos a tener fallos por lo tanto paradas imprevistas, en donde a través de la curva 80/20 se pudo apreciar que el sistema de Eje de excéntricas-Cierre de mordaza tiene la mayor frecuencia de averías por lo tanto es el punto más crítico afectando a la producción en el periodo del año 2019. Se aplicó el estímulo al estudio obteniendo como resultado para un periodo del año 2020, la identificación y cambio de un exceso de desgaste de los bocines por ser el componente de bronce fosfórico, lo cual se procedió al cambio por aluminio ejerciendo mayor resistencia mecánica ya que ese material es utilizado mayormente en piezas mecánicas navales, así plasmando con mayor nitidez el programa de mantenimiento preventivo lo cual tuvo un efecto en el incremento de la tasa de fiabilidad y su disponibilidad, del mismo modo, se elevó la tasa de la productividad y además se aseguró un periodo de vida útil más extenso de la máquina.

Mayorga y Quishpe (2019) nos muestra que, en su artículo referente a la Deontología aplicada al mantenimiento de maquinaria industrial por ingenieros mecánicos, tiene como objetivo dar a conocer la deontología profesional para la realización de un mantenimiento de una maquinaria brindando así ideas y definiciones de la relación y la aplicación de un mantenimiento deontológico. Los autores concluyen así que para una correcta aplicación de un mantenimiento preventivo, se debe tener en cuenta la ética profesional por el personal de mantenimiento, ya que al realizar ciertas actividades se debe seguir al pie de la letra ciertas normas o reglas impuestas en la programación del mantenimiento, además que el trabajador debe contar con la vocación, capacitación y la preparación especialmente en 3 sentidos; capacidad intelectual, moral y física, donde en la primera debe hacer uso de sus conocimientos y demostrarlos en el desarrollo de sus trabajos, en la segunda se trata del valor como persona demostrando así compromiso, seriedad y nobleza en su labor y por último se refiere en sus cualidades físicas y principalmente en su salud. Por lo tanto, un grupo de trabajo que cuente con estas características desarrollará un excelente trabajo y realizar con eficacia y eficiencia un mantenimiento preventivo beneficiando a la empresa en costos y tiempo.

Vera y Torres (2021) en su revista sobre Pautas de un programa de mantenimiento y su importancia en el proceso agroindustrial, nos expone los problemas que suceden en la agroindustria referido al límite del tiempo de vida en funcionamiento de las máquinas y equipos que ya al haber cumplido su periodo siguen utilizándolos en el proceso productivo, teniendo periódicamente trabajos solo en la solución de las fallas. Debido al interés de muchas empresas agroindustriales respecto al mantenimiento, este tipo de estudio es documental. Como metodología se aplicó la búsqueda de información de 54 fuentes (tesis, artículos, revistas, libros), siendo el 60% actuales. Como resultado se determinó que el mantenimiento en las industrias es muy importante según las normas ecuatorianas del reglamento de SST y mejora del entorno de trabajo, lo relevante del mantenimiento se tuvo en cuenta lo siguiente: variables de organización, planificación, verificación, anomalías, instrucción, costos, etc., en un promedio de 87.5 %. Se identifican como conclusiones específicas la importancia del mantenimiento en el proceso de fabricación en el sector industrial y agroindustrial, siendo una importante herramienta aplicable a todo tipo de activos fijos, en las industrias manufactureras para la producción de bienes industriales y productos en general.

Ardila y otros (2018) en su revista investigativa; Desarrollo de software para la gestión del mantenimiento en los laboratorios de la Institución Educativa Pascual Bravo. Nos enseña que existe un creciente interés en las tareas de mantenimiento en el sector productivo, debido a la exigencia de asegurar la factibilidad y confianza del buen funcionamiento de los activos. Esta tendencia en desarrollo ha creado una oportunidad de mejora en la gestión administrativa del servicio de mantenimiento. En este contexto, se encuentran en evolución los Sistemas Computarizados para la Gestión del Mantenimiento (CMMS), con el objetivo de ayudar en la planificación, realización y verificación en las tareas generadas a partir de las operaciones de mantenimiento. CMMS puede hacer que la información recopilada de las tareas de gestión de mantenimiento se convierta en datos vitales para la determinación de la mejora continua. La institución educativa Pascual Bravo cuenta con laboratorios para brindar servicios educativos en la industria manufacturera. En estos laboratorios es importante preservar y

garantizar la seguridad de los activos mediante los servicios de mantenimiento. En consecuencia, existe una función clara de llevar un CMMS acoplado a las peculiaridades de los equipos de distintos laboratorios del departamento de Ingeniería, con el fin de buscar una centralización de los datos de operación y mantenimiento. Este artículo presenta el surgimiento del CMMS y explica las funciones del Sistema de Información de Mantenimiento que es útil para concentración en las operaciones de mantenimiento del programa de estudios de ingeniería. Este módulo de busca ayudar a crear un mantenimiento personalizado basado en inspecciones precisas de información proporcionada para mejorar tanto el rendimiento como la disponibilidad de recursos.

Vahos, Pino y Castro (2019) en su revista sobre el Desarrollo de una herramienta de software para la gestión del mantenimiento de infraestructura en el SENA regional Antioquia. Muestran que antes, las tareas de mantenimiento se solicitaban a través de procedimientos complicados utilizando programas de Microsoft Office como, por ejemplo: Excel, Word y mensajes de correo electrónico. La gran cantidad de transacciones y comunicaciones involucradas dificulta la trazabilidad de las tareas y la consideración ideal de RR. HH y técnicos para llevar a cabo las medidas correctivas. La herramienta de gestión web aplicada reduce el tiempo de inactividad del personal, logrando a la organización mejorar los RR. HH. Además, el software incide en factores económicos y ambientales a través de una gestión de mantenimiento eficaz y adecuada de los equipos. De igual manera, este mecanismo contribuye al crecimiento sostenible disminuyendo el uso de papel mediante la emisión de avisos, anuncios en línea, evitando los formatos impresos en cada fase del proyecto. El software desarrollado también facilita el uso del cálculo estadístico, ya que se logra saber con precisión el número de tareas ejecutadas en un momento dado. El seguimiento y control exacto de estos procesos de mantenimiento son fundamentales para la gestión en cualquier organización propietaria de bienes o inmuebles que necesiten un mantenimiento periódico.

Por otra parte, en relación con los antecedentes nacionales, tenemos a:

Peralta (2019) en su tesis “Plan de mantenimiento preventivo para incrementar la productividad de la empresa metalmecánica AR&ML CONSTRUCTORES E.I.R.L, San Juan de Lurigancho, 2019”, tiene por objetivo principal realizar un programa de mantenimiento preventivo para el aumento de la productividad, por ende incrementará tanto la eficiencia, como la eficacia en la empresa. Este estudio tuvo una metodología del tipo aplicada, así mismo, el enfoque que tiene la investigación es cuantitativo. Según la población se conforma por 54 equipos donde la muestra es 47 equipos del área de producción tomados del total, establecido en el tiempo de 1 año, realizando un pre – test desde el mes de enero y culminando en diciembre del año 2017, posteriormente se realizó un pos-test, teniendo como periodo desde el mes de enero y terminando en el mes de diciembre del año 2018. Esta investigación utilizó como técnica la observación, donde aplicó como instrumento una ficha para recolectar datos. Concluyendo así la investigación con un notable incremento en la productividad, de un 12% de eficiencia y un 19% de eficacia, por lo tanto, culmina afirmando que el plan de mantenimiento preventivo en la empresa AR&ML CONSTRUCTORES E.I.R.L, incrementa la productividad disminuyendo principalmente paros inesperados en las máquinas.

Samar y Solórzano (2020) en su tesis “Aplicación de un Plan de mantenimiento preventivo para incrementar la productividad en la empresa Metales Camacho S.A.C, LOS OLIVOS 2020” tiene como objetivo principal demostrar que la realización de un programa de mantenimiento preventivo aumenta significativamente la productividad en la empresa ubicada en los Olivos. La metodología de estudio es aplicada, donde el diseño que tuvo es cuasi experimental, Se tuvo una población total de 2 máquinas (torno), dentro del área de maestranza y la recopilación de datos se obtuvo de la producción diaria para determinar su eficiencia y eficacia en un periodo de 30 días, asimismo pudiéndose analizar todos los datos de la realización de un pre-test y luego un pos-test e introducirlos al programa estadístico SPSS. Se concluye demostrando que la productividad en la empresa generó un aumento hasta llegar al 46%, entonces la hipótesis planteada es aceptada, tras la realización del mantenimiento preventivo aumentando significativamente la productividad en la empresa.

Armas (2020) en su tesis Propuesta de mejora del plan de mantenimiento preventivo para incrementar la productividad de cemento en la empresa Mixercon S.A. Callao-2020. Tiene como objetivo principal establecer la propuesta de efectuar un plan de mantenimiento preventivo, en donde aumenta la productividad del cemento en la empresa. El estudio es del tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo, el cual tiene un diseño experimental (pre - experimental), así mismo la población fue igual que la muestra, por lo que está relacionada con la producción parcial de cemento que se obtiene del molino, en un periodo de producción de 12 semanas, en donde el pre-test seleccionado se efectuó desde el 01 de diciembre del 2019 hasta el 29 de febrero del 2020 y luego se efectuó un pos-test del 01 de marzo hasta el 01 de junio del 2020. Obteniendo así resultados que indican el porcentaje de disponibilidad del molino que se elevó en un 15.01% (de un 71.83% al 86.84%) asimismo, el porcentaje de confiabilidad del molino se elevó en un 15.75% de un 70.78% a un 86.53%, finalizando, los costos por mantenimiento del molino se han minimizado en una cantidad de S/.10,169 (de S/.28,000 a S/.17,831). El estudio concluye comprobando que haciendo uso del plan de mantenimiento logro mejorar la producción del molino de la empresa hasta alcanzar un 86%.

Quevedo (2020) en su tesis “Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para incrementar la productividad en el proceso de peletizado de la empresa SGM IMPORTACIONES S.A.C.” tiene como objetivo principal la realización e implementación de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo y así poder aumentar la productividad en la empresa. El estudio que se llevo fue tipo aplicada, la cual tuvo un enfoque cuantitativo y por su alcance temporal es longitudinal, la muestra se conforma por la misma cantidad de población que son las 5 máquinas, teniendo un periodo de 30 días antes de la implementación del plan de mantenimiento preventivo y 30 días posterior a la implementación. La técnica utilizada fue la de observación y como instrumento una ficha para recolectar datos. Se concluye que se logró alcanzar el aumento de la productividad desde el mes de Julio del año 2019 en el área de paletizado de la empresa, con respecto a la fiabilidad primero se obtuvo una medición del 61% y después la mejora se logró aumentar a un 96%, así mismo con la disponibilidad,

primero se obtuvo un porcentaje de 80% y después aumento a un 92%. Finalmente, se demostró que la realización y aplicación del mantenimiento preventivo si mejora la eficiencia y eficacia de una manera correcta, ya que se determinó una medición de 80% para la primera dimensión y 91% para la segunda.

Conovilca (2018) en su tesis que lleva por nombre Gestión del mantenimiento preventivo para mejorar la productividad de las máquinas selladoras en la empresa Wariplas Perú S.A.C. Chosica, 2018. El cual tuvo por objetivo principal determinar como la gestión del mantenimiento preventivo puede incrementar la productividad de las máquinas en la empresa de plásticos, dedicada a la elaboración de bolsas con asa en general, el cual cuenta con solo 10 operarios. Donde se diagnosticó el problema de las máquinas que manifiestan fallas y/o paradas no programadas, donde aplicó fichas de recolección de datos y determinó que el 27,3% promedio son de paradas de máquinas selladoras por mantenimiento correctivo en un periodo de un mes, además de no contar con las herramientas necesarias para usarlas en las constantes fallas o paradas. Se tiene como resultado que la aplicación de la gestión del mantenimiento preventivo en las máquinas selladoras pudo demostrar a través del análisis de wilcoxon en la prueba de hipótesis que la media de la productividad anterior a la ejecución de la gestión del mantenimiento preventivo es 0.2772 y posterior es 0.3860, así mismo, la eficacia anterior es 0.2964 y posterior es 0.4004 y por último la eficiencia anterior es 0.9524 y posterior 0.9704. También se obtuvo una disponibilidad de la máquina del 94% al 98% tras la ejecución de la gestión del mantenimiento preventivo, eso quiere decir que se obtuvo un incremento favorable del 4%, incrementando así su productividad de las máquinas y producción en general de la empresa.

Diestra, Esquiviel y Guevara (2017) nos muestra en revista Ingeniería: Ciencia, tecnología e innovación – volumen 4 donde nos informa acerca de su artículo titulado Programa de mantenimiento centrado en la Confiabilidad, para optimizar la disponibilidad operacional de la máquina con mayor criticidad, el cual tuvo por objetivo diseñar un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad de las maquinarias de la empresa Puentes Grúa, para efectuar el plan de mantenimiento

se recolecto datos históricos de las máquinas, situación actual referente al tipo de mantenimiento que se le viene realizando, además de las características y funcionamiento que se les da según su contexto operacional. Se analizó los datos históricos de un periodo de los últimos 3 años, posterior a ello se realizó un análisis de criticidad de las máquinas, en el cual se jerarquizó las máquinas de alta criticidad y centrarse en un mantenimiento adecuado a estas máquinas. Se detectó que los elementos críticos son; zapata de frenos, bocinas, rodamientos, ejes de transmisión y bocinas de alimentación de líneas fase. Posteriormente se realizó un AMEF (Análisis de Modos y Efectos de Falla), el cual identificó las fallas y efectos que tienen sobre la máquina, así mismo se realizó el cronograma de mantenimiento. Los resultados del cronograma de mantenimiento definieron 52 tareas, de las cuales el 90% son preventivas y el 10% son correctivas. Lo cual concluye con una mayor confiabilidad, estimando la confiabilidad actual de las máquinas mediante indicadores del estado de la máquina y sus elementos, del cual se apoyaron además en información que brindan los mismos trabajadores de las máquinas, demostrando así que el diseño del plan de mantenimiento disminuye paradas o fallas ocurrentes en las máquinas, por ende, aumenta la confiabilidad y vida útil de las mismas.

Simón (2017) en su tesis “Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en la empresa metalmecánica Emeca S.A.C., comas – diciembre 2017” tiene como objetivo principal demostrar que implementar un plan de mantenimiento preventivo mejora la productividad de las máquinas en la empresa. Se tiene una población y muestra de estudio en el plan de mantenimiento que está compuesta por las 9 máquinas, las cuales se encuentran en el área de producción. La técnica que se utilizó es la observación y como instrumento son las fichas de observación. Se concluye que se logró aumentar la productividad en un 28.2 % mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa Emeca S.A.C., respecto a la eficiencia después de la implementación del programa de mantenimiento preventivo aumento en un 16,33% en el área de producción. Mientras que la eficacia aumento en 19.23% en el área de producción de la empresa.

Ruiz y Torrejón (2021) en su tesis que tiene como título la Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para aumentar la productividad del área de producción en la empresa CARBOIN S.A.C, 2020. Tuvo por objetivo principal realizar y aplicar un programa de mantenimiento preventivo (PMP) para elevar la productividad del área de producción en la empresa. La metodología de la investigación es aplicada, de enfoque experimental (cuasi experimental), el estudio tuvo una población de 31 máquinas que se ubican en el área de producción, las mismas que fueron tomadas como muestras. Se concluye que se logró calcular la disponibilidad de los equipos que fueron las siguientes mediciones; 73.71%, 75.09% y 76.47% comprendiendo los meses de Abril, Mayo y Junio respectivamente, asimismo el resultado promedio de la productividad inicial de la producción para los meses Enero, Febrero y Marzo fue de 63.67%, finalmente posterior a la implementación del plan de mantenimiento preventivo el resultado promedio de la productividad de la producción mensual para los meses de Abril, Mayo y Junio aumento a 76.47%.

Luna y Toledo (2019) en su tesis que tiene por nombre Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para incrementar la confiabilidad en las maquinarias de la empresa OSIMIN S.R.L, Huaraz, 2019. Tuvo por objetivo principal cuantificar en qué medida tras la implementación de un plan de mantenimiento preventivo incrementa la fiabilidad de las maquinarias pesadas en la empresa. La investigación es de tipo aplicada y el tipo de diseño fue experimental (pre- experimental), teniendo una población que comprende todas las maquinarias pesadas de la empresa. Se concluye que se demostró que la disponibilidad de la confiabilidad general de 78% aumento a 87 %, asimismo la disponibilidad general de 89 % se incrementó a 94%.

Rayme y Diaz (2021) en su revista científica tiene como objetivo principal Identificar cómo el mantenimiento preventivo puede mejorar el rendimiento de los equipos medidores de energía eléctrica. La investigación es del tipo básica, a nivel propositivo, y el enfoque es del tipo cuantitativo y de diseño no experimental. Se concluye que la productividad aumenta hasta un 46% debido al haber aplicado el mantenimiento preventivo en los equipos medidores de energía eléctrica.

García (2018) en su tesis Implementación del mantenimiento preventivo para incrementar la productividad en el área de fabricación de esquineros de papel de la Empresa TRUPAL S.A, Lima – 2018 tiene como objetivo principal Identificar el efecto que brinda al implementar el mantenimiento preventivo, demostrando la mejora de la eficiencia en el área de producción de esquineros de papel de la empresa. El estudio fue de tipo aplicada, el enfoque es cuantitativo, el tipo de diseño es pre-experimental y la población es las máquinas de producción de esquineros. La técnica utilizada es la observación y la herramienta es la ficha para recolectar datos. Se concluye que la productividad antes que se implemente el Mantenimiento preventivo fue de 60.46 % y luego que se implementó el programa de mantenimiento preventivo aumento a 76.15 % demostrando un incremento del 25.95%, asimismo la eficiencia antes que se implemente el Mantenimiento preventivo fue de 82.90 % y después que se implementó la planificación de mantenimiento preventivo aumento a 91.32% demostrando un incremento del 10.15% y finalmente la eficacia antes que se implemente el Mantenimiento preventivo fue de 71.06% y después que se implementó la planificación de mantenimiento preventivo aumento a 82.95% demostrando un incremento del 16.74%.

Torres (2018) en su investigación relacionada a la Planificación de mantenimiento preventivo para incrementar la productividad de la empresa Ofilab Perú SAC - Lima, 2018, el autor tuvo por objetivo sustentar el aumento de la productividad implementando un plan de mantenimiento preventivo reduciendo las paradas no programadas. Se tuvo una investigación de tipo aplicada, con un diseño experimental a su vez con un sub-diseño cuasi - experimental, teniendo una población equivalente a la muestra de 8 equipos patrones de calibración. Empleando como técnica la observación del cual el instrumento fue la ficha recolectora de datos. El autor concluye con la demostración de un incremento en la productividad del 39.81%, luego de haber implementado y aplicado el plan de mantenimiento preventivo, evaluando con un pre-test y luego un post-test, el cual tuvo un periodo de evaluación de 30 días, aceptando así la hipótesis general reflejada en el punto de apoyo importante de tener una planificación de

mantenimiento preventivo para una mejora significativa de la productividad para la empresa.

Chapoñan (2017) en su tesis con el título de aplicación de mantenimiento preventivo para mejorar la productividad del simulador de maquinaria pesada Caterpillar de Ferreyros S.A, tuvo por objetivo establecer que al emplear el mantenimiento preventivo aumentará significativamente el rendimiento y eficacia del simulador de maquinaria pesada. El estudio comprende un diseño cuasi experimental, siendo así del tipo aplicada y su población incluyó la cantidad de servicios semanales empleando el simulador, el cual obtuvo una muestra de datos durante 12 semanas. La técnica para recolectar los datos fue la observación y se aplicó como instrumento los informes que se detallan las capacitaciones mensuales. Se concluye que analizando un antes y un posterior a la ejecución del mantenimiento preventivo, se redujo las paradas, averías y fallas inesperadas. Teniendo al inicio un escenario del 36% de productividad para luego incrementar hasta el 52% tras la mejora, así mismo, se realizó las fichas técnicas del simulador, también se realizó el stock de materiales, repuestos e insumos para la programación del mantenimiento diario, semanal, bimestral y trimestral, aumentando así su disponibilidad y fiabilidad del simulador de la maquinaria pesada, lo cual repercutió en el aumento de la producción y las horas de capacitación, por ende se obtuvo aumento significativo de eficiencia y eficacia del 13%, lo cual afirma y demuestra la importancia de contar e ejecutar un plan de mantenimiento preventivo para la obtención de un aumento en la productividad.

Andía y Ramos (2020) en su tesis orientada a la aplicación de mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en el área de mantenimiento de Aceros Chilca S.A.C, tiene por objetivo determinar la variación de la productividad, posterior a la ejecución del mantenimiento preventivo, donde tiene por variables; como independiente está el mantenimiento preventivo y por dependiente tenemos la productividad, abarcando como actividades económicas desde los procesos, materiales, métodos, energías y capital. Teniendo como dimensiones a la eficiencia y eficacia, la primera mide el grado de utilización de recursos destinados a la producción y el segundo mide la capacidad de alcanzar el objetivo. El estudio tuvo un tipo aplicada, de enfoque cuantitativo, teniendo un

diseño experimental (cuasi -experimental). Se contó con una población y muestra que fue el total de órdenes de trabajo de mantenimiento. Tomando como instrumento la recolección de datos. Los autores llegan a la conclusión que tras la realización y ejecución del mantenimiento preventivo se incrementó la productividad en un 29,77%, así mismo, aumentó la eficiencia en un 11.53% y la eficacia en un 15,57%, en donde se tuvo como herramienta principal; el cronograma de mantenimiento preventivo para las máquinas de acuerdo con la frecuencia que estas requieran.

Silva (2017) en su tesis titulada Aplicación del mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en el área de energía de la Cía. Ericsson S.A, Lima, 2017. La investigación sostuvo por objetivo determinar el incremento de la productividad, eficiencia y eficacia. Teniendo un diseño experimental (cuasi experimental), tipo aplicada, utilizando por técnica; el análisis de datos numéricos del total del porcentaje de mantenimientos ejecutados y así se utilizó el instrumento; formato de recolección de datos, validado por juicio de expertos. Teniendo una población igual a la muestra de los datos numéricos que se cumplieron de acuerdo con la cantidad de mantenimientos ejecutados en 6 meses totales incluyendo así el análisis previo y posterior a la planificación y ejecución del mantenimiento preventivo. Se concluye que al realizar el mantenimiento preventivo mejora la productividad hasta alcanzar un 22.6%, la eficiencia alcanzó un 12.4% y la eficacia se elevó hasta el 9.2% observado en el pre y post análisis, dando aceptación idónea de la hipótesis.

Corcino (2018) en su tesis relacionada a la aplicación del mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en la planta comercial de la empresa San Fernando. El estudio sostuvo como objetivo medir la productividad aplicando el mantenimiento preventivo, fue de tipo aplicada, con un diseño cuasi -experimental. Utilizando como instrumento; el formato para recolectar datos. Su población y muestra está conformada por los mantenimientos efectuados durante 24 semanas. Se concluye obteniendo una tasa de incremento del 10,08% en productividad, un 5.72% en eficiencia y un 6.60% en eficacia, logrando así elevar la productividad en la planta comercial, incrementando su producción, bajando sus costos y asegurando la fiabilidad de sus equipos.

Aponte (2017) en su tesis orientada a la aplicación del mantenimiento productivo total para mejorar la productividad en el área de mantenimiento de los vehículos de carga en una empresa de transportes, sostuvo por objetivo determinar como la planificación del mantenimiento productivo total elevará la productividad en el área de mantenimiento de los vehículos. La investigación tuvo un diseño cuasi experimental, de tipo aplicada, con una población igual a la muestra constituida por 24 semanas, en donde se utilizó la técnica de la observación y por instrumento se aplicó la ficha de observación y registro. Concluyendo así que la ejecución del mantenimiento productivo total tuvo un impacto en el incremento de la productividad del área respectiva de vehículos de carga teniendo un resultado de un 11.80%, así mismo, sus dimensiones también incrementaron en un 11.64% su eficiencia y en un 11.95% su eficacia.

Cruz, Iparraguirre, Lozano, Parimango y Castillo (2020) en su revista científica para solucionar los problemas frecuentes de la planta de molinera desarrolló la siguiente investigación titulada Diseño de plan de mantenimiento preventivo, kardex, vsm y balance de línea para reducir costos. Se planteó herramientas de ingeniería, se evaluó el impacto de costos de los programas de mantenimiento preventivo, Balance de línea, VSM (Mapa de Flujo de Valor) y Kardex en la empresa y cada herramienta fue diagnosticada, analizada y simulada en base a estos indicadores y comparadas con estándares técnicos utilizados por otras organizaciones. Como resultado para el mantenimiento preventivo el valor inicial fue de 70,36% y su valor final fue de 85 % demostrando un incremento en comparación al valor actual, asimismo las herramientas Kardex, VSM y Balance de líneas han logrado el 100% según lo indicado por los estándares, demostrando con éxito en el diseño de herramientas para la resolución de problemas. Con relación a la pérdida respecto al problema resuelto el valor simulado representa un ahorro del 92.59% El impacto económico en su costo es positivo ya que la TIR 23%, VAN S/20471.77 y B/C S/1.90 confirman la factibilidad del proyecto.

Las teorías relacionadas al tema son las siguientes:

Cuando se trata de mantenimiento, el año 1950 es una parte importante de la mente de las personas y se considera el comienzo de la Tercera Revolución

Industrial cuando las personas se dieron cuenta de que la industria no solo se preocupa por el estado de la máquina sino también por el estado en que se conseguía del producto o servicio; se pasó de pensar en el mantenimiento de las máquinas que es el Mantenimiento Preventivo a pensar en el mantenimiento del producto que es el Mantenimiento Productivo. (Rivera, 2011, p. 46)

El mantenimiento preventivo se basa en una serie de tareas o actividades programadas realizadas durante un determinado tiempo y está diseñado para garantizar que los activos de la empresa realicen las funciones requeridas dentro del marco funcional para optimizar el rendimiento del proceso; prevenir y predecir fallas de componentes, ensambles, máquinas o equipos, ya que esto también se aplica a diversas actividades realizadas en intervalos programados o durante su uso (en fechas específicas), tales como cambio o reemplazo, ajuste, reparación, inspección, evaluación, etc. (Pérez, 2021, p. 39).

Por otro lado García (2006) indica, que el mantenimiento preventivo se define como un conjunto de acciones para equipos activos que permite que los equipos sean operados de manera eficiente y segura de la forma más económica, con tendencia a prevenir fallas y paradas no planificadas.

Las actividades del mantenimiento preventivo están destinadas a mantener excelentes ambientes de trabajo y encontrar errores potenciales que podrían detener la producción o comprometer la integridad de los empleados. Algunas actividades son: limpieza e inspecciones periódicas de los encargados quienes operan las máquinas, revisiones programadas, engrase o lubricación de las máquinas para evitar el desgaste ya sea en parada o en funcionamiento y ajustes acorde a los estándares establecidos. (Sierra, 2004, p. 53 - 56).

De acuerdo a González, (2004, p. 52) citado en Peralta, (2019, p. 29) señala los siguientes indicadores de mantenimiento: Tiempo medio entre las fallas, tiempo medio de reparación y disponibilidad.

Tiempo medio entre fallas estima que se ejecute normalmente entre las paradas (ya sea por fallas o reparo) lo que nos da a saber la frecuencia con la que ocurre los atracones u otros problemas.

Tiempo medio de reparación concede entender la significancia las fallas, atracones o averías que ocurren en el equipo, teniendo en cuenta el tiempo

promedio hasta su arreglo o reparo. Dicho de otra manera, estimamos el tiempo total de reparación dividido entre el número de paradas.

Disponibilidad es el tanto por ciento del periodo que el equipo se puede aprovechar (disponible) durante la fabricación. El periodo de inactividad (indisponible) deberá considerar cualquier tiempo de inactividad causado por el mantenimiento correctivo o preventivo, a partir de que está queda inoperativo hasta el regreso a la producción.

Las fórmulas de los indicadores de mantenimiento se adjuntan en el ANEXO 1.

El mantenimiento predictivo se volvió uno de los instrumentos más comunes en la industria manufacturera porque ayuda a identificar problemas para que no ocurra una falla crítica y retrase el proceso productivo (Olarte, Botero y Cañón, 2011). El mantenimiento correctivo es utilizado ante la presencia de una avería o falla y se usa en muchas industrias sin protección o supervisión, los cuales no disponen de un mantenimiento preventivo y predictivo (Baldeón, 2016, p. 31).

Según Daquinta y otros (2018) define que el análisis de criticidad es una metodología que nos permite designar las prioridades o la jerarquía de sistemas, dispositivos e instalaciones, en base a un modelo de mérito que lleva por nombre "Criticidad", que es proporcional al "Riesgo" formando una estructura que provee la toma de decisiones y el esfuerzo, así como los recursos en las áreas en relación con su impacto que ejerce en el negocio. Asimismo (Parra y Crespo, 2019) indican que el análisis de criticidad determina los problemas más relevantes (críticos) que afectan a los procesos productivos y mediante técnicas de análisis de criticidad se da prioridad a las maquinarias o equipos (activos) de producción que más retraso, fallas y pérdidas causan para la organización.

El término productividad apareció por primera vez en 1766, después de 100 años, en 1883, Littre indica como la capacidad productiva. Asimismo, a inicios del siglo XX fue que la palabra Productividad obtuvo una interpretación más específica la cual ayuda a comprender mejor la complementación de los recursos y se utilizaban a lo largo del tiempo programado para lograr un objetivo deseado. En 1950, la Organización para la Cooperación Económica Europea definió de una forma más específica el término productividad, como, por ejemplo: "La productividad es el cociente de la producción dividido por el factor de producción,

por lo que se puede hablar la productividad del capital, de inversión, M.O, (Moreno, 1995, p. 1)

La productividad conlleva a mejorar sus procesos de fabricación, a una comparación favorable entre la cantidad de recursos que se ha empleado y la cantidad de bienes y servicios que se han producido. Asimismo, la productividad es un indicador que asocia lo elaborado por un procedimiento (salidas o producto) y los recursos (entradas o insumo) empleados para producirlo. (Carro y González, 2012, p. 1)

Durante la década de 1950, muchos académicos intentaron formalizar 2 diseños de eficiencia. En la escuela neo-walrasiana, un documento histórico sobre la medición del desempeño fue la definición de eficiencia productiva de Farrell. Farrell se inspiró en Koopmans "Análisis de actividades", y la medida de eficiencia técnica se asemeja a la "utilización de recursos" de Debreu. La novedad del enfoque de Farrell es que su medición de rendimiento permite explícitamente múltiples entradas y salidas, mientras que el trabajo anterior a menudo se limitaba a una entrada o salida única. Farrell define una empresa eficiente como "tratar de producir tantos productos como sea posible a partir de un conjunto dado de insumos". Farrell presentó la función de producción eficiente como un caso especial de la función de producción tradicional de Pareto, definida como "el resultado que una empresa perfectamente eficiente puede obtener de cualquier combinación de factores de entrada". (Ebour, 2010).

La eficacia y la eficiencia son indicadores de la productividad, según Baldeón (2016) señala que la eficacia es un criterio para alcanzar una meta, argumentado que es factible conseguirlo en las mejores condiciones. Respecto a la eficiencia indica que se estima o se mide por comparación, ya que, para ser efectivo, el proceso debe ser eficiente y los más exitosos son aquellos que mejores beneficios muestra.

Las fórmulas de los indicadores de la productividad se adjuntan en el ANEXO 2.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Según Lozada (2014) indica que la investigación aplicada apunta a generar conocimientos, ya que pueda ser aplicado directamente y a mediano plazo a campos sociales o sectores productivos. Este tipo de investigación tiene un alto valor agregado debido al uso y procedencia del conocimiento de la investigación básica. De esta forma la riqueza es creada por la diversificación y el desarrollo del sector manufacturero y/o productivo.

El presente estudio la investigación fue de tipo aplicada, asimismo se implementó el plan de mantenimiento preventivo con el propósito de llevarlo a cabo y tener un impacto positivo respecto al problema que es la baja productividad debido a los fallos frecuentes de las máquinas selladoras en el área de Sellado de la empresa conservera SAN LUCAS S.A.C.

En cuanto al diseño para la presente investigación fue pre - experimental porque se manipulo de manera ligera a la variable independiente (Plan de mantenimiento preventivo) para determinar si este genera un aumento o disminución en la variable dependiente (productividad).



En dónde:

G = Máquina Selladora ½ lb para el proceso filete de caballa.

O1 = Productividad inicial, antes de la implementación del Plan de mantenimiento preventivo.

X = Plan de Mantenimiento Preventivo.

O2 = Productividad final, luego de la implementación del Plan de mantenimiento preventivo.

3.2. Variables y Operacionalización

El Mantenimiento preventivo es un mantenimiento llevado a cabo a ser realizado a intervalos fijos o de acuerdo con los estándares establecidos para reducir la posibilidad de falla o deterioro de los componentes. Por lo general, es de naturaleza sistémica, es decir, la intervención es incluso hasta cuando no tiene síntomas de algún problema. Según (Tunaroza y otros, 2015, p. 11)

La productividad nos indica de cuán eficiente usamos nuestro capital y trabajo para crear valor económico. La alta productividad significa ser capaz de crear altos intereses monetarios en menos tiempo de trabajo o con poco dinero invertido. Un aumento de productividad significa producir más con los mismos recursos. (Galindo y Ríos, 2015, p. 2)

La variable independiente corresponde al Mantenimiento Preventivo y la variable dependiente es la Productividad.

La matriz de operacionalización se adjunta en el ANEXO 3.

3.3. Población, muestra y muestreo

Hernández y otros, (2014) Dan a entender que una población es como un grupo de personas, máquinas, equipos, etc. Donde tienen características comunes que son investigados sobre un tema específico. En el proyecto de investigación Incrementó la Productividad mediante la implementación del Plan de mantenimiento Preventivo en la empresa SAN LUCAS S.A.C. La población será el número de equipos del área de sellado que está conformada por 4 máquinas selladoras.

- **Criterios de inclusión:** Se toma la máquina selladora de envase de ½ libra Marca ANGELUS29P del proceso productivo del filete de caballa, lo cual se debe a que el producto presenta mayor demanda hacia el mercado nacional e internacional, por ende, los periodos de producción fueron más constantes en los meses de Abril y Mayo, lo cual a su vez implica mayores problemas con la máquina de sellado.

- **Criterios de Exclusión:** Se excluye como muestra las 3 máquinas selladoras del área de sellado (máquina selladora de envase 1 lb Oval, 1 lb Tall y Tinapón) por no intervenir en el proceso de sellado de la línea de filete de caballa, así mismo son las que presentan menor demanda o cuando solicita el cliente.

Según Carrillo (2015) La muestra es una porción de un total de elementos o subconjunto de una población seleccionada para ser estudiada de acuerdo a la característica común que conllevan. Por tener una población muy pequeña, la muestra de estudio está integrada por las 4 máquinas selladoras y el muestreo fue no probabilístico, por conveniencia, ya que existe una mayor demanda en el

proceso productivo de Filete de caballa en aceite vegetal por lo que se tomó la máquina selladora de ½ lb, tuvo un mayor desgaste de los componentes debido al uso constante y fue importante para la recopilación de información a través de los métodos utilizados.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas de investigación son herramientas que los investigadores pueden usar para obtener datos que, una vez que se analizan, pueden responder preguntas de investigación con métodos cualitativos, cuantitativos o una combinación de métodos en diferentes etapas del proceso de investigación, (Ramos, 2015). Las técnicas que se utilizaron para el desarrollo del presente trabajo de investigación fue la información de datos de producción para medir la productividad y la observación lo cual consistió en observar nuestra muestra, en este caso la máquina selladora de ½ lb en el área de sellado, se recolectó datos numéricos y se consiguió la información que se desea para el estudio.

La dimensión de las técnicas de recopilación de datos es informar a los investigadores sobre el proceso de toma de decisiones para seleccionar la técnica más adecuada para el propósito de la investigación. Esta determinación está estrechamente relacionada con la naturaleza del objeto de investigación, el modelo teórico utilizado para construirlo y la lógica del modelo en el que se basa el investigador, (Yuni y Urbano, 2014). Los instrumentos empleados que se utilizaron fueron las fichas de recolección de datos, donde se registran informaciones reales cuantitativos acorde a los datos producción, lo cual la empresa SAN LUCAS S.A.C. nos facilitó el acceso, para poder llevar a cabo la comparación del pre-test y del pos-test de implementar el plan de mantenimiento preventivo.

Tabla 1. *Técnica e instrumentos de recolección de datos*

Variable	Técnica	Instrumento
Mantenimiento Preventivo	La Observación	Ficha de recolección de datos
La Productividad	Información de datos de producción	Ficha de recolección de datos

Fuente: elaboración propia

3.5. Procedimiento

SAN LUCAS S.A.C. con N° de RUC: 20546446710 es una empresa que se dedica a la elaboración y comercialización de conservas de pescado para el consumo humano directo (CHD) , trabaja con distintas variedades de pescado como Jurel, Anchoa, Caballa y Bonito; se encuentra ubicada en: Pueblo Joven Villa María Mz O Lt 1-8 Nuevo Chimbote – Santa – Ancash, donde se llevó a cabo el estudio; además de implementar una metodología que logre los objetivos trazados y de diversas formas ayude a dar soluciones para poder corregir y/o solucionar los problemas encontrados en la empresa.

Tabla 2. *Misión, visión y valores*

Misión	Visión	Valores
Satisfacer las necesidades de nuestros clientes con confiabilidad a largo plazo, ofreciendo productos de alta calidad acorde con las necesidades del mercado, respetando el medio ambiente y la responsabilidad social.	Ser una empresa líder en el mercado nacional y de exportación en la producción e innovación de alimentos de calidad de conservas de pescado seguros con una visión enfocada al cliente y generación de rentabilidad.	- Trabajo en equipo - Compromiso - Integridad

Fuente: Plan HACCP de la empresa San Lucas S.A.C.

A continuación, mostramos el flujograma del procedimiento de la investigación, el cual se aprecia en la Figura 1.

Luego de apreciar el flujograma del procedimiento de esta investigación, se efectuó el diagrama Gantt para planificar las acciones a realizar durante el periodo del antes y después de la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa SAN LUCAS S.A.C, el cual se muestra en la Tabla 3 a continuación.

Tabla 3. Diagrama de Gantt

	ACTIVIDADES	Meses del año 2022												
		MARZO	ABRIL				MAYO							
		S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4				
PRE TEST	Elaboración de las fichas de recolección de datos.	■												
	Envío de validación de instrumentos según juicios de experto.													
	Compra de tablero e impresión de fichas de recolección de datos.													
	Elaboración del DAP.													
	Toma de fotos de las fallas de la máquina selladora 1/2 lb Angelus 29P.		■											
	Elaboración del diagrama de Ishikawa.		■											
	Elaboración del Diagrama de Pareto.			■										
	Elaboración del formato de evaluación de criticidad.				■									
	Elaboración de la ficha técnica de la máquina selladora 1/2 lb Angelus 29P.				■									
	Análisis de criticidad de los sub sistemas principales de la máquina selladora.					■								
	Elaboración del listado de repuestos y materiales mínimos.					■								
	Elaboración del cronograma del PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.					■								
	Capacitación al personal.					■								
	Técnica de observación y toma de datos del PRE - TEST de los indicadores de mantenimiento.		■	■	■	■	■							
Recopilación de información del área de producción para llenado del PRE - TEST de los indicadores de la productividad.		■	■	■	■	■								
POST TEST	Implementación del Plan de mantenimiento Preventivo.						■	■	■	■	■	■	■	
	Ejecución del Plan de mantenimiento Preventivo.						■	■	■	■	■	■	■	
	Datos del POST - TEST de los indicadores de mantenimiento.						■	■	■	■	■	■	■	
	Datos de información del POST - TEST de los indicadores de la productividad.						■	■	■	■	■	■	■	

Fuente: elaboración propia

3.5.1. Diagnostico actual de la empresa SAN LUCAS S.A.C.

Para diagnosticar la condición en la que se encuentra actualmente la empresa SAN LUCAS S.A.C, la cual analizamos específicamente el proceso productivo de filete de caballa en aceite vegetal, en donde determinamos e identificamos las causas de la baja productividad en la empresa. Por lo tanto, en el diagrama de actividades del proceso (DAP) que se adjunta en el ANEXO 16, podemos presenciar que en el proceso de filete de caballa en aceite vegetal el mayor problema persistente es en la etapa o área de sellado por las averías de la máquina (podemos observar en el ANEXO 18), en donde las latas salen con deformaciones y mal selladas (podemos observar en el ANEXO 19), teniendo un efecto negativo reflejado en averías constantes de la máquina generando paradas no programadas (tiempos muertos), así mismo, afectando la demanda del producto, la producción y la productividad. Posterior a este análisis se procedió a efectuar un diagrama de Ishikawa.

3.5.1.1. Diagrama de Ishikawa

Se identificó detalladamente las causas principales que existen en el área de sellado, el cual podemos observar en el diagrama de Ishikawa que se muestra a continuación en la Figura 2.

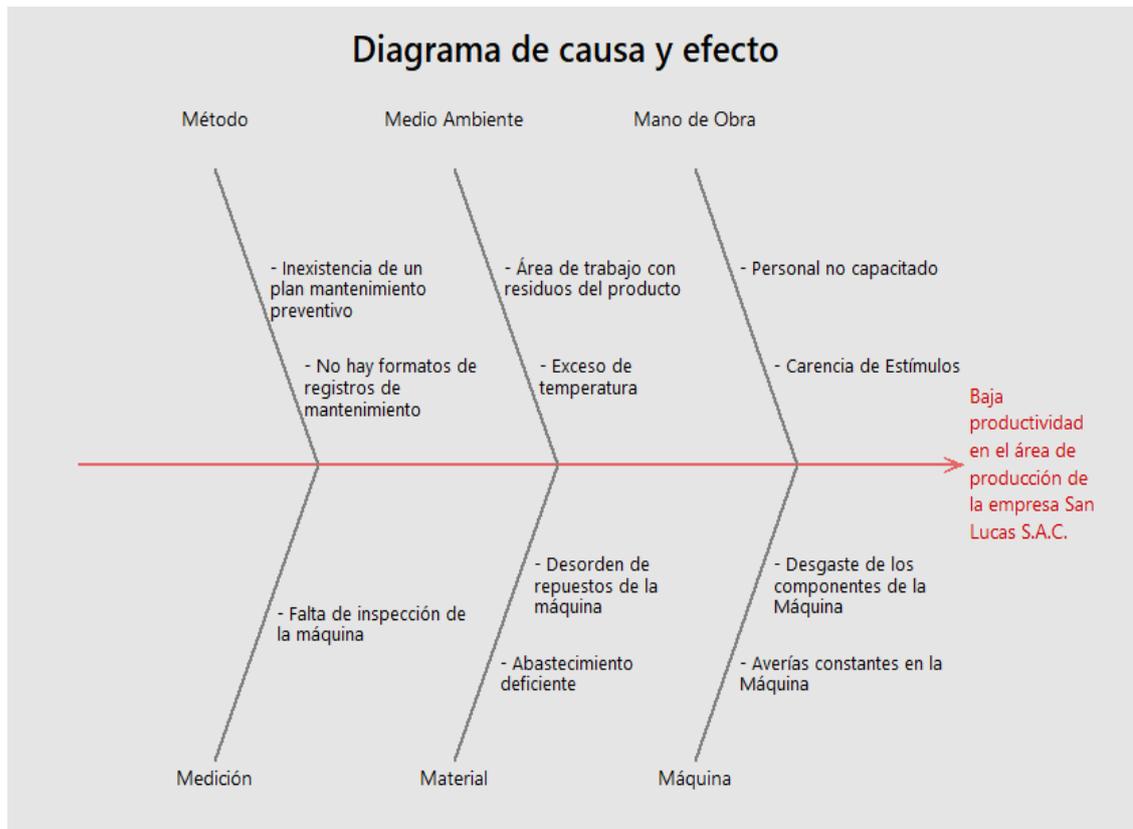


Figura 2. Diagrama de Ishikawa o Causa y Efecto

De la Figura 2 podemos deducir, que las causas responsables que generan la baja productividad son; la inexistencia de un plan de mantenimiento preventivo, la inexistencia de formatos de registros de mantenimiento, área de trabajo con residuos del producto, exceso de temperatura, personal no capacitado, carencia de estímulos, falta de inspección de la máquina, desorden de repuestos de la máquina, abastecimiento deficiente, desgaste de los componentes de la máquina y averías constantes. Ya teniendo identificadas las causas mencionadas se procedió a priorizar los de mayor importancia (clasificar de mayor a menor impacto) dando efecto a la baja productividad, por el cual se efectuó el diagrama de Pareto.

3.5.1.2. Diagrama de Pareto

Se tomó las causas del diagrama de Ishikawa y se continuó determinando cuales son los motivos principales de la baja productividad del área de sellado dentro del proceso productivo de filete de caballa en aceite vegetal, para ello se efectuó el diagrama de Pareto.

Tabla 4. *Causas de la baja productividad*

N°	Causas de baja productividad	Frecuencia	Total	Acumulado
1	Averías constantes en la Máquina.	7	23.3%	23.3%
2	Inexistencia de un plan mantenimiento preventivo.	6	20.0%	43.3%
3	No hay formatos de registros de mantenimiento.	4	13.3%	56.7%
4	Desgaste de los componentes de la Máquina.	3	10.0%	66.7%
5	Personal no capacitado.	3	10.0%	76.7%
6	Falta de inspección de la máquina.	2	6.7%	83.3%
7	Abastecimiento deficiente.	1	3.3%	86.7%
8	Desorden de repuestos de la máquina.	1	3.3%	90.0%
9	Carencia de Estímulos.	1	3.3%	93.3%
10	Área de trabajo con residuos del producto.	1	3.3%	96.7%
11	Exceso de temperatura.	1	3.3%	100.0%
TOTAL		30	100%	

Fuente: elaboración propia

En la Tabla 4, primeramente, se enumeró y priorizó las causas encontradas acorde a su frecuencia con un total de 30 equivalente al 100%, así mismo, lo podemos visualizar plasmado en el gráfico de Pareto, que se muestra en la Figura 3 a continuación.

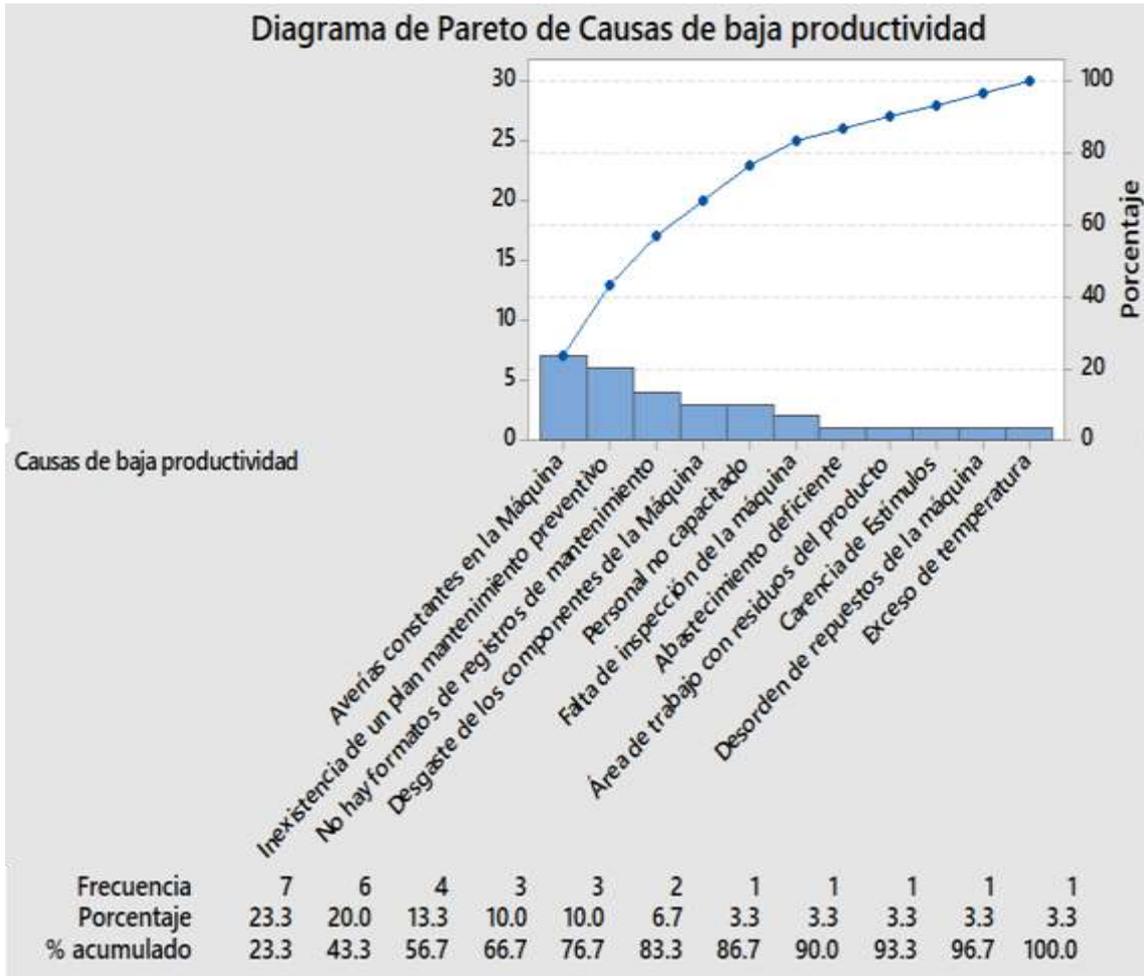


Figura 3. Diagrama de Pareto

Basándose en el gráfico podemos decir que el 80% de las causas de mayor impacto a la que se debe la baja productividad es; primeramente a las averías constantes en la máquina (que viene a ser el 23.3% del total causante de la baja productividad), seguido de la inexistencia de un plan de mantenimiento preventivo (significando el 20% del total de la baja productividad), además no hay formatos de registros de mantenimiento (significando el 13.3%), así mismo existe desgaste de los componentes de la máquina (significando el 10%) y un personal no capacitado en tema de mantenimiento preventivo (significando el 10%). Estos datos servirán de fuente para las medidas que se tomen para incrementar la productividad.

3.5.1.3. Formato de análisis de Criticidad

El modelo del formato para la evaluación de la criticidad se basó en el CTR (Criticidad total por riesgo) y se hizo algunas modificaciones para alinearlos al caso específico de la máquina selladora ½ lb ANGELUS 29P.

Tabla 5. *Formato de evaluación de criticidad total por riesgo (CTR)*

Evaluación de Criticidad Total por Riesgo	
Frecuencia de Fallas (FF)	Puntaje
Entre 0 y 1 falla por día	1
Entre 2 y 3 fallas por día	2
Entre 4 y 6 fallas por día	3
Más de 7 fallas por día	4
Impacto en la producción (IO)	Puntaje
No afecta a la producción	1
Afecta a la producción menor al 25%	3
Afecta a la producción entre el 25% y 50%	5
Afecta a la producción entre el 51% y 75%	7
Afecta mayor a 75% o totalmente a la producción	10
Tiempo Medio de Reparación (TMR)	Puntaje
Menos de 25 minutos	1
Entre 25 y 45 minutos	2
Mayor a 45 minutos	4
Impacto en Costos de Reparación (ICR)	Puntaje
Menos de S/.50	1
Entre S/.50 y S/.150	2
Entre S/.151 y S/.500	3
Más de S/.500	4
Impacto en Seguridad y Salud Personal (ISSP)	Puntaje
No existe riesgos de pérdida de vida, ni afección a la salud	1
Riesgo mínimo de pérdida de vida y afección a la salud	2
Riesgo medio de pérdida de vida, daños importantes a la salud	3
Riesgo alto de pérdida de vida, daños graves a la salud	4
Impacto Ambiental (IA)	Puntaje
No existe daños ambientales	1
Incidente ambiental menor (controlable), el impacto se manifiesta en un espacio reducido	2
Incidente ambiental de difícil restauración	3
Incidente ambiental mayor (catastrófico) que exceden los límites permitidos de la planta	4

Fuente: elaboración propia por fuente de métodos de análisis de criticidad y jerarquización de activos

3.5.2. Determinar los indicadores del mantenimiento inicial de la maquina selladora de la empresa SAN LUCAS S.A.C.

Para determinar los indicadores de mantenimiento que presenta la máquina selladora del proceso productivo de filete de caballa en aceite vegetal de la empresa SAN LUCAS S.A.C, se procedió a la aplicación de 3 fichas para recolectar datos de acuerdo a sus dimensiones, con un periodo de 1 mes (abril del 2022) para ello se efectuó la técnica de la observación, haciendo un seguimiento día tras día, ya que no se contaba con un historial de mantenimiento de la máquina (inexistencia de formatos, fichas, indicadores, etc.). La primera ficha de recolección de datos empleada fue de la dimensión tiempo medio entre fallas, que podemos ver en la Tabla 6, donde se muestra el tiempo total disponible, el tiempo total de paradas y el número de averías o fallas. La segunda ficha de recolección de datos aplicada fue la dimensión tiempo medio de reparación, que podemos ver en la Tabla 7, donde observamos el tiempo total de paradas y número de averías o fallas. Por último, tenemos a la tercera ficha de recolección de datos de la dimensión disponibilidad, que podemos ver en la Tabla 8, el cual muestra el tiempo medio entre fallas y el tiempo medio de reparación.

Todas las Tablas mencionadas se muestran a continuación.

Tabla 6. Ficha de recolección de datos dimensión tiempo medio entre fallas Inicial

Ficha de recolección de datos - ABRIL					
Incremento de la productividad mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa SAN LUCAS S.A.C. CHIMBOTE – 2022					
Dimensión		Indicador			Técnica
Tiempo medio entre fallas		$\frac{\text{Tiempo total disponible} - \text{Tiempo total de paradas}}{\text{Número de Fallas o averías}}$			Observación
ITEMS	Día-Mes-Año	Tiempo total disponible (Horas)	Tiempo total de paradas (Horas)	Número de averías	Tiempo medio entre fallas (Horas)
1	01-Abril-2022	14	3	5	2.2
2	02-Abril-2022	13	3	4	2.5
3	04-Abril-2022	13	3	4	2.5
4	05-Abril-2022	14	4	5	2.0
5	06-Abril-2022	14	4	5	2.0
6	07-Abril-2022	15	4	5	2.2
7	08-Abril-2022	13	3	4	2.5
8	09-Abril-2022	14	4	3	3.3
9	11-Abril-2022	14	4	4	2.5
10	12-Abril-2022	13	3	4	2.5
11	13-Abril-2022	12	3	5	1.8
12	14-Abril-2022	14	4	5	2.0
13	15-Abril-2022	13	3	5	2.0
14	16-Abril-2022	15	4	3	3.7
15	18-Abril-2022	13	3	3	3.3
16	19-Abril-2022	13	3	4	2.5
17	20-Abril-2022	15	4	4	2.8
18	21-Abril-2022	14	4	5	2.0
19	22-Abril-2022	14	4	5	2.0
20	23-Abril-2022	13	3	4	2.5
21	25-Abril-2022	15	4	4	2.8
22	26-Abril-2022	13	3	3	3.3
23	27-Abril-2022	14	4	5	2.0
24	28-Abril-2022	14	4	4	2.5
25	29-Abril-2022	15	4	5	2.2
26	30-Abril-2022	14	3	4	2.8
PROMEDIO					2.5

Fuente: elaboración propia

Tabla 7. Ficha de recolección de datos dimensión tiempo medio de reparación Inicial

Ficha de recolección de datos - ABRIL				
Incremento de la productividad mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa SAN LUCAS S.A.C. CHIMBOTE – 2022				
Dimensión		Indicador		Técnica
Tiempo medio de reparación		$\frac{\text{Tiempo total de paradas}}{\text{Número de Fallas o averías}}$		Observación
ITEMS	Día-Mes-Año	Tiempo total de paradas (Horas)	Número de averías	Tiempo medio de reparación (Horas)
1	01-Abril-2022	3	5	0.6
2	02-Abril-2022	3	4	0.8
3	04-Abril-2022	3	4	0.8
4	05-Abril-2022	4	5	0.8
5	06-Abril-2022	4	5	0.8
6	07-Abril-2022	4	5	0.8
7	08-Abril-2022	3	4	0.8
8	09-Abril-2022	4	3	1.3
9	11-Abril-2022	4	4	1.0
10	12-Abril-2022	3	4	0.8
11	13-Abril-2022	3	5	0.6
12	14-Abril-2022	4	5	0.8
13	15-Abril-2022	3	5	0.6
14	16-Abril-2022	4	3	1.3
15	18-Abril-2022	3	3	1.0
16	19-Abril-2022	3	4	0.8
17	20-Abril-2022	4	4	1.0
18	21-Abril-2022	4	5	0.8
19	22-Abril-2022	4	5	0.8
20	23-Abril-2022	3	4	0.8
21	25-Abril-2022	4	4	1.0
22	26-Abril-2022	3	3	1.0
23	27-Abril-2022	4	5	0.8
24	28-Abril-2022	4	4	1.0
25	29-Abril-2022	4	5	0.8
26	30-Abril-2022	3	4	0.8
PROMEDIO				0.9

Fuente: elaboración propia

Tabla 8. Ficha de recolección de datos dimensión Disponibilidad Inicial

Ficha de recolección de datos - Abril				
Incremento de la productividad mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa SAN LUCAS S.A.C. CHIMBOTE – 2022				
Dimensión		Indicador		Técnica
Disponibilidad		Tiempo medio entre Fallas		Observación
		Tiempo medio entre Fallas+Tiempo medio de reparación		
ITEMS	Día-Mes-Año	Tiempo medio entre fallas (Horas)	Tiempo medio de reparación (Horas)	Disponibilidad
1	01-Abril-2022	2.2	0.6	78.6%
2	02-Abril-2022	2.5	0.8	76.9%
3	04-Abril-2022	2.5	0.8	76.9%
4	05-Abril-2022	2.0	0.8	71.4%
5	06-Abril-2022	2.0	0.8	71.4%
6	07-Abril-2022	2.2	0.8	73.3%
7	08-Abril-2022	2.5	0.8	76.9%
8	09-Abril-2022	3.3	1.3	71.2%
9	11-Abril-2022	2.5	1.0	71.4%
10	12-Abril-2022	2.5	0.8	76.9%
11	13-Abril-2022	1.8	0.6	75.0%
12	14-Abril-2022	2.0	0.8	71.4%
13	15-Abril-2022	2.0	0.6	76.9%
14	16-Abril-2022	3.7	1.3	73.3%
15	18-Abril-2022	3.3	1.0	76.9%
16	19-Abril-2022	2.5	0.8	76.9%
17	20-Abril-2022	2.8	1.0	73.3%
18	21-Abril-2022	2.0	0.8	71.4%
19	22-Abril-2022	2.0	0.8	71.4%
20	23-Abril-2022	2.5	0.8	76.9%
21	25-Abril-2022	2.8	1.0	73.3%
22	26-Abril-2022	3.3	1.0	76.9%
23	27-Abril-2022	2.0	0.8	71.4%
24	28-Abril-2022	2.5	1.0	71.4%
25	29-Abril-2022	2.2	0.8	73.3%
26	30-Abril-2022	2.8	0.8	78.6%
PROMEDIO				74.4%

Fuente: elaboración propia

A continuación, tenemos como resumen la Tabla 9, el cual muestra el tiempo medio entre fallas, el tiempo medio de reparación, la disponibilidad de la máquina selladora y su promedio del mes de abril del 2022.

Tabla 9. *Resumen del mantenimiento inicial*

Día/Mes/Año	Tiempo medio entre fallas (Horas)	Tiempo medio de reparación (Horas)	Disponibilidad (%)
01/04/2022	2.2	0.6	78.6
02/04/2022	2.5	0.8	76.9
04/04/2022	2.5	0.8	76.9
05/04/2022	2.0	0.8	71.4
06/04/2022	2.0	0.8	71.4
07/04/2022	2.2	0.8	73.3
08/04/2022	2.5	0.8	76.9
09/04/2022	3.3	1.3	71.2
11/04/2022	2.5	1.0	71.4
12/04/2022	2.5	0.8	76.9
13/04/2022	1.8	0.6	75.0
14/04/2022	2.0	0.8	71.4
15/04/2022	2.0	0.6	76.9
16/04/2022	3.7	1.3	73.3
18/04/2022	3.3	1.0	76.9
19/04/2022	2.5	0.8	76.9
20/04/2022	2.8	1.0	73.7
21/04/2022	2.0	0.8	71.4
22/04/2022	2.0	0.8	71.4
23/04/2022	2.5	0.8	76.9
25/04/2022	2.8	1.0	73.3
26/04/2022	3.3	1.0	76.9
27/04/2022	2.0	0.8	71.4
28/04/2022	2.5	1.0	71.4
29/04/2022	2.2	0.8	73.3
30/04/2022	2.8	0.8	78.6
Promedio	2.5	0.9	74.4

Fuente: Tablas 6, 7 y 8

En la Tabla 9 podemos apreciar que el promedio del tiempo medio entre fallas de la máquina en un día de jornada es aproximadamente cada 2.5 horas (2 horas y 30 minutos), así mismo, el tiempo medio de reparación promedio de la máquina en un día de jornada es aproximadamente 0.9 horas (54 minutos). Lo cual nos indica que la disponibilidad promedio de la máquina en un día de jornada es del 74.4%, este valor nos indica que aproximadamente la cuarta parte del día jornal la máquina selladora no dispone de su uso.

3.5.3. Determinar los indicadores de la productividad inicial del proceso productivo de Filete de caballa en aceite vegetal de la empresa SAN LUCAS S.A.C.

Para determinar la productividad inicial del proceso productivo de filete de caballa en aceite vegetal de la empresa SAN LUCAS S.A.C, se aplicó la ficha de recolección de datos de la dimensión eficacia, que podemos ver en la Tabla 10, donde se muestra la producción programada y la producción realizada, de igual forma se aplicó la ficha de recolección de datos de la dimensión eficiencia, que podemos ver en la Tabla 11, donde se muestra las horas programadas de la máquina selladora y las horas utilizadas y por ultimo tenemos la ficha de recolección de datos de la variable productividad, que podemos ver en la Tabla 12, donde se muestra el producto de la eficacia y la eficiencia. A su vez hay que indicar que todos estos datos fueron proporcionados por el área de producción del mes de abril del 2022.

Todas las Tablas mencionadas se muestran a continuación.

Tabla 10. Ficha de recolección de datos - Eficacia inicial

Ficha de recolección de datos - ABRIL				
Incremento de la productividad mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa SAN LUCAS S.A.C. CHIMBOTE – 2022				
Dimensión		Indicador		Técnica
Eficacia		$\frac{\text{Producción realizada}}{\text{Producción programada}}$		Observación
ITEMS	Día/Mes/Año	Producción realizada (Cajas de conservas)	Producción programada (Cajas de conservas)	Eficacia
1	01-Abril-2022	1850	2170	85.2%
2	02-Abril-2022	1780	2080	85.6%
3	04-Abril-2022	1752	2022	86.6%
4	05-Abril-2022	1835	2145	85.5%
5	06-Abril-2022	1850	2158	85.7%
6	07-Abril-2022	1915	2185	87.6%
7	08-Abril-2022	1850	2042	90.6%
8	09-Abril-2022	1876	2123	88.4%
9	11-Abril-2022	1885	2178	86.5%
10	12-Abril-2022	1756	2067	85.0%
11	13-Abril-2022	1715	2010	85.3%
12	14-Abril-2022	1792	2130	84.1%
13	15-Abril-2022	1711	2079	82.3%
14	16-Abril-2022	1816	2160	84.1%
15	18-Abril-2022	1847	2056	89.8%
16	19-Abril-2022	1779	2025	87.9%
17	20-Abril-2022	1864	2186	85.3%
18	21-Abril-2022	1837	2120	86.7%
19	22-Abril-2022	1891	2142	88.3%
20	23-Abril-2022	1774	2076	85.5%
21	25-Abril-2022	1786	2186	81.7%
22	26-Abril-2022	1812	2054	88.2%
23	27-Abril-2022	1834	2145	85.5%
24	28-Abril-2022	1861	2123	87.7%
25	29-Abril-2022	1848	2175	85.0%
26	30-Abril-2022	1826	2114	86.4%
PROMEDIO				86.2%

Fuente: elaboración propia

Tabla 11. Ficha de recolección de datos - Eficiencia Inicial

Ficha de recolección de datos - ABRIL				
Incremento de la productividad mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa SAN LUCAS S.A.C. CHIMBOTE – 2022				
Dimensión		Indicador		Técnica
Eficiencia		Horas Utilizadas		Observación
		Horas programadas de la máquina selladora		
ITEMS	Día/Mes/Año	Horas utilizadas	Horas programadas de la máquina selladora	Eficiencia
1	01-Abril-2022	11	14	78.6%
2	02-Abril-2022	10	13	76.9%
3	04-Abril-2022	10	13	76.9%
4	05-Abril-2022	10	14	71.4%
5	06-Abril-2022	10	14	71.4%
6	07-Abril-2022	11	15	73.3%
7	08-Abril-2022	10	13	76.9%
8	09-Abril-2022	10	14	71.4%
9	11-Abril-2022	10	14	71.4%
10	12-Abril-2022	10	13	76.9%
11	13-Abril-2022	9	12	75.0%
12	14-Abril-2022	10	14	71.4%
13	15-Abril-2022	10	13	76.9%
14	16-Abril-2022	11	15	73.3%
15	18-Abril-2022	10	13	76.9%
16	19-Abril-2022	10	13	76.9%
17	20-Abril-2022	11	15	73.3%
18	21-Abril-2022	10	14	71.4%
19	22-Abril-2022	10	14	71.4%
20	23-Abril-2022	10	13	76.9%
21	25-Abril-2022	11	15	73.3%
22	26-Abril-2022	10	13	76.9%
23	27-Abril-2022	10	14	71.4%
24	28-Abril-2022	10	14	71.4%
25	29-Abril-2022	11	15	73.3%
26	30-Abril-2022	11	14	78.6%
PROMEDIO				74.4%

Fuente: elaboración propia

Tabla 12. Ficha de recolección de datos de la variable Productividad Inicial

Ficha de recolección de datos - ABRIL				
Incremento de la productividad mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa SAN LUCAS S.A.C. CHIMBOTE – 2022				
Variable		Indicador		Técnica
Productividad		Eficacia x Eficiencia		Observación
ITEMS	Día/Mes/Año	Eficacia	Eficiencia	Productividad
1	01-Abril-2022	85.2%	78.6%	67.0%
2	02-Abril-2022	85.6%	76.9%	65.8%
3	04-Abril-2022	86.6%	76.9%	66.7%
4	05-Abril-2022	85.5%	71.4%	61.1%
5	06-Abril-2022	85.7%	71.4%	61.2%
6	07-Abril-2022	87.6%	73.3%	64.3%
7	08-Abril-2022	90.6%	76.9%	69.7%
8	09-Abril-2022	88.4%	71.4%	63.1%
9	11-Abril-2022	86.5%	71.4%	61.8%
10	12-Abril-2022	85.0%	76.9%	65.3%
11	13-Abril-2022	85.3%	75.0%	64.0%
12	14-Abril-2022	84.1%	71.4%	60.1%
13	15-Abril-2022	82.3%	76.9%	63.3%
14	16-Abril-2022	84.1%	73.3%	61.7%
15	18-Abril-2022	89.8%	76.9%	69.1%
16	19-Abril-2022	87.9%	76.9%	67.6%
17	20-Abril-2022	85.3%	73.3%	62.5%
18	21-Abril-2022	86.7%	71.4%	61.9%
19	22-Abril-2022	88.3%	71.4%	63.1%
20	23-Abril-2022	85.5%	76.9%	65.7%
21	25-Abril-2022	81.7%	73.3%	59.9%
22	26-Abril-2022	88.2%	76.9%	67.9%
23	27-Abril-2022	85.5%	71.4%	61.1%
24	28-Abril-2022	87.7%	71.4%	62.6%
25	29-Abril-2022	85.0%	73.3%	62.3%
26	30-Abril-2022	86.4%	78.6%	67.9%
PROMEDIO				64.1%

Fuente: elaboración propia

Se tiene como resumen la Tabla 13, donde se observa la eficiencia, la eficacia, la productividad y su promedio del mes de abril del 2022. El cual se muestra a continuación.

Tabla 13. Resumen de la Productividad Inicial

Día/Mes/Año	Eficiencia (%)	Eficacia (%)	Productividad (%)
01/04/2022	78.6	85.2	67.0
02/04/2022	76.9	85.6	65.8
04/04/2022	76.9	86.6	66.7
05/04/2022	71.4	85.5	61.1
06/04/2022	71.4	85.7	61.2
07/04/2022	73.3	87.6	64.3
08/04/2022	76.9	90.6	69.7
09/04/2022	71.4	88.4	63.1
11/04/2022	71.4	86.5	61.8
12/04/2022	76.9	85.0	65.3
13/04/2022	75.0	85.3	64.0
14/04/2022	71.4	84.1	60.1
15/04/2022	76.9	82.3	63.3
16/04/2022	73.3	84.1	61.7
18/04/2022	76.9	89.8	69.1
19/04/2022	76.9	87.9	67.6
20/04/2022	73.3	85.3	62.5
21/04/2022	71.4	86.7	61.9
22/04/2022	71.4	88.3	63.1
23/04/2022	76.9	85.5	65.7
25/04/2022	73.3	81.7	59.9
26/04/2022	76.9	88.2	67.9
27/04/2022	71.4	85.5	61.1
28/04/2022	71.4	87.7	62.6
29/04/2022	73.3	85.0	62.3
30/04/2022	78.6	86.4	67.9
Promedio	74.4	86.2	64.1

Fuente: Tablas 10, 11 y 12

En la Tabla 13 podemos observar que el total de la eficiencia es del 74.4%, indicando así que, de 100 horas de trabajo programadas de la máquina selladora, solo 74.4 horas son utilizadas, las demás horas son tiempos perdidos (tiempos muertos). Así mismo, el total de la eficacia es del 86%, indicando así que de 100 cajas programadas a producir, solo 86 cajas son realizadas. Lo cual nos da una productividad inicial de 64.1%. Este valor indica una baja productividad, pero también la posibilidad de incrementar su nivel de productividad. Iniciándonos la implementación del plan de mantenimiento preventivo y así lograr con el objetivo de incrementar la productividad.

3.5.4. Implementación del plan de mantenimiento preventivo para incrementar la productividad del proceso productivo de Filete de caballa en aceite vegetal de la empresa SAN LUCAS S.A.C.

Se inició la implementación del plan de mantenimiento preventivo y para ello, primeramente, se procedió a pormenorizar las especificaciones técnicas (ficha técnica) de la máquina selladora, que se adjunta en el ANEXO 17, en donde podemos observar los datos técnicos de la máquina selladora, en el cual tenemos; la marca (Ángelus 29P), rango de diámetros, rango de alturas, producción, dimensiones totales, cabezales, peso métrico, motor, tipo de lata a operar y subsistemas.

Todo ello servirá de ayuda para realizar su programación de mantenimiento preventivo, previamente dando paso al análisis de criticidad de la máquina selladora.

3.5.5. Análisis de criticidad de la maquina selladora

Para el análisis de los criterios asumidos para evaluar la criticidad de los componentes o subsistemas de la máquina selladora ½ lb Ángelus 29P, que se muestran en la Tabla 14, tenemos las siguientes definiciones y formulas:

- **Frecuencia de falla (FF):** Representa las veces que ocurre el evento falla en un subsistema.
- **Impacto en la producción (IP):** Es porcentaje de producción que se afecta cuando ocurren las fallas.
- **Tiempo Medio de Reparación (TMR):** Es el tiempo empleado para lograr normalizar la función de la máquina.
- **Impacto en Costos de Reparación (ICR):** Es el costo promedio de corregir una falla específica.
- **Impacto en Seguridad y Salud Personal (ISSP):** Posibilidad de ocurrencia de eventos no deseados con daño y/o enfermedades a las personas.
- **Impacto Ambiental (IA):** Posibilidad de ocurrencia de eventos no deseados con daño al ambiente.

La fórmula empleada para el cálculo de la criticidad del caso en estudio es

$$\mathbf{CTR = FF \times C}$$

Donde:

CTR = Criticidad total por riesgo.

FF = Frecuencia por falla.

C = Consecuencia de los eventos de fallas.

El valor de las consecuencias de los eventos de fallas (**C**), se obtiene a partir de la siguiente formula:

$$\mathbf{C = (IP \times TMR) + ICR + ISSP + IA}$$

Tabla 14. *Análisis de criticidad total por riesgo (CTR) por subsistemas principales de la máquina selladora*

Análisis de Criticidad Total por Riesgo por Subsistemas principales					
Frecuencia de Fallas (FF)	Puntaje	Sistema de Alimentación de envases	Sistema de Alimentación de tapas	Sistema de Cierre de envases	Sistema de Control eléctrico
Entre 0 y 1 falla por día	1	X			X
Entre 2 y 3 fallas por día	2		X		
Entre 4 y 6 fallas por día	3			X	
Más de 7 fallas por día	4				
Impacto en la producción (IP)	Puntaje				
No afecta a la producción	1				
Afecta a la producción menor al 25%	3	X	X		X
Afecta a la producción entre el 25% y 50%	5			X	
Afecta a la producción entre el 51%% y 75%	7				
Afecta mayor a 75% o totalmente a la producción	10				
Tiempo Medio de Reparación (TMR)	Puntaje				
Menos de 25 minutos	1	X			X
Entre 25 y 45 minutos	2		X		
Mayor a 45 minutos	4			X	

Impacto en Costos de Reparación (ICR)	Puntaje				
Menos de S/.50	1				
Entre S/.50 y S/.150	2	X	X		X
Entre S/.151 y S/.500	3			X	
Mas de S/.500	4				
Impacto en Seguridad y Salud Personal (ISSP)	Puntaje				
No existe riesgos de pérdida de vida, ni afección a la salud	1				
Riesgo mínimo de pérdida de vida y afección a la salud	2	X	X	X	X
Riesgo medio de pérdida de vida, daños importantes a la salud	3				
Riesgo alto de pérdida de vida, daños graves a la salud	4				
Impacto Ambiental (IA)	Puntaje				
No existe daños ambientales	1				
Incidente ambiental menor (controlable), el impacto se manifiesta en un espacio reducido	2	X	X	X	X
Incidente ambiental de difícil restauración	3				
Incidente ambiental mayor (catastrófico) que exceden los límites permitidos de la planta	4				

Fuente: Tabla 5

Tabla 15. Evaluación de criticidad total por riesgo (CTR) de los subsistemas de la máquina selladora

Subsistemas principales	Frecuencia de Fallas (FF)	Impacto en la producción (IP)	Tiempo Medio de Reparación (TMR)	Impacto en Costos de Reparación (ICR)	Impacto en Seguridad y Salud Personal (ISSP)	Impacto Ambiental (IA)	Criticidad
Sistema de Alimentación de envases	1	3	1	2	2	2	9
Sistema de Alimentación de tapas	2	3	2	2	2	2	24
Sistema de Cierre de envases	3	5	4	3	2	2	81
Sistema de control eléctrico	1	3	1	2	2	2	9

Fuente: elaboración propia

Tabla 16. Subsistemas críticos

Subsistemas principales	Criticidad	Nivel de criticidad
A. Sistema de Alimentación de envases	9	Baja criticidad
B. Sistema de Alimentación de tapas	24	Mediana criticidad
C. Sistema de Cierre de envases	81	Alta criticidad
D. Sistema de control eléctrico	9	Baja criticidad

Fuente: elaboración propia

Tabla 17. Matriz de criticidad

Frecuencia (FF)	4				
	3			C. (27,3)	
	2		B. (12,2)		
	1	A y D. (9,1)			
		0 - 10	11 - 20	21 - 30	31 - 40
Consecuencia (C)					

Fuente: Matriz de criticidad del modelo CTR (Criticidad Total por Riesgo)

Tabla 18. Colores de nivel de criticidad

Colores	Criticidad
	Alta
	Mediana
	Baja

Fuente: Colores de criticidad del modelo CTR (Criticidad Total por Riesgo)

En la Tabla 16 y 17, se puede observar en primer lugar, que el sistema de cierre de envase tiene una alta criticidad en la máquina con un puntaje de 81, seguido del sistema de alimentación de tapas que tiene una mediana criticidad con un puntaje de 24 y, por último; el sistema de alimentación de envases y el sistema de control eléctrico que tienen una baja criticidad con un puntaje de 9 cada sistema.

De acuerdo con esta jerarquización de criticidad se dará prioridad y se elaborará el cronograma de mantenimiento preventivo para la máquina selladora ½ lb Ángelus 29P.

3.5.6. Stock de repuestos y accesorios de la maquina selladora

En la empresa San Lucas S.A.C no cuenta con una planificación para adquirir y tener un abastecimiento de stock de repuestos específicos, ya que siempre se requería urgentemente repuestos y/o materiales, cuando existían fallas o atracones de la máquina selladora, de tal forma haciendo uso de un mantenimiento correctivo, teniendo la idea empírica que aplicando ese método tenían el control de la máquina en la línea de proceso productivo filete de caballa en aceite vegetal.

Para ello se elaboró un listado de repuestos y/o materiales con una cantidad mínima que se requerirá en un horizonte de 3 meses, por lo tanto, se recurrió al apoyo del Mecánico, electricista y operador de la máquina, quienes son los trabajadores indicados, quienes están perennes en el área de sellado.

Posterior a lo mencionado tenemos el listado de repuestos y/o materiales para la máquina selladora que se muestran en la Tabla 19.

Tabla 19. Stock de repuestos y/o materiales de la máquina selladora

Repuestos y/o materiales de la máquina selladora Ángelus 29P ½ libra		
Repuestos	Cantidad	Periodo de cambios
Rolas de 1era operación	4 unid.	Trimestral
Bujes de los ejes de 1era operación	4 unid.	Trimestral
Resorte de cabezal de la 1era operación	2 unid.	Trimestral
Rolas de 2da operación	4 unid.	Trimestral
Bujes de los ejes de 2da operación	4 unid.	Trimestral
Resorte de cabezal de 2da operación	2 unid.	Trimestral
Mandriles	2 unid.	Trimestral
Piñones	1 unid.	Trimestral
Bocinas	2 unid.	Trimestral
Resorte de plato base	2 unid.	Trimestral
Rodajes de plato base	4 unid.	Trimestral
Materiales	Cantidad	-
Llave mixta de 8 mm.	2 unid.	-
Llave mixta de 10 mm.	1 unid.	-
Llave mixta de ½ mm.	2 unid.	-
Destornillador plano	1 unid.	-
Destornillador estrella	1 unid.	-
Llave francesa de 12"	1 unid.	-
Llave inglesa de 12"	1 unid.	-
Martillo de acero inoxidable con agarre goma	1 unid.	-
alicate de 8"	1 unid.	-
Lija de agua N.º 600	12 unid.	-
Aceite sanitario	2 baldes	-
Grasa sanitaria	2 baldes	-

Fuente: elaboración propia

3.5.7. Actividades por ejecutar en el cronograma del Plan de Mantenimiento Preventivo

Tabla 20. *Actividades para realizar*

Códigos	Actividad Realizada	Equipo Especial	
		SI	NO
1	Limpieza	X	
2	Inspección	X	
3	Revisión de aceites y líquidos	X	
4	Engrases (Grasa sanitaria)	X	
5	Detección de ruidos anormales	X	
6	Chequeo de tensión de correas		X
7	Relleno de líquidos (Aceite sanitario)		X
8	Limpieza de filtros de aire	X	
9	Cambios de aceite y filtro	X	
10	Calibraciones rutinarias	X	
11	Verificación. Parámetro de servicio		X
12	Cambio de partes	X	
13	Despiece parcial	X	
14	Revisión de tolerancias	X	
15	Ajustes detallados	X	
16	Soldadura y revisión	X	
17	Despiece total	X	
18	Pruebas avanzadas	X	

Fuente: Elaboración propia

3.5.8. Cronograma del plan de mantenimiento preventivo de la empresa San Lucas S.A.C.

MÁQUINA SELLADORA			CRONOGRAMA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA EMPRESA SAN LUCAS S.A.C.																										
MARCA	Angelus	MODELO	29P	MES 1																									
Subsistema	Componentes	Responsable	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10	Día 11	Día 12	Día 13	Día 14	Día 15	Día 16	Día 17	Día 18	Día 19	Día 20	Día 21	Día 22	Día 23	Día 24	Día 25	Día 26	
Sistema de Cierre de envases	Motor Principal	Electricista y mecánico													2													2,8,9	
	Correa de motor	Mecánico							6						6						6							6	
	Rolas de 1era Op.	Mecánico	1, 2, 4, 10	1,2, 10	1, 2, 4, 10	1,2, 10	1, 2, 4, 10	1,2, 10	1, 2, 4, 10, 13	1,2, 10	1, 2, 4, 10	1,2, 10	1, 2, 4, 10	1,2, 10	1, 2, 4, 10, 13	1,2, 10	1, 2, 4, 10	1,2, 10	1, 2, 4, 10	1,2, 10	1, 2, 4, 10, 13	1,2, 10	1, 2, 4, 10	1,2, 10	1, 2, 4, 10	1,2, 10	1, 2, 4, 10, 13	1,2, 10	
	Resorte de cabezal de la 1era Op.	Mecánico y Operario	1, 2, 4, 7		1, 2, 4, 7		1, 2, 4, 7		1, 2, 4, 7		1, 2, 4, 7		1, 2, 4, 7		1, 2, 4, 7		1, 2, 4, 7		1, 2, 4, 7		1, 2, 4, 7		1, 2, 4, 7		1, 2, 4, 7		1, 2, 4, 7		
	Bujes de los ejes de 1era Op.	Mecánico	1, 2, 4		1, 2, 4		1, 2, 4		1, 2, 4		1, 2, 4		1, 2, 4		1, 2, 4		1, 2, 4		1, 2, 4		1, 2, 4		1, 2, 4		1, 2, 4		1, 2, 4		
	Leva de la 1era Op.	Mecánico	1, 2, 4		1, 2, 4		1, 2, 4		1, 2, 4		1, 2, 4		1, 2, 4		1, 2, 4, 9		1, 2, 4		1, 2, 4		1, 2, 4		1, 2, 4		1, 2, 4		1, 2, 4		
	Seguidores del brazo de 1era Op.	Mecánico	2,4,5						2,4,5						2,4,5						2,4,5							2,4,5	
	Rolas de 2da Op.	Mecánico	1, 2, 4, 10	1,2, 10	1, 2, 4, 10	1,2, 10	1, 2, 4, 10	1,2, 10	1, 2, 4, 10, 13	1,2, 10	1, 2, 4, 10	1,2, 10	1, 2, 4, 10	1,2, 10	1, 2, 4, 10, 13	1,2, 10	1, 2, 4, 10	1,2, 10	1, 2, 4, 10	1,2, 10	1, 2, 4, 10, 13	1,2, 10	1, 2, 4, 10	1,2, 10	1, 2, 4, 10	1,2, 10	1, 2, 4, 10, 13	1,2, 10	
	Resorte de cabezal de la 2da Op.	Mecánico y Operario	1, 2, 4, 7		1, 2, 4, 7		1, 2, 4, 7		1, 2, 4, 7		1, 2, 4, 7		1, 2, 4, 7		1, 2, 4, 7		1, 2, 4, 7		1, 2, 4, 7		1, 2, 4, 7		1, 2, 4, 7		1, 2, 4, 7		1, 2, 4, 7		
	Bujes de los ejes de 2da Op.	Mecánico	1, 2, 4		1, 2, 4		1, 2, 4		1, 2, 4		1, 2, 4		1, 2, 4		1, 2, 4		1, 2, 4		1, 2, 4		1, 2, 4		1, 2, 4		1, 2, 4		1, 2, 4		
	Leva de la 2da Op.	Mecánico	1, 2, 4		1, 2, 4		1, 2, 4		1, 2, 4		1, 2, 4		1, 2, 4		1, 2, 4		1, 2, 4		1, 2, 4		1, 2, 4		1, 2, 4		1, 2, 4		1, 2, 4		
	Seguidores del brazo de 2era Op.	Mecánico	2,4,5						2,4,5						2,4,5						2,4,5							2,4,5	
	Mandriles	Mecánico	1, 2, 4, 5, 10		1, 2, 4		1, 2, 4		1, 2, 4, 5, 10, 13		1, 2, 4		1, 2, 4		1, 2, 4, 5, 10, 13		1, 2, 4		1, 2, 4		1, 2, 4, 5, 10, 13		1, 2, 4		1, 2, 4		1, 2, 4		
	Cabezal de cierres	Mecánico y Operario	2,5,7						2,5,7,14,15						2,5,7,14,15						2,5,7,14,15							2,5,7,14,15,16	
Bocinas	Mecánico				2, 4					2, 4				2, 4				2, 4				2, 4				2, 4			
Resorte de plato base	Mecánico y Operario	1, 2, 4, 7		1, 2, 4, 7		1, 2, 4, 7		1, 2, 4, 7		1, 2, 4, 7		1, 2, 4, 7		1, 2, 4, 7		1, 2, 4, 7		1, 2, 4, 7		1, 2, 4, 7		1, 2, 4, 7		1, 2, 4, 7		1, 2, 4, 7			
Rodajes de plato bas	Mecánico y Operario	1, 2, 4, 7		1, 2, 4, 7		1, 2, 4, 7		1, 2, 4, 7		1, 2, 4, 7		1, 2, 4, 7		1, 2, 4, 7		1, 2, 4, 7		1, 2, 4, 7		1, 2, 4, 7		1, 2, 4, 7		1, 2, 4, 7		1, 2, 4, 7			
Sistema de Alimentación de tapas	Guía de tapas	Mecánico			1, 2, 4, 5				1, 2, 4, 5				1, 2, 4, 5				1, 2, 4, 5				1, 2, 4, 5				1, 2, 4, 5				
	Canal de Alimentación de	Mecánico y Operario	1, 2, 4, 5, 11		1, 2, 4, 5, 11		1, 2, 3, 7		1, 2, 3		1, 2, 3, 7		1, 2, 3		1, 2, 3, 7		1, 2, 3		1, 2, 3, 7		1, 2, 3		1, 2, 3		1, 2, 3, 7				
	Mangueras	Mecánico	1, 2, 3		1, 2, 3		1, 2, 3, 7		1, 2, 3		1, 2, 3, 7		1, 2, 3		1, 2, 3, 7		1, 2, 3		1, 2, 3, 7		1, 2, 3		1, 2, 3		1, 2, 3, 7				
	Piñones	Mecánico	1, 2, 7		1, 2, 7		1, 2, 7		1, 2, 7		1, 2, 7		1, 2, 7		1, 2, 7		1, 2, 7		1, 2, 7		1, 2, 7		1, 2, 7		1, 2, 7		1, 2, 7		
	Separador	Mecánico	1, 2, 7		1, 2, 7		1, 2, 7		1, 2, 7		1, 2, 7		1, 2, 7		1, 2, 7		1, 2, 7		1, 2, 7		1, 2, 7		1, 2, 7		1, 2, 7		1, 2, 7		
Sistema de Alimentación de envases	Resorte del embrague de tapas	Mecánico			2,4,7				2,4,7				2,4,7				2,4,7				2,4,7				2,4,7				
	Tornillo sin fin 1	Mecánico						1,2, 7						1,2, 7						1,2, 7						1,2, 7			
	Tornillo sin fin 2	Mecánico						1,2, 7						1,2, 7						1,2, 7						1,2, 7			
	Eslabones de la cadena	Mecánico						1, 2, 3, 7						1, 2, 3, 7						1, 2, 3, 7						1, 2, 3, 7			
Sistema de control eléctrico	Cadena transportadora	Mecánico																									1		
	Controles	Electricista		2,10,11		2,10,11		2, 10, 11, 15		2,10,11		2,10,11		2, 10, 11, 15		2,10,11		2,10,11		2, 10, 11, 15		2,10,11		2,10,11		2, 10, 11, 15	2,10,11		
	Tablero	Electricista		2		2		2, 7		2		2		2, 7		2		2		2, 7		2		2		2, 7	2		
	Puertas	Electricista						1, 2						1, 2						1, 2						1, 2	2		
Bombillos	Electricista						2,11,15						2,11,15						2,11,15						2,11,15				

Subsistema	Componentes	Responsable	MES 2																									
			Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10	Día 11	Día 12	Día 13	Día 14	Día 15	Día 16	Día 17	Día 18	Día 19	Día 20	Día 21	Día 22	Día 23	Día 24	Día 25	Día 26
Sistema de Cierre de envases	Motor Principal	Electricista y mecánico																										2,8,9
	Correa de motor	Mecánico								6						6						6						6
	Rolas de 1era Op.	Mecánico	1, 2, 4, 10	1,2, 10	1, 2, 4, 10	1,2, 10	1, 2, 4, 10	1,2, 10	1, 2, 4, 10, 13	1,2, 10	1, 2, 4, 10	1,2, 10	1, 2, 4, 10	1,2, 10	1, 2, 4, 10, 13	1,2, 10	1, 2, 4, 10	1,2, 10	1, 2, 4, 10	1,2, 10	1, 2, 4, 10, 13	1,2, 10	1, 2, 4, 10	1,2, 10	1, 2, 4, 10	1,2, 10	1, 2, 4, 10, 13	1,2, 10
	Resorte de cabezal de la 1era Op.	Mecánico y Operario	1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7	
	Bujes de los ejes de 1era Op.	Mecánico	1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4	
	Leva de la 1era Op.	Mecánico	1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4, 9		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4	
	Seguidores del brazo de 1era Op.	Mecánico	2,4,5								2,4,5											2,4,5						2,4,5
	Rolas de 2da Op.	Mecánico	1, 2, 4, 10	1,2, 10	1, 2, 4, 10	1,2, 10	1, 2, 4, 10	1,2, 10	1, 2, 4, 10, 13	1,2, 10	1, 2, 4, 10	1,2, 10	1, 2, 4, 10	1,2, 10	1, 2, 4, 10, 13	1,2, 10	1, 2, 4, 10	1,2, 10	1, 2, 4, 10	1,2, 10	1, 2, 4, 10, 13	1,2, 10	1, 2, 4, 10	1,2, 10	1, 2, 4, 10	1,2, 10	1, 2, 4, 10, 13	1,2, 10
	Resorte de cabezal de la 2da Op.	Mecánico y Operario	1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7	
	Bujes de los ejes de 2da Op.	Mecánico	1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4	
	Leva de la 2da Op.	Mecánico	1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4	
	Seguidores del brazo de 2era Op.	Mecánico	2,4,5								2,4,5											2,4,5						2,4,5
	Mandriles	Mecánico	1, 2, 4, 5, 10		1,2, 4		1,2, 4		1, 2, 4, 5, 10, 13		1,2, 4		1,2, 4		1, 2, 4, 5, 10, 13		1,2, 4		1,2, 4		1, 2, 4, 5, 10, 13		1,2, 4		1,2, 4		1, 2, 4, 5, 10, 13	
	Cabezal de cierres	Mecánico y Operario	2,5,7						2,5,7,14,15						2,5,7,14,15						2,5,7,14,15						2,5,7,14,15	
	Bocinas	Mecánico				2, 4					2, 4				2, 4					2, 4						2, 4		
Resorte de plato base	Mecánico y Operario	1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		
Rodajes de plato base	Mecánico y Operario	1,2,4,7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		
Sistema de Alimentación de tapas	Guía de tapas	Mecánico				1,2, 4, 5				1,2, 4, 5				1,2, 4, 5				1,2, 4, 5				1,2, 4, 5				1,2, 4, 5		
	Canal de Alimentación de Tapas	Mecánico y Operario				1,2, 4, 5, 11				1,2, 4, 5, 11				1,2, 4, 5, 11				1,2, 4, 5, 11				1,2, 4, 5, 11				1,2, 4, 5, 11		
	Mangueras	Mecánico		1,2, 3		1,2, 3		1,2, 3, 7		1,2, 3		1,2, 3		1,2, 3, 7		1,2, 3		1,2, 3		1,2, 3, 7		1,2, 3		1,2, 3		1,2, 3, 7		
	Piñones	Mecánico		1,2, 7		1,2, 7		1,2, 7		1,2, 7		1,2, 7		1,2, 7		1,2, 7		1,2, 7		1,2, 7		1,2, 7		1,2, 7		1,2, 7		
	Separador	Mecánico		1,2, 7		1,2, 7		1,2, 7		1,2, 7		1,2, 7		1,2, 7		1,2, 7		1,2, 7		1,2, 7		1,2, 7		1,2, 7		1,2, 7		
	Resorte del embrague de tapas	Mecánico				2,4,7				2,4,7				2,4,7				2,4,7				2,4,7				2,4,7		
Sistema de Alimentación de envases	Tornillo sin fin 1	Mecánico						1,2, 7						1,2, 7						1,2, 7						1,2, 7		
	Tornillo sin fin 2	Mecánico						1,2, 7						1,2, 7						1,2, 7						1,2, 7		
	Eslabones de la cadena	Mecánico						1,2, 3, 7						1,2, 3, 7						1,2, 3, 7						1,2, 3, 7		
	Cadena transportadora	Mecánico																									1	
Sistema de control eléctrico	Controles	Electricista		2,10,11		2,10,11		2, 10, 11, 15		2,10,11		2,10,11		2, 10, 11, 15		2,10,11		2,10,11		2, 10, 11, 15		2,10,11		2,10,11		2, 10, 11, 15		
	Tablero	Electricista		2		2		2, 7		2		2		2, 7		2		2		2, 7		2		2		2, 7		
	Puertas	Electricista						1, 2						1, 2						1, 2						1, 2		
	Bombillos	Electricista						2,11,15						2,11,15						2,11,15						2,11,15		

Subsistema	Componentes	Responsable	MES 3																									
			Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10	Día 11	Día 12	Día 13	Día 14	Día 15	Día 16	Día 17	Día 18	Día 19	Día 20	Día 21	Día 22	Día 23	Día 24	Día 25	Día 26
Sistema de Cierre de envases	Motor Principal	Electricista y mecánico																										2,8,9
	Correa de motor	Mecánico																										6
	Rolas de 1era Op.	Mecánico	1, 2, 4, 10	1,2,10	1, 2, 4, 10	1,2,10	1, 2, 4, 10	1,2,10	1, 2, 4, 10, 13	1,2,10	1, 2, 4, 10	1,2,10	1, 2, 4, 10	1,2,10	1, 2, 4, 10, 13	1,2,10	1, 2, 4, 10	1,2,10	1, 2, 4, 10	1,2,10	1, 2, 4, 10, 13	1,2,10	1, 2, 4, 10	1,2,10	1, 2, 4, 10	1,2,10	1, 2, 4, 10, 13	1,2,10, 12,17,18
	Resorte de cabezal de la 1era Op.	Mecánico y Operario	1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7	12,17,18
	Bujes de los ejes de 1era Op.	Mecánico	1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4	12,17,18
	Leva de la 1era Op.	Mecánico	1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4, 9		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4	17,18
	Seguidores del brazo de 1era Op.	Mecánico	2,4,5						2,4,5						2,4,5						2,4,5							2, 4, 5, 17, 18
	Rolas de 2da Op.	Mecánico	1, 2, 4, 10	1,2,10	1, 2, 4, 10	1,2,10	1, 2, 4, 10	1,2,10	1, 2, 4, 10, 13	1,2,10	1, 2, 4, 10	1,2,10	1, 2, 4, 10	1,2,10	1, 2, 4, 10, 13	1,2,10	1, 2, 4, 10	1,2,10	1, 2, 4, 10	1,2,10	1, 2, 4, 10, 13	1,2,10	1, 2, 4, 10	1,2,10	1, 2, 4, 10	1,2,10	1, 2, 4, 10, 13	1,2,10, 12,17,18
	Resorte de cabezal de la 2da Op.	Mecánico y Operario	1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7	12,17,18
	Bujes de los ejes de 2da Op.	Mecánico	1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4	12,17,18
	Leva de la 2da Op.	Mecánico	1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4		1,2, 4	17,18
	Seguidores del brazo de 2era Op.	Mecánico	2,4,5						2,4,5						2,4,5						2,4,5							2, 4, 5, 12,17,18
	Mandriles	Mecánico	1, 2, 4, 5, 10		1,2, 4		1,2, 4		1, 2, 4, 5, 10, 13		1,2, 4		1,2, 4		1, 2, 4, 5, 10, 13		1,2, 4		1,2, 4		1, 2, 4, 5, 10, 13		1,2, 4		1,2, 4		1, 2, 4, 5, 10, 13	1, 2, 4, 5, 10, 13
	Cabezal de cierres	Mecánico y Operario	2,5,7						2,5,7,14,15						2,5,7,14,15						2,5,7,14,15							2,5,7,14,15, 16
	Bocinas	Mecánico				2, 4					2, 4				2, 4				2, 4					2, 4				2, 4
Resorte de plato base	Mecánico y Operario	1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7	12,17,18	
Rodajes de plato base	Mecánico y Operario	1,2,4,7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7		1,2, 4, 7	12,17,18	
Sistema de Alimentación de tapas	Guía de tapas	Mecánico				1,2, 4, 5				1,2, 4, 5				1,2, 4, 5				1,2, 4, 5				1,2, 4, 5				1,2, 4, 5		
	Canal de Alimentación de	Mecánico y Operario				1,2, 4, 5, 11				1,2, 4, 5, 11				1,2, 4, 5, 11				1,2, 4, 5, 11				1,2, 4, 5, 11				1,2, 4, 5, 11		
	Mangueras	Mecánico	1,2, 3		1,2, 3		1,2, 3, 7		1,2, 3		1,2, 3		1,2, 3		1,2, 3, 7		1,2, 3		1,2, 3		1,2, 3, 7		1,2, 3		1,2, 3, 7		1,2, 3	
	Piñones	Mecánico	1,2, 7		1,2, 7		1,2, 7		1,2, 7		1,2, 7		1,2, 7		1,2, 7		1,2, 7		1,2, 7		1,2, 7		1,2, 7		1,2, 7		1,2, 7	
	Separador	Mecánico	1,2, 7		1,2, 7		1,2, 7		1,2, 7		1,2, 7		1,2, 7		1,2, 7		1,2, 7		1,2, 7		1,2, 7		1,2, 7		1,2, 7		1,2, 7	
Sistema de Alimentación de envases	Resorte del embrague de tapas	Mecánico			2,4,7					2,4,7				2,4,7				2,4,7				2,4,7				2,4,7		
	Tornillo sin fin 1	Mecánico						1,2, 7						1,2, 7				1,2, 7				1,2, 7				1,2, 7		
	Tornillo sin fin 2	Mecánico						1,2, 7						1,2, 7				1,2, 7				1,2, 7				1,2, 7		
	Eslabones de la cadena	Mecánico						1,2, 3,7						1,2, 3,7				1,2, 3,7				1,2, 3,7				1,2, 3,7		
Sistema de control eléctrico	Cadena transportadora	Mecánico																									1	
	Controles	Electricista		2,10,11		2,10,11		2, 10, 11, 15		2,10,11		2,10,11		2, 10, 11, 15		2,10,11		2,10,11		2, 10, 11, 15		2,10,11		2,10,11		2, 10, 11, 15	2,10,11	
	Tablero	Electricista		2		2		2, 7		2		2		2, 7		2		2		2, 7		2		2		2, 7	2	
	Puertas	Electricista						1, 2						1, 2				1, 2				1, 2				1, 2		
Bombillos	Electricista						2,11,15						2,11,15						2,11,15						2,11,15			

Figura 4. Cronograma del plan de mantenimiento preventivo de la empresa San Lucas S.A.C.

3.5.9. Capacitación al personal

Luego de realizar el programa de mantenimiento, se procedió a capacitar la implementación del plan de mantenimiento preventivo y entregar el cronograma del plan de mantenimiento preventivo a los responsables y a Gerencia (foto de la capacitación en el ANEXO 21), esto aplica para el personal de la empresa, responsables del área de sellado (mecánico, electricista, jefe producción, Jefe de calidad, técnico de calidad de cierre y operador) de la empresa SAN LUCAS S.A.C.

A continuación, se detalla en la Tabla 21; el tema, personal, los recursos empleados, la hora, el tiempo, la fecha y el expositor.

Tabla 21. *Capacitación al personal*

Fecha	Hora	Tiempo	Expositor	Tema	Recursos empleados	Personal
30/04/22	11 a.m.	1 ½ hora	Tesistas	Implementación del plan de mantenimiento preventivo	Diapositivas – Laptop	Responsables del área de Sellado

Fuente: elaboración propia

3.5.10. Resultados obtenidos después de la implementación del Plan de mantenimiento preventivo de la máquina selladora en la empresa SAN LUCAS S.A.C

3.5.10.1.1. Resultado final del mantenimiento de la maquina selladora y productividad de la empresa SAN LUCAS S.A.C.

Tabla 22. Ficha de recolección de datos dimensión tiempo medio entre fallas Final

Ficha de recolección de datos - MAYO					
Incremento de la productividad mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa SAN LUCAS S.A.C. CHIMBOTE – 2022					
Dimensión		Indicador			Técnica
Tiempo medio entre fallas		$\frac{\text{Tiempo total disponible} - \text{Tiempo total de paradas}}{\text{Número de Fallas o averías}}$			Observación
ITEMS	Día-Mes-Año	Tiempo total disponible (Horas)	Tiempo total de paradas (Horas)	Número de averías	Tiempo medio entre fallas (Horas)
1	02-Mayo-2022	14	1.5	2	6.3
2	03-Mayo-2022	13	1.0	2	6.0
3	04-Mayo-2022	14	1.5	2	6.3
4	05-Mayo-2022	13	1.0	2	6.0
5	06-Mayo-2022	13	0.9	2	6.1
6	07-Mayo-2022	14	1.0	2	6.5
7	09-Mayo-2022	15	1.5	2	6.8
8	10-Mayo-2022	12	1.0	2	5.5
9	11-Mayo-2022	13	0.8	1	12.2
10	12-Mayo-2022	13	1.0	1	12.0
11	13-Mayo-2022	14	0.9	2	6.6
12	14-Mayo-2022	12	1.0	2	5.5
13	16-Mayo-2022	13	1.0	1	12.0
14	17-Mayo-2022	13	1.2	2	5.9
15	18-Mayo-2022	13	1.0	2	6.0
16	19-Mayo-2022	12	1.0	1	11.0
17	20-Mayo-2022	14	1.1	2	6.5
18	21-Mayo-2022	13	1.0	2	6.0
19	23-Mayo-2022	14	1.5	2	6.3
20	24-Mayo-2022	14	1.0	1	13.0
21	25-Mayo-2022	12	1.0	2	5.5
22	26-Mayo-2022	13	1.2	2	5.9
23	27-Mayo-2022	13	1.0	1	12.0
24	28-Mayo-2022	14	1.1	2	6.5
25	30-Mayo-2022	12	1.0	1	11.0
26	31-Mayo-2022	14	1.0	2	6.5
PROMEDIO					7.7

Fuente: elaboración propia

Tabla 23. Ficha de recolección de datos dimensión tiempo medio de reparación*Final*

Ficha de recolección de datos - MAYO				
Incremento de la productividad mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa SAN LUCAS S.A.C. CHIMBOTE – 2022				
Dimensión		Indicador		Técnica
Tiempo medio de reparación		$\frac{\text{Tiempo total de paradas}}{\text{Número de Fallas o averías}}$		Observación
ITEMS	Día-Mes-Año	Tiempo total de paradas (Horas)	Número de averías	Tiempo medio de reparación (Horas)
1	02-Mayo-2022	1.5	2	0.8
2	03-Mayo-2022	1.0	2	0.5
3	04-Mayo-2022	1.5	2	0.8
4	05-Mayo-2022	1.0	2	0.5
5	06-Mayo-2022	0.9	2	0.4
6	07-Mayo-2022	1.0	2	0.5
7	09-Mayo-2022	1.5	2	0.8
8	10-Mayo-2022	1.0	2	0.5
9	11-Mayo-2022	0.8	1	0.8
10	12-Mayo-2022	1.0	1	1.0
11	13-Mayo-2022	0.9	2	0.5
12	14-Mayo-2022	1.0	2	0.5
13	16-Mayo-2022	1.0	1	1.0
14	17-Mayo-2022	1.2	2	0.6
15	18-Mayo-2022	1.0	2	0.5
16	19-Mayo-2022	1.0	1	1.0
17	20-Mayo-2022	1.1	2	0.6
18	21-Mayo-2022	1.0	2	0.5
19	23-Mayo-2022	1.5	2	0.7
20	24-Mayo-2022	1.0	1	1.0
21	25-Mayo-2022	1.0	2	0.5
22	26-Mayo-2022	1.2	2	0.6
23	27-Mayo-2022	1.0	1	1.0
24	28-Mayo-2022	1.1	2	0.6
25	30-Mayo-2022	1.0	1	1.0
26	31-Mayo-2022	1.0	2	0.5
PROMEDIO				0.7

Fuente: elaboración propia

Tabla 24. Ficha de recolección de datos dimensión Disponibilidad Final

Ficha de recolección de datos - MAYO				
Incremento de la productividad mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa SAN LUCAS S.A.C. CHIMBOTE – 2022				
Dimensión		Indicador		Técnica
Disponibilidad		Tiempo medio entre Fallas		Observación
		Tiempo medio entre Fallas+ Tiempo medio de reparación		
ITEMS	Día-Mes-Año	Tiempo medio entre fallas (Horas)	Tiempo medio de reparación (Horas)	Disponibilidad
1	02-Mayo-2022	6.3	0.8	89.3%
2	03-Mayo-2022	6.0	0.5	92.3%
3	04-Mayo-2022	6.3	0.8	89.3%
4	05-Mayo-2022	6.0	0.5	92.3%
5	06-Mayo-2022	6.1	0.4	93.5%
6	07-Mayo-2022	6.5	0.5	92.9%
7	09-Mayo-2022	6.8	0.8	90.0%
8	10-Mayo-2022	5.5	0.5	91.7%
9	11-Mayo-2022	12.2	0.8	93.8%
10	12-Mayo-2022	12.0	1.0	92.3%
11	13-Mayo-2022	6.6	0.5	93.6%
12	14-Mayo-2022	5.5	0.5	91.7%
13	16-Mayo-2022	12.0	1.0	92.3%
14	17-Mayo-2022	5.9	0.6	90.8%
15	18-Mayo-2022	6.0	0.5	92.3%
16	19-Mayo-2022	11.0	1.0	91.7%
17	20-Mayo-2022	6.5	0.6	92.1%
18	21-Mayo-2022	6.0	0.5	92.3%
19	23-Mayo-2022	6.3	0.7	89.6%
20	24-Mayo-2022	13.0	1.0	92.9%
21	25-Mayo-2022	5.5	0.5	91.7%
22	26-Mayo-2022	5.9	0.6	90.6%
23	27-Mayo-2022	12.0	1.0	92.3%
24	28-Mayo-2022	6.5	0.6	92.1%
25	30-Mayo-2022	11.0	1.0	91.7%
26	31-Mayo-2022	6.5	0.5	92.9%
PROMEDIO				91.8%

Fuente: elaboración propia

Tabla 25. Ficha de recolección de datos - Eficacia Final

Ficha de recolección de datos - MAYO				
Incremento de la productividad mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa SAN LUCAS S.A.C. CHIMBOTE – 2022				
Dimensión		Indicador		Técnica
Eficacia		$\frac{\text{Producción realizada}}{\text{Producción programada}}$		Observación
ITEMS	Día-Mes-Año	Producción realizada (Cajas de conservas)	Producción programada (Cajas de conservas)	Eficacia
1	02-Mayo-2022	2008	2165	92.7%
2	03-Mayo-2022	1903	2045	93.1%
3	04-Mayo-2022	1995	2153	92.7%
4	05-Mayo-2022	1915	2067	92.6%
5	06-Mayo-2022	1905	2041	93.3%
6	07-Mayo-2022	2015	2134	94.4%
7	09-Mayo-2022	2034	2184	93.1%
8	10-Mayo-2022	1850	1995	92.7%
9	11-Mayo-2022	1925	2034	94.6%
10	12-Mayo-2022	1906	2063	92.4%
11	13-Mayo-2022	2009	2124	94.6%
12	14-Mayo-2022	1872	1985	94.3%
13	16-Mayo-2022	1932	2075	93.1%
14	17-Mayo-2022	1925	2045	94.1%
15	18-Mayo-2022	1932	2056	94.0%
16	19-Mayo-2022	1849	1975	93.6%
17	20-Mayo-2022	1972	2115	93.2%
18	21-Mayo-2022	1921	2048	93.8%
19	23-Mayo-2022	1985	2143	92.6%
20	24-Mayo-2022	2008	2159	93.0%
21	25-Mayo-2022	1847	1956	94.4%
22	26-Mayo-2022	1906	2035	93.7%
23	27-Mayo-2022	1925	2053	93.8%
24	28-Mayo-2022	2024	2154	94.0%
25	30-Mayo-2022	1820	1945	93.6%
26	31-Mayo-2022	1914	2143	89.3%
PROMEDIO				93.3%

Fuente: elaboración propia

Tabla 26. Ficha de recolección de datos - Eficiencia Final

Ficha de recolección de datos – MAYO				
Incremento de la productividad mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa SAN LUCAS S.A.C. CHIMBOTE – 2022				
Dimensión		Indicador		Técnica
Eficiencia		Horas Utilizadas <u>Horas programadas de la máquina selladora</u>		Observación
ITEMS	Día-Mes-Año	Horas utilizadas	Horas programadas de la máquina selladora	Eficiencia
1	02-Mayo-2022	12.5	14	89.3%
2	03-Mayo-2022	12	13	92.3%
3	04-Mayo-2022	12.5	14	89.3%
4	05-Mayo-2022	12	13	92.3%
5	06-Mayo-2022	12.2	13	93.5%
6	07-Mayo-2022	13	14	92.9%
7	09-Mayo-2022	13.5	15	90.0%
8	10-Mayo-2022	11	12	91.7%
9	11-Mayo-2022	12.2	13	93.8%
10	12-Mayo-2022	12	13	92.3%
11	13-Mayo-2022	13.1	14	93.6%
12	14-Mayo-2022	11	12	91.7%
13	16-Mayo-2022	12	13	92.3%
14	17-Mayo-2022	11.8	13	90.8%
15	18-Mayo-2022	12	13	92.3%
16	19-Mayo-2022	11	12	91.7%
17	20-Mayo-2022	12.9	14	92.1%
18	21-Mayo-2022	12	13	92.3%
19	23-Mayo-2022	12.6	14	89.6%
20	24-Mayo-2022	13	14	92.9%
21	25-Mayo-2022	11	12	91.7%
22	26-Mayo-2022	11.8	13	90.6%
23	27-Mayo-2022	12	13	92.3%
24	28-Mayo-2022	12.9	14	92.1%
25	30-Mayo-2022	11	12	91.7%
26	31-Mayo-2022	13	14	92.9%
PROMEDIO				91.8%

Fuente: elaboración propia

Tabla 27. Ficha de recolección de datos de la variable Productividad Final

Ficha de recolección de datos - MAYO				
Incremento de la productividad mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa SAN LUCAS S.A.C. CHIMBOTE – 2022				
Variable		Indicador		Técnica
Productividad		Eficacia x Eficiencia		Observación
ITEMS	Día-Mes-Año	Eficacia	Eficiencia	Productividad
1	02-Mayo-2022	92.7%	89.3%	82.8%
2	03-Mayo-2022	93.1%	92.3%	85.9%
3	04-Mayo-2022	92.7%	89.3%	82.7%
4	05-Mayo-2022	92.6%	92.3%	85.5%
5	06-Mayo-2022	93.3%	93.5%	87.2%
6	07-Mayo-2022	94.4%	92.9%	87.7%
7	09-Mayo-2022	93.1%	90.0%	83.8%
8	10-Mayo-2022	92.7%	91.7%	85.0%
9	11-Mayo-2022	94.6%	93.8%	88.8%
10	12-Mayo-2022	92.4%	92.3%	85.3%
11	13-Mayo-2022	94.6%	93.6%	88.5%
12	14-Mayo-2022	94.3%	91.7%	86.4%
13	16-Mayo-2022	93.1%	92.3%	85.9%
14	17-Mayo-2022	94.1%	90.8%	85.4%
15	18-Mayo-2022	94.0%	92.3%	86.7%
16	19-Mayo-2022	93.6%	91.7%	85.8%
17	20-Mayo-2022	93.2%	92.1%	85.9%
18	21-Mayo-2022	93.8%	92.3%	86.6%
19	23-Mayo-2022	92.6%	89.6%	83.0%
20	24-Mayo-2022	93.0%	92.9%	86.4%
21	25-Mayo-2022	94.4%	91.7%	86.6%
22	26-Mayo-2022	93.7%	90.6%	84.9%
23	27-Mayo-2022	93.8%	92.3%	86.6%
24	28-Mayo-2022	94.0%	92.1%	86.6%
25	30-Mayo-2022	93.6%	91.7%	85.8%
26	31-Mayo-2022	89.3%	92.9%	82.9%
PROMEDIO				85.7%

Fuente: elaboración propia

3.6. Método de análisis de datos

Se utiliza el software Minitab, Excel donde se pasaron los datos (números) que se obtuvo en la ficha de recolección de datos para la elaboración de gráficos y tablas; y comparar el antes y después del plan de mantenimiento preventivo, además se utilizó el software SPSS para el procesamiento de los datos estadísticos descriptivos, donde se aprecia la media, la moda, la desviación estándar, el rango de la productividad, la eficacia y la eficiencia.

3.7. Aspectos éticos

Este proyecto de investigación nos brinda una muestra de información de la empresa SAN LUCAS S.A.C, considerando que los datos recibidos fueron bien utilizados para mejorar el trabajo y a la vez mejorar la productividad de la empresa, específicamente en cierta área, lo cual podemos ver plasmado en esta investigación.

Por lo tanto, se manifiesta que toda la información recolectada para el estudio de los datos se declara fundada y actualizada, de tal manera que la veracidad de estos datos fue brindada por la directiva de la empresa, con responsabilidades sociales, políticas, éticas y todos los aspectos constituidos.

IV. RESULTADOS

4.1. Contrastación de la hipótesis

4.1.1. Análisis de la hipótesis general

Ha: Existe un incremento de la productividad mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa San Lucas S.A.C. Chimbote – 2022.

Se determinó si la base de datos tiene o no una distribución normal, lo cual se realizó la hipótesis del estudio de la siguiente manera:

Ha: Datos que no tienen una distribución normal, no paramétrico

Ho: Datos que tienen una distribución normal, paramétrico

Tabla 28. Prueba de normalidad de la productividad

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	GI	Sig.	Estadístico	GI	Sig.
Pre – test Productividad	0,149	26	0,144	0,941	26	0,138
Post - test Productividad	0,135	26	0,200	0,936	26	0,109

Fuente: Base de datos SPSS

Con el valor de significancia en la tabla de normalidad se determinó si se acepta la H_a y H_o : Se acepta el H_o si el valor de p es $> 0,050$ y Se rechaza el H_o si el valor de p es $< 0,050$.

Se tomará la prueba de Shapiro-Wilk por que la muestra es menor de 50, los valores de significancia fueron mayor de 0,050. Lo cual determino que los datos de la muestra tienen una distribución normal siendo paramétricas, tal motivo se utilizara la prueba estadística de T-Student para analizar la contrastación de hipótesis.

Ha: Existe un incremento de la productividad mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa San Lucas S.A.C. Chimbote – 2022.

Ho: No existe un incremento de la productividad mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa San Lucas S.A.C. Chimbote – 2022.

Regla de decisión:

Ho: $\mu_{PrP} > \mu_{PoP}$

Ha: $\mu_{PrP} < \mu_{PoP}$

Tabla 29. Comparación de las medias en la productividad antes y después del T-Student

	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Pre - test Productividad	26	64,104	2,8721	0,5633
Post - test Productividad	26	85,719	1,6324	0,3201

Fuente: Base de datos SPSS

Se puede observar que la media en el Post test de la Productividad es mayor que en el Pre-test de la Productividad, lo cual indica que se rechaza la Ho, demostrando que existe un incremento de la productividad mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa San Lucas S.A.C. Chimbote – 2022.

A continuación, se realiza el análisis de la prueba estadística de T-Student.

Tabla 30. *Contrastación de la prueba estadística de T-Student en la productividad*

	Prueba de <i>T-Student</i>					t	gl	Sig.
	Media	Desv. Están.	Error Están. De la media	95% intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
Productividad pre - test y post - test	-21,6154	3,9042	0,7657	-20,1923	-20,0384	-28,230	26	0,00

Fuente: Base de datos SPSS

Se observa que luego de realizar la prueba estadística T-Student, en la productividad del pre - test y post - test se obtuvo un valor de significancia de 0,000, lo cual indica que se acepta la H_a , demostrando que existe un incremento de la productividad mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa San Lucas S.A.C. Chimbote – 2022.

4.1.2. Análisis de la primera Hipótesis Especifica

H_a : Existe un incremento de la eficacia mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa San Lucas S.A.C. Chimbote – 2022.

Se determinó si la base de datos tiene o no una distribución normal, lo cual se realizó la hipótesis del estudio de la siguiente manera:

H_a : Datos que no tienen una distribución normal, no paramétrico.

H_o : Datos que tienen una distribución normal, paramétrico.

Tabla 31. Prueba de normalidad de la Eficacia

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
Pre – test Eficacia	0,130	26	0,200	0,970	26	0,017
Post - test Eficacia	0,168	26	0,057	0,908	26	0,000

Fuente: Base de datos SPSS

Con el valor de significancia en la tabla de normalidad se determinó si se acepta la H_a y H_o : Se acepta el H_o si el valor de p es $> 0,050$ y Se rechaza el H_o si el valor de p es $< 0,050$.

Se tomará la prueba de Shapiro-Wilk por que la muestra es menor de 50, los valores de significancia fueron menor de 0,050. Lo cual determinó que los datos de la muestra no tienen una distribución normal siendo no paramétricas, tal motivo se utilizara la prueba estadística de Wilcoxon para analizar la contrastación de hipótesis.

H_a : Existe un incremento de la eficacia mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa San Lucas S.A.C. Chimbote – 2022.

H_o : No existe un incremento de la eficacia mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa San Lucas S.A.C. Chimbote – 2022.

Regla de decisión:

H_o : $uPrP > uPoP$

H_a : $uPrP < uPoP$

Tabla 32. Comparación de las medias en la Eficacia antes y después del Wilcoxon

	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Pre - test Eficacia	26	86,173	2,0499	0,4020
Post - test Eficacia	26	93,335	1,0643	0,2087

Fuente: Base de datos SPSS

Se puede observar que la media en el Post test de la eficacia es mayor que en el Pre - test de la eficacia, lo cual indica que se rechaza la H_0 demostrado que existe un incremento de la eficacia mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa San Lucas S.A.C. Chimbote – 2022.

A continuación, se realiza el análisis de la prueba estadística de T-Student.

Tabla 33. Contrastación de la prueba estadística de Wilcoxon en la eficacia

	Eficacia post test – Eficacia pre - test
Z	- 4,458
Significancia	0,000

Fuente: Base de datos SPSS

Se observa que luego de realizar la prueba estadística Wilcoxon en la eficacia del pre - test y post test se obtuvo un valor de significancia de 0,000, lo cual indica que se acepta la H_a , demostrando que existe un incremento de la eficacia mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa San Lucas S.A.C. Chimbote – 2022.

4.1.3. Análisis de la segunda Hipótesis Especifica

Ha: Existe un incremento de la eficiencia mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa San Lucas S.A.C. Chimbote – 2022

Se determinó si la base de datos tiene o no una distribución normal, lo cual se realizó la hipótesis del estudio de la siguiente manera:

Ha: Datos que no tienen una distribución normal, no paramétrico.

Ho: Datos que tienen una distribución normal, paramétrico.

Tabla 34. Prueba de normalidad de la Eficiencia

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
Pre – test Eficiencia	0,222	26	0,002	0,910	26	0,026
Post - test Eficiencia	0,252	26	0,000	0,818	26	0,000

Fuente: Base de datos SPSS

Con el valor de significancia en la tabla de normalidad se determinó si se acepta la Ha y Ho: Se acepta el Ho si el valor de p es $> 0,050$ y Se rechaza el Ho si el valor de p es $< 0,050$.

Se tomará la prueba de Shapiro-Wilk por que la muestra es menor de 50, los valores de significancia fueron menor de 0,050. Lo cual determino que los datos de la muestra no tienen una distribución normal siendo no paramétricas, tal motivo se utilizara la prueba estadística de Wilcoxon para analizar la contrastación de hipótesis.

Ha: Existe un incremento de la eficiencia mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa San Lucas S.A.C. Chimbote – 2022.

Ho: No existe un incremento de la eficiencia mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa San Lucas S.A.C. Chimbote – 2022.

Regla de decisión:**Ho:** $uPrP > uPoP$ **Ha:** $uPrP < uPoP$ **Tabla 35.** *Comparación de las medias en la Eficiencia antes y después del Wilcoxon*

	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Pre - test Eficiencia	26	74,362	2,6751	0,5246
Post - test Eficiencia	26	91,846	1,2443	0,2440

Fuente: Base de datos SPSS

Se puede observar que la media en el Post test de la productividad es mayor que en el Pre - test de la eficiencia, lo cual indica que se rechaza la Ho demostrado que existe un incremento de la eficiencia mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa San Lucas S.A.C. Chimbote – 2022.

A continuación, se realiza el análisis de la prueba estadística de T-Student.

Tabla 36. *Contrastación de la prueba estadística de Wilcoxon en la eficiencia*

	Eficiencia post test – Eficiencia pre - test
Z	- 4,460
Significancia	0,000

Fuente: Base de datos SPSS

Se observa que luego de realizar la prueba estadística Wilcoxon en la eficiencia del pre - test y post test se obtuvo un valor de significancia de 0,000, lo cual indica que se acepta la Ha, demostrando que existe un incremento de la eficiencia mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa San Lucas S.A.C. Chimbote – 2022.

4.2. Disponibilidad de la máquina selladora de ½ lb ANGELUS 29P

Se calculó cuanto fue la disponibilidad de la máquina selladora ½ lb ANGELUS 29P antes y después de la implementación del plan de mantenimiento preventivo para incrementar la productividad en la empresa San Lucas S.A.C en los meses de Abril y Mayo del año 2022.

Tabla 37. Disponibilidad de la máquina selladora antes y después de implementar el plan de mantenimiento preventivo

Antes de la implementación del Plan de Mant. Prev.		Después de la implementación del Plan de Mant. Prev.	
Mes	Disponibilidad (%)	Mes	Disponibilidad (%)
Abril	74.4 %	Mayo	91.8 %

Fuente: Tabla 8 y 24

En la figura 5 se evidencia que en los meses de Abril y Mayo del año 2022 tienen una disponibilidad de 74.4 % y 91.8 % respectivamente, por lo tanto, hubo un aumento de 17.4 % de disponibilidad de la máquina selladora después de implementar el plan de mantenimiento preventivo en la empresa San Lucas S.A.C.

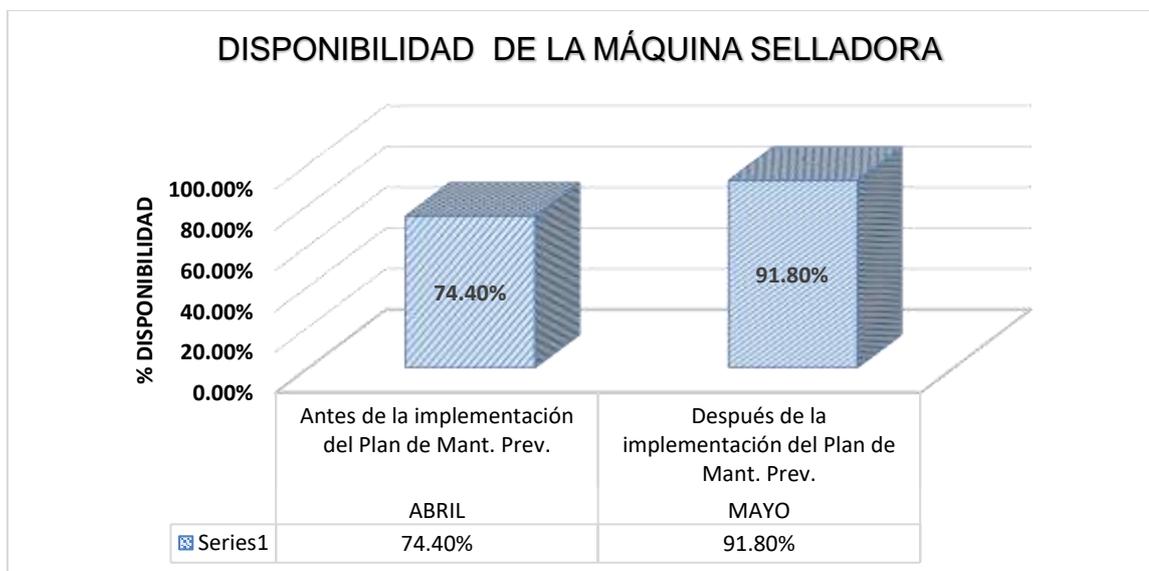


Figura 5. Disponibilidad de la máquina Selladora antes y después de la implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo

4.3. Productividad de la empresa San Lucas S.A.C.

Se determinó cuanto fue la productividad antes y después de la implementación del plan de mantenimiento preventivo para incrementar la productividad en la empresa San Lucas S.A.C de los meses de Abril y Mayo del año 2022.

Tabla 38. Productividad antes y después de implementar el plan de mantenimiento preventivo

Antes de la implementación del Plan de Mant. Prev.		Después de la implementación del Plan de Mant. Prev.	
Mes	Productividad (%)	Mes	Productividad (%)
Abril	64.1 %	Mayo	85.7 %

Fuente: Tabla 12 y 27

En la figura 6 se evidencia que en los meses de Abril y Mayo del año 2022 tienen una productividad de 64.1 % y 85.7 % respectivamente, por lo tanto, hubo un aumento de 21.6 % de productividad después de implementar el plan de mantenimiento preventivo en la empresa San Lucas S.A.C.

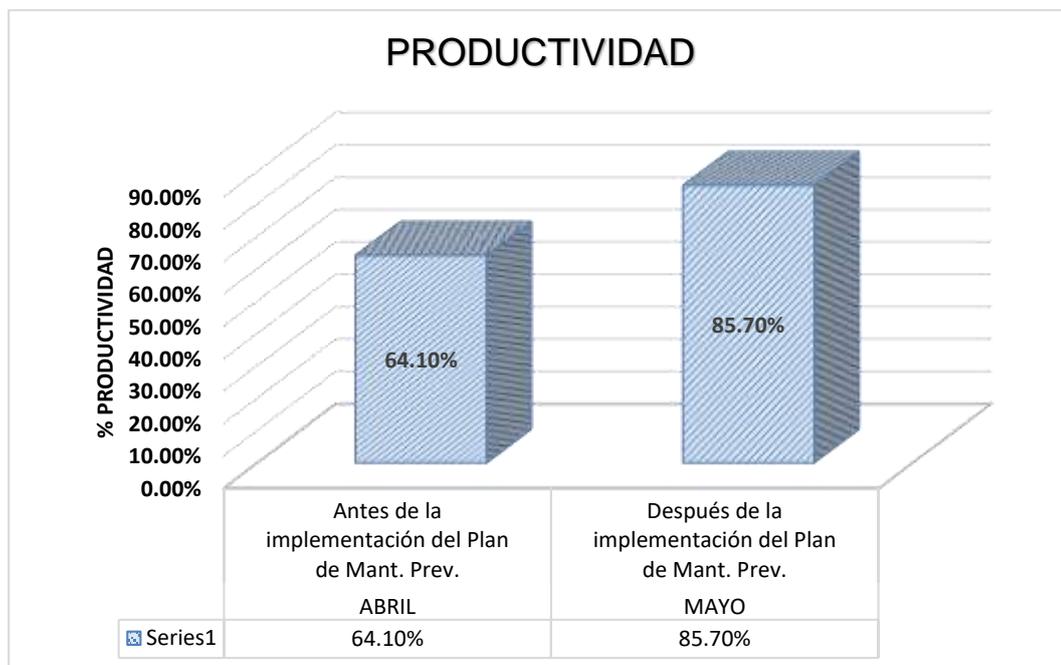


Figura 6. Productividad antes y después de la implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo

V. DISCUSIÓN

De acuerdo al estudio de los indicadores de mantenimiento tenemos la dimensión disponibilidad, por lo tanto se realizó un diagnóstico actual dentro del área de sellado de la empresa SAN LUCAS S.A.C, en donde se aplicó unas fichas de recolección de datos, utilizando la fórmula de la disponibilidad con los datos del Tiempo medio entre fallas y Tiempo medio de reparación, de un pre-test y post-test, además se aplicó un análisis de criticidad a la máquina de acuerdo a sus subsistemas principales para una adecuada elaboración de un cronograma de mantenimiento preventivo ajustado a sus características de la máquina, como resultado se obtuvo un incremento del 17,4% de la disponibilidad de la maquina selladora ½ lb. Ángelus 29P. En relación con el análisis de criticidad de una o varias máquinas tenemos el artículo de (Cedeño y Gorozabel, 2021) que usa la misma metodología del análisis de criticidad para jerarquizar las máquinas y/o sistemas, lo cual garantiza que enfocándose en las máquinas y/o sistemas de alta y mediana criticidad, reducirá significativamente; retrasos en producción, impacto en seguridad y defectos del producto. En relación con el proyecto (Conovilca, 2018) quien también aplicó un mantenimiento preventivo utilizando fichas de recolección de datos de un pre-test y post-test, obteniendo como resultados un aumento del 4% de disponibilidad de la máquina selladora. Así mismo, en otra investigación similar (Quevedo, 2020) recolecta datos en un periodo de 30 días antes y después de la implementación del plan de mantenimiento preventivo, obteniendo como resultados un incremento del 12% de disponibilidad de las máquinas

Con respecto al objetivo general; cuantificar la productividad mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa SAN LUCAS S.A.C, 2022. Teniendo una investigación de tipo aplicada y de diseño pre-experimental, donde se utilizó las herramientas de calidad para el diagnóstico de las causas principales (diagrama de Ishikawa) y para priorizarlas de acuerdo a su frecuencia de ocurrencia, se realizó el diagrama de Pareto. Obteniendo resultados de los meses Abril y Mayo (pre-test y post-test) de un incremento del 21.6% de productividad, tal y como se muestra la Figura 6. Así mismo el tipo y diseño de investigación en otro estudio similar como el de (Luna

y Toledo, 2019) concuerda con el tipo de investigación aplicada y diseño experimental (pre-experimental) para una implementación de un plan de mantenimiento preventivo. De la misma manera (Abambari y Pérez, 2021) en su artículo de Experiencias en el mantenimiento de una máquina empacadora, utiliza la técnica de la observación la cual le sirvió para el desarrollo del diagrama de Ishikawa y posterior a ello realizar el diagrama de Pareto. En concordancia a lo mencionado, la investigación de (Ruiz y Torrejón, 2021) tuvieron un aumento de productividad del 12.8% de los meses de Abril, Mayo, Junio, después de implementar el plan de mantenimiento preventivo en el área de producción de la empresa CARBOIN S.A.C, 2020.

El desarrollo del primer objetivo específico consistió en cuantificar la eficacia mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa SAN LUCAS S.A.C, 2022, logrando tras la implementación un aumento del 7.1% de eficacia en los meses de Abril y Mayo, así mismo en el estudio de (Simón, 2017) logró un resultado positivo, aumentando un 19.23% de eficacia en el área de producción de la empresa Emeca S.A.C. Similar a esta investigación tenemos a (Peralta, 2019) con su estudio de implementación de un plan de mantenimiento preventivo a la empresa AR&ML CONSTRUCTORES E.I.R.L, donde demostró que tras poner en marcha el plan de mantenimiento su eficacia aumentó un 19%, disminuyendo principalmente aquellos paros no programados en la máquinas.

Comprendiendo el segundo objetivo específico que consistió en cuantificar la eficiencia mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa SAN LUCAS S.A.C, 2022, logrando un aumento del 17.4% de eficiencia luego de implementar el plan de mantenimiento preventivo, de la misma forma nos muestra en la investigación similar de (García, 2018) donde implementó un mantenimiento preventivo para el área de producción de la empresa TRUPAL S.A, donde su estudio fue de tipo aplicada, con un diseño pre-experimental y un enfoque cuantitativo, además de utilizar la técnica de observación y la ficha de recolección de datos para el pre-test y post-test, teniendo como resultado un incremento del 8.42% de eficiencia.

Similar paso en la investigación de (Andía y Ramos, 2020) en donde midió su eficiencia tras implementar un mantenimiento preventivo en la empresa Chilca S.A.C, consiguiendo aumentar un 11.53% de eficiencia, ejecutando el cronograma de mantenimiento preventivo de acuerdo a la criticidad de las máquinas y enfoque que estas requerían.

VI. CONCLUSIONES

Se determinó que tras implementar y ejecutar el plan de mantenimiento preventivo en el área de sellado de la empresa SAN LUCAS S.A.C, la media de la productividad del pre-test era del 64.1% y luego en el post-test alcanzó el 85.7%, estableciendo así un incremento del 21.6%. De tal forma estadísticamente se determinó si la base de datos tiene o no una distribución normal, donde se tomará la prueba de Shapiro-Wilk por que la muestra es menor de 50 datos (se cuenta con 26 datos), aceptando la H_0 (datos que tienen una distribución normal, paramétrico) por tener un valor de p mayor a 0.050, luego se realizó la prueba T-Student, en la productividad del pre - test y post – test, el cual se obtuvo un valor de significancia de 0,000, lo cual indica que se acepta la H_a (la hipótesis general y a su vez el objetivo general) demostrando que existe un incremento de la productividad mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa San Lucas S.A.C.

Se determinó la media de la eficacia del pre-test era del 86.2% y luego en el post-test alcanzó el 93.3%, estableciendo así un incremento del 7.1%. De tal forma estadísticamente se determinó si la base de datos tiene o no una distribución normal, donde se tomará la prueba de Shapiro-Wilk por que la muestra es menor de 50 datos (se cuenta con 26 datos), aceptando la H_a (datos que no tienen una distribución normal, no paramétrico) por tener un valor de p menor a 0.050, luego se realizó la prueba Wilcoxon, en la eficacia del pre-test y post-test, el cual se obtuvo un valor de significancia de 0,000, lo cual indica que se acepta la H_a (la primera hipótesis específica y a su vez el primer objetivo específico) demostrando que existe un incremento de la eficacia mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa San Lucas S.A.C.

Se determinó la media de la eficiencia del pre-test era del 74.4% y luego en el post-test alcanzó el 91.8%, estableciendo así un incremento del 17.4%. De tal forma estadísticamente se determinó si la base de datos tiene o no una distribución normal, donde se tomará la prueba de Shapiro-Wilk por que la muestra es menor de 50 datos (se cuenta con 26 datos), aceptando la H_a

(datos que no tienen una distribución normal, no paramétrico) por tener un valor de p menor a 0.050, luego se realizó la prueba Wilcoxon, en la eficacia del pre-test y post-test, el cual se obtuvo un valor de significancia de 0,000, lo cual indica que se acepta la H_a (la segunda hipótesis específica y a su vez el segundo objetivo específico) demostrando que existe un incremento de la eficiencia mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa San Lucas S.A.C.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda aplicar el plan de mantenimiento preventivo en un periodo de 3 meses de acuerdo con el cronograma establecido en función a los indicadores de mantenimiento y así la máquina selladora sostenga una buena operatividad, disponibilidad, manteniendo un nivel requerido en la empresa.

Se recomienda realizar un plan de mantenimiento preventivo para cada máquina selladora de la empresa, de acuerdo con sus procesos productivos siguiendo la misma metodología clasificandolos en sus subsistemas principales y evaluando los componentes.

Se recomienda a la empresa realizar feedback sobre el plan de mantenimiento preventivo, como mínimo anualmente, llevando una frecuencia óptima del plan de mantenimiento preventivo, el cual podrá tener un valor hoy, y luego de cierta cantidad considerable de horas, días y/o meses de trabajo, será muy diferente a la actual, esto se puede deber a las condiciones de operación, condiciones ambientales, estado del equipo y otros factores de menor incidencia, razón por la que se deberán estar evaluando durante toda la vida de la máquina.

Se recomienda implementar una oficina y jefe de mantenimiento, para tener un control y gestión del historial de las fichas de mantenimiento, de tal manera poder detectar problemas y/o fallas del funcionamiento de la máquina selladora y realizar seguimientos para llevar a cabo las acciones preventivas de los componentes o subsistemas específicos.

Se recomienda hacer un estudio de la vida útil de la máquina selladora ½ lb. Ángelus 29P, para determinar si es necesario un cambio en algunos componentes o realizar un cambio total.

Se recomienda realizar reuniones mensuales para concientizar a los responsables del área de sellado, incluyendo jefes, mecanico, electricista, operador y técnicos de tal manera tengan conocimiento y actúen de manera responsable y comprometida para el logro del proyecto

Referencias

- ABAMBARI VERA, J.A. y PÉREZ VEGA, E., 2021. Experiencias en el mantenimiento de la Máquina Empacadora de Conservas Herfraga. Un Proyecto Factible. *Polo del Conocimiento (Edición núm. 57)*, vol. 6, no. 4, pp. 897-921. ISSN 2550 - 682X. DOI DOI: 10.23857/pc.v6i4.2617.
- ALBERTO YUNI, J. y ARIEL URBANO, C., 2014. *Técnicas para investigar*. 2° edición. Argentina: s.n.
- ALRABGHI, A. y TIWARI, A., 2015. State of the art in simulation-based optimisation for maintenance systems. *Computers and Industrial Engineering*, vol. 82, pp. 167-182. ISSN 03608352. DOI 10.1016/J.CIE.2014.12.022.
- ANDÍA INCA, G.S. y RAMOS VARGAS MACHUCA, M.I., 2020. Aplicación de mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en el área de mantenimiento de Aceros Chilca S.A.C., Lima, 2020. *Repositorio de la Universidad César Vallejo* [en línea]. Lima: [Consulta: 2 abril 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/72960>.
- APONTE CHUMACERO, C.J., 2017. Aplicación del mantenimiento productivo total para mejorar la productividad en el área de mantenimiento de los vehículos de carga en una empresa de transporte, Lima 2017. *Repositorio de la Universidad César Vallejo* [en línea]. Ate Vitarte - Lima: [Consulta: 2 abril 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/10358>.
- ARDILA MARÍN, J.G., ARDILA MARÍN, M.I., RODRÍGUEZ GAVIRIA, D. y HINCAPIÉ ZULUAGA, D.A., 2016. LA GERENCIA DEL MANTENIMIENTO: UNA REVISIÓN. *Dimensión Empresarial*, vol. 14, no. 2, pp. 127-142. ISSN 1692-8563. DOI 10.15665/RDE.V14I2.480.
- ARDILA MARÍN, M.I., OROZCO MURILLO, W., GALEANO ECHEVERRI, O.J. y MEDINA ESCOBAR, A.M., 2018. Desarrollo de software para la gestión del mantenimiento en los laboratorios de la I.U. Pascual Bravo. *Revista CINTEX*, vol. 23, no. 1, pp. 43-50. ISSN 2422-2208. DOI 10.33131/24222208.307.
- ARMAS MESTANZA, W., 2020. Propuesta de mejora del plan de mantenimiento preventivo para incrementar la productividad de cemento en la empresa Mixercon S.A. Callao-2020. *Repositorio de la Universidad César Vallejo* [en línea]. Callao: [Consulta: 2 abril 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/54502>.
- BALDEÓN LEÓN, C.E., 2016. Implementación de un sistema de tratamiento de agua, para la reducción de costos de mantenimiento correctivo en la Empresa Industria Fibrforte S.A. *Repositorio Universidad Privada del Norte* [en línea]. S.I.: [Consulta: 4 abril 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11537/10820>.

- BARRIENTO, V.F. y ACHCAR, J.A., 2019. Statistical analysis of equipment maintenance time in the food industry: A case study to identify sources of impact on performance. *Ingeniare*, vol. 27, no. 1, pp. 151-163. ISSN 07183305. DOI 10.4067/S0718-33052019000100151.
- CARRILLO FLORES, A.L., 2015. Población y Muestra. *Plantel Texcoco de la Escuela Preparatoria UAEM* [en línea]. Mexico: Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.11799/35134>.
- CASTRO MINIGUANO, B.C. y FREIRE PÉREZ, F.I., 2019. Desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo y predictivo mediante la distribución de WEIBULL para las Inyectoras horizontales de polímeros en la empresa Ingeniería Diseño de Suelas. *Repositorio Universidad Técnica de Ambato*: [en línea]. Ambato, Ecuador: [Consulta: 22 junio 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/30012>.
- CEDEÑO MOREIRA, W.J. y GOROZABEL CHATA, F.B., 2021. Análisis de criticidad del equipamiento industrial de la línea de bovinos de un centro de faenamiento. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación*. ISSN: 2737-6249., vol. 4, no. 8 Ed. esp., pp. 49-65. ISSN 2737-6249. DOI 10.46296/IG.V4I8EDESSEP.0029.
- CHAPOÑAN SEMINARIO, F.M., 2017. Aplicación del mantenimiento preventivo para mejorar la productividad del simulador de maquinaria pesada caterpillar de Ferreyros S.A., Callao, 2017. *Repositorio de la Universidad César Vallejo* [en línea]. Callao: [Consulta: 2 abril 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/31542>.
- CONOVILCA OSORES, F., 2018. Gestión del mantenimiento preventivo para mejorar la productividad de las maquinas selladoras en la empresa Wariplas Perú S.A.C. Lurigancho Chosica, 2018. *Repositorio de la Universidad César Vallejo* [en línea]. Lurigancho Chosica, Lima: [Consulta: 22 junio 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/38924>.
- CORCINO PASTOR, E.F., 2018. APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA PLANTA COMERCIAL DE LA EMPRESA SAN FERNANDO, LURIN 2018. *Repositorio de la Universidad César Vallejo* [en línea]. Lurin - Lima: [Consulta: 2 abril 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/31964>.
- CRUZ HERNÁNDEZ, A., IPARRAGUIRRE GUILLÉN, D.D., LOZANO VEGA, E., PARIMANGO GUEVARA, L.Y. y CASTILLO CABRERA, R., 2020. DISEÑO DE PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, KARDEX, VSM Y BALANCE DE

LÍNEA PARA REDUCIR COSTOS. *INGENIERÍA: Ciencia, Tecnología e Innovación*, vol. 7, no. 2, pp. 142-151. ISSN 2313-1926. DOI 10.26495/ICTI.V7I2.1498.

- DAQUINTA GRADAILLE, A., PÉREZ OLMO, C., ÁGUILA GÓMEZ, J., PÉREZ REYES, R. y GARCÍA ARAGÓN, E., 2018. Metodología de Análisis de criticidad integral de las cosechadoras de caña de azúcar CASE IH. *Revista Ingeniería Agrícola*, vol. 9, no. No. 2 (abril-mayo-junio), pp. 55-61.
- DIESTRA QUEVEDO, J.P., ESQUIVIEL PAREDES, L. y GUEVARA CHINCHAYAN, R., 2017. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM), PARA OPTIMIZAR LA DISPONIBILIDAD OPERACIONAL DE LA MÁQUINA CON MAYOR CRITICIDAD. *Rev. Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación*, vol. 4, no. N° 1. ISSN 2313-1926.
- DURÁN OCHOA, G.A. y RAMÍREZ GÓMEZ, R.D., 2021. Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo de conservación y optimización de la flota vehicular del GAD Zaruma. *Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana* [en línea]. S.l.: [Consulta: 22 junio 2022]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20681>.
- EBOUR, E.A., 2010. La Eficiencia y su Medición. *Economics, Mathematical Economics, Social Sciences and Philosophy.*, vol. 53, no. 3, pp. 18.
- EL KHOUKHI, F., BOUKACHOUR, J. y EL HILALI ALAOUI, A., 2017. The “Dual-Ants Colony”: A novel hybrid approach for the flexible job shop scheduling problem with preventive maintenance. *Computers and Industrial Engineering*, vol. 106, pp. 236-255. ISSN 03608352. DOI 10.1016/J.CIE.2016.10.019.
- FARAHANI, A., TOHIDI, H., KHALAJ, M. y SHOJA, A., 2020. Partial flexible job shop scheduling considering preventive maintenance and priorities. *WPOM-Working Papers on Operations Management*, vol. 11, no. 2, pp. 27. DOI 10.4995/WPOM.V11I2.14187.
- FUJISHIMA, M., MORI, M., NISHIMURA, K., TAKAYAMA, M. y KATO, Y., 2017. Development of Sensing Interface for Preventive Maintenance of Machine Tools. *Procedia CIRP*, vol. 61, pp. 796-799. ISSN 2212-8271. DOI 10.1016/J.PROCIR.2016.11.206.
- GALINDO, M. y RÍOS, V., 2015. Productividad. En: DF: MÉXICO ¿CÓMO VAMOS? (ed.), *Serie de Estudios Económicos*, vol. Vol. 1, pp. Pag. 2, México DF: México ¿cómo vamos?
- GARCÍA PALENCIA, O., 2006. El Mantenimiento General. *Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia*. Colombia:

- GARCÍA QUIN, E.M., 2018. Implementación del mantenimiento preventivo para incrementar la productividad en el área de fabricación de esquineros de papel de la Empresa TRUPAL, Lima – 2018. *Repositorio de la Universidad César Vallejo* [en línea]. Lima: [Consulta: 2 abril 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/46031>.
- GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, F.J., 2004. *AUDITORÍA DEL MANTENIMIENTO E INDICADORES DE GESTIÓN*. 1. S.l.: s.n.
- HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ COLLADO, C. y BAPTISTA LUCIO, P., 2014. *Metodología de la investigación*. 6a edición. Mexico: s.n.
- KANG, K. y SUBRAMANIAM, V., 2018. Integrated control policy of production and preventive maintenance for a deteriorating manufacturing system. *Computers & Industrial Engineering*, vol. 118, pp. 266-277. ISSN 0360-8352. DOI 10.1016/J.CIE.2018.02.026.
- LOZADA, J., 2014. Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria. *CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica*, vol. 3, pp. 47-50. ISSN 1390-9592.
- LUNA AYALA, A.B. y TOLEDO ARAUCANO, A.B., 2019. Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para incrementar la confiabilidad en las maquinarias de la empresa OSIMIN S.R.L, Huaraz-2019. *Repositorio de la Universidad César Vallejo* [en línea]. Huaraz: [Consulta: 2 abril 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/50373>.
- MAGNANINI, M.C. y TOLIO, T., 2020. Switching- and hedging- point policy for preventive maintenance with degrading machines: application to a two-machine line. *Flexible Services and Manufacturing Journal*, vol. 32, no. 2, pp. 241-271. ISSN 19366590. DOI 10.1007/S10696-019-09370-7.
- MAYORGA AYORA, A. y QUISHPE GAIBOR, J., 2019. Deontología aplicada al mantenimiento de maquinaria industrial por ingenieros mecánicos. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales* [en línea], [Consulta: 15 abril 2022]. ISSN 2254-7630. Disponible en: <https://www.eumed.net/rev/caribe/2019/05/deontologia-maquinaria-industrial.html>.
- MOREANO CASTILLO, F.R. y PÉREZ VEGA, E., 2020. Plan de mantenimiento preventivo para la mejora del índice de falla de un sistema de transporte neumático | Moreano-Castillo | Dominio de las Ciencias. *Revista científica dominio de las ciencias*, vol. 6, no. núm. 4, pp. 307-323. ISSN 2477-8818. DOI <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v6i4.1469>.
- MORENO, O., 1995. *Productividad y desarrollo económico* [en línea]. 1995. S.l.:

s.n. Disponible en: <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/7268/Capitulo1.pdf>.

- MOURTZIS, D., VLACHOU, E., MILAS, N. y XANTHOPOULOS, N., 2016. A Cloud-based Approach for Maintenance of Machine Tools and Equipment Based on Shop-floor Monitoring. *Procedia CIRP*, vol. 41, pp. 655-660. ISSN 2212-8271. DOI 10.1016/J.PROCIR.2015.12.069.
- NALLUSAMY, S., 2016. Enhancement of Productivity and Efficiency of CNC Machines in a Small Scale Industry Using Total Productive Maintenance. *International Journal of Engineering Research in Africa*, vol. 25, pp. 119-126. ISSN 1663-4144. DOI 10.4028/WWW.SCIENTIFIC.NET/JERA.25.119.
- NALLUSAMY, S. y MAJUMDAR, G., 2017. Enhancement of Overall Equipment Effectiveness using Total Productive Maintenance in a Manufacturing Industry. *International Journal of Performability Engineering*, vol. 13, no. 2, pp. 173. ISSN 0973-1318. DOI 10.23940/IJPE.17.02.P7.173188.
- NURPRIHATIN, F., ANGELY, M. y TANNADY, H., 2019. Total productive maintenance policy to increase effectiveness and maintenance performance using overall equipment effectiveness. *Journal of Applied Research on Industrial Engineering*, vol. 6, no. 03, pp. 184-199. DOI 10.22105/jarie.2019.199037.1104.
- OLARTE C., W., BOTERO, M. y CAÑÓN ZABALETA, B., 2011. Aplicación de la termografía en el mantenimiento predictivo. *Scientia et Technica*, vol. 2, no. 48, pp. 253-256. ISSN 2344-7214. DOI 10.22517/23447214.1303.
- OSTADI, B., 2018. An Optimal Preventive Maintenance Model to Enhance Availability and Reliability of Flexible Manufacturing Systems. *Journal of Industrial and Systems Engineering* [en línea], vol. 11, no. 2, pp. 47-61. [Consulta: 15 abril 2022]. Disponible en: <https://dorl.net/dor/20.1001.1.17358272.2018.11.2.4.6>.
- PARRA MÁRQUEZ, C. y CRESPO MÁRQUEZ, A., 2019. Métodos de Análisis de Criticidad y Jerarquización de Activos. *Optimización de la Gestión del Mantenimiento y Análisis crítico de Indicadores de Benchmarking bajo el enfoque integral de la Gestión de Activos (ISO 55000)*, DOI 10.13140/RG.2.2.21197.87524.
- PAZ, R.C. y GÓMEZ, D.G., 2012. *PRODUCTIVIDAD Y COMPETITIVIDAD*. 2012. S.l.: s.n.
- PERALTA SALVATIERRA, G., 2019. Plan de mantenimiento preventivo para incrementar la productividad de la empresa metalmecánica AR&ML Constructores E.I.R.L., San Juan de Lurigancho, 2019. *Repositorio Universidad Nacional del Callao* [en línea], [Consulta: 2 abril 2022]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12952/4583>.

- PUELLO TINOCO, A.E. y MARTINEZ GARCÍA, L., 2018. Una revisión sistemática en Sistemas de Gestión de Mantenimiento Asistido por Computadora. *Teknos Revista Científica*, vol. 18, no. 01. DOI <https://doi.org/10.25044/issn.2539-2190>.
- QUEVEDO TOBAR, F.F., 2020. Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para incrementar la productividad en el proceso de peletizado de la empresa SGM IMPORTACIONES S.A.C. *Repositorio Universidad Privada del Norte* [en línea]. Lima: [Consulta: 2 abril 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11537/26013>.
- RAMOS CHAGOYA, E., 2015. Métodos y técnicas de investigación. *Gestiopolis*.
- RAYME FLORES, M.S. y DIAZ DUMONT, J.R., 2020. Mantenimiento preventivo para incrementar la productividad en los equipos de medición. *Qantu Yachay*, vol. 1, no. 1, pp. 59-66. ISSN 2810-8248. DOI 10.54942/QANTUYACHAY.V1I1.8.
- REYES, J., ALVAREZ, K., MARTÍNEZ, A. y GUAMÁN, J., 2018. Total productive maintenance for the sewing process in footwear. *Journal of Industrial Engineering and Management*, vol. 11, no. 4, pp. 814-822. ISSN 2013-8423. DOI 10.3926/jiem.2644.
- RONDÓN, F.A.P., 2021. *CONCEPTOS GENERALES EN LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL*. 2021. S.l.: s.n.
- RUBIO, E.R., 2011. *Evolución del mantenimiento*. 2011. S.l.: s.n.
- RUIZ MIRANDA, A.A. y TORREJÓN LÓPEZ, M.D., 2021. Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para aumentar la productividad del área de producción en la empresa CARBOIN S.A.C., 2020. *Repositorio de la Universidad César Vallejo* [en línea]. Trujillo: Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/81065>.
- SAMAR NÚÑEZ, R.B. y SOLÓRZANO ANSELMO, M.Á., 2020. Aplicación de un plan de mantenimiento preventivo para incrementar la productividad en la empresa metales CAMACHO S.A.C., Los Olivos 2020. *Repositorio de la Universidad César Vallejo* [en línea]. Los Olivos: [Consulta: 2 abril 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/53065>.
- SEYED HOSSEINI, S.M., SHAHANAGHI, K. y SHASFAND, S., 2021. Resistive maintenance and equipment criticality indexes. *Nexo Revista Científica*, vol. 34, no. 02, pp. 744-758. ISSN 1818-6742. DOI 10.5377/NEXO.V34I02.11559.
- SIERRA ÁLVAREZ, G.A., 2004. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA EMPRESA METALMECÁNICA INDUSTRIAS AVM S.A. *Doc Player*. Bucaramanga (Colombia):
- SILVA MORE, M., 2017. Aplicación del mantenimiento preventivo para mejorar la

productividad en el área de energía de la Cía. Ericsson S.A, Lima, 2017. *Repositorio de la Universidad César Vallejo* [en línea]. Lima: [Consulta: 2 abril 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/12570>.

- SIMÓN VILLEGAS, E.L., 2017. IMPLEMENTACION DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA METALMECANICA EMECA SAC, COMAS – DICIEMBRE 2017. *Repositorio de la Universidad César Vallejo* [en línea]. Comás - Lima: [Consulta: 2 abril 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/12577>.
- SLADOGNA, M.G., 2017. PRODUCTIVIDAD - DEFINICIONES Y PERSPECTIVAS PARA LA NEGOCIACIÓN COLECTIVA. *Journal of Chemical Information and Modeling*, pp. 2.
- TORRES FLORES, J.A., 2018. Plan de mantenimiento preventivo para incrementar la productividad de la empresa Ofilab Perú SAC - Lima, 2018. *Repositorio de la Universidad César Vallejo* [en línea]. Lima: [Consulta: 2 abril 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/40604>.
- TUNAROZA, A., MARTINEZ, A., AVILA, E., BOLIVAR, D., MATOS, G., BRAVO, E., BERMUDEZ, J., GALINDEZ, J., RODRIGUEZ, M., TORRES, M. y FERNANDEZ, N., 2015. BIENES Y SERVICIOS: MANTENIMIENTO. *Revista Mantenimiento*, pp. 11.
- VAHOS, J.D., PINO-MARTÍNEZ, A.A. y CASTRO MALDONADO, J.J., 2019. Desarrollo de una herramienta de software para la gestión del mantenimiento de infraestructura en el SENA regional Antioquia. *Revista CINTEX*, vol. 24, no. 1, pp. 13-19. ISSN 2422-2208. DOI 10.33131/24222208.331.
- VERA ZAMBRANO, R.A. y TORRES RODRÍGUEZ, R., 2021. Pautas de un programa de mantenimiento y su importancia en el proceso agroindustrial. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación*. ISSN: 2737-6249., vol. 4, no. 8, pp. 96-113. ISSN 2737-6249. DOI 10.46296/IG.V4I8.0025.
- XIAO, L., SONG, S., CHEN, X. y COIT, D.W., 2016. Joint optimization of production scheduling and machine group preventive maintenance. *Reliability Engineering and System Safety*, vol. 146, pp. 68-78. ISSN 09518320. DOI 10.1016/J.RESS.2015.10.013.
- YANG, L., YE, Z. sheng, LEE, C.G., YANG, S. fen y PENG, R., 2019. A two-phase preventive maintenance policy considering imperfect repair and postponed replacement. *European Journal of Operational Research*, vol. 274, no. 3, pp. 966-977. ISSN 0377-2217. DOI 10.1016/J.EJOR.2018.10.049.

Anexos

Anexo 1: Formula de los indicadores de mantenimiento

- **Tiempo medio entre fallas:**

$$\frac{\text{Tiempo total disponible} - \text{Tiempo total de paradas}}{\text{Número de fallas o averías}}$$

- **Tiempo medio de reparación:**

$$\frac{\text{Tiempo total de paradas}}{\text{Número de fallas o averías}}$$

- **Disponibilidad:**

$$\frac{\text{Tiempo medio entre fallas}}{\text{Tiempo medio entre fallas} + \text{Tiempo medio de reparación}}$$

Anexo 2: Formula de los indicadores de la productividad

- **Eficacia:**

$$\frac{\text{Producción realizada}}{\text{Producción programada}}$$

- **Eficiencia:**

$$\frac{\text{Horas Utilizadas}}{\text{Horas programadas de la máquina selladora}}$$

Anexo 3: Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Mantenimiento preventivo	El mantenimiento preventivo fue evolucionando a través del tiempo, logrando optimizar procesos de producción, lo cual la mejora se realiza de manera periódica para que las maquinas o equipos funcionen adecuadamente al uso que se les da y aumente su vida útil. (González, 2004)	Procedimiento que se basa en emplear el plan de mantenimiento preventivo para minimizar las fallas en las máquinas selladoras de la empresa San Lucas SAC, mediante los indicadores de Tiempo medio entre Fallas, Tiempo medio de Reparación y Disponibilidad.	Tiempo medio entre Fallas	$\frac{\text{Tiempo total disponible} - \text{Tiempo total de paradas}}{\text{Número de Fallas o averías}}$	Razón - Cuantitativa continua
			Tiempo medio de Reparación	$\frac{\text{Tiempo total de paradas}}{\text{Número de Fallas o averías}}$	Razón - Cuantitativa continua
			Disponibilidad	$\frac{\text{Tiempo medio entre Fallas}}{\text{Tiempo medio entre fallas} + \text{Tiempo medio de reparación}}$	Razón - Cuantitativa continua
La productividad	La productividad es el uso eficiente de los recursos: mano de obra, capital, tierra, materias primas, energía, información para producir diversos bienes y servicios. La producción se puede mejorar aumentando cualquiera de los factores de producción dicho anteriormente. (Sladogna, 2017, p. 2)	Es la determinación, cuantificación, evaluación de la mejora de la eficiencia y eficacia de los recursos fabricados.	Eficacia	$\frac{\text{Producción realizada}}{\text{Producción programada}}$	Razón - Cuantitativa continua
			Eficiencia	$\frac{\text{Horas Utilizadas}}{\text{Horas programadas de la máquina selladora}}$	Razón - Cuantitativa continua

Anexo 4: Ficha de recolección de datos dimensión tiempo medio entre fallas

Ficha de recolección de datos					
Incremento de la productividad mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa SAN LUCAS S.A.C. CHIMBOTE – 2022					
Dimensión		Indicador			Técnica
Tiempo medio entre fallas		$\frac{\text{Tiempo total disponible} - \text{Tiempo total de paradas}}{\text{Número de Fallas o averías}}$			Observación
ITEMS	Día-Mes-Año	Tiempo total disponible (Horas)	Tiempo total de paradas (Horas)	Número de averías	Tiempo medio entre fallas (Horas)
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					
PROMEDIO					

Anexo 5: Ficha de recolección de datos dimensión tiempo medio de reparación

Ficha de recolección de datos				
Incremento de la productividad mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa SAN LUCAS S.A.C. CHIMBOTE – 2022				
Dimensión		Indicador		Técnica
Tiempo medio de reparación		$\frac{\text{Tiempo total de paradas}}{\text{Número de Fallas o averías}}$		Observación
ITEMS	Día-Mes-Año	Tiempo total de paradas (Horas)	Número de averías	Tiempo medio de reparación (Horas)
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				
PROMEDIO				

Anexo 6: Ficha de recolección de datos dimensión Disponibilidad

Ficha de recolección de datos				
Incremento de la productividad mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa SAN LUCAS S.A.C. CHIMBOTE – 2022				
Dimensión		Indicador		Técnica
Disponibilidad		$\frac{\text{Tiempo medio entre Fallas}}{\text{Tiempo medio entre Fallas} + \text{Tiempo medio de reparación}}$		Observación
ITEMS	Día-Mes-Año	Tiempo medio entre fallas (Horas)	Tiempo medio de reparación (Horas)	Disponibilidad (%)
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				
PROMEDIO				

Anexo 7: Ficha de recolección de datos dimensión Eficacia

Ficha de recolección de datos				
Incremento de la productividad mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa SAN LUCAS S.A.C. CHIMBOTE – 2022				
Dimensión		Indicador		Técnica
Eficacia		$\frac{\text{Producción realizada}}{\text{Producción programada}}$		Observación
ITEMS	Día-Mes-Año	Producción realizada (Cajas de conservas)	Producción programada (Cajas de conservas)	Eficacia (%)
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				
PROMEDIO				

Anexo 8: Ficha de recolección de datos dimensión Eficiencia

Ficha de recolección de datos				
Incremento de la productividad mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa SAN LUCAS S.A.C. CHIMBOTE – 2022				
Dimensión		Indicador		Técnica
Eficiencia		$\frac{\text{Horas Utilizadas}}{\text{Horas programadas de la máquina selladora}}$		Observación
ITEMS	Día-Mes-Año	Horas utilizadas	Horas programadas de la máquina selladora	Eficiencia (%)
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				
PROMEDIO				

Anexo 9: Ficha de recolección de datos de la variable Productividad

Ficha de recolección de datos - MAYO				
Incremento de la productividad mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa SAN LUCAS S.A.C. CHIMBOTE – 2022				
Variable		Indicador		Técnica
Productividad		Eficacia x Eficiencia		Observación
ITEMS	Día-Mes-Año	Eficacia (%)	Eficiencia (%)	Productividad (%)
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				
PROMEDIO				

Anexo 10: Constancia de validación de Experto N.º 1

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

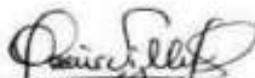
Yo **PEDRO LUIS VILLÓN MACEDO** con DNI N° 32845247 de profesión de **INGENIERÍA INDUSTRIAL** con código CIP 36326 ejerciendo actualmente como **GERENTE GENERAL** en la empresa **GLOBAL CONSULTING S.A.C.**

Por medio de la presente, hago contar que he revisado los instrumentos con fines de validación, para la recolección de datos del Anexo 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9; los cuales llevan como nombre "Matriz de operacionalización de variables", "Fichas de recolección de datos de las dimensiones del Plan de Mantenimiento Preventivo" y "Fichas de recolección de datos de las dimensiones de la productividad" respectivamente para ser aplicada durante el desarrollo de la tesis titulada: "Incremento de la productividad mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa San Lucas S.A.C. - 2022".

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

CATEGORÍAS	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems				X
Amplitud de contenido				X
Redacción de datos				X
Pertinencia				X
Coherencia				X
Claridad				X

En Chimbote, a los 24 días del mes Marzo del año 2022.



Ing. Dr. PEDRO LUIS VILLÓN MACEDO
GERENTE GENERAL
GLOBAL CONSULTING CORPORATION S.A.C.

Ing. Villón Macedo Pedro Luis
Experto

Anexo 11: Currículum Vitae de Experto N.º 1

Notif

**GLOBAL CONSULTING CORPORATION SAC**

Pedro Luis Villón Macedo
Gerente General de GCC S.A.C
Perú · [Información de contacto](#)
43 contactos

[Conectar](#) [Enviar mensaje](#) [Más](#)

Actividad

44 seguidores



Pedro Luis Villón Macedo
Gerente General de GCC S.A.C

Experiencia

- **Propietario**
GLOBAL CONSULTING CORPORATION SAC
- **Gerente Administrativo**
ESSALUD SEGUROS SOCIAL DE SALUD
ene. 2007 - actualidad · 15 años 6 meses
- **Gerente General**
Global Consulting Corporation SAC
jun. 2006 - actualidad · 16 años 1 mes

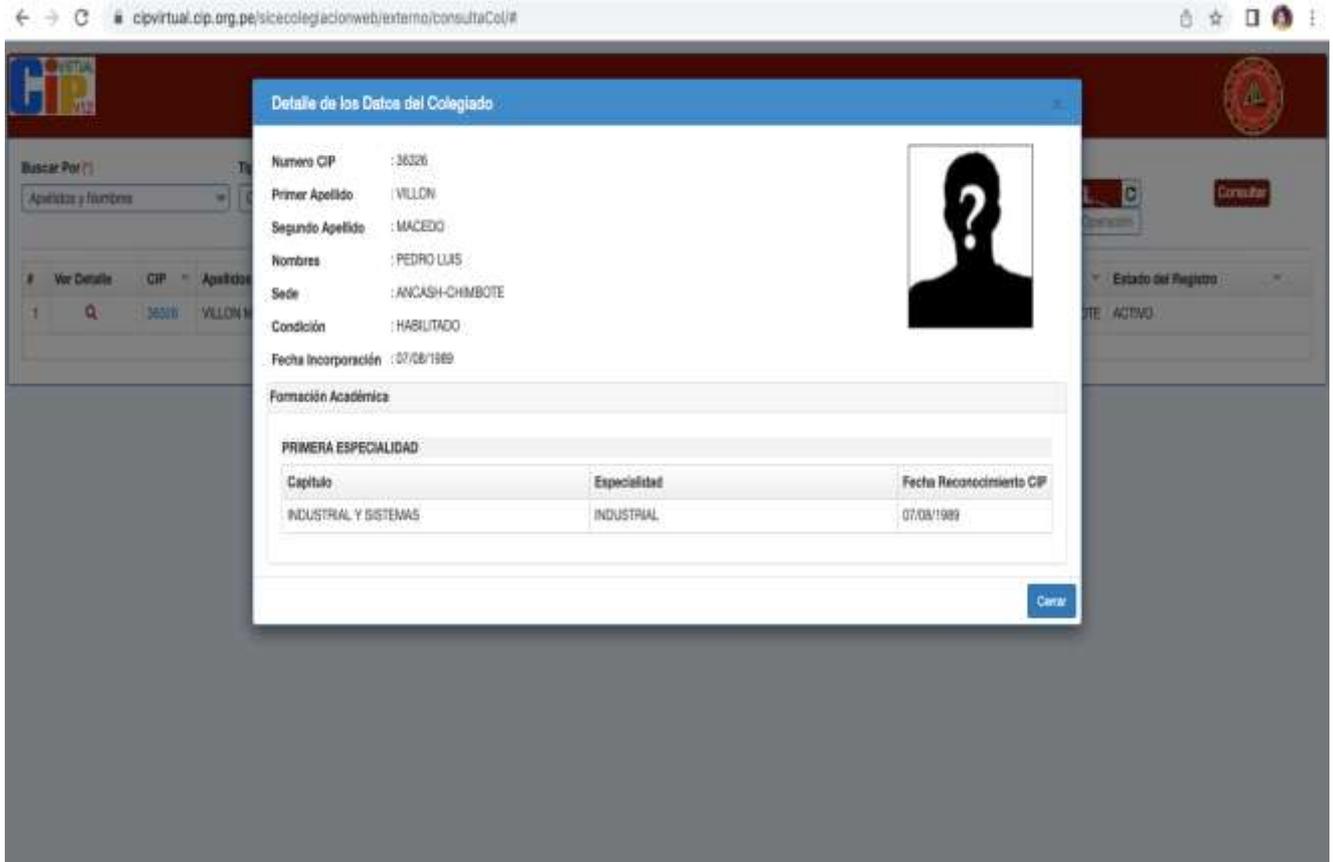
Intereses

Empresas

- **ISOTools Excellence**
16.379 seguidores
- **ESSALUD SEGUROS SOCIAL DE SALUD**
15.874 seguidores

[Mostrar todas las empresas \(3\) →](#)

Anexo 12: Colegiatura CIP de Experto N.º 1



The screenshot displays a web browser window with the URL cipvirtual.cip.org.pe/siccolegiadorweb/externo/consultaCo/#. A modal window titled "Detalle de los Datos del Colegiado" is open, showing the following information:

- Numero CIP : 36326
- Primer Apellido : VILLON
- Segundo Apellido : MACEDO
- Nombres : PEDRO LUAS
- Sede : ANCASH-CHIMBOTE
- Condición : HABILITADO
- Fecha Incorporación : 07/08/1989

A placeholder image with a question mark is shown next to the name. Below this, the "Formación Académica" section is displayed as a table:

PRIMERA ESPECIALIDAD		
Capítulo	Especialidad	Fecha Reconocimiento CIP
INDUSTRIAL Y SISTEMAS	INDUSTRIAL	07/08/1989

A "Cerrar" button is located at the bottom right of the modal window.

Anexo 13: Constancia de validación de Experto N.º 2

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo **ANA MARÍA CABALLERO GARCÍA** con DNI N° 32778744 de profesión de **INGENIERÍA INDUSTRIAL** con código CIP 39288 ejerciendo actualmente como **DOCENTE** de la **UNIVERSIDAD SAN PEDRO**.

Por medio de la presente, hago contar que he revisado los instrumentos con fines de validación, para la recolección de datos del Anexo 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9; los cuales llevan como nombre "Matriz de operacionalización de variables", "Fichas de recolección de datos de las dimensiones del Plan de Mantenimiento Preventivo" y "Fichas de recolección de datos de las dimensiones de la productividad" respectivamente para ser aplicada durante el desarrollo de la tesis titulada: "Incremento de la productividad mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa San Lucas S.A.C. - 2022".

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

CATEGORÍAS	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems				X
Amplitud de contenido				X
Redacción de datos				X
Pertinencia				X
Coherencia				X
Claridad				X

En Chimbote, a los 26 días del mes Marzo del año 2022.



Caballero

Mg. Caballero García Ana María
Experto

Anexo 14: Currículum Vitae de Experto N.º 2

nkedin.com/in/ana-maria-caballero-garcia-50607737/



[Inicio](#) [Mi red](#) [Empleos](#) [Mensajes](#) [Notif](#)



ANA MARIA CABALLERO GARCIA
Gerente Ejecutiva en ADEC ATC
Perú · [Información de contacto](#)

472 contactos

[Conectar](#) [Enviar mensaje](#) [Más](#)

 ADEC ATC
 UCV

Actividad
472 seguidores

ANA MARIA no ha publicado nada últimamente
Las publicaciones y comentarios recientes de ANA MARIA se mostrarán aquí.

[Mostrar toda la actividad →](#)



Buscar



Notif



ANA MARIA CABALLERO GARCIA

Gerente Ejecutiva en ADEC ATC

Experiencia



ADEC ATC

24 años 1 mes

- **Gerente Ejecutiva**
Profesional independiente
sept. 2017 - actualidad · 4 años 10 meses
Lima, Lima, Perú

- **Directora Of. Chimbote**
jul. 1998 - actualidad · 24 años
Chimbote

Desarrollamos programas de calidad en gestión de empresas con fines de certificación. Programas de desarrollo de proveedores locales.

- **DIRECTORA OF. CHIMBOTE**
jun. 1998 - actualidad · 24 años 1 mes

[Mostrar todas las experiencias \(4\) →](#)



Docente

USP · Jornada parcial

nov. 2008 - actualidad · 13 años 8 meses

Chimbote, Áncash, Perú

Educación



UCV

Maestría en Administración de Negocios MBA, Gestión Empresarial



UNT

Ingeniero Industrial, Gestion Empresarial

Anexo 15: Colegiatura CIP de Experto N.º 2

The screenshot displays a web browser window with the URL `cipvirtual.cip.org.pe/sicolegacionweb/externo/consultaCoi/#`. The page features a search bar and a modal window titled "Detalle de los Datos del Colegiado".

Detalle de los Datos del Colegiado

Numero CIP : 33088
Primer Apellido : CABALLERO
Segundo Apellido : GARCA
Nombres : JANA MARIA
Sede : LA LIBERTAD
Condición : HABILITADO
Fecha Incorporación : 04/02/1991

Formación Académica

PRIMERA ESPECIALIDAD		
Capítulo	Especialidad	Fecha Reconocimiento CIP
INDUSTRIAL Y SISTEMAS	INDUSTRIAL	04/02/1991

A "Cerrar" button is located at the bottom right of the modal window. A portrait photo of the member is visible on the right side of the modal.

Anexo 16: Diagrama de actividades del Proceso (DAP)

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO (DAP)								
Proceso analizado: Filete de Caballa en aceite vegetal.	RESUMEN							
	ACTIVIDAD		Actual	Tiempo				
	Operación: ○		16					
	Transporte: ⇨		4					
	Espera: D		0					
Empresa: Conservera San Lucas S.A.C.	Inspección: □		6					
Elaborado por: Equipo HACCP	Almacenamiento: ▽		1					
Aprobado por: Gerencia General	Total		27					
Items	Descripción	Tiempo	Símbolo					Observaciones
			○	□	⇨	▽	D	
1	Recepción de Materia Prima	6 h	●					La materia prima debe de cumplir con los parámetros establecidos, se hace el flico organoléptico, debe tener una temperatura menor a 4.4°C y la Histamina menor a 50 ppm. De lo contrario se rechaza la pesca.
2	Pesado de MP en cubetas	6 h	●					-
3	Inspección	6 h		●				Se supervisa que en optimas condiciones se encuentre el producto para que no haya inconvenientes durante el proceso de encañastillado.
4	Encañastillado	8 h	●					Se realiza en forma manual, procediéndose a seleccionar y estibar los pescados en canastillas con el terno hacia arriba.
5	Lavado	8 h	●					Operación con la cual se eliminará los remanentes de sanguaza u otra materia extraña y se obtendrá un mejor producto, el agua de lavado es agua clorada.
6	Traslado al cocinador Estático	5 h			●			El tiempo de traslado al cocinador estático no es constante, porque hay que llenar los carros con las canastillas de pescado.
7	Cocinado	12 h	●					Se ve el tiempo de cocción y se realiza con vapor saturado directo donde el pescado es sometido a una presión de 2 psi de presión y a una temperatura de 200°C.
8	Inspección de Enfriado	1 h		●				Al finalizar cada batch se revisará que la materia prima cumpla con las especificaciones requeridas.
9	Traslado al área de Fileteado	5 h			●			El traslado no es continuo porque solo 10 carros entran a la línea de filete.
10	Fileteado de la MP	11 h	●					Esta etapa consiste en eliminar manualmente cabeza, cola, vísceras, piel, espinas y carne oscura, utilizando para ello cuchillos de acero inoxidable.
11	Supervisión en el pesado de MP	11 h		●				El producto (Filete de caballa) debe estar entero, sin residuos de espinas y limpio sin piel.
12	Traslado al área de Envasado	11 h			●			Se traslada en tableros donde las fileteras almacenan el producto (Filete de caballa) para posteriormente ser envasado.
13	Envasado de MP	12 h	●					Es envasado manualmente en envases de hojalata previamente sanitizados. Se les distribuye 2 tableros por persona.
14	Inspección de envasado	12 h		●				Se monitorea constantemente el peso de envasado y la presentación del producto.
15	Adición de líquido de gobierno	13 h	●					La solmuera se calienta entre los 90 a 95 °C y el aceite vegetal se agrega caliente entre los 80 a 90 °C.
16	Exhausting	13 h	●					Adicionado el líquido de gobierno, las latas son transportadas por un túnel de vapor a una temperatura mínima de 90° C, con la finalidad de eliminar todo el aire que existe dentro del envase para obtener un adensado vacío y evitar futuros defectos (latas hinchadas).
17	Inspección visual de las latas	15 h		●				Si la maquina falla y se detecta anomalías o defectos en el sellado de las latas (desbarbazado, patinaje, caídas, falso cierre, etc) de inmediato la producción tiene que parar.
18	Sellado de latas	15 h	●					Demasiadas averías constantemente, hace que las latas salgan mal sellada, lo cual afecta a la producción y genera muchas paradas (Tiempo muerto)
19	Lavado de latas	15 h	●					Las latas son desplazados por gravedad hacia el túnel de la lavadora de latas, mediante duchas con agua potable caliente (60 – 70) °C, con la finalidad de eliminar rastros de líquido de gobierno (aceite).
20	Estibado en carros de autoclave	15 h	●					Se debe acomodar las latas dentro del carro con la codificación hacia abajo e intercalados, para lograr una adecuada distribución de calor al interior del autoclave y un rápido escurrimiento del agua de enfriamiento.
21	Traslado al área de Esterilizado	15 h			●			El traslado no es continuo por lo que el tiempo de espera de las latas selladas es de 1 hora para el llenado de carros en el autoclave.
22	Esterilizado	15 h	●					La temperatura a 116 °C y a 10.5 psi de presión.
23	Enfriamiento	14 h		●				
24	Limpieza y emparcado	10 h	●					Los productos son limpiados manualmente con la finalidad de eliminar suciedad, grasa, etc. Para lo cual se usan un producto químico como el limpiol y trazo industrial para luego ser empaçados en cajas de 48 latas.
25	Etiquetado	9 h	●					Operación que consiste en rotular mediante el uso de una etiqueta (papel cocho o litografiado) el producto.
26	Transportado al Almacén de Producto terminado	9 h			●			Se traslada el producto terminado al almacén.
27	Despacho	3 h	●					Es despachado con autorización de las áreas de producción y aseguramiento de la calidad (guías de remisión-facturas).
TOTAL			16	6	4	1	0	

Fuente: Plan HACCP de la empresa San Lucas S.A.C

Anexo 17: Ficha técnica de la máquina selladora ½ lb ÁNGELUS 29P

Ficha técnica de máquina selladora		
Marca	Modelo	Línea Producción
Ángelus	29P	1/2 libra
Color		Año
Celeste		1980
Especificaciones Técnicas		
	Latas por minuto: 140	
	Dimensiones métricas: 2.40 x 1.30 x 2.20 (m.)	
	Peso métrico: 1312 kg.	
	Cabezales: 04	
	Sistema: Automático	
	Estado: Operativo	
	Motor: 7CV – 380 V	
	Tipo de lata: Cilíndrica	
	Cambio de dimensiones: No	
	Subsistemas: <ul style="list-style-type: none"> - Sistema de alimentación de envases - Sistema de alimentación de tapa - Sistema de cierre de envases - Sistema de control eléctrico 	

Anexo 18: Fotos de averías de la máquina selladora



Tapa pegada
en el Mandril

Anexo 19: Fotos de latas mal selladas y abolladuras



Anexo 20: Fotos de recolección de datos diaria de la máquina selladora







Anexo 21: Foto de la Capacitación al Personal



Anexo 22: Carta de respuesta para la ejecución del proyecto de investigación



Pueblo Joven Villa María MZ. O Lt. 1-8 / Ancash – Santa – Nuevo Chimbote

Señor
Antis Cruz Escobedo
Coordinador Taller de Investigación
Escuela Profesional Ingeniería Industrial
Universidad César Vallejo

Asunto: Autorización de Proyecto de Investigación de Ingeniería Industrial y toma de datos

De mi mayor consideración:

Es muy grato dirigirme a usted, para saludarlo muy cordialmente en nombre de nuestra empresa Conservera SAN LUCAS S.A.C, y a la vez manifestarle que al haber recibido la Carta N° 00104-2022/UCVCHIMBOTE/DG y la Carta N° 00105-2022/UCV-CHIMBOTE/DG, se autoriza a nuestro colaborador Luis Yadir Carlos Campos, con DNI 70267957, para que pueda ejecutar su investigación **"Incremento de la productividad mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa San Lucas S.A.C. Chimbote - 2022"**, así como la toma de datos en nuestra empresa.

Sin otro particular, me despido de Usted, no sin antes expresar los sentimientos de mi especial consideración personal.

Atentamente,



CONSERVERA San Lucas S A C
Liliana V. Alfaro Valencia
GERENTE

Chimbote, 14 de Marzo de 2022