

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

Tesis

Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de las máquinas críticas en la empresa Cynara Perú S.A.C., 2021

Alberto Mikey Urquiza Leon

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Industrial

Lima, 2023

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TESIS

A : Felipe Gutarra Meza
Decano de la Facultad de Ingeniería

DE : Donny Alejandro Holguin Herrera
Asesor de tesis

ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de tesis

FECHA : 17 de Julio de 2023

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para saludarlo y en vista de haber sido designado asesor de la tesis titulada: "Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de las máquinas críticas en la empresa Cynara Perú S.A.C., 2021", perteneciente al/la/los/las estudiante(s) Alberto Mikey Urquiza Leon, de la E.A.P. de Ingeniería Industrial; se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado Elija el porcentaje % de similitud (informe adjunto) sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

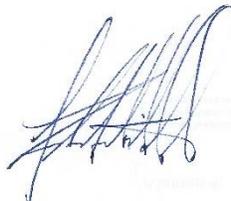
- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores (Nº de palabras excluidas:) SI NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que la tesis constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad.

Recae toda responsabilidad del contenido de la tesis sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios de legalidad, presunción de veracidad y simplicidad, expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales – RENATI y en la Directiva 003-2016-R/UC.

Esperando la atención a la presente, me despido sin otro particular y sea propicia la ocasión para renovar las muestras de mi especial consideración.

Atentamente,



Asesor de tesis

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD

Yo, Alberto Mikey Urquiza León, identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. 44993550, de la E.A.P. de Ingeniería Industrial de la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

1. La tesis titulada: "Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de las máquinas críticas en la empresa Cynara Perú S.A.C., 2021", es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
3. La tesis es original e inédita, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.



14 de julio de 2023.

Alberto Mikey Urquiza León

DNI. No. 44993550

Tesis 14 de julio

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

17%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

11%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

4%

2

hdl.handle.net

Fuente de Internet

3%

3

repositorio.continental.edu.pe

Fuente de Internet

2%

4

repositorio.unac.edu.pe

Fuente de Internet

2%

5

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

1%

6

Submitted to Universidad Continental

Trabajo del estudiante

1%

7

Submitted to Universidad Tecnológica del Peru

Trabajo del estudiante

1%

8

repositorio.upn.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

9

repositorio.uncp.edu.pe

Fuente de Internet

		<1 %
10	Submitted to unapiquitos Trabajo del estudiante	<1 %
11	repositorio.uasf.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
12	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1 %
13	Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
14	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	<1 %
15	1library.co Fuente de Internet	<1 %
16	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
17	www.dspace.uce.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
18	repositorio.uap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
19	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
20	Submitted to Universidad Santo Tomas Trabajo del estudiante	

		<1 %
21	repositorio.usil.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
22	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
23	repositorio.une.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
24	Submitted to Universidad Rey Juan Carlos Trabajo del estudiante	<1 %
25	Venancio Cuevas-Reyes, César Rosales-Nieto. "Caracterización del sistema bovino doble propósito en el noroeste de México: productores, recursos y problemática", Revista MVZ Córdoba, 2018 Publicación	<1 %
26	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
27	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
28	www.lajpe.org Fuente de Internet	<1 %
29	BEATRÍZ CECILIA LEAL DE RIVAS. "Metodología para la caracterización de aceites usados en aviación basada en técnicas	<1 %

espectroscópicas", Universitat Politecnica de Valencia, 2014

Publicación

30	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	<1 %
31	dokumen.pub Fuente de Internet	<1 %
32	Submitted to Corporación Universitaria Iberoamericana Trabajo del estudiante	<1 %
33	bibliotecadigital.udea.edu.co Fuente de Internet	<1 %
34	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
35	Submitted to Universidad Católica San Pablo Trabajo del estudiante	<1 %
36	Submitted to Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas Trabajo del estudiante	<1 %
37	repositorio.uan.edu.co Fuente de Internet	<1 %
38	journalingeniar.org Fuente de Internet	<1 %
39	C. I. Real-Baca, C. A. Zuniga-Gonzalez. "Cross-species characterization in the reproduction	<1 %

of *Spodoptera sunia* (Lepidoptera:
Noctuidae)", F1000Research, 2023

Publicación

40	Submitted to Universidad Tecnológica Israel Trabajo del estudiante	<1 %
41	repositorio.autonoma.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
42	repositorio.unu.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
43	repositorio.upads.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
44	repositorio.upagu.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
45	tangara.uis.edu.co Fuente de Internet	<1 %
46	apirepositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
47	repositorio.utc.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
48	"Aceptabilidad y satisfacción de la telepsicoterapia por parte de usuarios de la Región Metropolitana", Pontificia Universidad Catolica de Chile, 2022 Publicación	<1 %
49	cybertesis.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	

<1 %

50 europa.eu
Fuente de Internet

<1 %

51 repositorio.unheval.edu.pe
Fuente de Internet

<1 %

52 repositorio.unife.edu.pe
Fuente de Internet

<1 %

53 Filipe T. Moreira, Mário Vairinhos, Fernando Ramos. "Chapter 7 Internet of Things in Education: A Reflection from Fieldwork About Hypersituated Experience", Springer Science and Business Media LLC, 2021
Publicación

<1 %

54 dspace-uao.metacatalogo.com
Fuente de Internet

<1 %

55 gredos.usal.es
Fuente de Internet

<1 %

56 repositorio.ucsp.edu.pe
Fuente de Internet

<1 %

57 repositorio.unc.edu.pe
Fuente de Internet

<1 %

58 repositorio.undac.edu.pe
Fuente de Internet

<1 %

repositorio.uss.edu.pe

59	Fuente de Internet	<1 %
60	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
61	repositorio.utp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
62	repository.usta.edu.co Fuente de Internet	<1 %
63	www.cess.org.ar Fuente de Internet	<1 %
64	www.ptolomeo.unam.mx:8080 Fuente de Internet	<1 %
65	www.upo.es Fuente de Internet	<1 %
66	"Inter-American Yearbook on Human Rights / Anuario Interamericano de Derechos Humanos, Volume 14 (1998)", Brill, 2001 Publicación	<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias Apagado

Excluir bibliografía

Apagado

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi profunda gratitud a mi familia por brindarme su apoyo incondicional y a mis compañeros de camino por su constante respaldo donde laboro, por haberme concedido el soporte necesario para elaborar la presente investigación.

DEDICATORIA

Deseo dedicar este trabajo a mis amados padres, quienes siempre me han respaldado de manera constante en la consecución de mis metas y objetivos. También quiero agradecer a mis queridos hermanos y al poder superior en el que creo, por demostrarme que no debo rendirme ante los desafíos que se presentan.

ÍNDICE

RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	xiii
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE ESTUDIO.....	16
1.1. Planteamiento y formulación del problema	16
1.1.1. Problema general	22
1.1.2. Problemas específicos.....	22
1.2. Objetivos	23
1.2.1. Objetivo general.....	23
1.2.2. Objetivos específicos	23
1.3. Justificación e importancia.....	23
1.3.1. Justificación teórica	23
1.3.2. Justificación práctica.....	24
1.3.3. Justificación ambiental.....	24
1.3.4. Justificación económica	24
1.3.5. Justificación social	24
1.3.6. Justificación metodológica.....	25
1.4. Hipótesis y descripción de variables	25
1.4.1. Hipótesis general.....	25
1.4.2. Hipótesis específicas	25
1.5. Delimitación de la investigación	26
1.5.1. Delimitación espacial.....	26
1.5.2. Delimitación temporal	26
1.6. Identificación de las variables	26
1.7. Operacionalización de las variables	26
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	28
2.1. Antecedentes del problema	28
2.1.1. Antecedentes nacionales	28

2.1.2.	Antecedentes internacionales.....	29
2.2.	Bases teóricas	31
2.2.1.	Variable independiente: Mantenimiento Preventivo (MP).....	31
2.2.2.	Variable dependiente: Disponibilidad.....	42
2.3.	Definición de términos básicos	44
2.3.1.	Plan de mantenimiento.....	44
2.3.2.	Gestión de mantenimiento	44
2.3.3.	Mantenimiento preventivo.....	44
2.3.4.	Mantenimiento correctivo.....	44
2.3.5.	Mantenimiento predictivo.....	44
2.3.6.	Disponibilidad.....	44
2.3.7.	Confiabilidad.....	45
2.3.8.	Mantenibilidad	45
2.3.9.	Agroindustria	45
2.3.10.	Calidad	45
2.3.11.	Control de calidad	45
2.3.12.	Productividad	45
2.3.13.	Eficiencia.....	46
2.3.14.	Eficacia.....	46
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....		47
3.1.	Método y alcance de la investigación	47
3.1.1.	Método de la investigación	47
3.2.	Diseño de la investigación.....	47
3.3.	Población y muestra	47
3.3.1.	Población.....	47
3.3.2.	Muestra	48
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	48
3.4.1.	Técnicas de recolección de datos.....	48
3.4.2.	Instrumentos de recolección de datos	49
3.5.	Técnicas estadísticas de análisis de datos	49
CAPÍTULO IV. RESULTADOS		51

4.1.	Diagnóstico de la realidad actual de la empresa	51
4.1.1.	Descripción de la empresa	51
4.1.2.	Diagnóstico del problema e indicadores actuales	53
4.2.	Datos técnicos de las 16 máquinas críticas	57
4.3.	Diagnóstico de criticidad.....	73
4.4.	Indicadores del mantenimiento antes de la implementación.....	89
4.5.	Plan de mantenimiento preventivo.....	94
4.6.	Indicadores del mantenimiento después de la implementación	110
4.7.	Análisis económico financiero	114
4.8.	Resultados del tratamiento y análisis de la información	116
4.8.1.	Análisis descriptivo - Indicadores de mantenimiento.....	116
4.8.2.	Análisis inferencial	118
4.9.	Discusión de resultados	120
	CONCLUSIONES	127
	RECOMENDACIONES.....	129
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	130
	ANEXOS	135

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de las variables.....	27
Tabla 2 Ventajas y desventajas del mantenimiento preventivo	39
Tabla 3 Las 6 M	40
Tabla 4 Gráfico de Pareto que muestra las principales causas que contribuyen a la baja disponibilidad de los equipos.....	54
Tabla 5 Ficha técnica del Calibrador de alcachofa y elevador	57
Tabla 6 Ficha técnica del Compresor de tornillo	58
Tabla 7 Ficha técnica del Ablandador de agua	59
Tabla 8 Ficha técnica de la Bomba de pozo.....	60
Tabla 9 Ficha técnica del Escaldador.....	61
Tabla 10 Ficha técnica del dosificado de líquido de gobierno.....	62
Tabla 11 Ficha técnica de la marmita de líquido de gobierno	63
Tabla 12 Ficha técnica de la bomba de líquido de gobierno.....	64
Tabla 13 Ficha técnica de la cerradora 15 oz.....	65
Tabla 14 Ficha técnica de la caldera	66
Tabla 15 Ficha técnica de la cerradora de frascos	67
Tabla 16 Ficha técnica del grupo electrógeno	68
Tabla 17 Ficha técnica del transformador de 150 KVA	69
Tabla 18 Ficha técnica del polipasto.....	70
Tabla 19 Ficha técnica del autoclave horizontal.....	71
Tabla 20 Ficha técnica de los rayos X	72
Tabla 21 Diagnostico de criticidad del calibrador de alcachofa	73
Tabla 22 Diagnostico de criticidad de la compresora de tornillo	74
Tabla 23 Diagnóstico de criticidad del ablandador de agua	75
Tabla 24 Diagnóstico de criticidad de la bomba de pozo	76
Tabla 25 Diagnóstico de criticidad del escaldador	77
Tabla 26 Diagnóstico de criticidad del dosificador de líquido gobierno	78
Tabla 27 Diagnóstico de criticidad de la marmita líquido de gobierno	79
Tabla 28 Diagnóstico de criticidad de la bomba de líquido de gobierno.....	80

Tabla 29	Diagnóstico de criticidad de la cerradora 15 oz.....	81
Tabla 30	Diagnóstico de criticidad de la caldera	82
Tabla 31	Diagnóstico de criticidad de la cerradora de frascos	83
Tabla 32	Diagnóstico de criticidad del grupo electrógeno	84
Tabla 33	Diagnóstico de criticidad del transformador de 150 KVA	85
Tabla 34	Diagnóstico de criticidad del polipasto.....	86
Tabla 35	Diagnóstico de criticidad del autoclave horizontal.....	87
Tabla 36	Diagnóstico de criticidad del rayos X.....	88
Tabla 37	Registros de fallas – pre test	89
Tabla 38	Disponibilidad promedio de las 16 máquinas – Pre test.....	90
Tabla 39	MTBF promedio de las 16 máquinas – pre test	91
Tabla 40	MTTR promedio de las 16 máquinas – pre test.....	92
Tabla 41	Actividades de mantenimiento preventivo (M.P) para el calibrador	94
Tabla 42	Actividades de M.P para el compresor de tornillo.....	95
Tabla 43	Actividades de M.P para el ablandador de agua	96
Tabla 44	Actividades de M.P para la bomba de pozo agua	97
Tabla 45	Actividades de M.P para el escaldador	98
Tabla 46	Actividades de M.P para el dosificador de líquido de gobierno	99
Tabla 47	Actividades de M.P para la marmita de líquido de gobierno.....	100
Tabla 48	Actividades de M.P para la bomba líquido de gobierno	101
Tabla 49	Actividades de M.P para la cerradora 15 oz	102
Tabla 50	Actividades de M.P para la caldera.....	103
Tabla 51	Actividades de M.P para la cerradora de frascos	104
Tabla 52	Actividades de M.P para el grupo electrógeno	105
Tabla 53	Actividades de M.P para el transformador de 150 KVA	106
Tabla 54	Actividades de M.P para el polipasto	107
Tabla 55	Actividades de M.P para el Autoclave horizontal	108
Tabla 56	Actividades de M.P para los rayos – X.....	109
Tabla 57	Registros de fallas – post test.....	110
Tabla 58	Disponibilidad promedio de las 16 máquinas – post test.....	111
Tabla 59	MTBF promedio de las 16 máquinas – post test	112

Tabla 60 MTTR promedio de las 16 máquinas – post test	113
Tabla 61 Evaluación de la inversión	114
Tabla 62 Proyección de la inversión	115
Tabla 63 Indicadores económicos.....	115
Tabla 64 Prueba de normalidad de la variable disponibilidad con Shapiro – Wilk.....	119
Tabla 65 Prueba t de Student para la variable disponibilidad.....	120

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Exportaciones agroindustriales – total mundial	17
Figura 2. Crecimiento de la población.....	18
Figura 3. Exportaciones agrícolas tradicionales y no tradicionales.....	19
Figura 4. Implementación del mantenimiento preventivo (MP).....	32
Figura 5. Curva de costos de mantenimiento con relación al tiempo	34
Figura 6. Curva del ciclo de vida de un equipo	35
Figura 7. Planificación y operación	36
Figura 8. Ejemplo de una programación de mantenimiento preventivo.....	37
Figura 9. Diagrama de Ishikawa	41
Figura 10. Ejemplo de Diagrama de Pareto	42
Figura 11. Organigrama de la empresa.....	52
Figura 12. Ubicación de la empresa.....	52
Figura 13. Diagrama de Ishikawa	53
Figura 14. Diagrama de Pareto	54
Figura 15. Disponibilidad promedio de las 16 máquinas – pre test.....	90
Figura 16. MTBF promedio de las 16 máquinas – pre test	91
Figura 17. MTTR promedio de las 16 máquinas – pre test	92
Figura 18. Disponibilidad promedio de las 16 máquinas – post test	111
Figura 19. MTBF promedio de las 16 máquinas – post test.....	112
Figura 20. MTTR promedio de las 16 máquinas – post test.....	113
Figura 21. Comparación de la disponibilidad promedio – antes y después de la mejora.....	116
Figura 22. Comparación del MTBF promedio – antes y después de la mejora.....	117
Figura 23. Comparación del MTR promedio – antes y después de la mejora.....	117

RESUMEN

Mejorar la preparación y disponibilidad de las máquinas críticas en la compañía Cynara Perú S.A.C fue el propósito de esta investigación por medio de la implantación de un plan de mantenimiento preventivo (PMP). Para llevar a cabo esta investigación, se empleó un enfoque aplicado, con un nivel explicativo, utilizando métodos cuantitativos y un diseño preexperimental de seguimiento a largo plazo. La muestra de estudio consistió en las 16 máquinas críticas indispensables para procesar las 80 toneladas diarias de alcachofas durante la temporada de campaña. La recopilación de información con los instrumentos y procesar los datos fueron formularios de registro diseñados para informar sobre la disponibilidad de cada activo. La recopilación de datos de los indicadores de mantenimiento se llevó a cabo desde julio hasta diciembre de 2020 para la etapa de preprueba, y desde julio hasta diciembre de 2021 para la etapa de postprueba.

Recientemente se descubrió que la principal razón detrás de la disminución en la disponibilidad de los equipos fue la realización de labores de mantenimiento en respuesta a problemas detectados, lo cual no garantizaba el buen funcionamiento de cada activo y resultaba en paradas no programadas durante la producción. Basándonos en el análisis de la criticidad de las máquinas, se determinó que 9 de ellas tenían una criticidad alta, 2 presentaban una criticidad media y 5 tenían una criticidad baja. En función de estos resultados, se implementó un PMP, el cual incluía un conjunto de actividades preventivas basadas en protocolos de mantenimiento específicos para cada equipo, con el fin de alargar su vida útil. Gracias a la aplicación de esta propuesta, el indicador de MTBF aumentó de 3945.74 minutos a 18612.78 minutos, lo que representa una mejora del 371.71%. Por otro lado, el indicador de MTTR disminuyó de 295.87 minutos a 231.83 minutos, lo que equivale a una reducción del 21.64%. Se demostró que al implementar un PMP mejoró la disponibilidad de 16 máquinas críticas del 92.52% al 98.58%, lo cual representa un incremento significativo del 6.06% en comparación con el periodo anterior, en la empresa Cynara Perú S.A.C. Esto se debe a que esta propuesta abarca todas las tareas necesarias antes, durante y después del mantenimiento.

Palabras claves: Mantenimiento preventivo, máquinas, disponibilidad.

ABSTRACT

Improving the preparation and availability of critical machines in the company Cynara Perú S.A.C was the purpose of this investigation. by implementing a preventive maintenance procedure. To carry out this research, an applied approach was used, with an explanatory level, using quantitative methods and a long-term follow-up pre-experimental design. The study sample consisted of the 16 essential critical machines to process the 80 daily tons of artichokes during the campaign season. The collection of information with the instruments and processing the data were registration forms designed to inform about the availability of each asset. The data collection of the maintenance indicators was carried out from July to December 2020 for the pre-test stage, and from July to December 2021 for the post-test stage. It was recently discovered that the main reason behind the decrease in equipment availability was the performance of maintenance tasks in response to detected problems, which did not guarantee the proper functioning of each asset and resulted in unscheduled stops during production. Based on the analysis of the criticality of the machines, it will be extended that 9 of them have a high criticality, 2 have a medium criticality and 5 have a low criticality. Based on these results, a PMP was implemented, which had a set of preventive activities based on specific maintenance protocols for each piece of equipment, with the aim of prolonging its useful life. Thanks to the application of this proposal, the MTBF indicator increased from 3,945.74 minutes to 18,612.78 minutes, which represents an improvement of 371.71%. On the other hand, the MTTR indicator went from 295.87 minutes to 231.83 minutes, which is equivalent to a reduction of 21.64%. It was revealed that by implementing a PMP, the availability of 16 critical machines improved from 92.52% to 98.58%, which represents a significant increase of 6.06% compared to the previous period, in the company Cynara Perú S.A.C. This is because this proposal covers all the necessary tasks before, during and after maintenance.

Keywords: Preventive maintenance, availability, machines.

INTRODUCCIÓN

En el curso de la revolución industrial, a lo largo de la creación y desarrollo de las máquinas, también se iniciaron las labores de indemnización y de igual forma las nociones de competitividad, de esta manera se entendió que las fallas de las máquinas generan paros en la producción y añadiendo a esto, la eficiencia de los equipos industriales que no eran aprovechados de manera óptima, se interpretaba en pérdidas de tiempo y dinero para las compañías; y debido al requerimiento de manejar dichos factores que afectaban a la productividad, comenzaron a aparecer los primeros pinos en relación al mantenimiento (Montoya, 2017).

En ese entonces, las fallas generadas se debían generalmente al abuso y a los magros esfuerzos a los que eran expuestos las máquinas, cuando no era posible seguir empleando el equipo durante la jornada, ahí sí era intervenido por el mismo trabajador y se encargaba de su mantenimiento, de este modo nació el mantenimiento reactivo o correctivo, como se lo conoce actualmente.

Con el pasar del tiempo, los ingenieros se percataron de que el mantenimiento era objeto de gran importancia, por lo que optaron por ejecutar las sugerencias que emitían los fabricantes de los equipos y, de esta manera, formar grupos dedicados completamente al mantenimiento a una frecuencia definida, al que se le conoce hoy por hoy como mantenimiento preventivo, el cual va muy de la mano con otros mantenimientos, tal es el caso del predictivo, teniendo como objetivo reducir la inactividad, pues significa pérdidas económicas (Guaitarilla, 2019).

Es así que las organizaciones han comprendido la trascendencia que tiene la adecuada operatividad de las máquinas que intervienen en las líneas de fabricación, en relación a los ingresos económicos, de manera que disponen recursos para mejorar el mantenimiento, con el propósito de identificar fallas previamente y poder garantizar que su proceso de producción sea el más óptimo (Buelvas, y otros, 2014).

En este estudio se propone mejorar la disponibilidad de las máquinas críticas en la empresa Cynara Perú S.A.C. mediante la implementación de un PMP. La hipótesis planteada sugiere que este plan contribuye a aumentar la disponibilidad de las máquinas críticas en dicha empresa.

Como objetivo de estudio se realizará el PMP en la empresa agroindustrial, con el fin de identificar tempranamente cualquier defecto y reducir significativamente el riesgo de averías

o errores imprevistos, además de disminuir la necesidad de llevar a cabo mantenimiento correctivo. Las tareas de mantenimiento, como la limpieza de equipos, la lubricación de piezas y el reemplazo de elementos desgastados, garantizan un rendimiento óptimo de las instalaciones.

Para llevar a cabo esta investigación, se dividieron en siete capítulos:

En el primer apartado se brinda un breve panorama de la situación actual del tema en cuestión, se establece la formulación del problema, se exponen los fundamentos que respaldan la indagación, se presentan los objetivos del estudio, se plantean las suposiciones y se detallan las variables analizadas.

En el segundo capítulo se aborda la relevante terminología necesaria para comprender el PMP y la disponibilidad de los equipos. Además, se exploran los antecedentes tanto a nivel nacional como internacional que guardan relación con el problema que se está tratando. Adicionalmente, se exponen los fundamentos teóricos pertinentes y se proporcionan aclaraciones sobre los conceptos esenciales utilizados.

Dentro del tercer capítulo, se presenta un exhaustivo análisis de la metodología empleada en el estudio, englobando aspectos como el enfoque adoptado, el alcance del mismo y su diseño de investigación. De manera similar, se proporcionan descripciones tanto de la población de la averiguación como de la muestra elegida, y se presentan las metodologías e instrumentos empleados para recopilar la información pertinente. Asimismo, se ofrece una descripción exhaustiva de la metodología empleada en la obtención y procesamiento de los datos recolectados.

A continuación, en el cuarto apartado, se presentan los hallazgos conseguidos del análisis de la información recopilada y se presentan las pruebas realizadas para contrastar las hipótesis planteadas en el marco del diseño experimental utilizado. Finalmente, se efectúa un análisis detallado de los resultados alcanzados en relación a la interrogante de investigación o las suposiciones planteadas.

En el capítulo V aparecen las conclusiones, las cuales son el reflejo de los resultados encontrados de acuerdo a nuestra apreciación y posterior al estudio científico.

En el capítulo VI se contaron las fuentes utilizadas en este informe como libro, revista, tesis, grabación, etc.

A modo de cierre, se han añadido en el capítulo VII una serie de anexos que amplían los conceptos y la información expuesta a lo largo de la tesis. No obstante, su revisión no es esencial para una comprensión exhaustiva del fenómeno que se ha analizado.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

La unión entre la agricultura, la tecnología y la industria ha producido cambios a gran escala en la población y ha fomentado el desarrollo del ser humano. De esta forma, la agroindustria se ha transformado en un medio imprescindible para mantener el estilo de vida actual.

Esta actividad económica tiene como tarea fundamental procesar materia prima y productos intermedios agrícolas, forestales y pesqueros, añadiendo valor a los mismos; y debido a su importancia este sector es fundamental para el progreso económico y social del país, pues desempeña un papel fundamental en las cadenas de abastecimiento (Empresas agroindustriales dinamizan la competitividad empresarial en Colombia, 2017).

Además, el conjunto de empresas que operan diariamente en el sector agrícola desempeña un papel fundamental en asegurar un nivel más elevado de producción, añadiendo valor, fomentando las exportaciones y generando empleo. Esto tiene como consecuencia un impacto positivo en la distribución de ingresos y la promoción de la igualdad social (Calzada, y otros, 2019).

En la época actual se ha visto una creciente solicitud por parte de los consumidores de bienes manufacturados elaborados a partir de productos agrícolas, lo que ha llevado a que el comercio mundial de estos productos duplique el de productos agrícolas en general. Asimismo, en conjunto, los productos primarios y manufacturados derivados de la producción agrícola, constituyen aproximadamente el 16 % del comercio global, tal como indica un informe de la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia del año 2017.



Figura 1. Exportaciones agroindustriales – total mundial

Fuente: ANDI, 2017

Adicionalmente, en gran medida los productos agrícolas se comercian en todo el mundo como *commodities*, haciendo que sus precios se expongan a una gran volatilidad. De acuerdo con la figura 2, se visualiza que del 2011 a 2015 existió una disminución acumulada de los precios de exportación de materias primas en un 33 %; y que, según la perspectiva agrícola de la OCDE-FAO 2016-2025, calculó que esta tendencia seguirá durante los próximos diez años (ANDI, 2017).

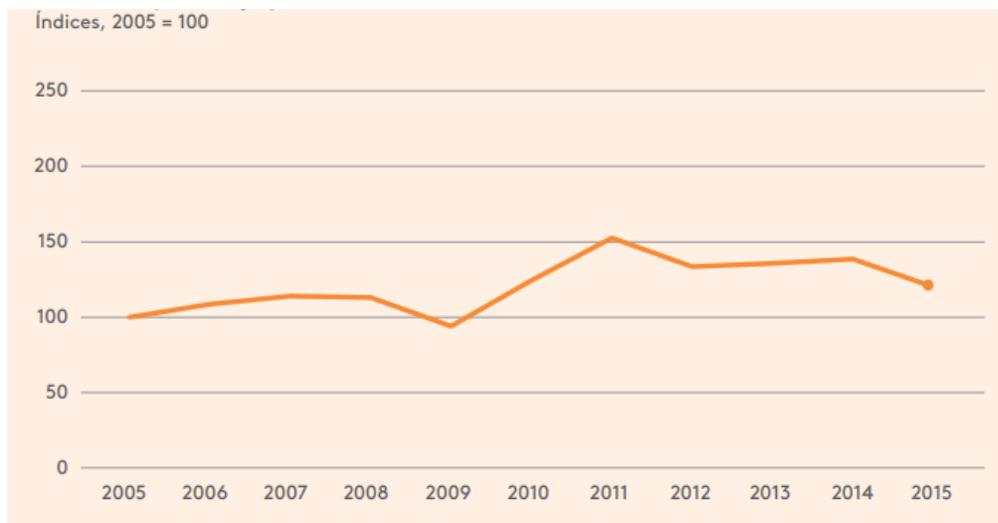


Figura 2. Fluctuaciones de los precios internacionales de materias primas agropecuarias

Fuente: ANDI, 2017

De acuerdo a este contexto, se necesita de manera urgente un cambio del sector primario para que sea sostenible, es decir, pasar a cadenas agroindustriales, ya que ofrece la

posibilidad de interactuar con actores de distintos eslabones que añaden valor, tal como son la industria manufacturera y los servicios. Hoy por hoy se registran un aumento significativo en la producción de bienes agroindustriales para abastecimiento humano, animal e industrial, por esa razón es necesario que estos sectores primarios adapten su forma de negocio a las necesidades de las Cadenas Globales de Valor (CGV) (ANDI, 2017).

Según las estimaciones de la FAO, se proyecta que la población global alcance los 9.100 millones de individuos para el año 2050. Para satisfacer las demandas alimentarias de este incremento poblacional, será imprescindible incrementar en un 70% la producción de alimentos desde el año 2005 hasta ese punto en el tiempo. Este incremento implica que los países en desarrollo deberán duplicar aproximadamente su producción de alimentos, como resultado, se observa un incremento de aproximadamente mil millones de toneladas en la producción anual de cultivos y de más de 200 millones de tn en la producción de productos cárnicos., alcanzando un total de 470 millones de tn en 2050.

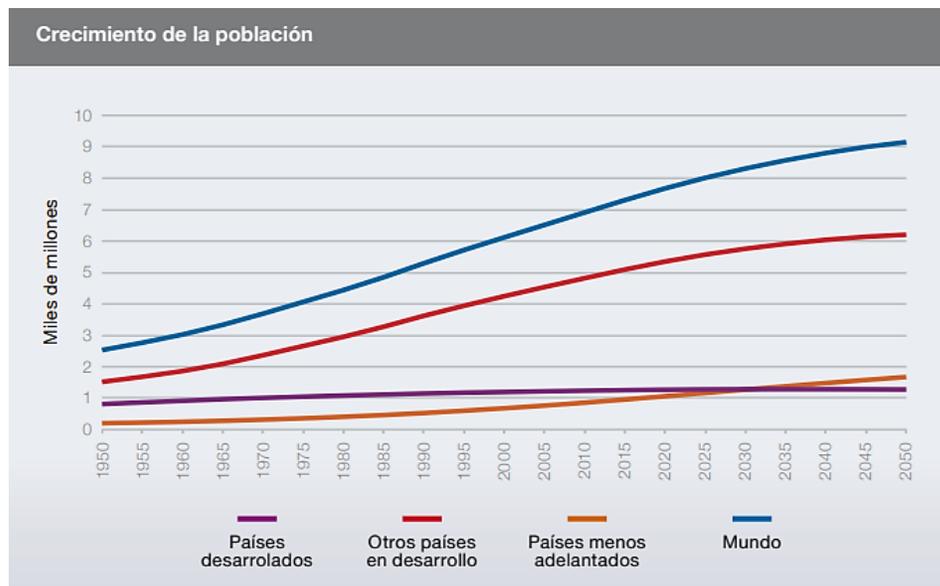


Figura 2. Crecimiento de la población

Fuente: FAO, 2009

El tema mencionado no es ajeno en el contexto de Perú. De acuerdo con el IEDEP de la CCL, se observó un aumento en el PBI en el sector agropecuario y el sector agroindustrial durante los últimos años (2014-2018), considerando únicamente los sectores contemplados en la Ley de Promoción Agraria. Durante dicho período, el sector agropecuario experimentó un

incremento del 19.6 %, mientras que el sector agroindustrial aumentó en un 13.7 %. Además, se observó un aumento en el empleo del 8.2 % y el 22 % en cada uno de los sectores respectivamente (El aporte de la Agroindustria, 2019).

En estos los últimos años, se identificado un incremento en el apoyo del Gobierno central a las actividades agroindustriales mediante la implementación de proyectos como los de irrigación en la costa peruana. Si se logran llevar a cabo estos proyectos según lo planeado, se espera un gran impulso al sector agroindustrial y múltiples beneficios asociados, como oportunidades comerciales, apoyo hacia la biodiversidad, formación de cargos y a mejorar de la calidad de vida en esas áreas.

Además, las exportaciones agrícolas en Perú suelen ser de productos manufacturados o con valor agregado. En 2018, las exportaciones agrícolas tradicionales tuvieron un valor de US\$ 755 millones, mientras que las no tradicionales lograron US\$ 5.909 millones. Esto indica que, por cada dólar exportado de un producto agrícola tradicional, se exportaron US\$ 7,8 de un producto agropecuario no tradicional.

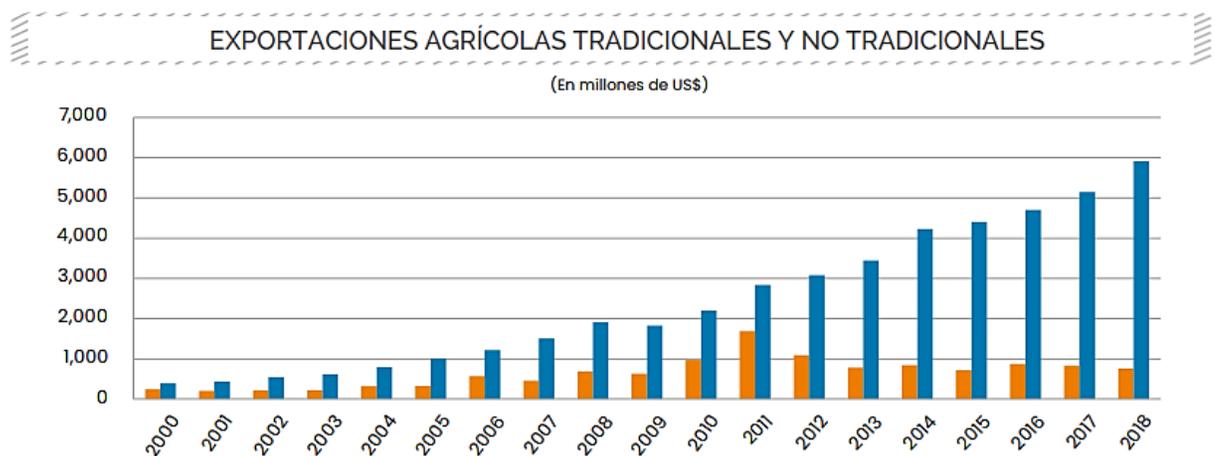


Figura 3. Exportaciones agrícolas tradicionales y no tradicionales

Fuente: Peñaranda, 2019

De acuerdo a lo explicado, las empresas del sector agroindustrial se han observado sometidas a una gran presión por ser más complejas y otorgar productos de gran calidad. Este contexto ha obligado a gerentes y a ingenieros de diversas compañías a mejorar todos los métodos que participan en el sistema de elaboración, con el vision de efectuar los requerimientos por parte de los consumidores (Sierra, 2004).

La evolución y avance constante de la tecnología y la necesidad de reducir costos para ser más competitivos y alcanzar nuevos mercados, han llevado a un aumento significativo en la construcción de plantas agroindustriales altamente automatizadas y con equipos de mayor capacidad. Como resultado, el mantenimiento ha adquirido una nueva dimensión en la planificación, programación, ejecución y control para las empresas y sus directores. Por lo tanto, para garantizar la eficiencia y la economía de una empresa, es esencial implementar un PMP como parte integral de su programa de mantenimiento. De lo contrario, las tareas críticas podrían pasar desapercibidas, generando costos innecesarios en soluciones superfluas.

Los mercados actualmente debido a la globalización hacen que las empresas fabrican en masa y esto implica que necesiten implementar planes de mantenimiento preventivo para mantener sus equipos en condiciones óptimas y responder adecuadamente a la demanda de los consumidores. En este sentido, es importante destacar que el mantenimiento industrial ha avanzado a lo largo del tiempo y ha adoptado un enfoque más sofisticado, donde se integran varios procesos para optimizar la productividad, reducir costos y gastos por averías y aumentar la rentabilidad de las empresas que lo aplican. Anteriormente, el mantenimiento se centraba únicamente en la resolución de problemas o fallas existentes, pero con el avance tecnológico se ha adoptado un enfoque preventivo que se considera una inversión a largo plazo. (García, 2017).

El PMP busca solucionar los problemas con la maquinaria, eludiendo los paros imprevistos y poder tener una producción continua y programada, dando como resultado aminorar las pérdidas económicas ya sea por la baja producción o por las reparaciones violentas en los equipos (Cansino, 2015). Por ello, son fundamentales este conjunto de acciones, para que una empresa tenga éxito, pues permitirán ampliar la vida útil de sus activos y eludir la necesidad de comprar nuevos equipos. También, si una empresa no sigue con este plan, cuando exista alguna incidencia en sus equipos solo actuará de forma reactiva, dando como resultado que se incremente el tiempo de inactividad de los equipos y por ende retrasar sus líneas de producción.

La ejecución de un PMP sofisticado es vital en la gestión de activos físicos y equipos de una empresa. Este enfoque estratégico asegura la función continua de la producción y la calidad de los productos ofrecidos a los clientes. El programa detalla las tareas específicas para

cada equipo, con fechas de ejecución y asignación de recursos necesarios. Como consecuencia, se obtiene una disminución en el uso de materiales, un incremento en la eficiencia y un incremento en la rentabilidad de los equipos. Al aplicar el mantenimiento preventivo (MP) con una orientación sofisticada, las organizaciones pueden alcanzar una mejora continua en la productividad y una optimización efectiva de sus recursos, lo que les permite alcanzar sus objetivos organizacionales y experimentar un crecimiento general en su desempeño empresarial.

En Perú, varias compañías implementan PMP con el propósito de garantizar el óptimo desempeño de los equipos y dispositivos. Estos planes se establecen en el monitoreo y control de indicadores sofisticados, como los Key Performance Indicators (KPIs), Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF), Tiempo Medio Para Reparar (MTTR) y la Disponibilidad (Aquino et al., 2020). No obstante, en el ámbito agroindustrial de la región de Piura, algunas compañías no aplican el mantenimiento preventivo adecuado, debido a que las herramientas utilizadas son inadecuadas y su costo es elevado. A pesar de esto, es importante destacar que invertir en un plan de mantenimiento preventivo sofisticado permitirá evitar gastos generados por posibles averías en los equipos de la planta y prevenir situaciones imprevistas que puedan detener la línea de producción en el futuro. (Ruiz, 2019).

Cynara Perú S. A. C. es una compañía que se dedica a la conservación y exportación de alcachofas, cuyo centro neurálgico es una moderna planta de procesamiento que se encuentra en el sector Alameda, Cerro Alegre, en Imperial, Cañete en el departamento de Lima. Dicha instalación industrial, dotada de tecnología avanzada y con un personal altamente capacitado, se ha erigido como una de las importantes fortalezas de la compañía, permitiéndole mantener los más elevados estándares de seguridad alimentaria y consolidar su posición en el mercado. Esta impresionante planta de procesamiento, que abarca un área techada de 7,784.55 m², alberga cuatro líneas de producción que procesan la cosecha de 200 hectáreas de alcachofas. Además, Cynara Perú S. A. C. da empleo a una fuerza laboral de alrededor de 500 personas que supervisan con esmero todos los procesos de la producción, desde la recolección de la materia prima hasta el empaque y acumulación de los productos concluidos. No obstante, la dirección general de la empresa ha detectado un problema que está afectando el funcionamiento de los equipos en la planta de procesamiento. La falta de MP, fichas técnicas y codificación por parte del departamento de mantenimiento de la planta ha resultado en la

reparación de los equipos solo cuando presentan fallas o averías, lo cual no es óptimo para garantizar la continuidad y eficiencia del proceso de producción. Por lo tanto, es crucial implementar un PMP que asegure el apropiado rendimiento de los equipos y evite contratiempos que puedan interrumpir la línea de producción. La implementación de este plan no solo garantizará la continuidad del proceso de producción, sino que también reducirá los costos asociados con averías y reparaciones no planificadas. Además, preservará la calidad de los productos brindados por la compañía, asegurando su reputación en el mercado. En consecuencia, la inversión en un mantenimiento preventivo adecuado se convierte en una inversión a largo plazo que beneficiará tanto a la empresa como a sus clientes y empleados. Por lo tanto, es crucial que la empresa tome medidas inmediatas para implementar un PMP eficiente y así asegurar su competitividad en el mercado.

En este entorno, resulta esencial para el departamento de mantenimiento asegurar el correcto rendimiento de los equipos y la infraestructura en la planta de procesamiento de alcachofas. Para alcanzar este propósito, es imprescindible implementar que fomente el incremento de la disponibilidad de los recursos técnicos. Este avance, a su vez, generará un efecto beneficioso en el procesamiento de las 80 toneladas diarias que se producen durante la época de recolección.

1.1.1. Problema general

¿En qué medida la implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de las máquinas críticas en la empresa Cynara Perú S. A. C., 2021?

1.1.2. Problemas específicos

- ¿El diagnóstico situacional permite conocer el actual sistema de mantenimiento que ejecuta la empresa Cynara Perú S. A. C., 2021?
- ¿Cuál es la criticidad de las máquinas de la empresa Cynara Perú S. A. C., 2021?
- ¿Cuáles son los indicadores de mantenimiento antes de implementar un plan de mantenimiento preventivo en la empresa Cynara Perú S. A. C., 2021?
- ¿Qué criterios se tomarán para elaborar e implementar un plan de mantenimiento en la empresa Cynara Perú S. A. C., 2021?

- ¿Cuáles son los indicadores de mantenimiento después de implementar un plan de mantenimiento preventivo en la empresa Cynara Perú S. A. C., 2021?
- ¿Cuál es el beneficio económico del plan de mantenimiento preventivo en la empresa Cynara Perú S. A. C., 2021?

1.2.Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Determinar en qué medida la implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de las máquinas críticas en la empresa Cynara Perú S. A. C., 2021.

1.2.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar el escenario actual del sistema de mantenimiento de la empresa Cynara Perú S. A. C., 2021
- Determinar la criticidad de las máquinas de la empresa Cynara Perú S. A. C., 2021.
- Calcular los indicadores de mantenimiento antes de implementar un plan de mantenimiento preventivo en la empresa Cynara Perú S. A. C., 2021.
- Elaborar e implementar un plan de mantenimiento preventivo en la empresa Cynara Perú S. A. C., 2021.
- Calcular los indicadores de mantenimiento después de implementar un plan de mantenimiento preventivo en la empresa Cynara Perú S. A. C., 2021.
- Identificar el beneficio económico del plan de mantenimiento preventivo en la empresa Cynara Perú S. A. C., 2021.

1.3.Justificación e importancia

1.3.1. Justificación teórica

El objetivo de esta investigación es utilizar los fundamentos y conceptos esenciales del mantenimiento preventivo para abordar el problema de la escasa disposición de los equipos en la empresa Cynara Perú S.A.C. Resulta relevante resaltar que la escasa disponibilidad de los recursos de la compañía puede tener consecuencias negativas, como parar en plena producción, el incremento de los costos de mantenimiento y una disminución considerable en

la calidad del servicio. Por lo tanto, es crucial abordar este problema mediante la aplicación de los conceptos teóricos acerca del tema de estudio y de optimizar la disponibilidad de los equipos, asegurando su operación eficaz y eficiente en la organización.

1.3.2. Justificación práctica

La justificación de esta investigación se debe al interés que tiene la empresa Cynara Perú S. A. C. en manejar y garantizar la actividad de sus equipos, es decir, su vida útil. Asimismo, mantener su eficiencia, así como su operatividad, en el momento que sean requeridos durante el procesamiento de las alcachofas. Por último, este trabajo servirá como base para otros trabajos de aplicación en empresas con la misma problemática y del mismo rubro.

1.3.3. Justificación ambiental

Se justifica ambientalmente ya que se enfoca en la importancia de la preservación y uso eficaz de los recursos de la naturaleza. En particular, la implementación de un PMP en la empresa Cynara Perú S. A. C. permitirá comprimir el consumo excesivo de la energía eléctrica y de combustibles, necesarios para la marcha de los equipos. Además, al optimar la eficiencia de los equipos, se evita la necesidad de reemplazarlos con frecuencia, lo que a su vez reduce el uso de materias y recursos precisos para la fabricación de nuevos equipos. En resumen, esta investigación ayudará a la subsistencia de los recursos naturales y a una gestión más responsable y sostenible de la empresa en cuanto a su uso de energía y materiales.

1.3.4. Justificación económica

La implementación para el PMP permitirá a la empresa Cynara Perú S. A. C., minimizar el coste de mantenimiento, paradas de producción imprevistas, mejorar el rendimiento útil de las máquinas y adelantarse a los contratiempos.

1.3.5. Justificación social

La implementación del PMP generará un impacto social positivo al optimar las circunstancias laborales de los trabajadores, quienes podrán realizar sus actividades en un ambiente más seguro y con menor riesgo de accidentes, lo que contribuye a su bienestar. Esta investigación puede generar un impacto social relevante al favorecer a la mejora económica y de condiciones laborales y ambientales de la zona.

1.3.6. Justificación metodológica

El proyecto presenta una justificación metodológica sólida, ya que se emplean diversas metodologías y técnicas para recopilar información pertinente al estudio. Una de las herramientas utilizadas es la matriz de operacionalización, que detalla las variables, dimensiones y unidades de análisis, permitiendo una sistematización eficiente de la información y facilitando su análisis posterior. Además, adopta un enfoque científico en la investigación, lo cual asegura la veracidad y confiabilidad en los resultados logrados. La metodología empleada también permite la replicación del estudio en otras empresas del mismo sector. Esto puede favorecer la mejora en el desempeño de estas organizaciones y fomentar el impulso de la generación de conocimiento tanto en el entorno académico como en el empresarial.

1.4. Hipótesis y descripción de variables

1.4.1. Hipótesis general

La implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejorará significativamente la disponibilidad de las máquinas críticas en la empresa Cynara Perú S. A. C., 2021.

1.4.2. Hipótesis específicas

- Establecer un diagnóstico de la situación actual del sistema de mantenimiento y determinar la criticidad de las máquinas de la empresa Cynara Perú S. A. C., 2021.
- Establecer el cálculo de los indicadores de mantenimiento antes de implementar un plan de mantenimiento en la empresa Cynara Perú S. A. C., 2021.
- Implementar un PMP en la empresa Cynara Perú S. A. C., 2021.
- Establecer el cálculo de los indicadores de mantenimiento después de implementar un plan de mantenimiento preventivo en la empresa Cynara Perú S. A. C., 2021.
- Establecer el beneficio económico del plan de mantenimiento preventivo en la empresa Cynara Perú S. A. C., 2021.

1.5.Delimitación de la investigación

1.5.1. Delimitación espacial

El presente estudio fue llevado a cabo en el ámbito geográfico correspondiente a la compañía denominada Cynara Perú S. A. C. La zona investigada está localizada en el área conocida como Alameda, en el C.P. de Cerro Alegre, localizado en el distrito de Imperial, que forma parte de la provincia de Cañete - Lima.

1.5.2. Delimitación temporal

El periodo de investigación académico se inició en julio de 2020 y finalizó en el mes de diciembre de 2021 con la defensa del proyecto de grado.

1.6.Identificación de las variables

Variable independiente (V.I.): PMP

Variable dependiente (V.D.): Disponibilidad

1.7.Operacionalización de las variables

Tabla 1
Operacionalización de las variables

VARIABLE	D.CONCEPTUAL	D.OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Plan de Mantenimiento Preventivo	Para Gonzales (2016) es aquel que se efectúa en forma regular con el fin de eludir desperfectos en los equipos o máquinas. Además, es un manual de inducción que les proporciona a sus nuevos empleados de una empresa ejecutar sus labores.	Esta variable será medida mediante un experimento.	Diagnóstico	Ficha Técnica de Mantenimiento de los equipos hidráulicos
				Historial de Fallas
				Reportes de las ordenes de trabajos de mantenimiento anteriores
				Diagrama Causa – Efecto
			Matriz de Criticidad	
			Planificar	Programa de mantenimiento preventivo (Diagrama Gantt)
			Evaluación y control	Actividades reales
Actividades programadas				
Costos	Costos del mantenimiento correctivo			
	Costos del mantenimiento preventivo			
Disponibilidad	Mesa et al. (2006) lo definen como la seguridad en que un equipo reparado cumpla su función de forma satisfactoria por un lapso de tiempo. Además, se refiere al porcentaje de tiempo en que el equipo se encuentra preparado para operar de forma continua.	Esta variable será medida mediante un experimento.	Tiempo medio entre fallas (MTBF)	$MTBF = (\text{Tiempo disponible de operación}) / (\text{número de fallas})$
			Tiempo medio para reparar (MTTR)	$MTTR = (\text{Horas de paro o de reparación}) / (\text{número de fallas})$

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. Antecedentes nacionales

Rojas (2019) realizó un estudio en el ambiente laboral de una entidad minera en La Libertad, donde se implementó un PMP con el propósito de acrecentar la disponibilidad de los equipos en una planta de chancado recién establecida. La metodología utilizada fue de naturaleza aplicada y la investigación se realizó en forma pre-experimental y longitudinal. La muestra incluyó una variedad de equipos de la unidad de chancado, como chancadoras, cintas transportadoras, alimentadores y zarandas. Los resultados del estudio fueron concluyentes, demostrando que la implantación del PMP, basado en la criticidad de los equipos, logró un incremento significativo en su disponibilidad. Durante el lapso de enero a octubre de 2019, la disponibilidad promedio pasó del 84.27% en 2018 al 97.81%. Es importante destacar que se pudo confirmar la viabilidad del proyecto al observar un crecimiento significativo en la disponibilidad de la nueva planta de chancado.

Osorio (2020) llevó a cabo un estudio en la compañía minera CIA Lincuna S. A. C. con el propósito de optimizar la disponibilidad de las perforadoras Jumbo Troidon 55XP. La investigación se enmarcó en el paradigma de la averiguación aplicada, con una orientación cuantitativa y un tipo de diseño pre-experimental longitudinal. La muestra utilizada para el análisis se centró exclusivamente en el equipo Jumbo Troidon 55XP. Los hallazgos obtenidos evidenciaron una mejoría significativa en la disponibilidad promedio del equipo, que pasó del 61 %, registrado en 2018, a un 89 % en 2020. Asimismo, se logró aumentar la eficiencia operativa media del equipo, alcanzando un 74 % y la utilización promedio se elevó a un 83 %, en contraste con el 33 % previo. De esta manera, se afirma que la implementación del plan propuesto resultó exitosa y favoreció notablemente la eficiencia y productividad en la empresa minera.

Vega (2017) concluye en su investigación que la ejecución del mantenimiento preventivo en la empresa Grúas América S.A.C., situada en Santa Anita, ha contribuido al aumento de la disponibilidad de su maquinaria. El estudio llevado a cabo fue de naturaleza

aplicada, con un enfoque explicativo y un diseño de estudio cuasi experimental de corte longitudinal. La muestra consistió en el seguimiento del trabajo de las grúas durante un período de 60 días. Se llegó a la conclusión de que la implantación del PMP logró una mejora significativa en la disponibilidad, aumentando del 0.893 al 0.961, vale decir, se constató un incremento del 7.6% en el indicador mencionado. Igualmente, se pudo evidenciar una disminución en la habilidad para llevar a cabo tareas de mantenimiento, pasando de 1.40 a 1.14, lo que significa una reducción de 0.26 horas por cada fallo. Por otro lado, la confiabilidad experimentó un aumento de 14.89 a 24.22, lo que equivale a un incremento de 9.33 horas por cada fallo.

Torres (2019) efectuó una averiguación básica, utilizando un enfoque sistémico para optimizar la disposición de la flota de emperadores en la unidad Atacocha. Se utilizó un diseño descriptivo simple y se recolectaron datos de rendimiento de los cuatro *scissor bolter* de la muestra. La información de los resultados indicó que la ejecución del PMP admitirá una aminoración significativa de las horas de mantenimiento correctivo de 6587.4 a 400 horas, mientras que se aumentarán las horas de mantenimiento preventivo de 406 a 1040 horas. Además, se mejorará la disponibilidad mecánica de la flota, de 66.05 % a 85.07 %, para asegurar el funcionamiento efectivo en las labores mineras asignadas.

2.1.2. Antecedentes internacionales

Viscaíno et al. (2019) se llevó a cabo una valoración exhaustiva y rigurosa de la comisión del mantenimiento en unos centros hospitalarios, en el territorio ecuatoriano. Para ello, se empleó una metodología compleja, compuesta por cinco fases interrelacionadas: la parte de criterios de evaluación, la ponderación de los mismos, la elaboración de un instrumento evaluador, la validación de la mencionada herramienta para su empleo en los cuatro hospitales ubicados en la zona 3 y, por último, la identificación de aquellos aspectos que presentaron un rendimiento insuficiente. Como consecuencia de la investigación, se estableció que la dirección del mantenimiento en los cuatro hospitales evaluados obtuvo una puntuación promedio de 55.5 puntos sobre un total de 100, lo cual evidencia que aún hay margen para la mejora. En consecuencia, se concluyó que existen cuatro criterios clave en los cuales los centros hospitalarios en cuestión deberán enfocar sus esfuerzos para optimizar su

desempeño: la organización del mantenimiento, la dotación de recursos humanos, la planificación y el control del mantenimiento correctivo. Es importante resaltar que estos criterios son fundamentales para garantizar la eficacia, certeza y calidad de los servicios de salud que se brindan en estos centros hospitalarios.

En esa misma línea, Cabrera et al. (2019) propusieron un algoritmo fundamentado en la lógica difusa con el propósito de elaborar un PMP para los equipos médicos, el cual se divide en tres fases secuenciales. Durante la etapa inicial, se generó un registro de los equipos en funcionamiento siguiendo los lineamientos establecidos por la OMS y se recolectó la información pertinente disponible para cada equipo. Durante la fase siguiente, se fusionaron tres modalidades de atención prioritaria para establecer las funciones del sistema difuso.

En este intervalo de tiempo, se utilizó la metodología de simulación de Monte Carlo para crear una amplia gama de situaciones y evaluar el nivel de importancia difusa en términos del mantenimiento de los dispositivos médicos. Como resultado de este procedimiento, se estableció un PMP que aseguró la disponibilidad de los equipos médicos esenciales. Fue determinado que, gracias a la implementación de este algoritmo, se consigue automatizar la selección de la prioridad de mantenimiento de los dispositivos médicos, siguiendo los criterios establecidos por los estándares internacionales de asignación de prioridades. Esta herramienta tiene la capacidad de generar mejoras sustanciales en la efectividad y eficiencia del sistema de gestión de mantenimiento de equipos médicos en las instituciones de salud.

Herrera y Duany (2016) fue ejecutada una exploración en la Planta de Productos Naturales perteneciente al CNIC, con el propósito de aplicar una técnica de gerencia de mantenimiento asistida por medio de software específico, utilizando el método de Kant en sus dos primeros niveles. Los hallazgos expuestos manifestaron la importancia y el valor de establecer una administración de mantenimiento que permita la regulación de las operaciones de dicha área sin depender de la disposición de los recursos, lo cual destaca la imperiosa necesidad de poseer una codificación interna de los equipos utilizados. A raíz de este análisis, se llegó a la conclusión de que el uso de esta metodología se encuentra constituido por elementos fundamentales, tales como la aprobación por encargo del directivo superior de la organización para instaurar la gestión, la identificación de las insuficiencias y peligros y la responsabilidad de los obreros pertenecientes al área de mantenimiento.

Primero et al. (2015) con la finalidad de establecer un proceso protocolizado y sistematizado de mantenimiento correctivo de dispositivos biomédicos en la Fundación Valle del Lili, se elaboró una guía que uso los criterios y procesos establecidos para esta modalidad de mantenimiento. Esta técnica se centra en la corrección de fallos detectados en los equipos para su reparación. Para ello, se midieron los progresos generados por la implementación del manual mediante el uso de indicadores de cumplimiento del servicio, con la intención de conseguir una solución efectiva a los problemas detectados y mejorar la disposición de los equipos durante la prestación de servicios. En conclusión, se determinó que el manual representa un primer paso importante en la gestión del mantenimiento correctivo en centros de salud, lo que avala la seguridad de los enfermos y una mejor atención por parte del personal médico.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Variable independiente: Mantenimiento Preventivo (MP)

Este tipo de mantenimiento se sustenta en una cadena de labores planeadas que se ejecutan en plazos determinados, los cuales son diseñados con la finalidad de garantizar que los activos empresariales efectúen con los requerimientos solicitados en el contexto operacional, para mejorar la eficiencia de los procedimientos y para prevenir y anticiparse a las disfunciones que puedan surgir en los elementos, componentes, maquinarias o equipos, entre otros, realizados en intervalos previamente establecidos a través de calendarios o tiempos dirigidos (Pérez, 2021).

2.2.1.1. Objetivos del MP

Disponibilidad: Se puede precisar como la posibilidad de que una máquina este apta para trabajar cuando se la necesita (Pérez, 2021).

Confiabilidad: Es la posibilidad de que la máquina esté trabajando de manera continua mientras lo requiera el operario (Pérez, 2021).

Incrementar: Al tope la confianza y disposición de los equipos o máquinas, a través de un mantenimiento programado (Pérez, 2021).

2.2.1.2. Categorías del MP

- Cubrimiento del MP
- Ejecución del MP
- Trabajos ocasionados por las reiteraciones del MP



Figura 4. Implementación del mantenimiento preventivo (MP)

Fuente: Pérez, 2021

2.2.1.3. Fases para la ejecución de un plan de MP

- La planeación
- La programación
- La ejecución
- El control

2.2.1.4. Planificación del MP

De acuerdo con Pérez (2021), se deben considerar las siguientes etapas:

- **Inventario técnico**

Realizar un registro exhaustivo de todas las herramientas, equipos, máquinas, redes y otros elementos relevantes con el propósito de elaborar un completo Kardex que contenga información detallada. Se recomienda optar por un método sencillo de registro y mantenimiento actualizado. Asimismo, es conveniente seleccionar una codificación adecuada para facilitar la identificación y gestión de dichos elementos (Pérez, 2021).

- **Preferencias de manejo o usos**

Establecer qué los equipos o máquinas son no productivas y productivas. A estas últimas se las debe clasificar en críticas, subcríticas y no críticas (Pérez, 2021).

- **Control de costos**

El análisis de costos resulta esencial para evaluar los resultados obtenidos en el mantenimiento, permitiendo identificar las áreas que necesitan mejoras prioritarias

La evaluación del coste total medio acumulado de mantenimiento (CTM_{prom}) es una tarea crucial en el cometido de mantenimiento, y se realiza a través de la estimación de los costos acumulados en un tiempo T específico. Dicho cálculo es esencial para determinar la eficiencia y efectividad del mantenimiento en la empresa, ya que permite conocer el impacto de las diligencias de mantenimiento en el desempeño de la maquinaria y equipos. En resumen, el CTM_{prom} es una herramienta importante para tomar decisiones informadas sobre la gestión de mantenimiento y el uso de los recursos disponibles.

$$CTM_{prom} = \frac{CMP + CMC}{T}$$

Donde:

CTM: que hace referencia al costo acumulado promedio total de mantenimiento, se desglosa en dos categorías principales

CMP: que representa el costo de mantenimiento preventivo

CMC: que viene a ser el costo asociado al mantenimiento correctivo, el cual se detecta mediante la inspección llevada a cabo en el marco del mantenimiento preventivo.

T: que corresponde al tiempo considerado en el análisis, puede ser expresado en unidades como meses, trimestres o semestres.

Este análisis tiene por objeto lograr que la empresa opere en su industria de manera eficiente y efectiva.

Por otra parte, cada precio de mantenimiento está formado por:

- Horas no productivas
- Horas – hombre

- Materiales y servicios de terciarios

La proporción de mantenimiento planificado realizado durante el período de tiempo T (% MP), se calcula con la siguiente ecuación:

$$\%MP = \frac{H_{shombre} - MP}{H_{shombre} - MP + H_{shombre} - MC}$$

Donde:

Hshombre: Horas hombre

MP: Mantenimiento preventivo

MC: Mantenimiento correctivo

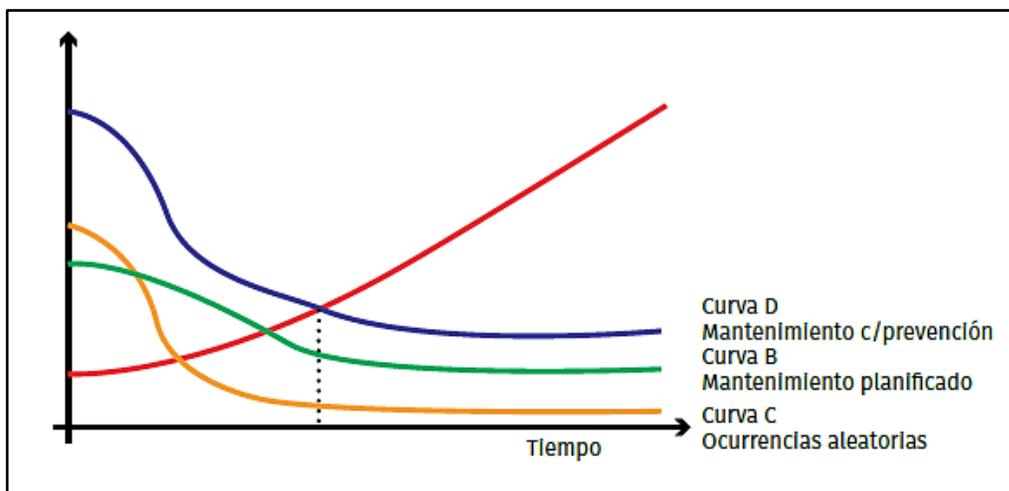


Figura 5. Curva de costos de mantenimiento con relación al tiempo

Fuente: Pérez, 2021

En la figura 6, se puede apreciar como se comportan los costos de mantenimiento con dependencia al tiempo.

Los costos directos: Están conformados por la mano de obra y los materiales (registrados en contabilidad) (Pérez, 2021).

Frecuentemente, los costos indirectos no se reflejan en los registros contables, aunque su magnitud supera con creces a los costos directos. Tales costos pueden incluir pérdidas de ingresos potenciales, como el lucro cesante, que se generan como resultado de la depreciación del activo o la falta de disponibilidad del mismo. Además, pueden comprender sanciones o penalizaciones impuestas por demoras en las entregas, costos asociados con fallos en la calidad, entre otros (Pérez, 2021).

A. Factores técnicos que reglamentan la conformación del MP

Pueden ser los siguientes:

- Fase de preparación entre las inspecciones.
- Fin de la vida útil durante el periodo de uso.
- Variables a tener en cuenta.

Como alusión al proceder de las máquinas se tiene que considerar la curva de la bañera (Pérez, 2021).

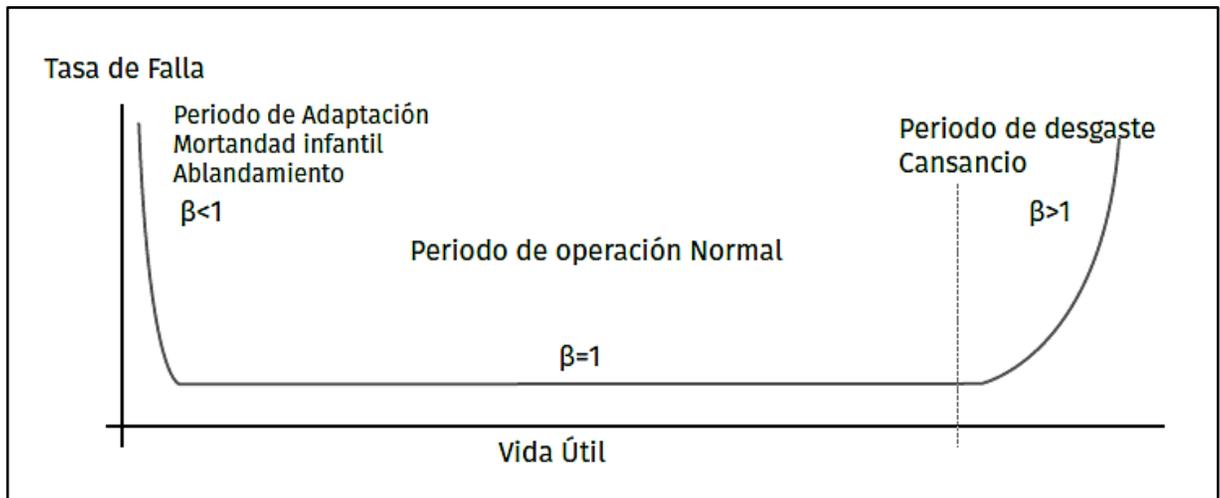


Figura 6. Curva del ciclo de vida de un equipo

Fuente: Pérez, 2021

B. Sistemas de información

Todo lo que se puede incorporar en una computadora se puede vincular con el siguiente listado.

- Registro de inspecciones
- Registro de lubricaciones
- Programa diario, semanal, quincenal, mensual, trimestral, semestral y anual de trabajos
- Ordene de trabajo programado, realizado o ejecutado, pendiente
- Fichas técnicas de equipos, maquinaria
- Costos
- Entre los elementos que se pueden mencionar se encuentran los indicadores de rendimiento relacionados con las actividades de mantenimiento

C. Planificación y operación

Un adecuado proceso de mantenimiento comienza con una planificación bien estructurada, que conduzca a una ejecución eficaz de las labores correspondientes.

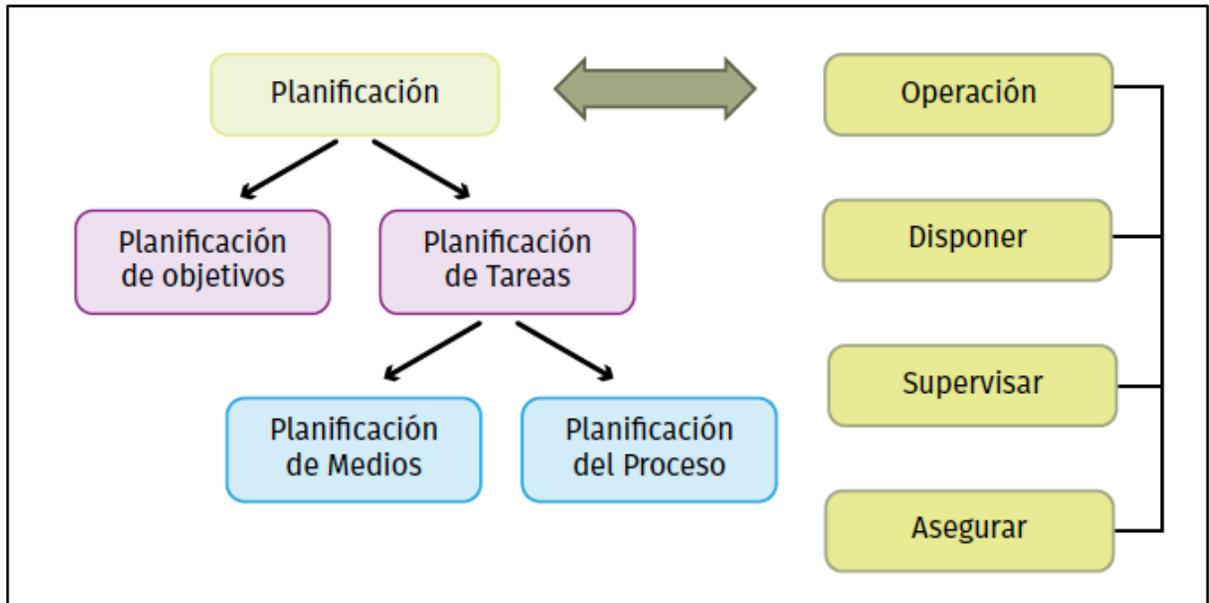


Figura 7. Planificación y operación

Fuente: Pérez, 2021

D. Existencia o implementación de inventario de herramientas, repuestos e insumos

Es fundamental colocar dichas unidades de uso habitual en los almacenes, sin embargo, que a su vez no sea muy caro para la compañía, en el sentido que el capital no tenga tendencia. Por otro lado, la frase que menciona: «no hay mantenimiento, si no hay repuestos», a veces no se llega a cumplir, pues sí puede realizarse un mantenimiento correctivo sin tener algún repuesto, pero esto depende de la experiencia de los técnicos (Pérez, 2021).

2.2.1.5. Programación del MP

Se trata de un calendario de acciones que se encuentra supeditado al PMP. En este documento se especifica la hora, fecha, estimación de tiempo requerido para llevar a cabo las labores preventivas y la locación en la que se ejecutarán dichas tareas. Además, es importante

destacar que los cronogramas de corto, mediano y largo plazo revisten una gran importancia para el avance del sector industrial (Pérez, 2021).

ACTIVIDADES PREVENTIVAS DEL AREA DE RECIBO DEL TRIGO									
NOTA: LOS EQUIPOS MAS RELEVANTES					MANTENIMIENTO GENERAL				
EQUIPO	PARTES	BPM		MANTENIMIENTO MECANICO				OBSERVACIONES	REGISTRO
		Limpieza	Revisión	Revisión Func.	Lubricación	Reparación	Ajuste		
SISTEMAS DE TRANSMISION	Correas - Bandas / Poleas	X	X	X	---	X	X	Cambio por desgaste, alinear, tensionar.	HOJAS DE VIDA DE EQUIPOS. FORMATOS F - 078 - 01.
	Cadenas / Piñones	X	X	X	---	X	X	Cambio por desgaste, alinear, tensionar, ajustar.	
	Reductor	X	X	X	X	X	X	Cambio retened., rodam., piñones, lubricar, etc.	
	Rodamientos - Chumaceras	---	---	X	X	---	X	Se lubrican o cambio por daño.	
AREA DE DESCARGUE		X	X	X	---	X	---	Limpieza exterior de la tubería, área, equipos arreglar si es necesario.	H. VIDA EQ. FORM. F - 078 - 01.
SILOS METALIC. Y BODEGAS DE TRIGO.		X	X		-----			Limpieza interior, y fumigar.	H. VIDA EQ. FORM. F - 078 - 01.
EQUIPOS DE RECIBO	Verificador Aspiración Filtros, esclusas. Rosca, ciclón.	X	X	X	X	X	X	Limpieza exterior e interior de la tubería, equipos. cambio por daño.	H. VIDA EQ. FORM. F - 078 - 01.
PRELIMPIA SUPER BRIX	Mallas Metálicas	X	X	X	---	X	---	Soldar mallas rotas o cambiar si estan dañadas.	HOJAS VIDA EQUIPO. FORMATO. F - 078 - 01.
	Rotor	X	X	X	---	X	---	Soldar ejes o rotor cambiar si estan dañadas.	
	Rodamientos - Chumaceras	---	---	X	X	---	X	Se lubrican o cambio por daño.	
EQUIVALENCIAS:		P: Pateros							
		TMc: Técnico Mecánico.							

Figura 8. Ejemplo de una programación de mantenimiento preventivo

Fuente: Pérez, 2021

2.2.1.6. Ejecución del MP

En la preparación de las diversas acciones de implementación para el MP, se deben considerar múltiples factores de relevancia., tal como se destaca en la investigación realizada por (Pérez, 2021). Es necesario contar con registros actualizados de la planificación diaria, así como de los análisis de fallas identificados en el proceso. Además, se debe diligenciar debidamente los permisos de trabajo requeridos, contar con instructivos técnicos y de operación/funcionamientos claramente elaborados, diseñar adecuadamente las órdenes de trabajo, definir los procedimientos de trabajo y llevar registros actualizados tanto administrativos como de mantenimiento. Es fundamental contar con un manual de gestión que

incluya los procedimientos administrativos obligatorios para realizar el mantenimiento preventivo de manera efectiva. También se deben encaminar y verificar los registros de las condiciones de trabajo para garantizar una aplicación del mantenimiento preventivo renovado y persistentemente en mejora continua.

2.2.1.7. Control del MP

Con el propósito de asegurar un control efectivo sobre los equipos, maquinarias, herramientas, componentes e instalaciones, resulta altamente valioso y fundamental preparar datos de mantenimiento específicos para cada recurso técnico. Esto permitirá realizar el PMP de manera eficiente, asegurando un funcionamiento óptimo y prolongado de los activos (Pérez, 2021).

Por esta razón, se debe hacer los siguientes controles en:

- Inventarios de equipos, máquinas, instrumentos, componentes.
- Definir equipos prioritarios por mantener.
- Solicitar la preparación de la convención con las entidades externas.
- Registrar las actividades del mantenimiento.
- Después del mantenimiento, los activos no representan riesgos para el resguardo de las personas, los equipos y las instalaciones, y tampoco causan impacto ambiental negativo.
- Analizar las actividades realizadas.

Tabla 2
Ventajas y desventajas del mantenimiento preventivo

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Disminuye las anomalías o fallas y los tiempos muertos (aumentando la disponibilidad de las máquinas, equipos e instalaciones).	Todo programa que se inicia genera un incremento en los costos.
Aumenta la vida útil de las máquinas, equipos, componentes e instalaciones.	
Hay una mejora efectiva en el uso de los recursos.	Para iniciar se necesita de tiempo extra en el trabajo del personal de mantenimiento.
Se disminuyen o se reducen, los niveles de inventarios de repuestos.	Búsqueda de la información, como manuales, historial, fichas técnicas, repuestos, inventarios, reparaciones, etc. Actualizar información, generación de procedimientos, instructivos.
Hay un ahorro económico a largo y mediano plazo.	
Elaboración de planes de mantenimiento.	
Se definen indicadores de gestión o de desempeño.	Tiempo para transferir la información recolectada.
Se documentan procedimientos, instructivos. Se mantiene actualizada la información.	
Se implementan buenas inspecciones de rutinas.	
Implementación de un buen programa de lubricación.	Técnicos de mantenimiento, trabajo de campo adicional. Taxonomía de los equipos. Materiales utilizados, tiempos, etc.
Definición de los presupuestos.	
Se aumenta la seguridad industrial para las personas.	Dotación, ordenamiento de almacenes.
Se mejora el enfoque de contaminación ambiental.	Rotación de repuestos, actualizar información, inventarios.
Disminución de pagos de horas extras, que se generan continuamente.	Se elevan costos, por entrenamientos, capacitaciones para el personal.
Se aumenta el cumplimiento de la entrega oportuna de producción.	

Fuente: Pérez, 2021

2.2.1.8. Diagrama de Ishikawa

Es un gráfico empleado por las organizaciones, que permite observar el panorama de las causas que provocaron un problema y de los efectos que se generaron. Al ser una herramienta de planificación, tiene el objetivo mostrar gráficamente los vínculos entre las causas y efectos (Rodríguez, 2023).

El diagrama de Ishikawa presenta una estructura tal como es el esqueleto de un pescado, generando 3 elementos; entre ellos están la cabeza, espinas y espinas menores. Para el caso de la cabeza, se detalla el problema principal; las espinas, se determinan las causas que genera el problema en estudio, y; en las espinas menores, se establecen las causas menores o subcausas por cada causa (Rodríguez, 2023).

2.2.1.8.1. Componentes

En el diagrama original, Kaoru Ishikawa hablaba acerca de las 6 M o grandes bloques que toda empresa presenta en su funcionamiento. Por lo general se utilizan todos los 6 M, o se puede dejar algunos o hacer tus propias categorías (Rodríguez, 2023). Estas 6 M hacen referencia a cada aspecto clave de donde deriva el problema que impacta negativamente en la empresa.

Tabla 3
Las 6 M

Categoría o áreas principales	Descripción
Método	Hace referencia a las técnicas empleadas para llevar a cabo un procedimiento.
Maquinaria	Son los dispositivos o herramientas requeridos para dicho procedimiento.
Mano de obra	Comprende a los participantes en la ejecución del proceso.
Materiales	Cualquier recurso, objeto o materia prima necesario para la realización del proceso.
Medición	Se refiere a la supervisión y seguimiento de los procesos con el objetivo de conseguir los resultados deseados.
Medioambiente	Engloba el entorno, ambiente o espacio en el que se desarrolla el procedimiento.

Fuentes: Rodríguez, 2023

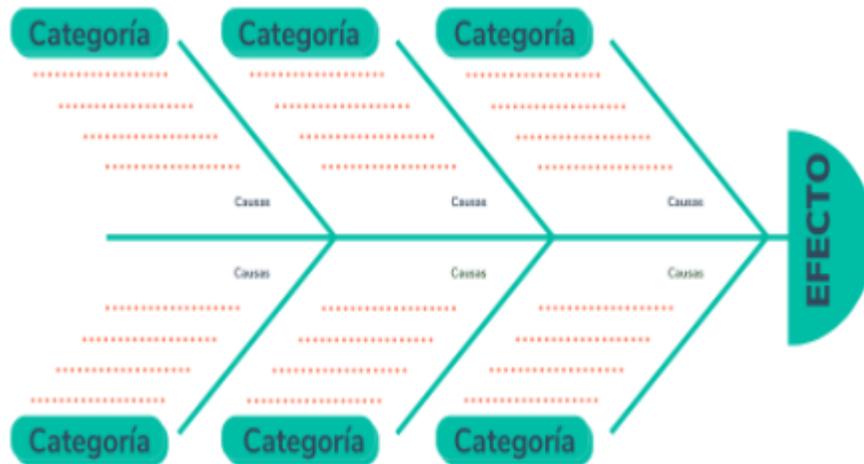


Figura 9. Diagrama de Ishikawa

Fuente: Rodríguez, 2023

2.2.1.9. Diagrama de Pareto

Este diagrama son los datos de un problema representados gráficamente, es conocido también como Diagrama ABC, o 20-80, se basa en la considerar que un 20 % de problemas produce 80 % de efectos. En tal sentido, esta herramienta tiene por objetivos ayudar a identificar el problema o efecto, ayudar a determinar causas que generan el problema (Domenech, s.f.).

2.2.1.9.1. Tipos de diagrama

De acuerdo con Domenech (s.f.) existen 2 tipos de diagrama:

- Diagramas de fenómenos: Se emplea para identificar el problema que genera el efecto indeseado.
- Diagrama de causas: Cuando, identificado el problema, se emplea este diagrama para identificar las causas más relevantes.

2.2.1.9.2. Como se utiliza

Para su uso se siguen los siguientes pasos (Domenech, s.f.):

- Determinación del problema

- Identificación de causas
- Anotar la magnitud
- Ordenar componentes de mayor a menor
- Cálculo de la dimensión total
- Cálculo del % total de cada factor o causa

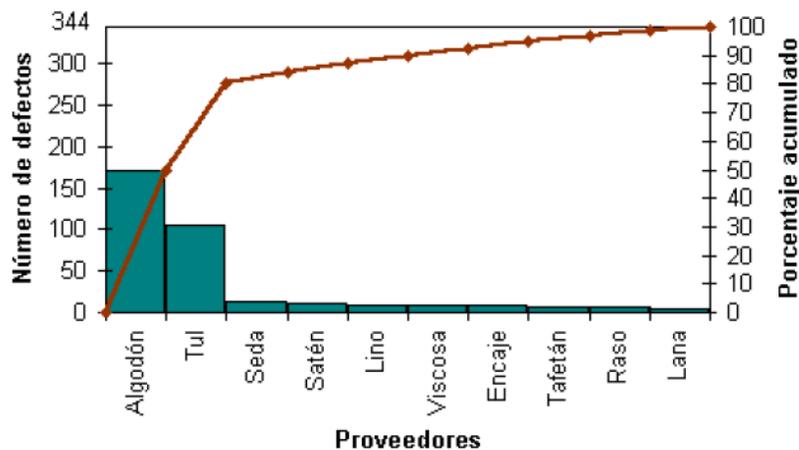


Figura 10. Ejemplo de Diagrama de Pareto

Fuente: Domenech, s.f.

2.2.2. Variable dependiente: Disponibilidad

Mesa et al. (2006) La disponibilidad, entendida como la habilidad de un equipo para cumplir su función sin problemas durante un periodo específico, es un concepto crucial en el ámbito de la gestión de equipos. Según Rey Sacristán (2001, citado en Zavala, 2018), la disponibilidad puede ser definida como el tiempo en que un equipo se encuentra operando durante un lapso determinado, y su cálculo requiere del reconocimiento de varios indicadores clave, como la confianza, la mantenibilidad y la disposición total. Por otro lado, Mora (2009) plantea que la disponibilidad se refiere a la posibilidad de que un equipo opere exitosamente en el instante en que sea solicitado, siempre y cuando las condiciones sean estables. En resumen, la disponibilidad hace alusión a la capacidad de un equipo para funcionar sin interrupciones durante un periodo específico, lo que requiere la evaluación de varios indicadores clave para su cálculo y análisis.

Castillo (2018) lo definió de la siguiente forma:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas totales} - \text{Horas parada por paro}}{\text{Horas totales}}$$

2.2.2.1. MTBF

De acuerdo a Casas (2017), nos indica que el Tiempo Medio entre Fallos se refiere al periodo en el que un equipo o sistema puede operar sin interrupciones de manera óptima. Este indicador ofrece una evaluación indirecta de la confiabilidad del equipo o sistema en cuestión.

Según la definición proporcionada por Zavala (2018):

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Nº de horas totales del periodo de tiempo analizado}}{\text{Nº de averías}}$$

2.2.2.2. MTTR

Casas (2017) hace referencia al tiempo promedio que un equipo o sistema permanece en reparación es conocido como MTTR. Es importante destacar que este indicador guarda relación con las horas de fallos, las cuales se definen como el tiempo transcurrido entre el momento en que se produce la avería del equipo y su posterior puesta en funcionamiento. De esta forma, se puede establecer que tanto el MTTR como las horas de fallos son términos que se asemejan en su significado y son objeto de estudio en el campo de la gestión del mantenimiento.

El MTTR se emplea como una métrica para evaluar la capacidad de mantenimiento de un equipo o sistema, lo cual refleja su eficacia en la realización de las labores de mantenimiento (Amendola, 2011).

Zavala (2018) lo define como:

$$\text{MTTR} = \frac{\text{Nº de horas de paro por avería}}{\text{Nº de averías}}$$

2.3. Definición de términos básicos

2.3.1. Plan de mantenimiento

Se trata de un conjunto de labores de mantenimiento planificadas y primordiales para el adecuado funcionamiento de una instalación o equipos, según la definición de Murillo (2017).

2.3.2. Gestión de mantenimiento

Esta categoría hace referencia a las diligencias que se realizan para determinar las estrategias y responsabilidades en torno al mantenimiento, y se ejecutan mediante la planificación correspondiente, según la definición de (Murillo, 2017).

2.3.3. Mantenimiento preventivo

Forma de mantenimiento destinado a preservar los equipos por medio de la ejecución de revisiones y resarcimientos periódicas para asegurar su correcto funcionamiento. (Murillo, 2017).

2.3.4. Mantenimiento correctivo

Conforme a (Murillo, 2017), se refiere a un conjunto de medidas y metodologías implementadas con tal de hallar posibles fallas y deficiencias en los equipos durante sus etapas iniciales, con el objetivo de prevenir su escalada hacia problemas de mayor magnitud.

2.3.5. Mantenimiento predictivo

El proceso de detección temprana de fallas y defectos implica una serie de procedimientos y técnicas encaminadas a encontrar posibles conflictos en su etapa inicial, con el fin de prevenir que estos se agraven y generen mayores consecuencias. (Murillo, 2017).

2.3.6. Disponibilidad

Según Melo et al. (2009), nos menciona que la disponibilidad se fundamenta en la colocación de fallas y tiempos de resarcimiento, y logra utilizarse como una medida para el diseño.

2.3.7. Confiabilidad

Se entiende por confiabilidad a la capacidad de la maquinaria de funcionar sin fallas en condiciones y tiempo determinado. Puede expresarse en %, dividiendo el tiempo de operación real entre en el tiempo programado (Sun, 2018).

2.3.8. Mantenibilidad

Es facilidad, precisión y seguridad con que se desarrollan las acciones de mantenimiento posterior a la detección de errores en la maquinaria o equipo activo (Coro, y otros, 2021).

2.3.9. Agroindustria

Es un sector económico encargado de la producción agropecuaria y forestal, algunos autores consideran también al sector pesquero (Grupo Calero, 2020).

2.3.10. Calidad

La calidad hace referencia a características que posee un producto que cumple las necesidades del cliente y se encuentra libre de defectos (¿Que es calidad total ?, 1998).

2.3.11. Control de calidad

Según Ishikawa se entiende por control de calidad, a la capacidad de mantener la calidad de un producto el cual sea sea económico, útil y que satisfaga al consumidor (¿Que es calidad total ?, 1998).

2.3.12. Productividad

Productividad es usar eficientemente los recursos para aumentar unidades de producción, la productividad puede aumentarse gracias a factores como: trabajo más calificado, aumento de materia prima, aumento de equipamiento, uso de nuevas tecnologías y uso eficiente de la energía (Sladogna, 2017).

2.3.13. Eficiencia

Se define como la capacidad de elaborar un producto, empleando la menor cantidad de recurso y obteniendo buenos resultados (Calvo et al., 2018).

2.3.14. Eficacia

Se entiende por eficacia a la correspondencia que existe entre los datos obtenidos y las metas previstas, existen diversos autores que definen eficiencia y eficacia distintos modos, pero guardan una semejanza particular que hace referencia al uso correcto de los recursos (Calvo et al., 2018).

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1.Método y alcance de la investigación

3.1.1. Método de la investigación

El proyecto se llevó a cabo utilizando un enfoque cuantitativo. De acuerdo a Hernández et al. (2014), este método implica la compilación informática con el fin de respaldar hipótesis mediante mediciones numéricas y examen descriptivo, con el fin de probar teorías y instaurar modelos de comportamiento.

El nivel del estudio adoptado fue explicativo, el cual, según Hernández et al. (2014), busca identificar las causas de los fenómenos o eventos analizados.

El tipo de investigación realizado en este trabajo fue de carácter aplicado. De acuerdo con Cabezas et al. (2018), esta orientación se centra en la generación de nuevos conocimientos con un uso directo y práctico en la solución de problemas específicos.

3.2.Diseño de la investigación

Es preexperimental de naturaleza longitudinal. De acuerdo a Hernández et al. (2014), este tipo de diseño implica el uso de un solo grupo con un mínimo nivel de control, y suele ser beneficioso como un acercamiento al conflicto de estudio en el ámbito real.

Además, el estudio longitudinal como menciona Cabezas et al. (2018) se realiza en varias fases de la investigación con el objetivo de realizar una comparación entre los datos recopilados y la población o muestra objeto de averiguación.

3.3.Población y muestra

3.3.1. Población

Según Ñaupás et al. (2018), es el conjunto total de elementos que son objeto de estudio y que cumplen con los criterios requeridos para ser considerados dentro de dicha población, ya sean individuos, objetos, grupos, sucesos o fenómenos. En este caso, la población se limitó a las 16 máquinas críticas de la empresa Cynara Perú S. A. C., siendo estas las unidades de análisis seleccionadas para el estudio.

3.3.2. Muestra

Es un subconjunto finito y típico separado de la población accesible, como se define en la literatura especializada (Arias, 2012). En este estudio, se decidió tomar una muestra del mismo tamaño que la población. En cuanto a la técnica de muestreo utilizada, se optó por la no probabilística intencional, que se caracteriza por la elección de los sujetos basada en las necesidades específicas del estudio y la observación directa, en lugar de depender de la probabilidad (Ñaupás et al., 2018).

Es importante destacar que el uso de la técnica de mapeo no probabilístico intencional se justifica por la necesidad de seleccionar individuos que se acomoden a las características específicas del estudio, y no por la aleatoriedad. Por lo tanto, la elección de los sujetos se basó en criterios específicos y directamente observados, lo que aumenta la validez interna de la investigación. Además, al haber elegido una muestra del mismo tamaño que la población, se garantiza la exactitud en las evaluaciones de las medidas de interés, lo que contribuye a la fiabilidad de los resultados obtenidos.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas de recolección de datos

De acuerdo con Arias (2012), hace referencia a dicha técnica a los métodos específicos utilizados para obtener datos o información en un estudio. En este caso, se emplearon dos técnicas de toma de información las cuales vienen a ser la observación y el análisis documental, como parte del presente estudio.

Por medio de la observación, se pudo obtener información sobre el estado presente de las máquinas y su funcionamiento, lo que permitió identificar las actividades realizadas durante el procesamiento de las alcachofas, desde la recolección hasta el empaque y almacenamiento. Asimismo, se observó el tipo de mantenimiento que empleó la entidad ante cualquier falla mecánica que pueda surgir durante la jornada laboral.

Por otro lado, mediante el estudio documental se recopilaron las fichas metodológicas de las máquinas, manuales y memorias entregado por los proveedores. También se utilizó la información de las especificaciones técnicas proporcionadas por el manual del usuario, que permitió visualizar algunos parámetros de mantenimiento aplicables en el equipo de estudio,

registros de reparaciones y otros documentos relacionados con las fallas. También se realizaron revisiones de recursos de referencia, estudios exploratorios y documentos publicados como fuentes de consulta durante la construcción de las bases teóricas. La revisión de planes de mantenimiento, realizada a equipos similares, también fue un complemento importante para la investigación, lo que permitió sustentar teóricamente la propuesta.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Citando a Arias (2012), un elemento imprescindible en la recopilación de datos durante la investigación, son los materiales de recolección de información. Estos consisten en diversas herramientas y formatos, tanto en formato físico como digital, que se utilizan para adquirir, almacenar y registrar datos, los cuales son necesarios para el estudio. En este sentido, se hace necesario mencionar que los instrumentos empleados en esta tesis fueron fichas de registro, cuyos detalles pueden ser consultados en el anexo 2 hasta el 5. Es importante destacar que la elección y diseño adecuado de los instrumentos de recolección es fundamental para avalar la veracidad y confianza de los datos obtenidos, lo que a su vez tiene un impacto directo en la eficacia y confianza de los resultados del estudio.

3.4.2.1. Validación de instrumentos

Se efectuó la ratificación de los instrumentos a través de un proceso de análisis crítico realizado por expertos en la materia, quienes brindaron una retroalimentación evaluativa basada en su conocimiento especializado y criterio técnico. El juicio de expertos se considera una técnica fiable para verificar la eficacia y la confianza de los instrumentos utilizados en una investigación científica. Se entiende que este método implica la obtención de una retroalimentación estructurada, rigurosa y fundamentada en el análisis, juicio y valoración de información técnica y metodológica.

3.5. Técnicas estadísticas de análisis de datos

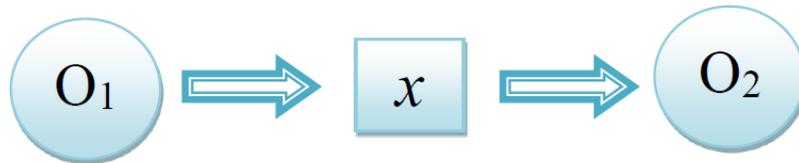
Se emplearon hojas de cálculo para procesar los datos utilizando tablas, gráficos de barras y estadística descriptiva a través del software SPSS V.26.

Para poner a prueba las suposiciones formuladas, se empleó el de Pre-Test y Post-Test.

Este método consta de las siguientes etapas:

- Se realizó una evaluación inicial de la V.D. que se utilizaría (Pre-Test).
- e implementó la V.I. en los sujetos del grupo.

Se realizó una evaluación posterior de la V.D. en los sujetos (Post-Test).



Donde:

- O₁: Situación actual de la disponibilidad de las máquinas críticas en la empresa Cynara Perú S. A. C.
- X: PMP
- O₂: Estado posterior de la disponibilidad de las máquinas críticas en la empresa Cynara Perú S. A. C.

También, con el propósito de evaluar si hubo una disparidad significativa entre los promedios obtenidos en el pre test y post test, se empleó la prueba estadística conocida como prueba T de Student. Esta técnica estadística se utiliza cuando la difusión de la población es normal, el tamaño de la muestra supera a los 30 datos y existe homogeneidad de varianzas (Sánchez, 2015). Es importante destacar que tanto la estadística inferencial como la estadística descriptiva son complementarias entre sí, ya que se requiere de ambas para materializar la evaluación estadística de la información recopilada en una investigación.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1. Diagnóstico de la realidad actual de la empresa

4.1.1. Descripción de la empresa

Cynara Perú S. A. C. empresa con especialización en la producción de conservas de alcachofa para su exportación, con una planta de proceso industrial moderna y bien equipada. Desde su creación en el 2008, la compañía se ha destacado por la calidad de su servicio y productos, cumpliendo con los más rigurosos estándares de inocuidad alimentaria que satisfaga las necesidades de sus clientes extranjeros. Con una extensión de 7,784.55 m² de área techada, la planta procesa 200 Ha de alcachofa cosechadas y cuenta con cuatro líneas de procesamiento, brindando empleo a cerca de 500 personas. Desde la recolección de la materia prima hasta el empaque y acumulación de los productos acabados, la empresa se preocupa por cuidar todos los detalles.

- Misión: Nuestro principal objetivo como empresa es centrarnos en la innovación y en la generación de una amplia variedad de productos destacados que promuevan el bienestar de nuestros clientes.
- Visión: es llegar a ser líderes en el mercado de productos de alcachofa y ser la marca preferida en supermercados y hogares a nivel global.
- Valores: Integridad, persistencia, calidad, entusiasmo y sostenibilidad.

Organigrama

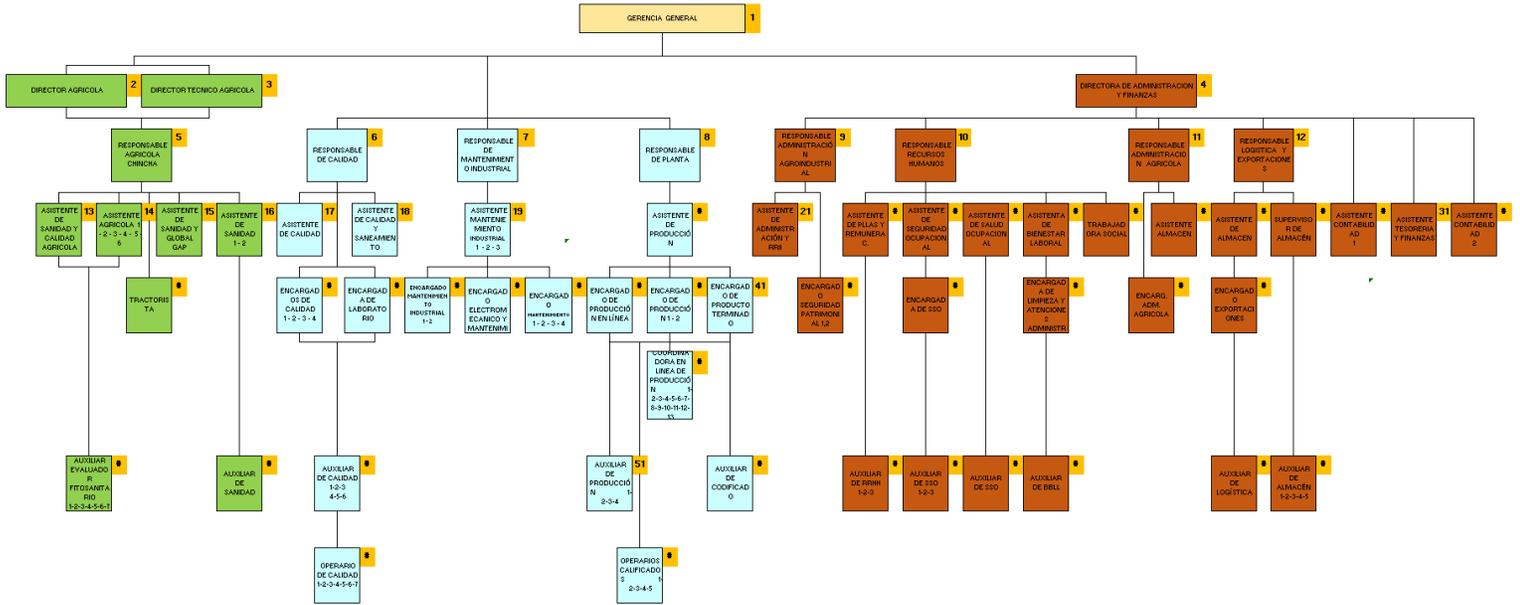


Figura 11. Organigrama de la empresa

Fuente: Elaboración propia.

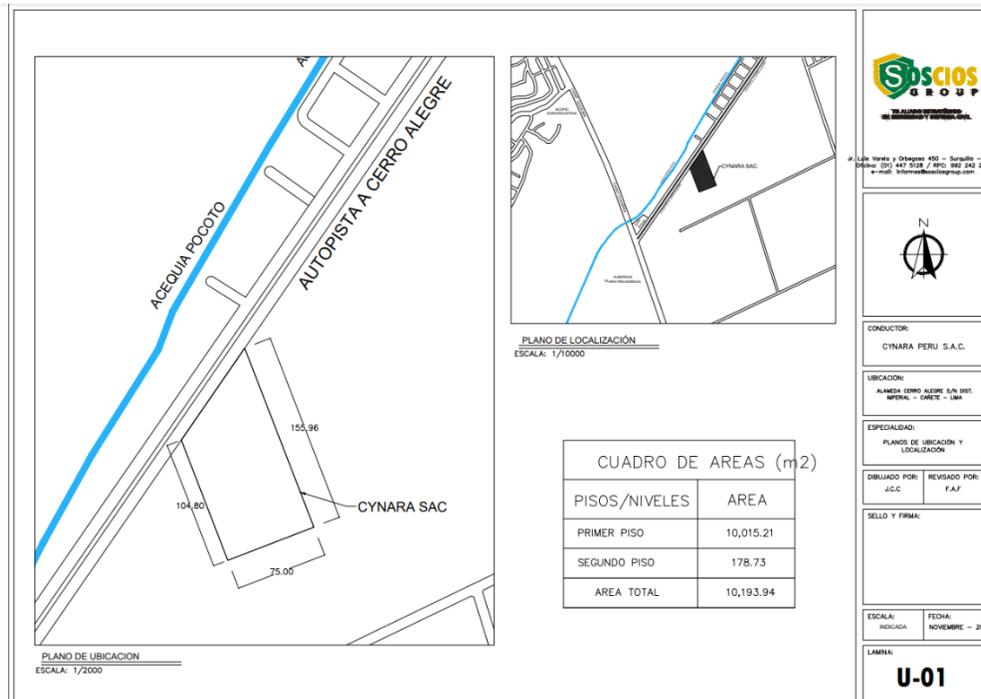


Figura 12. Ubicación de la empresa

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2. Diagnóstico del problema e indicadores actuales

Con el objetivo de investigar los orígenes subyacentes que contribuyen a la disminución de la disposición de los equipos utilizados en el procesamiento de la empresa, se realizó una encuesta dirigida a los participantes del sector de mantenimiento mecánico. Esta encuesta permitió asignar un peso adecuado a cada factor involucrado, considerando su influencia en el problema planteado. Además, se usó el método de análisis causa-efecto centrado en el diagrama de Ishikawa, una herramienta de eficacia que permitió examinar minuciosamente todos los factores relacionados con la reducción de la disponibilidad de los equipos. Se espera que, como resultado, desarrollar medidas específicas que contribuyan a la mejora de la coyuntura actual de la compañía.

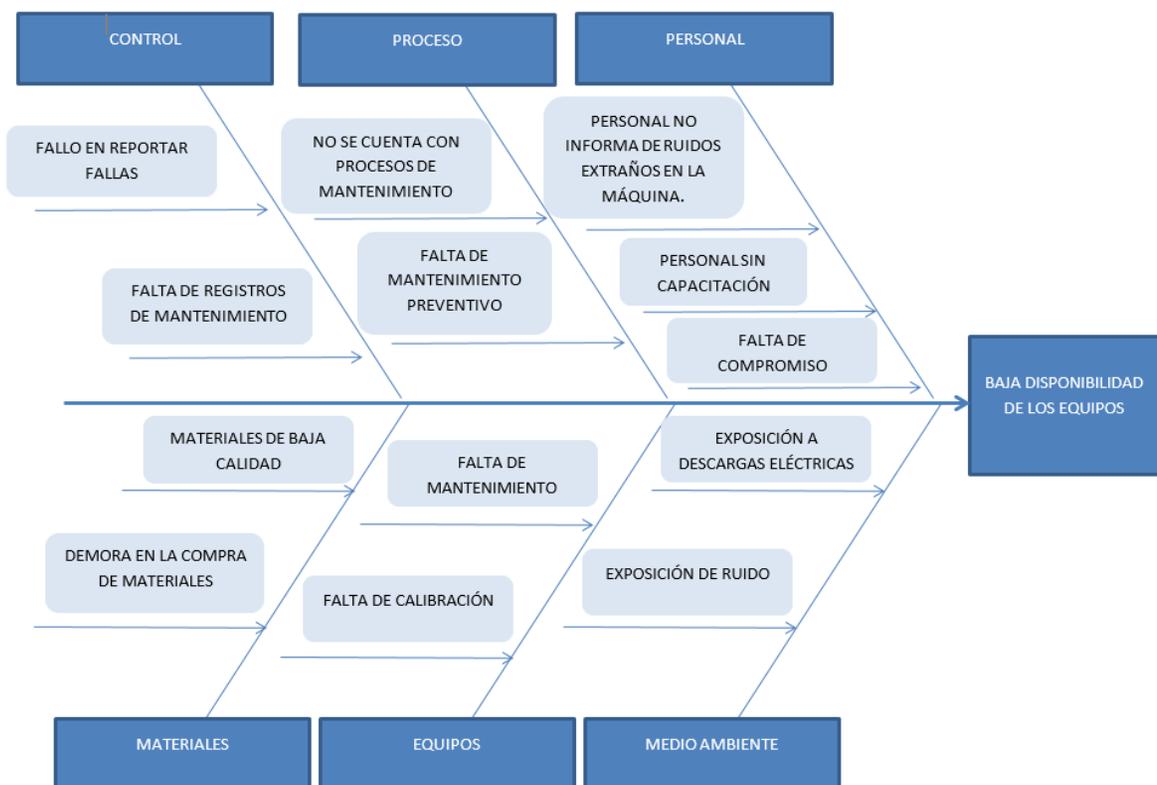


Figura 13. Diagrama de Ishikawa

Fuente: Elaboración propia.

En aras de lograr un diagnóstico situacional más completo, se implementó una herramienta estadística adicional: el diagrama de Pareto, también conocida como la «curva cerrada» o la «distribución ABC». Proporciona una representación gráfica clara y eficaz de la

priorización de los problemas. En el caso de la empresa Cynara Perú S. A. C., esta herramienta resulta especialmente útil para prevenir la exacerbación de los contratiempos identificados. Con el propósito de crear el gráfico de Pareto, se recolectaron diversas causas que inciden en la baja disponibilidad de los activos empresariales, así como la frecuencia con la que se presentan. Los resultados de este análisis se encuentran detallados en la siguiente tabla.

Tabla 4

Gráfico de Pareto que muestra las principales causas que contribuyen a la baja disponibilidad de los equipos

Causas	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado	80-20
Mantenimiento de rutina sin efecto	71	49.65%	49.65%	80.00%
Fallas menores	29	20.28%	69.93%	80.00%
Falta de recurso (herramientas, personal capacitado)	22	15.38%	85.31%	80.00%
Fallas que paralizan la producción	15	10.49%	95.80%	80.00%
Fallas que retrasan la producción	3	2.10%	97.90%	80.00%
Fallas no comunes	3	2.10%	100.00%	80.00%
Total	143	100.00%		

Fuente: Elaboración propia.

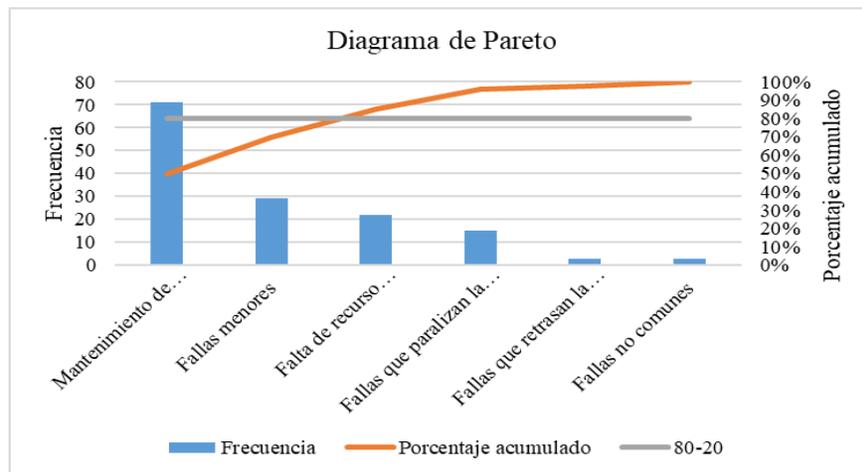


Figura 14. Diagrama de Pareto

Fuente: Elaboración propia.

Según los datos presentados en el gráfico, se puede inferir que aproximadamente el 80 % de los defectos en los equipos de la empresa son causados por: el mantenimiento de rutina sin efecto (49.65 %), las fallas menores (20.28 %) y la falta de recursos (herramientas, personal

capacitado) (15.38 %); por tal motivo, a la empresa le convendría concentrarse en estos tres (3) aspectos para poder corregirlos de una vez.

La ausencia de programas de MP en Cynara Perú S.A.C. está afectando el desempeño de las 16 máquinas analizadas, lo que provoca paradas no planificadas en la producción. En respuesta a estas fallas, la empresa utiliza el mantenimiento correctivo, lo que conduce a mayores costos de mantenimiento y tiempos de inactividad durante la producción. Además, este enfoque no protege ni cuida las máquinas, lo que puede disminuir su vida útil y reducir su eficiencia en el futuro.

Con la intención de enfrentar la problemática en la empresa Cynara Perú S. A. C., se ha optado por diseñar un PMP con el fin de acrecentar la eficiencia de las máquinas consideradas de vital importancia utilizadas en la producción de alcachofa. El objetivo es alargar su vida útil, reducir los costos asociados al mantenimiento y garantizar su buen desempeño, todo ello a través de una estrategia sistemática y proactiva de mantenimiento. Este enfoque permitirá evitar averías y paradas imprevistas en las máquinas críticas, lo que se traducirá en un mayor rendimiento y una disponibilidad más elevada. En definitiva, la implementación del PMP es una estrategia preventiva que busca proteger los activos más críticos de la empresa y aumentar su eficiencia operativa.

Para realizar esta investigación se aplicó siete pasos fundamentales:

- Definición de objetivos: Se ha determinado previamente los objetivos que se pretende alcanzar a través del PMP, así como la definición de indicadores de mantenimiento que permitan monitorizar el progreso del proyecto.
- Establecimiento de presupuesto: Se ha establecido la cantidad de dinero necesaria para la aplicación del proyecto de investigación.
- Inventariado de equipos: Se ha realizado un inventario de los equipos que se incluirán en el PMP, registrando los datos relevantes de cada máquina, como su historial, manuales de uso y mantenimiento, entre otros.
- Consulta de manuales y obligaciones legales: Se han revisado las especificaciones y lo recomendado de los fabricantes, así como los plazos de garantía, para establecer la frecuencia de las actividades del PMP.

- Asignación de responsables: Se han identificado los operarios disponibles, sus especialidades y costos por hora, así como las empresas proveedoras externas que puedan llevar a cabo operaciones de mantenimiento dentro de la empresa.
- Planificación de acciones: Se han definido la intervención que está incluido en el PMP, en base a periodos de tiempo fijos.
- Documentación del PMP: Se ha establecido el cronograma de intervenciones que se tienen que efectuar por cada activo y se ha documentado todo el PMP.

Una vez que se ha establecido el PMP, se procederá a la ejecución de las tareas planificadas, documentando todas las intervenciones realizadas, ya sean preventivas o correctivas. Además, se analizará y explotará la información obtenida a través del PMP para ajustar y corregir el plan a medida que sea necesario.

4.2. Datos técnicos de las 16 máquinas críticas

Tabla 5

Ficha técnica del Calibrador de alcachofa y elevador

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA							
REALIZADO POR:	MIKEY URQUIZA LEON	FECHA:	9/05/2022				
MÁQUINA – EQUIPO	CALIBRADOR DE ALCACHOFA Y ELEVADOR	UBICACIÓN	Zona de calibrado				
FABRICANTE	Teycomur	FUNCIÓN	Selección de alcachofa				
MODELO	Rodillos	AÑO	2008				
MARCA	Cynara	CANTIDAD	1 unidad				
CARACTERÍSTICAS GENERALES							
Peso	3000 kg	Altura	3.5 m	ANCHO	2.17 m	LARGO	5.45 m
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS				FOTO DE LA MÁQUINA – EQUIPO			
<ul style="list-style-type: none"> • Tensión 220 v -60 HZ • Potencia 10 hp • 6 un. De rodillos de acero inox • Elevados con tolva con acero inox y cangilones empernado a la faja de pvc • 10 salidas de calibres • Velocidad de calibres • Estructura acero Inox 				 <p>Calibrador con 10 salidas de calibre</p>			
CONTACTO CON EL PRODUCTO <ul style="list-style-type: none"> • Faja PVC sanitaria color blanca para Recojo de producto calibrado • Cangilones de acero Inox c-316 I 							
DESCRIPCIÓN FÍSICA: <p>El calibrador de Alcachofa consta de un elevador de 1 m de ancho, la estructura es completamente de acero inoxidable y realiza la clasificación de alcachofa por tamaño, desde el más pequeño hasta la más grande. Consta en total de 9 salidas con fajas y un exceso.</p> <p>Capacidad de 500 Kg/hr, consta de 6 rodillos que giran uno en forma inversa al otro ocasionando un buen clasificado.</p>							

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6
Ficha técnica del Compresor de tornillo

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA							
REALIZADO POR:	MIKEY URQUIZA LEON		FECHA:	09/05/2022			
MAQUINA – EQUIPO	COMPRESOR DE TORNILLO		UBICACIÓN	Sala de maquinarias			
FABRICANTE	Kaeser		FUNCION	Comprensión de aire			
MODELO	SM10		AÑO	2019			
MARCA	Kaeser		CANTIDAD	1 unidad			
CARACTERÍSTICAS GENERALES							
Peso	240 kg	Altura	1.1 m	ANCHO	0.7 m	LARGO	0.63 m
CARACTERÍSTICAS TECNICAS				FOTO DE LA MAQUINA – EQUIPO			
<ul style="list-style-type: none"> Tipo de compresión: tornillo lubricado de una etapa Control de capacidad: Dual (carga -vacío) Potencia nominal: 10 HP (15 KW) Voltaje: 230 – 460 V/3ph /60 HZ. Presión del equipo: Trabajo 160 psig (8.5 baz) Mínima 80 psig (5.5 bar) Caudal FAD: 37 ACFM según ISO 1217 -2009, anexo C. Potencial entrada: 9.4 kW (A máxima carga) Potencial entrada: 2.6 kW (En vacío) Potencial específica: 25.35 Kw (100 cfm) (eficiencia a máxima carga) Enfriamiento: Aire Nivel de ruido: 37 dB, según ISO 2151 e ISO 9614-2, tolerancia ± 3dB (A) Tablero fuerza: Tipo estrella triángulo cumple normativas CE, UL Panel de control: Electrónico, modelo sigma Control 2 TM Separador de líquidos: Material inoxidable 							
CONTACTO CON EL PRODUCTO							
<ul style="list-style-type: none"> Ningún contacto con el producto 							
DESCRIPCIÓN FISICA:							
<p>El compresor de tornillo, compuesto por la unidad compresora (Airend) accionado por el Motor e</p> <p>Eléctrico por medio de la transmisión de fajas, dentro de una estructura cabinada. Se encarga de generar presión de aire para el accionamiento de todas las válvulas neumáticas dentro de la nave de proceso.</p>							

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7*Ficha técnica del Ablandador de agua*

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA							
REALIZADO POR:	MIKEY URQUIZA LEON	FECHA:	9/05/2022				
MÁQUINA – EQUIPO	ABLANDADOR DE AGUA	UBICACIÓN	Sala de máquinas				
FABRICANTE	Pentair	FUNCIÓN	Intercambio iónico				
MODELO	BIO / TA – 10	AÑO	2016				
MARCA	PENTAIR	CANTIDAD	2 unidades				
CARACTERÍSTICAS GENERALES							
Peso	800 kg	Altura	2 m	ANCHO	0.6 m	LARGO	0.6 m
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS				FOTO DE LA MÁQUINA – EQUIPO			
<ul style="list-style-type: none"> • PROCEDENCIA: Pentair Usa • Tipo: Twin automático • Presión de trabajo 30 -125 Psi • Marca de resina: canature • Cantidad de resina: 20 pie 3 de resina catiónica (10 pie 3 x tanque). • Consumo de sal: 7 kg/pie 3 (105 kg x ablandador) • Regeneración cada 9 horas • Alimentación: 220 v 60 Hz • Conexión 2" • 6700 litros /hora 							
CONTACTO CON EL PRODUCTO							
<ul style="list-style-type: none"> • Resina Catiónica 							
DESCRIPCIÓN FÍSICA:							
<p>Los ablandadores funcionan automáticamente en forma alternada cumpliendo una programación de la válvula para el ciclo de ablandamiento, retrolavado y puesta en servicio. La regeneración de la resina de intercambio en cada ablandador será programada para 09 horas de operación como máximo. Su principal función es ablandar el agua (capturar los iones de calcio y magnesio), para ser usada en el caldero y así garantizar el tiempo de vida útil disminuyendo considerablemente la corrosión.</p>							

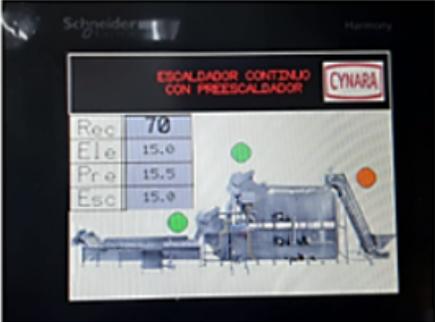
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8*Ficha técnica de la Bomba de pozo*

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA							
REALIZADO POR:	MIKEY URQUIZA LEON	FECHA:	9/05/2022				
MÁQUINA – EQUIPO	BOMBA DE POZO	UBICACIÓN	Pozo				
FABRICANTE	Pedrollo	FUNCIÓN	Impulsión de agua				
MODELO	4sr	AÑO	2019				
MARCA	Pedrollo	CANTIDAD	2 unidades				
CARACTERÍSTICAS GENERALES							
Peso	45 kg	Altura	1.3 m	ANCHO	0.11 m	LARGO	0.11 m
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS				FOTO DE LA MÁQUINA – EQUIPO			
<ul style="list-style-type: none"> Tensión 220 v.-60 HZ Caudal 24 m3 hora Altura manométrica hasta 230 m Potencia 10 hp Motor resistente a líquidos, sumergido en baño de aceite <ul style="list-style-type: none"> Aislamiento clase F Protección IP 68 Servicio continuo índice de eficiencia mínima (BEP) <p>MEI ≥ 0,4</p>							
CONTACTO CON EL PRODUCTO <ul style="list-style-type: none"> Impulsor y eje en acero inox 							
DESCRIPCIÓN FÍSICA: <p>La bomba sumergible de pozo está fabricada en acero inox, esta bomba se encarga de impulsar el agua de un pozo de 36 m de profundidad a través de unos tubos de acero inox de 3” hacia unos tanques donde el agua es clorada y apta para el consumo y utilización de fábrica.</p>							

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9*Ficha técnica del Escaldador*

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA							
REALIZADO POR:	MIKEY URQUIZA LEON	FECHA:	9/05/2022				
MÁQUINA – EQUIPO	ESCALDADOR	UBICACIÓN	Zona de escalde				
FABRICANTE	Teycomur	FUNCIÓN	Cocción				
MODELO	C.P. A.	AÑO	2018				
MARCA	Teycomur	CANTIDAD	1 unidad				
CARACTERÍSTICAS GENERALES							
Peso	5000 kg	Altura	3.5 m	ANCHO	1.2 m	LARGO	8.00 m
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS				FOTO DE LA MÁQUINA – EQUIPO			
<ul style="list-style-type: none"> Tensión: 220 v.-60 HZ Potencia 8 hp Transmisión por cadena Faja de acero inoxidable de rodillos (según plano) Chumaceras de pie 210 Estructura acero inox Velocidad variable controla a través de pantalla HMI Control de temperatura a través de válvula modulante 				 			
CONTACTO CON EL PRODUCTO							
<ul style="list-style-type: none"> Faja plana PVC anti abrasiva, sanitaria blanca, ideal para trasportar toda clase de productos alimentarios directo con Calificación de Calidad por FDA / USDS ISO 9001 Marca CBM procedencia italiana. Acero inox (elevador, escaldador y enfriador) 							
DESCRIPCIÓN FÍSICA:							
<p>El escaldador de alcachofa realiza la función de cocción de alcachofa entera, separada por calibres (40, 45, 50...85). La alcachofa, después de calibrada, pasa por un elevador de acero inoxidable, luego esta cae en una faja que traslada la alcachofa al preescaldador a un T – 50 °C, luego pasa al escaldador a una temperatura de 96 °C, seguidamente pasa a una tina de enfriamiento y luego a un elevador por donde sale el producto ya escaldado y es recibido por personal en jabas. Las diferentes cocciones de alcachofa se controlan por calibres llamados recetas todo esto es operado desde un tablero y una pantalla HMI donde puede realizar los cambios de recetas. Estas controlan las velocidades del elevador, preescaldador y escaldador.</p>							

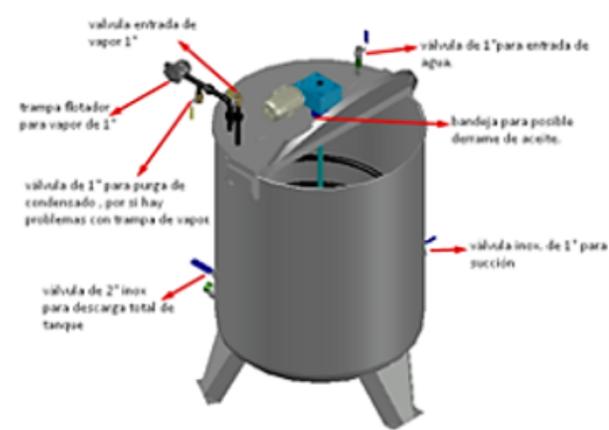
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10*Ficha técnica del dosificador de líquido de gobierno*

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA							
REALIZADO POR:	MIKEY URQUIZA LEON	FECHA:	9/05/2022				
MÁQUINA – EQUIPO	DOSIFICADO DE LÍQUIDO DE GOBIERNO	UBICACIÓN	Zona cerrada				
FABRICANTE	Teycomur	FUNCIÓN	Calentamiento				
MODELO	CP – 21	AÑO	2015				
MARCA	Cynara	CANTIDAD	3 unidades				
CARACTERÍSTICAS GENERALES							
Peso	300 kg	Altura	1.6 m	ANCHO	0.5 m	LARGO	3.20 m
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS				FOTO DE LA MÁQUINA – EQUIPO			
<ul style="list-style-type: none"> • Tensión 220 v -60 HZ • Potencia 2 hp • Trasmisión directa • Velocidad variable • Calentamiento automático • Bomba de recircular de líquido • Estructura acero Inox • Serpentin de vapor indirecto • Termómetro analógico 							
CONTACTO CON EL PRODUCTO <ul style="list-style-type: none"> • Tanque de acero inox C-316 I • Faja charnela de acero inox 							
DESCRIPCIÓN FÍSICA: <p>El dosificador de líquido de gobierno está fabricado totalmente en acero inox, aquí es donde se deposita el líquido de gobierno para ser agregado a los envases mediante un sistema de bombeo de agua cerrado. El calentamiento lo realiza a través de su serpentín de acero inoxidable, el cual es controlado de manera automática.</p>							

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11*Ficha técnica de la marmita de líquido de gobierno*

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA							
REALIZADO POR:	MIKEY URQUIZA LEON	FECHA:	9/05/2022				
MÁQUINA – EQUIPO	MÁQUINA DE LÍQUIDO DE GOBIERNO	UBICACIÓN	Zona liquido de gobierno				
FABRICANTE	Fármaco	FUNCIÓN	Calentamiento				
MODELO	CP – 30	AÑO	2018				
MARCA	Cynara	CANTIDAD	4 unidades				
CARACTERÍSTICAS GENERALES							
Peso	300 kg	Altura	2 m	ANCHO	1.2 m	LARGO	1.20 m
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS				FOTO DE LA MÁQUINA – EQUIPO			
<ul style="list-style-type: none"> Tensión 220 v -60 HZ Potencia 1 hp Trasmisión directa para agitador Calentamiento automático Estructura acero Inox Serpentín de vapor indirecto 							
CONTACTO CON EL PRODUCTO							
<ul style="list-style-type: none"> Tanque de acero inox C-316 I 							
DESCRIPCIÓN FÍSICA:							
<p>La marmita de líquido de gobierno está fabricada totalmente en acero inox, aquí es donde se prepara el líquido de gobierno, el calentamiento lo realiza a través de su serpentín de 1" de acero inoxidable, el cual es controlado de manera automática. También posee un agitador, el cual permite la mezcla de los productos usados en la preparación.</p>							

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12*Ficha técnica de la bomba de líquido de gobierno*

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA							
REALIZADO POR:	MIKEY URQUIZA LEON	FECHA:	9/05/2022				
MÁQUINA – EQUIPO	BOMBA DE LÍQUIDO DE GOBIERNO	UBICACIÓN	Zona líquido de gobierno				
FABRICANTE	INOXPA	FUNCIÓN	Impulsión de agua				
MODELO	EFI	AÑO	2019				
MARCA	ESTAMPINOX	CANTIDAD	4 unidades				
CARACTERÍSTICAS GENERALES							
Peso	20 kg	Altura	0.3 m	ANCHO	0.25 m	LARGO	0.4. m
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS				FOTO DE LA MÁQUINA – EQUIPO			
<ul style="list-style-type: none"> Tensión 220 v -60 HZ Potencia 1 hp Modificado con impulsión abierta Impulsor y eje en acero inox Estructura de aluminio Sello mecánico en Viton Caudal máximo 65 m³ Altura diferencial máximo: 65 psi. Presión máxima aspiración: 29 psi. Temperatura de trabajo: 90 °C Velocidad: 3500 rpm 							
CONTACTO CON EL PRODUCTO <ul style="list-style-type: none"> Impulsor y eje acero inox 							
DESCRIPCIÓN FÍSICA: <p>La bomba de líquido de gobierno está fabricada en acero inox (parte de impulsión), y cuerpo motriz eléctrico en aluminio. Esta bomba esta modificada con impulsor abierto, ya que así evitamos el exceso de fuerza y que esta se queme, por esta bomba pasan los líquidos a 96 °C, que van dentro de las latas y frascos.</p>							

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13*Ficha técnica de la cerradora 15 oz*

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA							
REALIZADO POR:	MIKEY URQUIZA LEON	FECHA:	9/05/2022				
MÁQUINA – EQUIPO	CERRADORA 15 OZ	UBICACIÓN	Zona de cerrado				
FABRICANTE	Fanser	FUNCIÓN	Cierre de latas				
MODELO	AGM 6	AÑO	2011				
MARCA	Fanser	CANTIDAD	2 unidades				
CARACTERÍSTICAS GENERALES							
Peso	2000 kg	Altura	1.5 m	ANCHO	0.25 m	LARGO	1.4 m
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS				FOTO DE LA MÁQUINA – EQUIPO			
<ul style="list-style-type: none"> Tensión 220 v -60 HZ Potencia 5 hp Transmisión por piñones 6 cabezales compuestos por 6 platos base, 6 mandril y 2 rolas de primera operación, 2 de segunda operación por mandril Estructura hierro fundido y partes en acero inox Fajas de alimentación con tornillos sin fin para sincronización de la maquina Botador de tapas automático 							
CONTACTO CON EL PRODUCTO <ul style="list-style-type: none"> 6 cabezales compuestos por 6 platos base, 6 mandril y 2 rolas de primera operación, 2 de segunda operación por mandril 							
DESCRIPCIÓN FÍSICA: <p>La cerradora de latas está fabricada en hierro fundido y acero inox, este equipo cumple una función muy importante en la línea productiva, ya que es el encargado de cerrar los envases de hojalata, garantizando así su hermeticidad y evitando posible contaminación futura. Está compuesto por un plato base, donde se apoya el envase, un mandril y 4 rolas que realizan el proceso de cerrado de forma automática a altas revoluciones, la colocación de tapa es automática, llegando a cerrar 150 latas por minuto como máximo.</p>							

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14*Ficha técnica de la caldera*

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA							
REALIZADO POR:	MIKEY URQUIZA LEON	FECHA:	9/05/2022				
MÁQUINA – EQUIPO	CALDERA	UBICACIÓN	Sala de máquinas				
FABRICANTE	INGEVAP S. A. C.	FUNCIÓN	Generador de vapor				
MODELO	D86-400-G	AÑO	2011				
MARCA	Ingevap	CANTIDAD	1 unidad				
CARACTERÍSTICAS GENERALES							
Peso	8000 kg	Altura	2.7 m	ANCHO	2.4 m	LARGO	6.8. m
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS				FOTO DE LA MÁQUINA – EQUIPO			
<ul style="list-style-type: none"> • NUMERO DE SERIE: 092 – 11 • TIPO: PIRO TUBULAR HORIZONTAL PASES: espalda seca POTENCIAL: 400 BHP • COMBUSTIBLE: GLP / GN y petróleo • Presión máxima de trabajo 150 psi. • ÁREA DE TRASFERENCIA: 2000 SQ-FT • VAPOR PRODUCIDO: 13,800 Libras / hora (3259 kg / hora) • Consta de 2 bombas verticales multietapas. • Provisto de un tanque pre calentador de 4 m³ 							
CONTACTO CON EL PRODUCTO							
<ul style="list-style-type: none"> • Ningún contacto con el producto. 							
DESCRIPCIÓN FÍSICA:							
<p>La caldera de 400 Bhp es el corazón de la fábrica. Es en ella donde se genera el vapor para las distintas etapas del proceso, como son el área de cocción y preparación de líquido de gobierno, el vapor generado es aprovechado como energía calorífica.</p>							

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15*Ficha técnica de la cerradora de frascos*

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA							
REALIZADO POR:	MIKEY URQUIZA LEON		FECHA:	9/05/2022			
MÁQUINA – EQUIPO	CERRADORA DE FRASCOS		UBICACIÓN	Zona de cerrado			
FABRICANTE	Emerito		FUNCIÓN	Cierre de envases de vidrio			
MODELO	2.8		AÑO	2008			
MARCA	Emerito		CANTIDAD	2 unidades			
CARACTERÍSTICAS GENERALES							
Peso	8000 kg	Altura	2.7 m	ANCHO	2.4 m	LARGO	6.8 m
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS				FOTO DE LA MÁQUINA – EQUIPO			
<ul style="list-style-type: none"> • Tensión 220 v -60 HZ • Potencia 4 hp • Transmisión por fajas en V • 1 patín y fajas de cierre • Estructura de acero • Elevador instantáneo para abastecimiento automático de etapas • Faja cadena de tablilla en acero inox 							
CONTACTO CON EL PRODUCTO <ul style="list-style-type: none"> • Tapas metálicas abastecimiento por proveedor 							
DESCRIPCIÓN FÍSICA: <p>La cerradora frascos está fabricada en fierro y acero inox, este equipo cumple una función muy importante en la línea productiva, ya que es el encargado de cerrar los envases de vidrio, garantizando así su hermeticidad y evitando posible contaminación futura. Está compuesto por un abastecimiento de tapas automático, el cual coloca la tapa encima del frasco de vidrio y luego pasa una faja y un patín, el cual hace una especie de frenado y la faja, al mantener la velocidad constante original, un cierre.</p>							

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16*Ficha técnica del grupo electrógeno*

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA							
REALIZADO POR:	MIKEY URQUIZA LEON	FECHA:	9/05/2022				
MAQUINA – EQUIPO	GRUPO ELECTROGENO	UBICACION	Sala de máquinas				
FABRICANTE	MODASA	FUNCIÓN	Electrificación				
MODELO	MP 135 I	AÑO	2011				
MARCA	MODASA	CANTIDAD	1 unidad				
CARACTERISTICAS GENERALES							
Peso	2500 kg	Altura	1.2 m	ANCHO	1.2 m	LARGO	4.5 m
CARACTERISTICAS TECNICAS				FOTO DE LA MAQUINA – EQUIPO			
<ul style="list-style-type: none"> • 168 kva • 135 KW • Trifásico 230 v • 1800 RPM • Petroleo consumo 28.9 lt / hora • Motor Perkins modelo 1006 TAG • 443 amp • Factor de potencia 0.8 							
CONTACTO CON EL PRODUCTO <ul style="list-style-type: none"> • Ningún contacto con el producto 							
DESCRIPCIÓN FÍSICA: Equipado con módulo de control digital electrónico de última generación; permite el arranque, control protección y parada del grupo electrógeno en los modos manual y automático.							

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17*Ficha técnica del transformador de 150 KVA*

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA							
REALIZADO POR:	MIKEY URQUIZA LEON	FECHA:	9/05/2022				
MAQUINA – EQUIPO	TRASFORMADOR	UBICACION	Patio maniobras				
FABRICANTE	Delcrosa	FUNCION	Trasformar corriente				
MODELO	TNC3182	AÑO	2011				
MARCA	Delcrosa	CANTIDAD	1 unidad				
CARACTERISTICAS GENERALES							
Peso	668 kg	Altura	1 m	ANCHO	0.7 m	LARGO	0.8 m
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS				FOTO DE LA MÁQUINA – EQUIPO			
<ul style="list-style-type: none"> • 160 kva • 230 v • 401 amp • Bañado en aceite 							
CONTACTO CON EL PRODUCTO <ul style="list-style-type: none"> • Ningún contacto con el producto. 							
DESCRIPCION FISICA: <p>Trasformador en baño de aceite, con arrollamiento de cobre de alta conductividad y pureza. Núcleo de acero magnético de grano orientado tipo C – 120, Corte en 45°, secado de la parte activa en horno al vacío, tanque en acero – carbono con tratamiento en superficie y protección anticorrosiva, aceite dieléctrico de alta calidad y bajo contenido de PCB, que sirve de refrigerante y aislante.</p>							

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18*Ficha técnica del polipasto*

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA							
REALIZADO POR:	MIKEY URQUIZA LEON	FECHA:	9/05/2022				
MÁQUINA – EQUIPO	POLIPASTO	UBICACIÓN	Zona de Pasteurizado				
FABRICANTE	Rhino	FUNCIÓN	Izaje				
MODELO	18010	AÑO	2018				
MARCA	Rhino hoist	CANTIDAD	2 unidades				
CARACTERÍSTICAS GENERALES							
Peso	300 kg	Altura	0.5 m	ANCHO	0.55 m	LARGO	0.70 m
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS				FOTO DE LA MÁQUINA – EQUIPO			
<ul style="list-style-type: none"> Tensión 220 v -60 HZ Potencia 2 hp Transmisión por trolley eléctrico en viga Cadena de raíz Eje de 4 m. Estructura en hierro fundido Mano eléctrico derecho izquierda arriba abajo 							
CONTACTO CON EL PRODUCTO <ul style="list-style-type: none"> Ningún contacto con el producto. 							
DESCRIPCIÓN FÍSICA: El polipasto está fabricado en hierro fundido y acero, se compone de un trolley que es el carro que permite trasladarlo hacia la derecha e izquierda y su capacidad de carga es de 2 tn. Lo utilizamos por cargar y descargar las autoclaves.							

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19

Ficha técnica del autoclave horizontal

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA						CYNARA	
REALIZADO POR:	MIKEY URQUIZA LEON		FECHA:	9/05/2022			
MAQUINA – EQUIPO	AUTOCLAVE HORIZONTAL		UBICACION	Zona de Pasteurizado			
FABRICANTE	Ferlo		FUNCION	Pasteurizado de producto			
MODELO	FE3J1P		AÑO	2012			
MARCA	Ferlo		CANTIDAD	1 unidades			
CARACTERISTICAS GENERALES							
Peso	3480 kg	Altura	2.6 m	ANCHO	2.5 m	LARGO	5.28 m
CARACTERISTICAS TECNICAS				FOTO DE LA MAQUINA – EQUIPO			
<ul style="list-style-type: none"> Tensión 220 v -60 HZ Potencia 10 hp Entrada de jaulas por cadena Tipo cascada por bomba de agua con presión de 2 bar Capacidad 4 jaulas Con graficas de temperatura y presión Válvulas neumáticas modulantes de ingreso de vapor, agua, aire y contrapresión Válvulas de seguridad 							
CONTACTO CON EL PRODUCTO <ul style="list-style-type: none"> Ningún contacto con el producto 							
CONSUMOS MEDIOS DE AUTOCLAVES			AVERAGE AUTOCLAVE CONSUPTION				
Modelo autoclave	Vapor punta inicio calentamiento a 6 kg cm ²	Vapor en proceso (kg h) a 6 kg cm ²	Agua por ciclo a 4 kg. cm ² y 16 °c	Aire en punta (1 min) al inicio enfriamiento por ciclo	Consumo eléctrico		
4 jaulas	800 * 900	250 -225	4000	200 -250	7.5 kw		
DESCRIPCION FISICA:							
<p>La autoclave horizontal cumple la función de esterilizado de los alimentos en el ingreso a los envases cerrados colocados en jaulas.</p> <p>En este tipo de autoclave, se realiza un control estático de temperatura, presión y tiempo. Es decir, el sistema mantiene la temperatura, presión y tiempo constantes durante el proceso, sin variaciones. Las cestas que se encuentran dentro del autoclave permanecen inmóviles, sin movimiento alguno. De esta manera, el agua fluye en dirección vertical, siempre de arriba hacia abajo, incidiendo sobre los envases como una cascada continua.</p>							

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20*Ficha técnica de los rayos X*

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA							
REALIZADO POR:	MIKEY URQUIZA LEON	FECHA:	9/05/2022				
MAQUINA – EQUIPO	RAYOS X	UBICACION	Zona etiquetado				
FABRICANTE	Mettler Toledo	FUNCION	Detección				
MODELO	X3730	AÑO	2018				
MARCA	Safeline	CANTIDAD	1 unidad				
CARACTERISTICAS GENERALES							
Peso	2200 kg	Altura	2.3 m	ANCHO	1.4 m	LARGO	3.0 m
CARACTERISTICAS TÉCNICAS				FOTO DE LA MÁQUINA – EQUIPO			
<ul style="list-style-type: none"> Tensión 208 -240 v - 60 HZ Consumo eléctrico 10 Amp Consumo de aire 6 bar Faja de plástico intralox color azul Velocidad variable Sistema de rechazo neumático integrado Cortinas especiales para evitar la fuga radioactiva 							
CONTACTO CON EL PRODUCTO							
<ul style="list-style-type: none"> Ningún contacto con el producto. 							
DESCRIPCION FISICA:							
<p>El equipo de rayos X cumple la función de detectar cualquier contaminante; es muy importante, ya que todos los productos en la etapa final pasan por este equipo.</p> <p>El sistema de inspección por rayos X de haz dividido X3730, ofrece una mayor sensibilidad de detector para los fabricantes de alimentos, ya que garantiza el máximo nivel de inspección de los envases de vidrio y las latas de metal, con lo que ofrece una detección de los contaminantes fiable y excepcional.</p> <p>Un sistema de haz dividido, produce dos haces de rayos X desde un solo generador, lo que aumenta la probabilidad de detección de contaminantes, ya que se crean dos imágenes desde los distintos ángulos y se minimizan los puntos ciegos del envase.</p>							

Fuente: Elaboración propia.

4.3. Diagnóstico de criticidad

Tabla 21

Diagnostico de criticidad del calibrador de alcachofa

DATOS TÉCNICOS:						
Nombre del equipo	COMPRESORA DE TORNILLO 1					
Función que realiza	Genera presión de aire					
Ubicación	Sala de máquinas					
Capacidad / Velocidad	37 ACFM					
PRIORIDADES PARA EVALUACIÓN						
Variables	Concepto	Ponderación	Observaciones	Evaluación		
Efecto sobre el servicio que proporciona						
Considerar la importancia del equipo en la línea productiva	Primordial	4		4		
	Secundario	2				
	Otros	0				
Valor sobre el servicio - económico						
Considerar el costo de adquisición, operación y mantenimiento	Alto	3	Más de US\$20000			
	Medio	2		3		
	Bajo	1	Menos de US\$1000			
La falla afecta						
a) Al equipo	Si	1	Deteriora a otros componentes.	1		
	No	0				
b) Al servicio	Si	1	Origina problemas a otros equipos.	1		
	No	0				
c) Al operador	Si	1	Posibilidad de accidente al operador.	0		
	No	0				
d) A la seguridad en general	Si	1	Si	0		
	No	0				
Probabilidad de falla (Confiabilidad)						
	Alta	2	Se puede asegurar que el equipo va a trabajar correctamente cuando se le necesita.	0		
	Baja	0				
Flexibilidad del equipo en el sistema						
	Único	2	No existe otro igual o similar.	2		
	Bypass	1	El sistema puede seguir funcionando.			
	Stand by	0	Existe otro igual o similar.			
Dependencia de logística						
	Extranjero	2	Repuestos se tienen que importar.	2		
	Loc/ext.	1	Algunos repuestos se compran localmente.	1		
	Local	0	Repuestos se consiguen localmente.			
Dependencia de la mano de obra						
	Terceros	2	El mantenimiento requiere encontrar terceros.	2		
	Propia	0	El mantenimiento se realiza con personal propio.			
Facilidad de reparación (mantenibilidad)						
	Baja	1	Mantenimiento difícil	1		
	Alta	0	Mantenimiento fácil			
Grado de influencia del equipo en la seguridad del alimento						
	ALTO	SÍ	Si el grado de influencia es ALTO. Y considere necesariamente al equipo como criticidad «A»			
	BAJO	NO	Si el grado de influencia es BAJO. Y considere la criticidad, según resultado de ítems anteriores.			
Escala de referencia:	A/Crítica 16 a 20	B/Importante 11 a 15	C/Regular 06 a 10	D/Opcional 00 a 05	Total Grado crítico	17 A

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22
Diagnostico de criticidad de la compresora de tornillo

DATOS TÉCNICOS:					CYNARA	
Nombre del equipo	COMPRESORA DE TORNILLO 1					
Función que realiza	Genera presión de aire					
Ubicación	Sala de máquinas					
Capacidad / Velocidad	37 ACFM					
PRIORIDADES PARA EVALUACIÓN						
Variables	Concepto	Ponderación	Observaciones	Evaluación		
Efecto sobre el servicio que proporciona						
Considerar la importancia del equipo en la línea productiva	Primordial	4		4		
	Secundario	2				
	Otros	0				
Valor sobre el servicio - económico						
Considerar el costo de adquisición, operación y mantenimiento	Alto	3	Más de US\$20000			
	Medio	2		3		
	Bajo	1	Menos de US\$1000			
La falla afecta						
a) Al equipo	Sí	1	Deteriora a otros componentes.	1		
	No	0				
b) Al servicio	Sí	1	Origina problemas a otros equipos.	1		
	No	0				
c) Al operador	Sí	1	Posibilidad de accidente al operador.	0		
	No	0				
d) A la seguridad en general	Sí	1	Sí	0		
	No	0				
Probabilidad de falla (Confiabilidad)						
	Alta	2	Se puede asegurar que el equipo va a trabajar correctamente cuando se le necesita.	0		
	Baja	0				
Flexibilidad del equipo en el sistema						
	Único	2	No existe otro igual o similar.	2		
	By pass	1	El sistema puede seguir funcionando.			
	Stand by	0	Existe otro igual o similar.			
Dependencia de logística						
	Extranjero	2	Repuestos se tienen que importar.	2		
	Loc/ext.	1	Algunos repuestos se compran localmente.	1		
	Local	0	Repuestos se consiguen localmente.			
Dependencia de la mano de obra						
	Terceros	2	El mantenimiento requiere encontrar terceros.	2		
	Propia	0	El mantenimiento se realiza con personal propio.			
Facilidad de reparación (mantenibilidad)						
	Baja	1	Mantenimiento difícil	1		
	Alta	0	Mantenimiento fácil			
Grado de influencia del equipo en la seguridad del alimento						
	ALTO	SÍ	Si el grado de influencia es ALTO. Y considere necesariamente al equipo como criticidad «A»			
	BAJO	NO	Si el grado de influencia es BAJO. Y considere la criticidad, según resultado de ítems anteriores.			
Escala de referencia:	A/Crítica 16 a 20	B/Importante 11 a 15	C/Regular 06 a 10	D/Opcional 00 a 05	Total Grado crítico	17 A

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23
Diagnóstico de criticidad del ablandador de agua

DATOS TÉCNICOS:					CYNARA
Nombre del equipo	ABLANDADOR DE AGUA 1				
Función que realiza	Ablandamiento de Agua				
Ubicación	Sala de Máquinas				
Capacidad / Velocidad	6700 l/h				
PRIORIDADES PARA EVALUACIÓN					
Variables	Concepto	Ponderación	Observaciones	Evaluación	
Efecto sobre el servicio que proporciona					
Considerar la importancia del equipo en la línea productiva	Primordial	4			4
	Secundario	2			
	otros	0			
Valor sobre el servicio - económico:					
Considerar el costo de adquisición, operación y mantenimiento	Alto	3	Más de US\$20000		3
	Medio	2			
	Bajo	1	Menos de US\$1000		
La falla afecta					
a) Al equipo	Sí	1	Deteriora a otros componentes.		1
	No	0			
b) Al servicio	Sí	1	Origina problemas a otros equipos.		1
	No	0			
c) Al operador	Sí	1	Posibilidad de accidente al operador		0
	No	0			
d) A la seguridad en general	Sí	1	Posibilidad de accidente a otras personas o equipos cercanos		0
	No	0			
Probabilidad de falla (Confiabilidad)					
	Alta	2	Se puede asegurar que el equipo va a trabajar correctamente cuando se le necesita.		0
	Baja	0			
Flexibilidad del equipo en el sistema					
	Único	2	No existe otro igual o similar.		2
	By pass	1	El sistema puede seguir funcionando.		
	Stand by	0	Existe otro igual o similar.		
Dependencia de logística					
	Estranjero	2	Repuestos se tienen que importar.		2
	Loc/ext.	1	Algunos repuestos se compran localmente.		
	Local	0	Repuestos se consiguen localmente.		
Dependencia de la mano de obra					
	Terceros	2	El mantenimiento requiere encontrar terceros.		2
	Propia	0	El mantenimiento se realiza con personal propio.		
Facilidad de reparación (mantenibilidad)					
	Baja	1	Mantenimiento difícil		1
	Alta	0	Mantenimiento fácil		
Grado de influencia del equipo en la seguridad del alimento					
	ALTO	SÍ	Si el grado de influencia es ALTO. Y considere necesariamente al equipo como criticidad «A».		
	BAJO	NO	Si el grado de influencia es BAJO. Y considere la criticidad, según resultado de ítems anteriores		
Escala de referencia:	A/Crítica 16 a 20	B/Importante 11 a 15	C/Regular 06 a 10	D/Opcional 00 a 05	Total Grado crítico A

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24
Diagnóstico de criticidad de la bomba de pozo

DATOS TÉCNICOS:					CYNARA	
Nombre del equipo		BOMBA DE POZO 1 (10 HP)				
Función que realiza		Impulsión de Agua				
Ubicación		Pozo de Agua				
Capacidad / Velocidad		24 m ³ / h				
PRIORIDADES PARA EVALUACION						
Variables	Concepto	Ponderación	Observaciones	Evaluación		
Efecto sobre el servicio que proporciona						
Considerar la importancia del equipo en la línea productiva	Primordial	4		4		
	Secundario	2				
	Otros	0				
Valor sobre el servicio - económico						
Considerar el costo de adquisición, operación y mantenimiento	Alto	3	Más de US20000			
	Medio	2		2		
	Bajo	1	Menos de US1000			
La falla afecta						
a) Al equipo	Sí	1	Deteriora a otros componentes.	1		
	No	0				
b) Al servicio	Sí	1	Origina problemas a otros equipos.	1		
	No	0				
c) Al operador	Sí	1	Posibilidad de accidente al operador.	1		
	No	0				
d) A la seguridad en general	Sí	1	Sí	1		
	No	0				
Probabilidad de falla (Confiabilidad)						
	Alta	2	Se puede asegurar que el equipo va a trabajar correctamente cuando se le necesita.			
	Baja	0		0		
Flexibilidad del equipo en el sistema						
	Unico	2	No existe otro igual o similar.	2		
	By pass	1	El sistema puede seguir funcionando.			
	Stand by	0	Existe otro igual o similar.			
Dependencia de logística						
	Extranjero	2	Repuestos se tienen que importar.			
	Loc/ext.	1	Algunos repuestos se compran localmente.	1		
	Local	0	Repuestos se consiguen localmente.			
Dependencia de la mano de obra						
	Terceros	2	El mantenimiento requiere encontrar terceros.	2		
	Propia	0	El mantenimiento se realiza con personal propio.			
Facilidad de reparación (mantenibilidad)						
	Baja	1	Mantenimiento difícil	1		
	Alta	0	Mantenimiento fácil			
Grado de influencia del equipo en la seguridad del alimento						
	ALTO	SÍ	Si el grado de influencia es ALTO. Y considere necesariamente al equipo como criticidad «A»			
	BAJO	NO	Si el grado de influencia es BAJO. Y considere la criticidad, según resultado de ítems anteriores.			
Escala de referencia:	A/Crítica	B/Importante	C/Regular	D/Opcional	Total	16
	16 a 20	11 a 15	06 a 10	00 a 05	Grado critico	A

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25
Diagnóstico de criticidad del escalador

DATOS TÉCNICOS:						
Nombre del equipo		ESCALDADOR				
Función que realiza		COCCION DE ALCACHOFA				
Ubicación		ACOPIO				
Capacidad / Velocidad		2000 Kg/h				
PRIORIDADES PARA EVALUACIÓN						
Variables	Concepto	Ponderación	Observaciones	Evaluación		
Efecto sobre el servicio que proporciona						
Considerar la importancia del equipo en la línea productiva	Primordial	4		4		
	Secundario	2				
	Otros	0				
Valor sobre el servicio - económico						
Considerar el costo de adquisición, operación y mantenimiento	Alto	3	Más de US20000	3		
	Medio	2				
	Bajo	1	Menos de US1000			
La falla afecta						
a) Al equipo	Si	1	Deteriora a otros componentes.			
	No	0		0		
b) Al servicio	Si	1	Origina problemas a otros equipos.	1		
	No	0				
c) Al operador	Si	1	Posibilidad de accidente al operador	1		
	No	0				
d) A la seguridad en general	Si	1	Posibilidad de accidente a otras personas o equipos cercanos	1		
	No	0		0		
Probabilidad de falla (Confiabilidad)						
	Alta	2	Se puede asegurar que el equipo va a trabajar correctamente cuando se le necesita.			
	Baja	0		0		
Flexibilidad del equipo en el sistema						
	Único	2	No existe otro igual o similar.	2		
	By pass	1	El sistema puede seguir funcionando.			
	Stand by	0	Existe otro igual o similar.			
Dependencia de logística						
	Extranjero	2	Repuestos se tienen que importar.	2		
	Loc/ext.	1	Algunos repuestos se compran localmente.			
	Local	0	Repuestos se consiguen localmente.			
Dependencia de la mano de obra						
	Terceros	2	El mantenimiento requiere encontrar terceros.	2		
	Propia	0	El mantenimiento se realiza con personal propio.			
Facilidad de reparación (mantenibilidad)						
	Baja	1	Mantenimiento difícil	1		
	Alta	0	Mantenimiento fácil			
Grado de influencia del equipo en la seguridad del alimento						
	ALTO	SI	Si el grado de influencia es ALTO. Y considere necesariamente al equipo como criticidad «A»			
	BAJO	NO	Si el grado de influencia es BAJO. Y considere la criticidad, según resultado de ítems anteriores.			
Escala de referencia:	A/Crítica 16 a 20	B/Importante 11 a 15	C/Regular 06 a 10	D/Opcional 00 a 05	Total	16 Grado crítico A

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 26
Diagnóstico de criticidad del dosificador de líquido gobierno

DATOS TÉCNICOS:						CYNARA
Nombre del equipo		DOSIFICADOR DE LÍQUIDO GOBIERNO 1				
Función que realiza		LLENADO DE LÍQUIDO DE GOBIERNO				
Ubicación		CERRADO				
Capacidad / Velocidad		42 ud./min				
PRIORIDADES PARA EVALUACIÓN						
Variable:	Concepto	Ponderación	Observaciones:	Evaluación		
Efecto sobre el servicio que proporciona						
Considerar la importancia del equipo en la línea productiva	Primordial	4		4		
	Secundario	2				
	Otros	0				
Valor sobre el servicio – económico						
Considerar el costo de adquisición, operación y mantenimiento	Alto	3	Más de US\$20000			
	Medio	2		2		
	Bajo	1	Menos de US\$1000			
La falla afecta						
a) Al equipo	Si	1	Deteriora a otros componentes.			
	No	0		0		
b) Al servicio	Si	1	Origina problemas a otros equipos.	1		
	No	0		0		
c) Al operador	Si	1	Posibilidad de accidente al operador	0		
	No	0		0		
d) A la seguridad en general	Si	1	Posibilidad de accidente a otras personas o equipos cercanos	0		
	No	0		0		
Probabilidad de falla (Confiabilidad)						
	Alta	2	Se puede asegurar que el equipo va a trabajar correctamente cuando se le necesita			
	Baja	0		0		
Flexibilidad del equipo en el sistema						
	Único	2	No existe otro igual o similar.			
	By pass	1	El sistema puede seguir funcionando.			
	Stand by	0	Existe otro igual o similar.	0		
Dependencia de logística						
	Extranjero	2	Repuestos se tienen que importar.			
	Loc/ext.	1	Algunos repuestos se compran localmente.	1		
	Local	0	Repuestos se consiguen localmente.			
Dependencia de la mano de obra						
	Terceros	2	El mantenimiento requiere encontrar terceros.			
	Propia	0	El mantenimiento se realiza con personal propio.	0		
Facilidad de reparación (mantenibilidad)						
	Baja	1	Mantenimiento difícil	1		
	Alta	0	Mantenimiento fácil			
Grado de influencia del equipo en la seguridad del alimento						
	ALTO	SI	Si el grado de influencia es ALTO. Y considere necesariamente al equipo como criticidad «A»	SI		
	BAJO	NO	Si el grado de influencia es BAJO. Y considere la criticidad, según resultado de ítems anteriores			
Escala de referencia:	A/Critica 16 a 20	B/Importante 11 a 15	C/Regular 06 a 10	D/Opcional 00 a 05	Total	9
				Grado crítico	A	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27
Diagnóstico de criticidad de la marmita líquido de gobierno

DATOS TÉCNICOS:					CYNARA	
Nombre del equipo	Marmita líquido de gobierno I					
Función que realiza	CALENTAMIENTO Y MEZCLA DE LÍQUIDO DE GOBIERNO					
Ubicación	LÍQUIDO DE GOBIERNO					
Capacidad / Velocidad	2000 L					
PRIORIDADES PARA EVALUACIÓN						
Variables	Concepto	Ponderación	Observaciones	Evaluación		
Efecto sobre el servicio que proporciona						
Considerar la importancia del equipo en la línea productiva	Primordial	4		4		
	Secundario	2				
	Otros	0				
Valor sobre el servicio - económico						
Considerar el costo de adquisición, operación y mantenimiento	Alto	3	Más de US\$20000	3		
	Medio	2				
	Bajo	1	Menos de US\$1000			
La falla afecta						
a) Al equipo	Si	1	Deteriora a otros componentes			
	No	0		0		
b) Al servicio	Si	1	Origina problemas a otros equipos	1		
	No	0				
c) Al operador	Si	1	Posibilidad de accidente al operador	1		
	No	0				
d) A la seguridad en general	Si	1	Posibilidad de accidente a otras personas o equipos cercanos	1		
	No	0		0		
Probabilidad de falla (Confiabilidad)						
	Alta	2	Se puede asegurar que el equipo va a trabajar correctamente cuando se le necesita.			
	Baja	0		0		
Flexibilidad del equipo en el sistema						
	Único	2	No existe otro igual o similar.			
	By pass	1	El sistema puede seguir funcionando.			
	Stand by	0	Existe otro igual o similar.	0		
Dependencia de logística						
	Extranjero	2	Repuestos se tienen que importar.			
	Loc/ext.	1	Algunos repuestos se compran localmente.	1		
	Local	0	Repuestos se consiguen localmente.	0		
Dependencia de la mano de obra						
	Terceros	2	El mantenimiento requiere encontrar terceros.			
	Propia	0	El mantenimiento se realiza con personal propio.	0		
Facilidad de reparación(mantenibilidad)						
	Baja	1	Mantenimiento difícil			
	Alta	0	Mantenimiento fácil	0		
Grado de influencia del equipo en la seguridad del alimento						
	ALTO	SÍ	Si el grado de influencia es ALTO. Y considere necesariamente al equipo como criticidad «A».	SÍ		
	BAJO	NO	Si el grado de influencia es BAJO. Y considere la criticidad, según resultado de ítems anteriores.			
Escala de referencia:	A/Critica 16 a 20	B/Importante 11 a 15	C/Regular 06 a 10	D/Opcional 00 a 05	Total	10
				Grado crítico		A

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28

Diagnóstico de criticidad de la bomba de líquido de gobierno

DATOS TÉCNICOS:						CYNARA
Nombre del equipo		BOMBA LIQUIDO DE GOBIERNO 1				
Función que realiza		IMPULSION DE LIQUIDO DE GOBIERNO				
Ubicación		LIQUIDO DE GOBIERNO				
Capacidad / Velocidad		65 m3				
PRIORIDADES PARA EVALUACION						
Variables	Concepto	Ponderación	Observaciones	Evaluación		
Efecto sobre el servicio que proporciona						
Considerar la importancia del equipo en la línea productiva.	Primordial	4		4		
	Secundario	2				
	Otros	0				
Valor sobre el servicio – económico						
Considerar el costo de adquisición, operación y mantenimiento	Alto	3	Más de US20000			
	Medio	2		2		
	Bajo	1	Menos de US1000			
La falla afecta						
a) Al equipo	Sí	1		1		
	No	0	Deteriora a otros componentes.			
b) Al servicio	Sí	1	Origina problemas a otros equipos.	1		
	No	0				
c) Al operador	Sí	1	Posibilidad de accidente al operador.	1		
	No	0				
d) A la seguridad en general	Sí	1	Posibilidad de accidente a otras personas o equipos cercanos.	1		
	No	0		0		
Probabilidad de falla (Confiabilidad)						
	Alta	2	Se puede asegurar que el equipo va a trabajar correctamente cuando se le necesita			
	Baja	0		0		
Flexibilidad del equipo en el sistema						
	Único	2	No existe otro igual o similar.	2		
	By pass	1	El sistema puede seguir funcionando.			
	Stand by	0	Existe otro igual o similar.			
Dependencia de logística						
	Extranjero	2	Repuestos se tienen que importar.	2		
	Loc/ext.	1	Algunos repuestos se compran localmente.			
	Local	0	Repuestos se consiguen localmente.			
Dependencia de la mano de obra						
	Terceros	2	El mantenimiento requiere encontrar terceros.	2		
	Propia	0	El mantenimiento se realiza con personal propio.			
Facilidad de reparación (mantenibilidad)						
	Baja	1	Mantenimiento difícil	1		
	Alta	0	Mantenimiento fácil			
Grado de influencia del equipo en la seguridad del alimento						
	ALTO	SÍ	Si el grado de influencia es ALTO. Y considere necesariamente al equipo como criticidad «A»			
	BAJO	NO	Si el grado de influencia es BAJO. Y considere la criticidad, según resultado de ítems anteriores.			
Escala de referencia:	A/Crítica	B/Importante	C/Regular	D/Opcional	Total	16
	16 a 20	11 a 15	06 a 10	00 a 05	Grado crítico	A

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29
Diagnóstico de criticidad de la cerradora 15 oz

DATOS TÉCNICOS:					CYNARA	
Nombre del equipo		CERRADORA 1, 15 OZ				
Función que realiza		CERRADO DE ENVASES DE HOJALATA				
Ubicación		CERRADO				
Capacidad / Velocidad		150 ud./min				
PRIORIDADES PARA EVALUACION						
Variables	Concepto	Ponderación	Observaciones	Evaluación		
Efecto sobre el servicio que proporciona						
Considerar la importancia del equipo en la línea productiva	Primordial	4		4		
	Secundario	2				
	Otros	0				
Valor sobre el servicio – económico						
Considerar el costo de adquisición, operación y mantenimiento	Alto	3	Más de US\$20000			
	Medio	2		2		
	Bajo	1	Menos de US\$1000			
La falla afecta						
a) Al equipo	Sí	1	Deteriora a otros componentes.			
	No	0		0		
b) Al servicio	Sí	1	Origina problemas a otros equipos.	1		
	No	0				
c) Al operador	Sí	1	Posibilidad de accidente al operador.			
	No	0		0		
d) A la seguridad en general	Sí	1	Posibilidad de accidente a otras personas o equipos cercanos.			
	No	0		0		
Probabilidad de falla (Confiabilidad)						
	Alta	2	Se puede asegurar que el equipo va a trabajar correctamente cuando se le necesita.			
	Baja	0		0		
Flexibilidad del equipo en el sistema						
	Único	2	No existe otro igual o similar.			
	By pass	1	El sistema puede seguir funcionando.	1		
	Stand by	0	Existe otro igual o similar.			
Dependencia de logística						
	Extranjero	2	Repuestos se tienen que importar.			
	Loc/ext.	1	Algunos repuestos se compran localmente.	1		
	Local	0	Repuestos se consiguen localmente.			
Dependencia de la mano de obra						
	Terceros	2	El mantenimiento requiere encontrar terceros.			
	Propia	0	El mantenimiento se realiza con personal propio.	0		
Facilidad de reparación (mantenibilidad)						
	Baja	1	Mantenimiento difícil	1		
	Alta	0	Mantenimiento fácil			
Grado de influencia del Equipo en la Seguridad del Alimento						
	ALTO	SÍ	Si el grado de influencia es ALTO. Y considere necesariamente al equipo como criticidad «A».	Si		
	BAJO	NO	Si el grado de influencia es BAJO. Y considere la criticidad, según resultado de ítems anteriores			
Escala de referencia:	A/Crítica	B/Importante	C/Regular	D/Opcional	Total	10
	16 a 20	11 a 15	06 a 10	00 a 05	Grado crítico	A

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30
Diagnóstico de criticidad de la caldera

DATOS TÉCNICOS:						CYNARA
Nombre del equipo		CALDERA DE 400HP (INTESA)				
Función que realiza		GENERA VAPOR				
Ubicación		SALA DE MÁQUINAS				
Capacidad / Velocidad		6259 Kg /h				
PRIORIDADES PARA EVALUACIÓN						
Variables	Concepto	Ponderación	Observaciones	Evaluación		
Efecto sobre el servicio que proporciona						
Considerar la importancia del equipo en la línea productiva	Primordial	4		4		
	Secundario	2				
	Otros	0				
Valor sobre el servicio – económico						
Considerar el costo de adquisición, operación y mantenimiento	Alto	3	Más de US20000			
	Medio	2		2		
	Bajo	1	Menos de US1000			
La falla afecta						
a) Al equipo	Si	1	Deteriora a otros componentes.	1		
	No	0				
b) Al servicio	Si	1	Origina problemas a otros equipos.	1		
	No	0				
c) Al operador	Si	1	Posibilidad de accidente al operador	1		
	No	0				
d) A la seguridad en general	Si	1	Posibilidad de accidente a otras personas o equipos cercanos	1		
	No	0				
Probabilidad de falla (Confiabilidad)						
	Alta	2	Se puede asegurar que el equipo va a trabajar correctamente cuando se le necesita.			
	Baja	0		0		
Flexibilidad del equipo en el sistema						
	Único	2	No existe otro igual o similar.	2		
	By pass	1	El sistema puede seguir funcionando.			
	Stand by	0	Existe otro igual o similar.			
Dependencia de logística						
	Extranjero	2	Repuestos se tienen que importar.			
	Loc/ext.	1	Algunos repuestos se compran localmente.	1		
	Local	0	Repuestos se consiguen localmente.			
Dependencia de la mano de obra						
	Terceros	2	El mantenimiento requiere encontrar terceros.	2		
	Propia	0	El mantenimiento se realiza con personal propio.			
Facilidad de reparación (mantenibilidad)						
	Baja	1	Mantenimiento difícil	1		
	Alta	0	Mantenimiento fácil			
Grado de influencia del equipo en la seguridad del alimento						
	ALTO	SI	Si el grado de influencia es ALTO. Y considere necesariamente al equipo como criticidad «A».	SI		
	BAJO	NO	Si el grado de influencia es BAJO. Y considere la criticidad, según resultado de ítems anteriores.			
Escala de referencia:	A/Crítica 16 a 20	B/Importante 11 a 15	C/Regular 06 a 10	D/Opcional 00 a 05	Total	16
				Grado crítico	A	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31
Diagnóstico de criticidad de la cerradora de frascos

DATOS TÉCNICOS:						
Nombre del equipo		CERRADORA DE FRASCOS (EMERITO)				
Función que realiza		CERRADO DE ENVASES DE VIDRIO				
Ubicación		CERRADO				
Capacidad / Velocidad		23 ud. /min				
PRIORIDADES PARA EVALUACION						
Variables	Concepto	Ponderación	Observaciones	Evaluación		
Efecto sobre el servicio que proporciona						
Considerar la importancia del equipo en la línea productiva.	Primordial	4		4		
	Secundario	2				
	Otros	0				
Valor sobre el servicio - económico						
Considerar el costo de adquisición, operación y mantenimiento	Alto	3	Más de US\$20000			
	Medio	2		2		
	Bajo	1	Menos de US\$1000			
La falla afecta						
a) Al equipo	Sí	1	Deteriora a otros componentes.			
	No	0		0		
b) Al servicio	Sí	1	Origina problemas a otros equipos.	1		
	No	0				
c) Al operador	Sí	1	Posibilidad de accidente al operador			
	No	0		0		
d) A la seguridad en general	Sí	1	Posibilidad de accidente a otras personas o equipos cercanos			
	No	0		0		
Probabilidad de falla (Confiabilidad)						
	Alta	2	Se puede asegurar que el equipo va a trabajar correctamente cuando se le necesita.			
	Baja	0		0		
Flexibilidad del equipo en el sistema						
	Único	2	No existe otro igual o similar.			
	By pass	1	El sistema puede seguir funcionando.	1		
	Stand by	0	Existe otro igual o similar.			
Dependencia de logística						
	Extranjero	2	Repuestos se tienen que importar.			
	Loc/ext.	1	Algunos repuestos se compran localmente.	1		
	Local	0	Repuestos se consiguen localmente.			
Dependencia de la mano de obra						
	Terceros	2	El mantenimiento requiere encontrar terceros.			
	Propia	0	El mantenimiento se realiza con personal propio.	0		
Facilidad de reparación (mantenibilidad)						
	Baja	1	Mantenimiento difícil	1		
	Alta	0	Mantenimiento fácil			
Grado de influencia del equipo en la seguridad del alimento						
	ALTO	SÍ	Si el grado de influencia es ALTO. Y considere necesariamente al equipo como criticidad «A».	SI		
	BAJO	NO	Si el grado de influencia es BAJO. Y considere la criticidad, según resultado de ítems anteriores.			
Escala de referencia:	A/Crítica	B/Importante	C/Regular	D/Opcional	Total	10
	16 a 20	11 a 15	06 a 10	00 a 05	Grado crítico	A

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 32
Diagnóstico de criticidad del grupo electrógeno

DATOS TÉCNICOS:						
Nombre del equipo	GRUPO ELECTROGENO					
Función que realiza	GENERA ELECTRICIDAD					
Ubicación	SALA DE MÁQUINAS					
Capacidad / Velocidad	443 A					
PRIORIDADES PARA EVALUACION						
Variables	Concepto	Ponderación	Observaciones	Evaluación		
Efecto sobre el servicio que proporciona						
Considerar la importancia del equipo en la línea productiva	Primordial	4		4		
	Secundario	2				
	Otros	0				
Valor sobre el servicio - económico:						
Considerar el costo de adquisición, operación y mantenimiento	Alto	3	Más de US\$20000			
	Medio	2		2		
	Bajo	1	Menos de US\$1000			
La falla afecta						
a) Al equipo	Sí	1	Deteriora a otros componentes.	1		
	No	0				
b) Al servicio	Sí	1	Origina problemas a otros equipos.	1		
	No	0				
c) Al operador	Sí	1	Posibilidad de accidente al operador	1		
	No	0				
d) A la seguridad en general	Sí	1	Posibilidad de accidente a otras personas o equipos cercanos	1		
	No	0				
Probabilidad de falla (Confiabilidad)						
	Alta	2	Se puede asegurar que el equipo va a trabajar correctamente cuando se le necesita.	0		
	Baja	0				
Flexibilidad del equipo en el sistema						
	Único	2	No existe otro igual o similar.	2		
	By pass	1	El sistema puede seguir funcionando.			
	Stand by	0	Existe otro igual o similar.			
Dependencia de logística						
	Extranjero	2	Repuestos se tienen que importar.	1		
	Loc/ext.	1	Algunos repuestos se compran localmente.			
	Local	0	Repuestos se consiguen localmente.			
Dependencia de la mano de obra						
	Terceros	2	El mantenimiento requiere encontrar terceros.	2		
	Propia	0	El mantenimiento se realiza con personal propio.			
Facilidad de reparación (mantenibilidad)						
	Baja	1	Mantenimiento difícil	1		
	Alta	0	Mantenimiento fácil			
Grado de Influencia del Equipo en la Seguridad del Alimento						
	ALTO	SÍ	Si el grado de influencia es ALTO. Y considere necesariamente al equipo como criticidad «A»			
	BAJO	NO	Si el grado de influencia es BAJO. Y considere la criticidad, según resultado de ítems anteriores.			
Escala de referencia:	A/Crítica	B/Importante	C/Regular	D/Opcional	Total	16
	16 a 20	11 a 15	06 a 10	00 a 05	Grado crítico	A

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 33
Diagnóstico de criticidad del transformador de 150 KVA

DATOS TÉCNICOS:					CYNARA	
Nombre del equipo		TRANSFORMADOR DE 150 KVA				
Función que realiza		TRANSFORMACION DE CORRIENTE				
Ubicación		PATIO DE MANIOBRA				
Capacidad / Velocidad		401 A				
PRIORIDADES PARA EVALUACION						
Variables	Concepto	Ponderación	Observaciones	Evaluación		
Efecto sobre el servicio que proporciona						
Considerar la importancia del equipo en la línea productiva	Primordial	4		4		
	Secundario	2				
	Otros	0				
Valor sobre el servicio – económico						
Considerar el costo de adquisición, operación y mantenimiento	Alto	3	Más de US\$20000			
	Medio	2		2		
	Bajo	1	Menos de US\$1000			
La falla afecta						
a) Al equipo	Si	1	Deteriora a otros componentes.	1		
	No	0				
b) Al servicio	Si	1	Origina problemas a otros equipos.	1		
	No	0				
c) Al operador	Si	1	Posibilidad de accidente al operador	1		
	No	0				
d) A la seguridad en general	Si	1	Posibilidad de accidente a otras personas o equipos cercanos	1		
	No	0				
Probabilidad de falla (Confiability)						
	Alta	2	Se puede asegurar que el equipo va a trabajar correctamente cuando se le necesita.			
	Baja	0		0		
Flexibilidad del equipo en el sistema						
	Único	2	No existe otro igual o similar.	2		
	By pass	1	El sistema puede seguir funcionando.			
	Stand by	0	Existe otro igual o similar.			
Dependencia de logística						
	Extranjero	2	Repuestos se tienen que importar.			
	Loc/ext.	1	Algunos repuestos se compran localmente.	1		
	Local	0	Repuestos se consiguen localmente.			
Dependencia de la mano de obra						
	Terceros	2	El mantenimiento requiere encontrar terceros.	2		
	Propia	0	El mantenimiento se realiza con personal propio.			
Facilidad de reparación (mantenibilidad)						
	Baja	1	Mantenimiento difícil	1		
	Alta	0	Mantenimiento fácil			
Grado de influencia del equipo en la seguridad del alimento						
	ALTO	SÍ	Si el grado de influencia es ALTO. Y considere necesariamente al equipo como criticidad «A».			
	BAJO	NO	Si el grado de influencia es BAJO. Y considere la criticidad, según resultado de ítems anteriores.			
Escala de referencia:	A/Crítica	B/Importante	C/Regular	D/Opcional	Total	16
	16 a 20	11 a 15	06 a 10	00 a 05	Grado Critico	A

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 34
Diagnóstico de criticidad del polipasto

DATOS TÉCNICOS:					CYNARA		
Nombre del equipo	POLIPASTO 1						
Función que realiza	IZAJE						
Ubicación	PASTEURIZADO						
Capacidad / Velocidad	2 tn						
PRIORIDADES PARA EVALUACIÓN							
Variables	Concepto	Ponderación	Observaciones	Evaluación			
Efecto sobre el servicio que proporciona							
Considerar la importancia del equipo en la línea productiva	Primordial	4				4	
	Secundario	2					
	Otros	0					
Valor sobre el servicio – económico							
Considerar el costo de adquisición, operación y mantenimiento	Alto	3	Más de US\$20000				
	Medio	2				2	
	Bajo	1	Menos de US\$1000				
La falla afecta							
a) Al equipo	Sí	1	Deteriora a otros componentes.			1	
	No	0					
b) Al servicio	Sí	1	Origina problemas a otros equipos.			1	
	No	0					
c) Al operador	Sí	1	Posibilidad de accidente al operador			1	
	No	0					
d) A la seguridad en general	Sí	1	Posibilidad de accidente a otras personas o equipos cercanos			1	
	No	0					
Probabilidad de falla (Confiabilidad)							
	Alta	2	Se puede asegurar que el equipo va a trabajar correctamente cuando se le necesita.				
	Baja	0				0	
Flexibilidad del equipo en el sistema							
	Único	2	No existe otro igual o similar.			2	
	By pass	1	El sistema puede seguir funcionando.				
	Stand by	0	Existe otro igual o similar.				
Dependencia de logística							
	Estranjero	2	Repuestos se tienen que importar.				
	Loc/ext.	1	Algunos repuestos se compran localmente.			1	
	Local	0	Repuestos se consiguen localmente.				
Dependencia de la mano de obra							
	Terceros	2	El mantenimiento requiere encontrar terceros.			2	
	Propia	0	El mantenimiento se realiza con personal propio.				
Facilidad de reparación(mantenibilidad)							
	Baja	1	Mantenimiento difícil			1	
	Alta	0	Mantenimiento fácil				
Grado de Influencia del Equipo en la Seguridad del Alimento							
	ALTO	SÍ	Si el grado de influencia es ALTO. Y considere necesariamente al equipo como criticidad «A».				
	BAJO	NO	Si el grado de influencia es BAJO. Y considere la criticidad, según resultado de ítems anteriores.				
Escala de referencia:	A/Critica 16 a 20	B/Importante 11 a 15	C/Regular 06 a 10	D/Opcional 00 a 05	Total Grado crítico	16 A	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 35

Diagnóstico de criticidad del autoclave horizontal

DATOS TÉCNICOS:					CYNARA	
Nombre del equipo		AUT OCLAVE HORIZONTAL				
Función que realiza		PASTEURIZACIÓN				
Ubicación		PASTEURIZADO				
Capacidad / Velocidad		4 jaulas				
PRIORIDADES PARA EVALUACIÓN						
Variables	Concepto	Ponderación	Observaciones	Evaluación		
Efecto sobre el servicio que proporciona						
Considerar la importancia del equipo en la línea productiva	Primordial	4		4		
	Secundario	2				
	Otros	0				
Valor sobre el servicio - económico						
Considerar el costo de adquisición, operación y mantenimiento	Alto	3	Más de US\$20000			
	Medio	2		2		
	Bajo	1	Menos de US\$1000			
La falla afecta						
a) Al equipo	Sí	1	Deteriora a otros componentes.	1		
	No	0				
b) Al servicio	Sí	1	Origina problemas a otros equipos.	1		
	No	0				
c) Al operador	Sí	1	Posibilidad de accidente al operador	1		
	No	0				
d) A la seguridad en general	Sí	1	Posibilidad de accidente a otras personas o equipos cercanos	1		
	No	0				
Probabilidad de falla (Confiabilidad)						
	Alta	2	Se puede asegurar que el equipo va a trabajar correctamente cuando se le necesita.			
	Baja	0		0		
Flexibilidad del equipo en el sistema						
	Único	2	No existe otro igual o similar.	2		
	By pass	1	El sistema puede seguir funcionando.			
	Stand by	0	Existe otro igual o similar.			
Dependencia de logística						
	Extranjero	2	Repuestos se tienen que importar.			
	Loc/ext.	1	Algunos repuestos se compran localmente.	1		
	Local	0	Repuestos se consiguen localmente.			
Dependencia de la mano de obra						
	Terceros	2	El mantenimiento requiere encontrar terceros.	2		
	Propia	0	El mantenimiento se realiza con personal propio.			
Facilidad de reparación (mantenibilidad)						
	Baja	1	Mantenimiento difícil	1		
	Alta	0	Mantenimiento fácil			
Grado de influencia del equipo en la seguridad del alimento						
	ALTO	SÍ	Si el grado de influencia es ALTO. Y considere necesariamente al equipo como criticidad «A».	SÍ		
	BAJO	NO	Si el grado de influencia es BAJO. Y considere la criticidad, según resultado de ítems anteriores.			
Escala de referencia:	A/Critica	B/Importante	C/Regular	D/Opcional	Total	16
	16 a 20	11 a 15	06 a 10	00 a 05	Grado crítico	A

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 36
Diagnóstico de criticidad del rayos X

DATOS TÉCNICOS:						CYNARA
Nombre del equipo		RAYOS X				
Función que realiza		INSPECCION				
Ubicación		ETIQUETADO				
Capacidad /Velocidad		120 ud./min				
PRIORIDADES PARA EVALUACION						
Variables	Concepto	Ponderación	Observaciones	Evaluación		
Efecto sobre el servicio que proporciona						
Considerar la importancia del equipo en la línea productiva	Primordial	4				4
	Secundario	2				
	Otros	0				
Valor sobre el servicio – económico						
Considerar el costo de adquisición, operación y mantenimiento	Alto	3	Más de US20000			
	Medio	2				2
	Bajo	1	Menos de US1000			
La falla afecta						
a) Al equipo	Si	1	Deteriora a otros componentes.			1
	No	0				
b) Al servicio	Si	1	Origina problemas a otros equipos.			1
	No	0				
c) Al operador	Si	1	Posibilidad de accidente al operador.			1
	No	0				
d) A la seguridad en general	Si	1	Posibilidad de accidente a otras personas o equipos cercanos.			1
	No	0				
Probabilidad de falla (Confiabilidad)						
	Alta	2	Se puede asegurar que el equipo va a trabajar correctamente cuando se le necesita.			
	Baja	0				0
Flexibilidad del equipo en el sistema						
	Único	2	No existe otro igual o similar.			2
	By pass	1	El sistema puede seguir funcionando.			
	Stand by	0	Existe otro igual o similar.			
Dependencia de logística						
	Extranjero	2	Repuestos se tienen que importar.			
	Loc/ext.	1	Algunos repuestos se compran localmente.			1
	Local	0	Repuestos se consiguen localmente.			
Dependencia de la mano de obra						
	Terceros	2	El mantenimiento requiere encontrar terceros.			2
	Propia	0	El mantenimiento se realiza con personal propio.			
Facilidad de reparación (mantenibilidad)						
	Baja	1	Mantenimiento difícil			1
	Alta	0	Mantenimiento fácil			
Grado de influencia del equipo en la seguridad del alimento						
	ALTO	SÍ	Si el grado de influencia es ALTO. Y considere necesariamente al equipo como criticidad «A».			SI
	BAJO	NO	Si el grado de influencia es BAJO. Y considere la criticidad, según resultado de ítems anteriores.			
Escala de referencia:	A/Crítica 16 a 20	B/Importante 11 a 15	C/Regular 06 a 10	D/Opcional 00 a 05	Total Grado critico	16 A

Fuente: Elaboración propia.

4.4.Indicadores del mantenimiento antes de la implementación

Para esta investigación, se consideró como unidad de análisis a las 16 máquinas críticas vinculadas con el proceso productivo para la recopilación de datos antes de llevar a cabo la propuesta (Pre Test), la cual abarco un tiempo de seis meses desde julio hasta diciembre del 2020, con un jornal de ocho horas.

Tabla 37
Registros de fallas – pre test

MÁQUINA	AÑO 2020																		TOTAL # FALLAS	TOTAL T. MUERTO MINUTOS	TOTAL T.DISPONI
	JULIO			AGOSTO			SEPTIEMBRE			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE					
	# FALLAS	HORAS	T.DISPONIBLE	# FALLAS	HORAS	T.DISPONIBLE	# FALLAS	HORAS	T.DISPONIBLE	# FALLAS	HORAS	T.DISPONIBLE	# FALLAS	HORAS	T.DISPONIBLE	# FALLAS	HORAS	T.DISPONIBLE			
Calibrador	4	3	16.00	9	6.5	114.40	32	50.5	249.31	43	56.5	323.61	33	53	345.16	18	26.5	168.32	139	11760.00	73008.00
Compresor de tornillo	2	6	21.33	10	12	152.54	15	7.5	332.41	20	18	431.48	12	18	460.22	10	20	224.43	69	4890.00	97344.00
Ablandador de agua	1	5	18.66	2	24	133.47	3	3	290.86	2	10	377.55	4	25	402.69	3	18	196.38	15	5100.00	85176.00
Bomba Pozo agua	1	24	25.33	2	8	181.14	2	48	394.73	1	24	512.38	1	5	546.51	2	24	266.51	9	7980.00	115596.00
Escaldador	2	8	21.33	3	15	152.54	6	48	332.41	8	64	431.48	15	90	460.22	3	24	224.43	37	14940.00	97344.00
Dosificador de liquido de gobierno	2	6	10.66	2	4	76.27	3	6	166.20	4	8	215.74	4	8	230.11	3	6	112.22	18	2280.00	48672.00
Marmitas liquido de gobierno	2	8	13.33	3	12	95.34	4	24	207.76	6	36	269.68	5	35	287.64	4	12	140.27	24	7620.00	60840.00
Bomba de liquido de gobierno	1	3	10.66	2	6	76.27	3	9	166.20	1	6	215.74	2	10	230.11	1	8	112.22	10	2520.00	48672.00
Cerradora 15 oz	4	3	16.00	6	3	114.40	8	8	249.31	10	8	323.61	12	10	345.16	5	5	168.32	45	2220.00	73008.00
Caldera	2	8	21.33	3	12	152.54	4	16	332.41	6	28	431.48	5	30	460.22	3	18	224.43	23	6720.00	97344.00
Cerradora frascos	1	4	17.33	2	8	123.94	2	8	270.08	3	12	350.58	3	15	373.93	3	6	182.35	14	3180.00	79092.00
Grupo electrogeno	1	0.5	5.33	1	1	38.13	2	2	83.10	1	2	107.87	2	5	115.05	1	0.5	56.11	8	660.00	24336.00
Transformador de 150 KVA	1	2	26.66	2	18	190.67	2	48	415.51	2	48	539.35	2	48	575.27	1	5	280.54	10	10140.00	121680.00
Polipasto	1	1	17.33	6	20	123.94	4	8	270.08	9	50	350.58	4	8	373.93	1	3	182.35	25	5400.00	79092.00
Autoclave horizontal	1	1	16.00	6	18	114.40	3	6	249.31	8	48	323.61	5	6	345.16	2	3	168.32	25	4920.00	73008.00
Rayos X	1	8	16.00	2	16	114.40	8	24	249.31	10	30	323.61	10	30	345.16	8	5	168.32	39	6780.00	73008.00

Fuente: Elaboración propia.

Posterior a este análisis, se procedió con la determinación de los indicadores indispensable para la gestión del mantenimiento, así como la disponibilidad, MTBF y MTTR, durante el periodo julio – diciembre del 2020.

Tabla 38

Disponibilidad promedio de las 16 máquinas – Pre test

Máquinas	Disponibilidad
Calibrador	83.89 %
Compresor de tornillo	94.98 %
Ablandador de agua	94.01 %
Bomba Pozo agua	93.10 %
Escaldador	84.65 %
Dosificador de líquido de gobierno	95.32 %
Marmitas liquido de gobierno	87.48 %
Bomba de líquido de gobierno	94.82 %
Cerradora 15 oz	96.96 %
Caldera	93.10 %
Cerradora frascos	95.98 %
Grupo electrógeno	97.29 %
Transformador de 150 KVA	91.67 %
Polipasto	93.17 %
Autoclave horizontal	93.26 %
Rayos X	90.71 %

Fuente: Elaboración propia.

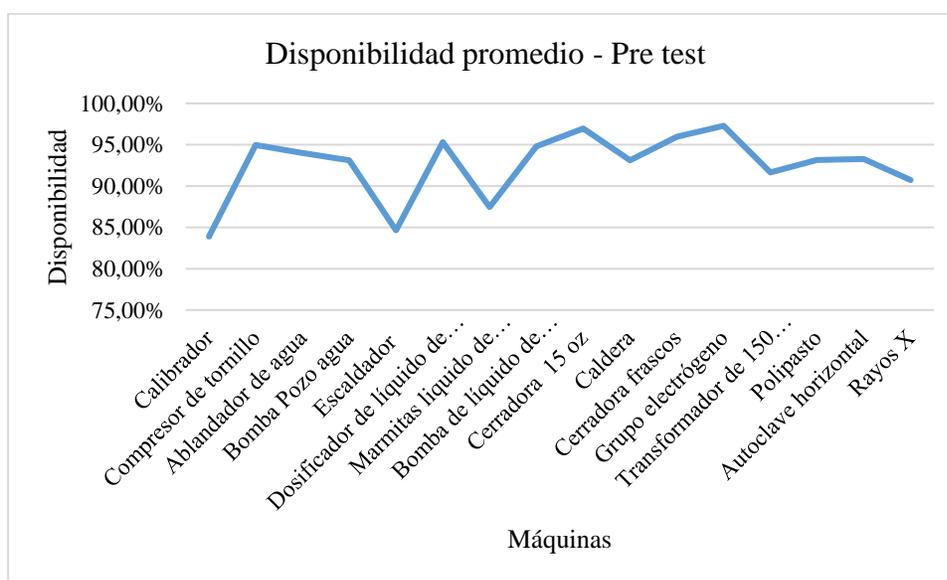


Figura 15. Disponibilidad promedio de las 16 máquinas – pre test

Fuente: Elaboración propia.

La disponibilidad promedio se encuentra entre un rango de 83.89 % a 97.29 %, de acuerdo a la gráfica, se visualiza que se puede inferir que los equipos críticos de la empresa no se encuentran operativos al 100 % y que su vida útil se va reduciendo, ello debido a una serie de paradas innecesarias de las máquinas, generando pérdidas en la producción y que se incrementen el coste de mantenimiento para la compañía Cynara Perú S. A. C.

Tabla 39

MTBF promedio de las 16 máquinas – pre test

Máquinas	MTBF
Calibrador	440.63
Compresor de tornillo	1339.91
Ablandador de agua	5338.40
Bomba Pozo agua	11957.33
Escaldador	2227.14
Dosificador de líquido de gobierno	2577.33
Marmitas liquido de gobierno	2217.50
Bomba de líquido de gobierno	4615.20
Cerradora 15 oz	1573.07
Caldera	3940.17
Cerradora frascos	5422.29
Grupo electrógeno	2959.50
Transformador de 150 KVA	11154.00
Polipasto	2947.68
Autoclave horizontal	2723.52
Rayos X	1698.15

Fuente: Elaboración propia.

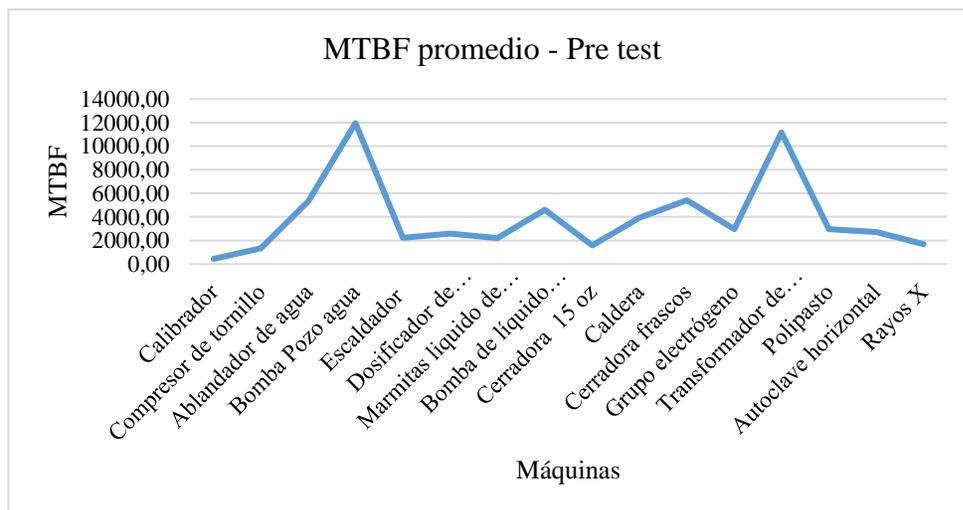


Figura 16. MTBF promedio de las 16 máquinas – pre test

Fuente: Elaboración propia.

Podemos visualizar que el MTBF o Tiempo Medio entre errores promedio esta entre un rango de 440.63 a 11957.33 minutos de acuerdo a la gráfica, por lo que se puede inferir que el tiempo que transcurre entre dos averías en una misma máquina es muy corto, por lo que no hace fiable su funcionamiento, afectando la disponibilidad como la confiabilidad.

Tabla 40

MTTR promedio de las 16 máquinas – pre test

Máquinas	MTTR
Calibrador	84.60
Compresor de tornillo	70.87
Ablandador de agua	340.00
Bomba Pozo agua	886.67
Escaldador	403.78
Dosificador de líquido de gobierno	126.67
Marmitas liquido de gobierno	317.50
Bomba de líquido de gobierno	252.00
Cerradora 15 oz	49.33
Caldera	292.17
Cerradora frascos	227.14
Grupo electrógeno	82.50
Transformador de 150 KVA	1014.00
Polipasto	216.00
Autoclave horizontal	196.80
Rayos X	173.85

Fuente: Elaboración propia.

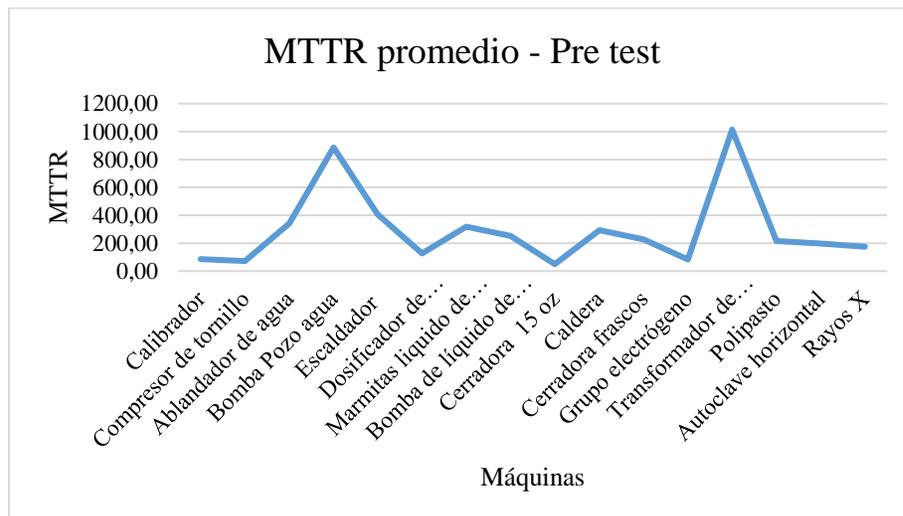


Figura 17. MTTR promedio de las 16 máquinas – pre test

Fuente: Elaboración propia.

Se visualiza que el MTTR o Tiempo Medio Para Reparar promedio, esta entre un rango de 49.33 a 1014.00 minutos según la gráfica, por lo que se puede inferir que no es muy eficiente el sostenimiento que se da a los equipos críticos de la entidad. Esto trae como resultado que los costos de reparación aumenten para la empresa y que haya lapsos muertos en la línea de producción, debido a que estas máquinas no se encuentran aptas para su utilización.

4.5. Plan de mantenimiento preventivo

Tabla 41

Actividades de mantenimiento preventivo (M.P) para el calibrador

	FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
	MAQUINA:	CALIBRADOR:		FECHA PROGRAMADA:
	FRECUENCIA:	ANUAL	FUNCION:	CALIBRADO DE ALCACHOFA
ITEM	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		V° B°	NOTAS / OBSERVACIONES
1	PRECAUCION: DESCONECTAR ENERGIA ELECTRICA			
2	Inspeccionar correas de rodillos			
3	Inspeccionar poleas de rodillos			
4	Inspeccionar rodillos			
5	Inspeccionar piñones y cadenas de transmisión de fajas colectoras			
6	Inspeccionar rodillos de fajas colectoras			
7	Inspeccionar chumaceras y cambiar según estado			
8	Inspeccionar motor-reductores de rodillos y de fajas colectoras			
9	Inspeccionar rodamientos			
10	Engrase y aceitado			
11	Revisar el estado de las fajas colectoras			
12	Templar y alinear fajas colectoras y cadenas			
13	Engrasar chumaceras, cadenas, piñones, etc.			
14	Comunicar a personal encargado de saneamiento para la limpieza y desinfección necesaria			
15	Nombre y apellido de personal de saneamiento			
16	Otros			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 42*Actividades de M.P para el compresor de tornillo*

	FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
	MAQUINA:	COMPRESOR DE TORNILLO		FECHA PROGRAMADA:
	FRECUENCIA:	TRIMESTRAL	FUNCIÓN:	ABASTECIMIENTO DE AIRE
ITEM	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		V° B°	NOTAS / OBSERVACIONES
1	DESCONECTAR ENERGIA ELECTRICA			
2	Revisar estado de motor: medición de amperaje, aislamiento			
3	Revisar el compresor, nivel de aceite, filtro de aire			
4	Recalibrar el presostato de presión de aire (conexión y desconexión)			
5	Realizar purga de aire en tanque de almacenamiento			
6	Revisar si hay presencia de fugas			
7	Revisar válvula de alta y baja			
8	Revisar válvula diferencial de presión			
9	Revisar ventilador de enfriamiento de motor			
10	Realizar limpieza del equipo			
11	Otros			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 43*Actividades de M.P para el ablandador de agua*

CYNARA	FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
	MAQUINA:	ABLANDADOR DE AGUA		FECHA PROGRAMADA:
	FRECUENCIA:	ANUAL	FUNCION:	FILTRO AGUA
ITEM	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		V° B°	NOTAS / OBSERVACIONES
1	Revisar válvulas de control			
2	Revisar medidores de presión			
3	Cambiar juntas de goma			
4	Revisar filtro de malla, cambiar malla y reparar si es necesario			
5	Revisar nivel de resina y recargar si es necesario			
6	Revisar nivel de grava y estado			
7	Revisar juntas del depósito y cambiar si es necesario			
8	Verificar instalación de agua			
9	Otros			
10				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 44*Actividades de M.P para la bomba de pozo agua*

CYNARA	FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
	MÁQUINA:	BOMBA DE POZO AGUA			FECHA PROGRAMADA:	SEMANA
	FRECUENCIA:	SEMESTRAL	FUNCIÓN:	SUCCION DE AGUA	FECHA REALIZADA:	
ITEM	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			V° B°	NOTAS / OBSERVACIONES	
1	PRECAUCION: DESCONECTAR ENERGIA ELÉCTRICA					
2	Medir el amperaje, aislamiento del bobinado, estado de bobinado					
3	Revisar <u>lo</u> impulsores					
4	Revisar los rodamientos					
5	Revisar uniones roscadas					
6	Que no haya fuga de agua en la tubería					
7	Comunicar a personal encargado de saneamiento para la limpieza y desinfección necesaria					
8	Nombre y apellido de personal de saneamiento					
9	Otros					
10						

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 45*Actividades de M.P para el escalador*

CYNARA	FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
	MAQUINA:	ESCALDADOR		FECHA PROGRAMADA:
	FRECUENCIA:	ANUAL	FUNCION:	ESCALDADO DE ALCACHOFA
ITEM	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		V° B°	NOTAS / OBSERVACIONES
1	PRECAUCIÓN: DESCONECTAR ENERGIA ELECTRICA			
2	Inspeccionar sistema de vapor			
3	Inspeccionar válvula neumática			
4	Inspeccionar sistema de agua			
5	Inspeccionar cadenas de transmisión y piñones			
6	Inspeccionar moto-reductor			
7	Inspeccionar y comprobar buen funcionamiento			
8	Inspeccionar rodamientos			
9	Inspeccionar chumaceras y cambiar según estado			
10	Inspeccionar estado de la cadena de arrastre, así como estado de armellas			
11	Engrasar chumaceras, cadenas, piñones etc.			
12	Comunicar a personal encargado de saneamiento para la limpieza y desinfección necesaria			
13	Nombre y apellido de personal de saneamiento			
14	Otros			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 46*Actividades de M.P para el dosificador de líquido de gobierno*

CYNARA	FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
	MAQUINA:	DOSIFICADOR DE LIQUIDO DE GOBIERNO		FECHA PROGRAMADA:
	FRECUENCIA:	TRIMESTRAL	FUNCION:	DOSIFICACION
ITEM	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		V° B°	NOTAS / OBSERVACIONES
1	Precaución: Desconectar la energía eléctrica			
2	Revisión de estado de pistones y electroválvulas			
3	Revisión de estado resistencia eléctrica			
4	Revisión funcionamiento de la cadena de alimentación de latas			
5	Revisión de la cañería de aceite			
6	Revisión de tablero eléctrico: estado de contactores y demás componentes			
7	Comunicar a personal encargado de saneamiento para la limpieza y desinfección necesaria			
8	Nombre y apellido de personal de saneamiento			
9	Otros			
10				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 47*Actividades de M.P para la marmita de líquido de gobierno*

	FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
	MAQUINA:	MARMITA DE LÍQUIDO DE GOBIERNO		FECHA PROGRAMADA:	
	FRECUENCIA:	TRIMESTRAL	FUNCIÓN:	LÍQUIDO DE GOBIERNO	FECHA REALIZADA:
ITEM	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			V° B°	NOTAS / OBSERVACIONES
1	PRECAUCION: DESCONECTAR ENERGIA ELECTRICA				
2	Revisar motor y caja reductora de velocidad del agitador				
3	Revisar y comprobar buen funcionamiento de motor				
4	Revisar rodamientos, retenes, engrase y aceitado				
5	Válvulas de apertura y cierra				
6	Válvula termodinámica				
7	Revisar estructura del tanque y de soporte y del tanque propiamente dicha				
8	Revisar instalación de vapor				
9	Revisar instalación de agua				
10	Comunicar a personal encargado de saneamiento para la limpieza y desinfección necesaria				
11	Nombre y apellido de personal de saneamiento				
12	Otros				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 48*Actividades de M.P para la bomba líquido de gobierno*

FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
CYNARA				
	MÁQUINA:	BOMBA LÍQUIDO DE GOBIERNO		FECHA PROGRAMADA:
	FRECUENCIA:	TRIMESTRAL	FUNCIÓN:	BOMBLEAR LÍQUIDO DE GOBIERNO
ITEM	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		V° B°	NOTAS / OBSERVACIONES
1	PRECAUCIÓN: DESCONECTAR ENERGÍA ELÉCTRICA			
2	Inspeccionar y comprobar aislamiento y estado de bobinado			
3	Inspeccionar rodamientos, retenes			
4	Válvulas de apertura y cierra			
5	Revisar instalación de agua			
6	Revisar tubería de líquido de gobierno hasta final de red			
7	Otros			
8				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 49

Actividades de M.P para la cerradora 15 oz

CYNARA	FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
	MAQUINA:	CERRADORA		FECHA PROGRAMADA:
	FRECUENCIA:	ANUAL	FUNCIÓN:	CERRADO DE LATAS
ITEM	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			FECHA REALIZADA:
				NOTAS / OBSERVACIONES
1	Precaución: Desconectar la energía eléctrica			
2	Revisión de estado de Rolas, mandril, pines de rodillos, plato base			
3	Revisión de estado engranajes			
4	Revisión funcionamiento de la cadena de alimentación de latas			
5	Revisión del sistema de alimentación de tapas			
6	Revisar y Comprobar buen funcionamiento de motor			
7	Revisión de tablero eléctrico: estado de contactores, variador de velocidad			
8	Se realizará las pruebas de cerrado con latas para ver su estado final, así como pruebas de traslape, gancho			
9	Revisión de muelles			
10	Revisión de brazos de cierre			
11	Comunicar a personal encargado de saneamiento para la limpieza y desinfección necesaria			
12	Nombre y apellido de personal de saneamiento			
13	Otros			
14				
15				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 50*Actividades de M.P para la caldera*

FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
CYNARA	MÁQUINA:	CALDERA			FECHA PROGRAMADA:
	FRECUENCIA:	ANUAL	FUNCIÓN:	PRODUCCIN DE VAPOR	FECHA REALIZADA:
ÍTEM	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			V° B°	NOTAS / OBSERVACIONES
1	Verificar operatividad de válvulas evaluando la presencia de fugas, empaquetaduras, cierres o periferia				
2	Comprobar correcto funcionamiento de niveles de seguridad y trabajo				
3	Comprobar señalización acústica-visual de niveles				
4	Verificar correcto funcionamiento de presostatos: cambio de llama-modulación, parada normal y presión excesiva				
5	Verificar correcto funcionamiento de válvulas de seguridad y capacidad de evacuación				
6	Verificar calidad y geometría de llama				
7	Verificar correcta compensación de temperaturas y presiones				
8	Verificar presión circuito de fuel				
9	Comprobar correcto recorrido de coronas de regulación, palancas, ejes, palas y micros de regulación				
10	Verificar control de aire y funcionamiento de servos, magnetos, etc.				
11	Realizar análisis de combustión				
12	Comprobar funcionamiento correcto de caldera en varios ciclos				
13	Evidenciar funcionamiento de bombas de alimentación de agua				
14	Verificar el trabajo funcional de purgas de sales y de fondos				
15	Comunicar a personal encargado de saneamiento para la limpieza y desinfección necesaria				
16	Nombre y apellido de personal de saneamiento				
17	Otros				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 51*Actividades de M.P para la cerradora de frascos*

FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
CYNARA	MAQUINA:	CERRADORA DE FRASCOS		FECHA PROGRAMADA:
	FRECUENCIA:	ANUAL	FUNCION:	CERRADO DE FRASCOS
ITEM	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			FECHA REALIZADA:
				NOTAS / OBSERVACIONES
1	Precaución: Desconectar la energía eléctrica			<u>Y° B°</u>
2	Revisión de estado de faja de cierre			
3	Revisión de estado engranajes			
4	Revisión funcionamiento de la cadena de alimentación de frascos			
5	Revisión del sistema de alimentación de tapas			
6	Revisar y comprobar buen funcionamiento de motor			
7	Revisión de tablero eléctrico: estado de contactores, variador de velocidad			
8	Se realizará las pruebas de cerrado con frascos para ver su estado final, así como pruebas de traslape, gancho			
9	Revisión de muelles			
10	Revisión de elevador magnético			
11	Comunicar a personal encargado de saneamiento para la limpieza y desinfección necesaria			
12	Nombre y apellido de personal de saneamiento			
13	Otros			
14				
15				
16				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 52*Actividades de M.P para el grupo electrógeno*

CYNARA	FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
	MAQUINA:	GRUPO ELECTRÓGENO		FECHA PROGRAMADA:
	FRECUENCIA:	ANUAL	FUNCIÓN:	GENERADOR
ITEM	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			FECHA REALIZADA:
1	PRECAUCION: DESCONECTAR ENERGIA ELECTRICA			V° B°
2	Revisar estado de tablero			
3	Revisar ajuste de bornes y terminales			
4	Revisar aisladores			
5	Realizar la limpieza general			
6	Revisar terminales			
7	Revisar estado de cables			
8	Revisar estado de componentes eléctricos			
9	Otros			
10				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 53*Actividades de M.P para el transformador de 150 KVA*

FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
CYNARA	MAQUINA:	TRANSFORMADOR DE 150 KVA		FECHA PROGRAMADA:
	FRECUENCIA:	ANUAL	FUNCIÓN:	ENERGÍA
ITEM	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			FECHA REALIZADA:
1	PRECAUCION: DESCONECTAR ENERGIA ELECTRICA			V° B°
2	Inspeccionar estado de tablero			
3	Inspeccionar ajuste de bornes			
4	Inspeccionar nivel de aceite			
5	Inspeccionar aisladores			
6	Inspeccionar la limpieza necesaria			
7	Otros			
8				
9				
10				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 54*Actividades de M.P para el polipasto*

CYNARA	FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
	MAQUINA:	POLIPASTO		FECHA PROGRAMADA:
	FRECUENCIA:	TRIMESTRAL	FUNCIN:	TRANSPORTE
ITEM	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			FECHA REALIZADA:
	PRECAUCION: DESCONECTAR ENERGIA ELECTRICA			V° B°
1	PRECAUCION: DESCONECTAR ENERGIA ELECTRICA			
2	Inspeccionar estado de la carcasa			
3	Inspeccionar instalación eléctrica			
4	Inspeccionar estado de mando			
5	Inspeccionar motor 1			
6	Inspeccionar motor 1			
7	Engrasado de piñones			
8	Engrasado de cadena			
9	Engrasado de riel			
10	Comunicar a personal encargado de saneamiento para la limpieza y desinfección necesaria			
11	Nombre y apellido de personal de saneamiento			
12	Otros			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 55*Actividades de M.P para el Autoclave horizontal*

CYNARA	FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
	MAQUINA:	AUTOCLAVE		FECHA PROGRAMADA:
	FRECUENCIA:	SEMESTRAL	FUNCIÓN:	PASTEURIZADO
ITEM	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			FECHA REALIZADA:
				V° B°
1	Engrasar puntos de engrase de autoclave (puerta, bisagra, etc.)			
2	Revisar válvulas de apertura y cierre de agua fría			
3	Revisar tuberías e Instalación de agua			
4	Revisar válvulas de apertura y cierre de vapor			
5	Revisar tuberías e instalación de vapor			
6	Revisar válvulas de apertura y cierre de aire			
7	Revisar tuberías e instalación de aire			
8	Probar válvulas de seguridad			
9	Limpieza de electroválvulas			
10	Lubricar eje de válvulas neumáticas			
11	Limpiar filtros de entrada de agua, vapor y aire			
12	Revisar estado de empaquetadura de puertas			
13	Revisar graficadores			
14	Comunicar a personal encargado de saneamiento para la limpieza y desinfección necesaria			
15	Nombre y apellido de personal de saneamiento			
16	Otros			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 56*Actividades de M.P para los rayos – X*

CYNARA	FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
	MAQUINA:	RAYOS – X		FECHA PROGRAMADA:	
	FRECUENCIA:	SEMESTRAL	FUNCION:	DETECCION	
ITEM	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			V° B°	NOTAS / OBSERVACIONES
1	PRECAUCION: DESCONECTAR ENERGIA ELECTRICA				
2	Revisión de estado de chumaceras				
3	Revisión de faja				
4	Revisión de guías				
5	Inspección de motor eléctrico de faja				
6	Inspección de reductor				
7	Revisión de soportes				
8	Revisión de alineación y nivelación de toda la estructura				
9	Revisar controlador de velocidad				
10	Revisar pistón neumático de rechazo				
11	Revisar sintonización de detección con rechazo neumático				
12	Revisar parámetros de rechazo con patrones				
13	Comunicar a personal encargado de saneamiento para la limpieza y desinfección necesaria				
14	Nombre y Apellido de personal de saneamiento				
15	Otros				
16					

Fuente: Elaboración propia.

4.6. Indicadores del mantenimiento después de la implementación

Para esta investigación se consideró como unidades de análisis a las 16 máquinas críticas vinculadas con el proceso productivo para la recopilación de datos antes de llevar a cabo la propuesta (Post Test), lo cual abarco un espacio de seis meses, empezando por julio y terminando en diciembre del 202, con un jornal de ocho horas.

Tabla 57
Registros de fallas – post test

MAQUINA	AÑO 2021																			TOTAL # FALLAS	TOTAL T. MUERTO	TOTAL T.DISPONIBLE MINUTOS
	JULIO			AGOSTO			SEPTIEMBRE			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE						
	# FALLAS	HORAS	T.DISPONIBLE	# FALLAS	HORAS	T.DISPONIBLE	# FALLAS	HORAS	T.DISPONIBLE	# FALLAS	HORAS	T.DISPONIBLE	# FALLAS	HORAS	T.DISPONIBLE	# FALLAS	HORAS	T.DISPONIBLE				
Calibrador	1	2	139.35	4	2	165.26	2	2	163.37	2	1	171.60	6	2	124.11	1	1	38.75	16	600.00	48145.92	
Compresor de aire			185.80	2	2	220.35	1	1.5	217.82	2	7	228.79			165.48			51.67	5	630.00	64194.56	
Ablandador de agua	1	0.5	162.57	1	1	192.80	1	1.5	190.59	2	4	200.20	1	3.5	144.80			45.21	6	630.00	56170.24	
Bomba Pozo agua	1	14	220.63			261.66	1	17	258.66			271.69			196.51			61.36	2	1860.00	76231.05	
Escaldador			185.80			220.35			217.82	7	12	228.79			165.48	1	12	51.67	8	1440.00	64194.56	
Dosificador	1	2	92.90	1	2	110.17	1	1.5	108.91	2	1	114.40	2	2	82.74	1	0.5	25.84	8	540.00	32097.28	
Marmitas liquido de gobierno			116.12			137.72	1	6	136.14	1	5	143.00			103.43			32.30	2	660.00	40121.60	
Bomba de liquido de gobierno			92.90			110.17	1	4	108.91	1	4	114.40			82.74			25.84	2	480.00	32097.28	
Cerradora lata	1	13	139.35			165.26			163.37	2	3	171.60			124.11			38.75	3	960.00	48145.92	
Caldero			185.80	1	12	220.35			217.82	4	0.5	228.79			165.48			51.67	5	750.00	64194.56	
Cerradora frascos			150.96			179.03	1	8	176.98	1	1	185.90			134.45			41.98	2	540.00	52158.08	
Grupo electrogeno			46.45	1	4	55.09			54.46			57.20			41.37			12.92	1	240.00	16048.64	
Transformador			232.25	1	3	275.43			272.28			285.99			206.85			64.59	1	180.00	80243.21	
Polipasto			150.96			179.03	1	3	176.98	1	2	185.90			134.45	1	4	41.98	3	540.00	52158.08	
Autoclave			139.35	1	4	165.26	1	3	163.37	7	1	171.60			124.11			38.75	9	480.00	48145.92	
Rayos X			139.35	1	4	165.26	1	5	163.37			171.60	1	6	124.11			38.75	3	900.00	48145.92	

Fuente: Elaboración propia.

Después de este análisis, se procedió con la determinación de los indicadores indispensables para la comisión del mantenimiento, al igual que la disponibilidad, el MTBF y MTTR, en el periodo que abarca desde julio hasta diciembre del año 2021.

Tabla 58

Disponibilidad promedio de las 16 máquinas – post test

Máquinas	Disponibilidad
Calibrador	98.75 %
Compresor de tornillo	99.02 %
Ablandador de agua	98.88 %
Bomba pozo agua	97.56 %
Escaldador	97.76 %
Dosificador de líquido de gobierno	98.32 %
Marmitas líquido de gobierno	98.36 %
Bomba de líquido de gobierno	98.50 %
Cerradora 15 oz	98.01 %
Caldera	98.83 %
Cerradora frascos	98.96 %
Grupo electrógeno	98.50 %
Transformador de 150 KVA	99.78 %
Polipasto	98.96 %
Autoclave horizontal	99.00 %
Rayos X	98.13 %

Fuente: Elaboración propia.

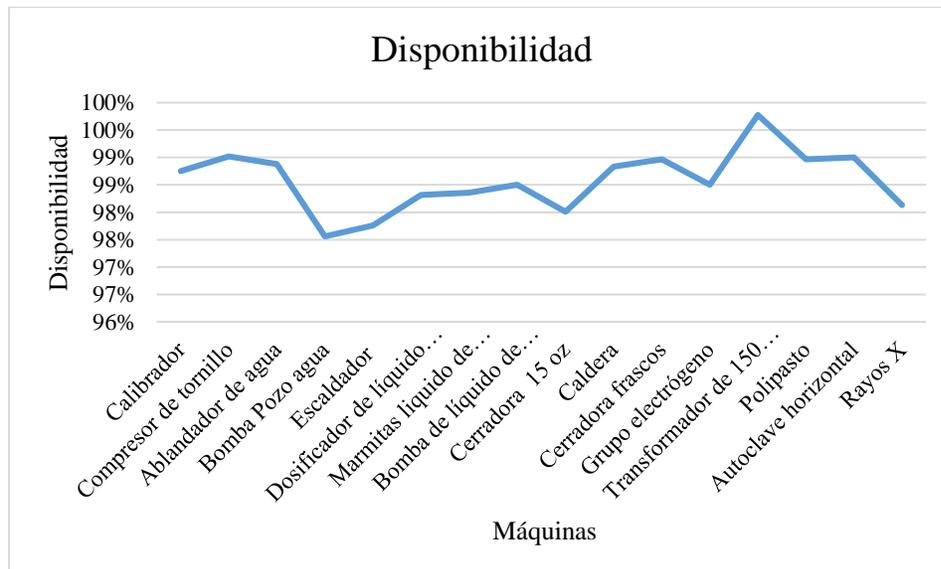


Figura 18. Disponibilidad promedio de las 16 máquinas – post test

Fuente: Elaboración propia.

Podemos observar en el gráfico que la disponibilidad promedio esta entre un rango de 97.56 % a 99.78 %, por lo que se puede inferir que mejoro el lapso de trabajo de los equipos primordiales de la empresa, es decir los activos estuvieron disponible en las horas de trabajo planificadas destinadas al procesamiento de alcachofas en conservas para su exportación.

Tabla 59

MTBF promedio de las 16 máquinas – post test

Máquinas	MTBF
Calibrador	2971.62
Compresor de tornillo	12712.91
Ablandador de agua	9256.71
Bomba pozo agua	37185.52
Escaldador	7844.32
Dosificador de líquido de gobierno	3944.66
Marmitas líquido de gobierno	19730.80
Bomba de líquido de gobierno	15808.64
Cerradora 15 oz	15728.64
Caldera	12688.91
Cerradora frascos	25809.04
Grupo electrógeno	15808.64
Transformador de 150 KVA	80063.21
Polipasto	17206.03
Autoclave horizontal	5296.21
Rayos X	15748.64

Fuente: Elaboración propia.

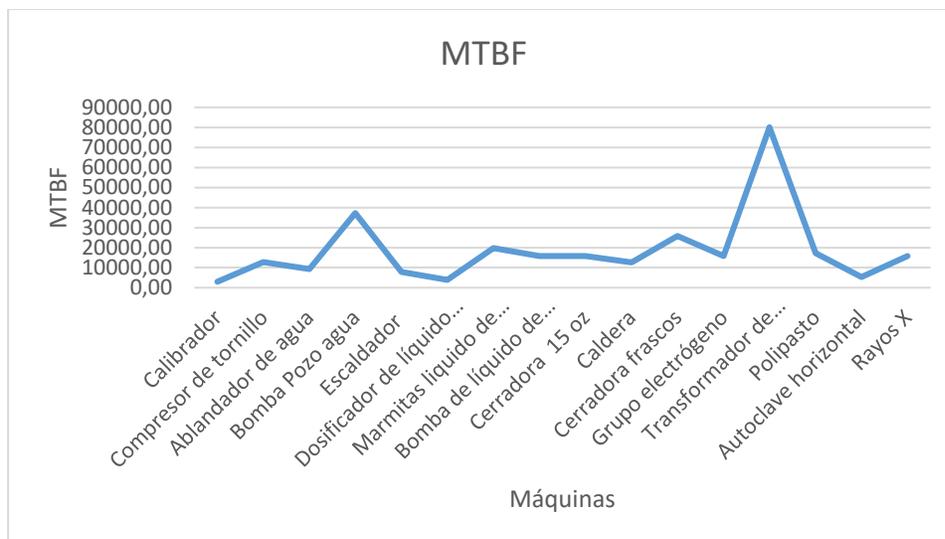


Figura 19. MTBF promedio de las 16 máquinas – post test

Fuente: Elaboración propia.

En la ilustración, se puede observar claramente que el promedio del MTBF esta entre un rango de 2971.62 a 80063.21 minutos, por lo que se puede inferir que el lapso que transcurre entre dos desperfectos en un mismo equipo mejoró gracias al PMP, lo cual hace fiable su funcionamiento. En otras palabras, se redujo la frecuencia con que sucede cada parada o avería en los equipos críticos de la compañía.

Tabla 60

MTTR promedio de las 16 máquinas – post test

Máquinas	MTTR
Calibrador	37.5
Compresor de tornillo	126
Ablandador de agua	105
Bomba pozo agua	930
Escaldador	180
Dosificador de líquido de gobierno	67.5
Marmitas líquido de gobierno	330
Bomba de líquido de gobierno	240
Cerradora 15 oz	320
Caldera	150
Cerradora frascos	270
Grupo electrógeno	240
Transformador de 150 KVA	180
Polipasto	180
Autoclave horizontal	53
Rayos X	300

Fuente: Elaboración propia.

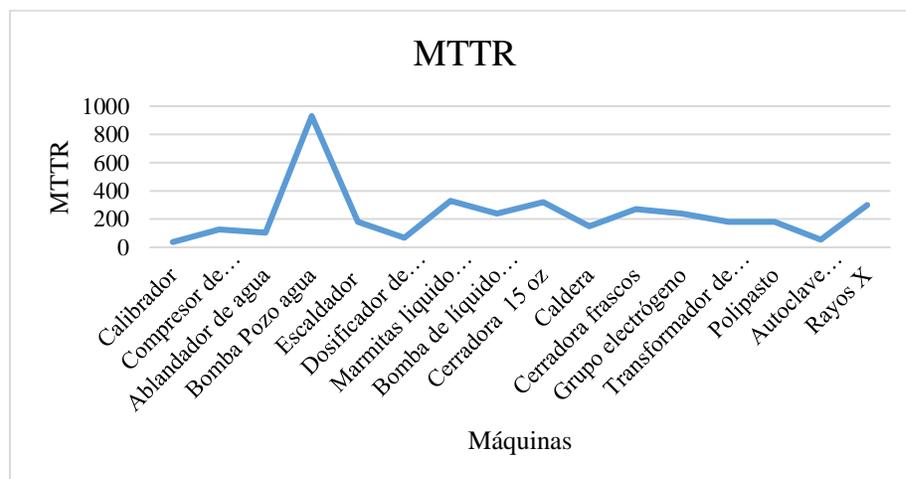


Figura 20. MTTR promedio de las 16 máquinas – post test

Fuente: Elaboración propia.

Se visualiza en la imagen que el MTTR o Tiempo Medio Para Reparar promedio esta entre un rango de 37.5 a 930 minutos, por lo que se puede inferir que se redujo el periodo de reparación de un fallo detectado en los equipos esenciales de la empresa. Cabe resaltar que este indicador abarca cuando aparece la incidencia y culmina cuando el activo recobra su rendimiento diario. Por ello, nos permite identificar las paradas más graves dentro del proceso de producción a nivel industrial.

4.7. Análisis económico financiero

Tabla 61

Evaluación de la inversión

EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA EL PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE LAS MÁQUINAS CRÍTICAS EN LA EMPRESA CYNARA PERÚ S.A.C., 2021”				
I. Activos tangibles		COSTOS		
1. Útiles de Escritorio	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total Inversión
Papel bond	5	MILLAR	S/ 27.00	S/ 135.00
Cinta	2	CAJA	S/ 22.00	S/ 44.00
Lapiceros	2	GLOBAL	S/ 22.00	S/ 44.00
2. Equipos y Herramientas				
Herramientas y equipos	1	GLOBAL	S/ 57,430.00	S/ 57,430.00
Sistema hidráulico	1	GLOBAL	S/ 27,000.00	S/ 27,000.00
Total Activos Tangibles				S/ 84,653.00
II. Activos Intangibles		COSTOS		
Otros gastos	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total Inversión
Gastos Operativos				
Repuestos para equipos	1	GLOBAL	S/ 21,000.00	S/ 21,000.00
Programa de Mantenimiento Capacitación	1	GLOBAL	S/ 1,200.00	S/ 1,200.00
Capacitación Especifica	1	GLOBAL	S/ 12,000.00	S/ 12,000.00
Total Activos Intangibles				S/ 34,200.00
Inversión Total				S/ 118,853.00

Fuente: Elaboración propia

Los recursos económicos destinados a la implementación del PMP se muestran en la tabla a continuación, con el objetivo de incrementar la disponibilidad de las máquinas críticas en la compañía Cynara Perú S.A.C. Esta inversión contempla mejoras en el sistema hidráulico, adquisición de repuestos, implementación de la programación del mantenimiento

y capacitación integral a todo el personal (ingenieros y técnicos) en relación al PMP desarrollado.

Tabla 62

Proyección de la inversión

I. Activos Tangibles	PROYECCIÓN				
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4
1. Útiles de Escritorio					
Papel bond	S/ 135.00	S/ 270.00	S/ 540.00	S/ 540.00	S/ 540.00
Cinta	S/ 44.00	S/ 24.00	S/ 24.00	S/ 24.00	S/ 24.00
Lapiceros	S/ 44.00	S/ 24.00	S/ 24.00	S/ 24.00	S/ 24.00
2. Equipos y Herramientas					
Herramientas y equipos	S/ 57,430.00				
Sistema Hidráulico	S/ 27,000.00				
Total activos tangibles	S/ 84,653.00	S/ 588.00	S/ 588.00	S/ 588.00	S/ 588.00
II. Activos tangibles					
Gastos operativos	S/ 22,200.00	S/ 22,200.00	S/ 22,200.00	S/ 22,200.00	S/ 22,200.00
Repuestos para equipos	S/ 21,000.00	S/ 21,000.00	S/ 21,000.00	S/ 21,000.00	S/ 21,000.00
Prog. Mantenimiento	S/ 1,200.00	S/ 1,200.00	S/ 1,200.00	S/ 1,200.00	S/ 1,200.00
Personal	S/ 12,000.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00
Asesor	S/ 12,000.00				
PROYECCIÓN	S/ 118,853.00	S/ 22,788.00	S/ 22,788.00	S/ 22,788.00	S/ 22,788.00

Fuente: Elaboración propia.

Se muestra el detalladamente en la tabla la inversión que realizó la compañía por un tiempo de cinco años para realizar las mejoras propuestas. Se observa que se realizó una inversión inicial de S/. 118,853.00, y que durante los años siguientes se registró un flujo anual de S/. 22,7880.00 para financiar el proyecto.

Tabla 63

Indicadores económicos

Indicadores económicos	
VAN	S/131,147.00
TIR	31 %
B/C	1.85

Fuente: Elaboración propia

El Valor Actual Neto (VAN) representa el coste actual del plan propuesto hasta la fecha, con un monto estimado de S/131,147.00. El indicador del TIR, hace ver que el 31 % es el tope de interés máximo que la empresa está dispuesta afrontar para poder invertir en el proyecto, sin que esta genere pérdidas. Y, finalmente, el B/C nos menciona que por cada sol

invertido en el plan se recuperaría la inversión más 0.85 céntimos de más. Se llega al dictamen de que el implemento del proyecto fue viable y rentable, debido a que la razón B/C es mayor a 1.

4.8. Resultados del tratamiento y análisis de la información

4.8.1. Análisis descriptivo - Indicadores de mantenimiento

4.8.1.1. Disponibilidad

Se realizó una evaluación de la disponibilidad de las 16 máquinas de importancia vital, luego de la aplicación del PMP, en comparación con el periodo anterior (julio-diciembre de 2020), obteniendo un resultado positivo que se presenta a continuación:

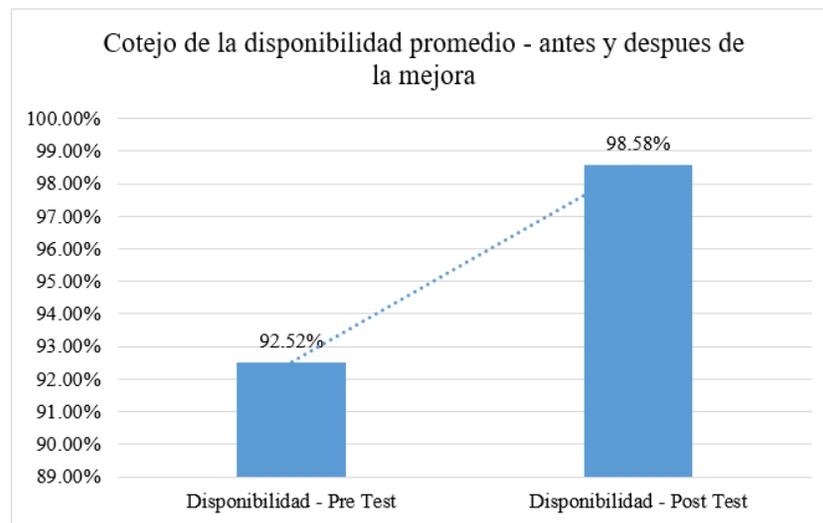


Figura 21. Comparación de la disponibilidad promedio – antes y después de la mejora

Fuente: Elaboración propia.

Es evidente en la representación gráfica que la disponibilidad promedio durante el tiempo de julio a diciembre de 2020 fue de 92.52%. Sin embargo, tras implementar del nuevo PMP y sus correspondientes controles, durante el tiempo de julio a diciembre de 2021 se logró una disponibilidad promedio de 98.58%, lo que representa un incremento significativo del 6.06% en comparación con el periodo anterior.

4.8.1.2. MTBF - Tiempo Medio entre Fallas

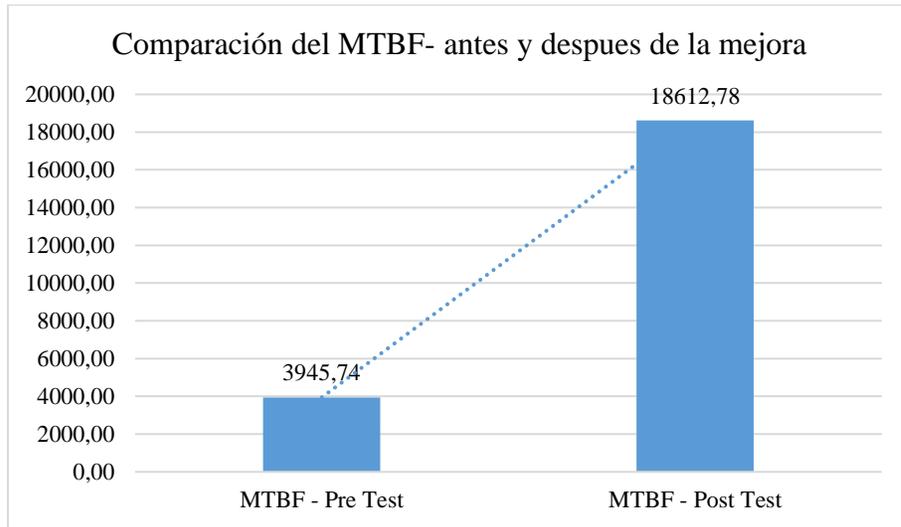


Figura 22. Comparación del MTBF promedio – antes y después de la mejora

Fuente: Elaboración propia.

En la gráfica se muestra que, durante el periodo de julio a diciembre de 2020, el promedio del MTBF (Tiempo medio entre fallos) fue de 3945.74 minutos. Sin embargo, tras la implementación del nuevo PMP y sus correspondientes controles, durante el mismo periodo en 2021. El promedio del MTBF fue de 18612.78 minutos, lo que simboliza un aumento significativo del 371.71 % a diferencia con el periodo anterior.

4.8.1.3. MTTR – Tiempo Medio Para Reparar

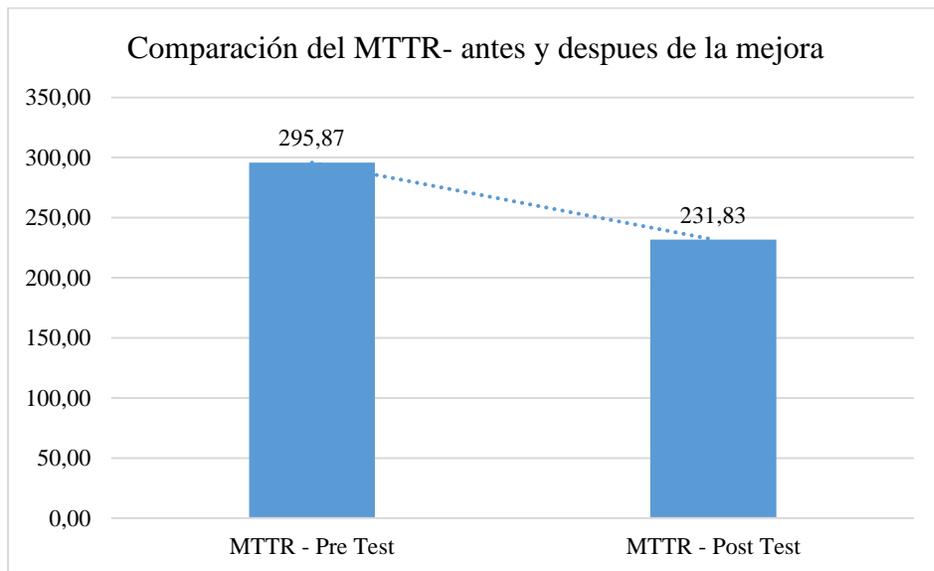


Figura 23. Comparación del MTR promedio – antes y después de la mejora

Fuente: Elaboración propia.

Según la información presentada en la gráfica, podemos observar que el MTTR durante el tiempo de julio a diciembre de 2020 fue de 295.87 minutos. Sin embargo, luego de implementar el nuevo PMP y los controles correspondientes, durante la fase de julio a diciembre de 2021, el MTTR promedio disminuyó significativamente a 231.83 minutos, lo que representa una reducción del 21.64 % en comparación con el período anterior.

4.8.2. Análisis inferencial

4.8.2.1. Variable dependiente: Disponibilidad

4.8.2.1.1. Prueba de normalidad y normalización de datos

Antes de aplicar cualquier prueba estadística para contrastar las hipótesis planteadas, es necesario comprobar si la información sigue una distribución normal mediante el uso del test de Shapiro-Wilk, que es recomendable para muestras con un tamaño menor a 50. En este estudio, se formuló la hipótesis nula (H_0) de que la información se ajusta mejor a una distribución normal y la hipótesis alternativa (H_1) de que los datos obtenidos no se acomodan a una distribución normal. La decisión se basa en el valor del p-valor obtenido después de realizar el test. Si el valor del p-valor es superior a 0.05, se concluye que la H_0 es aceptada, lo cual indica que los datos siguen una distribución simétrica y normal. Si el valor calculado para el p-valor es menor a 0.05, se llega a la conclusión de que la H_0 debe ser rechazada, lo que indica que los datos no se distribuyen de manera simétrica y normal.; y, por tanto, se recomienda recurrir a pruebas estadísticas no paramétricas. Este análisis es crucial para avalar la validez y confianza a partir de la aplicación de pruebas estadísticas.

H_0 = Datos se aproximan a la distribución normal

H_1 = Datos no se aproximan a la distribución normal

Regla de decisión:

Si p-valor > 0.05 se acepta H_0 (Hipótesis nula) → distribución normal simétrica

Si p-valor < 0.05 se rechaza H_0 (Hipótesis nula) → distribución normal asimétrica

Tabla 64*Prueba de normalidad de la variable disponibilidad con Shapiro – Wilk*

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia	,194	16	,111	,908	16	,106

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia.

Al analizar los datos presentados en la tabla, se puede inferir que la distribución de la variable de disponibilidad se ajusta a una distribución normal, ya que el valor de p (0.106) supera el índice de significancia previamente establecido (0.05). Es importante destacar que la estadística puede dividirse en dos grandes grupos: descriptiva e inferencial, siendo esta última subdividida en dos tipos, el paramétrico y el no paramétrico, siendo el primero aplicable únicamente cuando los datos siguen una distribución normal. En este estudio en particular, se ha decidido emplear pruebas paramétricas, específicamente la prueba t de Student para modelos afines, con la terminación de verificar las hipótesis planteadas.

4.8.2.1.2. Prueba de la hipótesis general

Ho: No hay una mejora relevante en la disponibilidad de las máquinas críticas en la empresa Cynara Perú S. A. C., 2021, luego de la implementación de un PMP.

H1: La implementación de un PMP mejora significativamente la disposición de las máquinas críticas en la empresa Cynara Perú S. A. C., 2021.

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$.

Regla de decisión: Sí $p \leq 0.05$ se rechaza Ho.

Tabla 65*Prueba t de Student para la variable disponibilidad*

		Prueba de muestras emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Diferencias emparejadas							
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Disponibilidad - Pre Test - Disponibilidad - Post Test	-,06188	,03902	,00976	-,08267	-,04108	-6,342	15	,000

Fuente: Elaboración propia.

Los datos expuestos en la tabla brindan un respaldo sólido a la afirmación de que el PMP ha logrado efectuar mejoras de gran relevancia en cuanto a la disponibilidad de las máquinas críticas en Cynara Perú S.A.C. Esto se deduce del hecho de que el valor de t registrado es de -6.342, con 15 grados de libertad y un nivel de importancia de 0.000, lo cual es menor que el valor de referencia preestablecido de 0.05. Es importante destacar que en estadística se utilizan 2 categorías principales: la estadística descriptiva y la estadística inferencial. A su vez, este estudio inferencial se subdivide en dos tipos: paramétrica y no paramétrica, siendo la primera aplicable cuando los datos presentan una distribución que sigue un patrón normal.

En el presente análisis, se ha optado por emplear técnicas estadísticas paramétricas, en particular la prueba t de Student para comparar muestras relacionadas, con el fin de evaluar las hipótesis planteadas. De esta manera, el valor de p obtenido (0.000) es inferior al nivel de significancia predefinido (0.05), lo que conduce al rechazo de la H_0 y la aceptación de la H_1 .

En consecuencia, se constata que la aplicación del PMP ha generado un impacto significativo en la disponibilidad de las máquinas críticas, lo cual desempeña un papel fundamental en asegurar el rendimiento óptimo de la compañía y la satisfacción de sus clientes.

4.9. Discusión de resultados

El mantenimiento preventivo se puso en marcha regularmente para disminuir la eventualidad de alguna falla en el equipo. Se ejecuta cuando el equipo o máquina está en buenas condiciones, antes que suceda una falla. Por ende, su finalidad es reconocer las

tempranas señales de una falla para aminorar el peligro de averías no programadas y disminuir la demanda de efectuar un mantenimiento correctivo; igualmente, las tareas de mantenimiento, como reemplazar los elementos desgastados, limpiar los equipos y lubricar las piezas, aseguran un mayor rendimiento. Cabe resaltar que existe una fuerte relación inversa entre mantenimiento preventivo y correctivo, es decir, mientras que haya una fuerte inversión en el mantenimiento preventivo, menos será la inversión en el correctivo y, que para haya una optimización en las inversiones en equipos y mantenimiento se tendrá que identificar un punto de equilibrio entre los dos tipos de mantenimiento.

En relación al objetivo general, se ha verificado y demostrado que la aplicación del PMP ha resultado en una mejora sustancial en la disponibilidad de las 16 máquinas críticas de la empresa Cynara Perú S.A.C. Los datos revelan que la disponibilidad ha aumentado del 92.52% al 98.58%, lo que representa un incremento significativo del 6.06% en comparación con el período anterior. Este resultado es consistente con el estudio realizado por Vega (2017), donde la aplicación de un PMP incrementó la disponibilidad de la maquinaria de 0.893 a 0.961, obteniendo un aumento del 7.6% en la compañía Gruas América S.A.C. Bajo esta perspectiva, se observa que la optimización en la disponibilidad del estudio anterior supera en un 1.54% a la obtenida en esta investigación.

La primera hipótesis específica formulada en este estudio establece que la carencia de un enfoque de MP implementado en la organización Cynara Perú S.A.C., resulta en un desempeño deficiente de las 16 máquinas críticas investigadas, ocasionando paradas imprevistas y la necesidad de aplicar mantenimiento correctivo en lugar de preventivo. Esta circunstancia, simultáneamente, ocasiona un incremento en los gastos de mantenimiento y acorta la vida útil de los equipos, resultando en períodos de inactividad y una reducida disponibilidad de los activos. En un estudio previo sobre Grúas América S. A. C., Vega (2017) también identificó las causas de las fallas en el mantenimiento, donde se encontró que la falta de planes de mantenimiento, métodos, planificación, supervisión, insuficiencia presupuestaria, falta de conocimiento e información técnica son responsables del 80 % de los problemas de mantenimiento. Aunque ambos estudios convergen en sus hallazgos, es importante destacar que el presente trabajo no utilizó la matriz correlacional, la cual podría haber brindado un diagnóstico más completo.

En correspondencia, hipótesis específica 2, con base en los exámenes de criticidad de las máquinas de la empresa Cynara Perú S. A. C., se determinó que las 16 máquinas necesitan con prioridad un mantenimiento preventivo, debido a que fueron clasificadas como A o crítica, tal como se detalla en la tabla siguiente.

Tabla 66
Resumen del análisis de criticidad

Maquinaria	Ubicación/Zona	Función que realiza	Criticidad
Calibrador	Acopio	Selección de alcachofa	A
Escaldador	Acopio	Cocción de alcachofa	A
Marmitas líquido de gobierno	Líquido de gobierno	de calentamiento y mezcla de líquido de gobierno	A
Bomba de líquido de gobierno	Líquido de gobierno	de Impulsión de líquido de gobierno	A
Dosificador de líquido de gobierno	Cerrado	Llenado de líquido de gobierno	A
Cerradora 15 oz	Cerrado	Cerrado de envases de hojalata	A
Cerradora frascos	Cerrado	Cerrado de envases de vidrio	A
Polipasto	Pasteurizado	Izaje	A
Autoclave horizontal	Pasteurizado	Pasteurización	A
Rayos X	Etiquetado	Inspección	A
Bomba pozo agua	Pozo de agua	Impulsión de agua	A
Transformador de 150 KVA	Patio de maniobra	Transformación de corriente	A
Grupo electrógeno	Sala de máquinas	Genera electricidad	A
Caldera	Sala de máquinas	Genera vapor	A
Compresor de tornillo	Sala de máquinas	Genera presión de aire	A
Ablandador de agua	Sala de máquinas	Ablandamiento de agua	A

Fuente: Elaboración propia.

En ese sentido, estos resultados permitieron establecer la intensidad y frecuencia del mantenimiento a un activo en especial. En otras palabras, estos datos sirvieron para la elaboración de estrategias de mantenimiento, puesto que indica cuál maquinaria tiene que ser atendida con prioridad y qué riesgos puede causar a la producción de alcachofas si la empresa no dirige su atención a esta gestión. Esta herramienta es usada con el fin de incrementar o conservar la disponibilidad de los activos y aminorar la frecuencia de fallas o paradas no programadas que ocasionarían que el coste de mantenimiento aumente y la producción sea detenida. Igualmente, Torres (2019) determinó el examen de criticidad entre los equipos de la Unidad Atacocha. Sin embargo, el autor empleó el diagrama de Jack Nife para reconocer los detalles más críticos y con ello, tomar ciertas decisiones para el mejoramiento de la disponibilidad y ser la base del desarrollo de una cartilla de mantenimiento preventivo. Mediante esta herramienta, se categorizan los fallos en términos de su gravedad,

clasificándolos como graves, crónicos, leves o críticos. De esta manera, se ha identificado que seis equipos se encuentran en un estado crítico, cinco equipos presentan un estado grave y nueve equipos se encuentran en un estado leve. Como se puede observar, este diagrama de Jack Nife resulta más exhaustivo en la definición de la criticidad de los equipos estudiados, permitiendo identificar los repuestos que presentan fallos frecuentes y facilitando la ejecución del mantenimiento preventivo durante los mantenimientos diésel y eléctricos.

Sin embargo, dentro del marco de este estudio, no se hizo uso específico de esta representación gráfica, aunque sí se tuvieron en cuenta algunos criterios para evaluar la criticidad de los equipos. Estos criterios incluyeron el impacto en el servicio proporcionado, el valor económico del servicio, el impacto de las fallas, la posibilidad de falla (confiabilidad), la flexibilidad del equipo en el sistema, depender de la mano de obra, la manera sencilla de reparación (mantenibilidad) y el grado de influencia del equipo en la seguridad de los alimentos.

En relación a la tercera hipótesis específica, se realizaron cálculos de los indicadores de soporte previos a la aplicación del PMP, entre ellos tenemos al indicador MTBF acerca del cual, antes de la mejora, se obtuvo que el promedio entre los periodos de julio a diciembre del 2020, de las 16 máquinas era de 3945.74 min, entre un rango de 440.63 a 11957.33 minutos; mientras que el indicador MTTR ostentaba, en el mismo periodo, un valor promedio de 295.87 min, entre un rango de 49.33 a 1014.00 minutos para las 16 máquinas; finalmente, la disponibilidad resultado de estos 2 indicadores obtuvo un valor promedio de 92.52 %, entre un rango de 83.89 % a 97.29 %. Con pie en estos resultados se puede inferir que la flota de activos por lo general no se encuentra operativa al 100 %, y que su vida útil se va reduciendo, lo cual se traduce en paradas innecesarias de máquinas, generando pérdidas en la producción y que se incrementen los costos de mantenimiento para la empresa Cynara Perú S. A. C. En esta misma línea, Rojas (2019) puntualizó los indicadores de mantenimiento como línea base de su diagnóstico antes de implementar un PMP en la planta de chancado de una unidad minera ubicada en La Libertad. Es así que durante todos los 12 meses del 2018 el MTBF se encontraba entre un rango de 18.2 a 90 horas, con un promedio de 42 horas; mientras el MTTR presentaba un rango de 2.43 a 57.42 horas con un promedio de 21.09 horas; estos dos indicadores facilitaron el cálculo de la disponibilidad mecánica, por lo que presentó un intervalo de 79.76 % a 88.59 % junto a un promedio de 84.28 %. De este panorama, infirió que una falla en

promedio sucede cada 42 horas de operación, aparte de que los tiempos de reparación muestran una tendencia positiva con el pasar de los meses, a causa de fallas seguidas, de que no existe algún tipo de control y los trabajadores no están capacitados para las tareas de mantenimiento.

En relación a la hipótesis específica 4, se llevó a cabo la elaboración e implantación del PMP siguiendo una metodología de trabajo compuesta por 7 pasos. Estos pasos incluyeron la definición de los objetivos, la asignación de un presupuesto, la ejecución de un inventario de los equipos a incluir en el PMP, la consulta de manuales y obligaciones legales, la asignación de responsables, la planificación de las acciones a realizar y finalmente la documentación del PMP. Una vez que se definió el plan, se procedió a su implementación durante el periodo de enero a junio de 2021. Los periodos utilizados para el pre test y post test correspondieron a julio a diciembre de 2020 y julio a diciembre de 2021, respectivamente. De igual forma, Osorio (2020) estableció una metodología de trabajo para la correcta implementación de un PMP para optimizar la disponibilidad de una perforadora Jumbo Troidon 55XP. Esta metodología consistió en 5 pasos: Operación, planificación, organizar, ejecutar y controlar. El primer paso consiste en reconocer las partes más críticas del equipo empleando fichas de registros, donde el conductor del jumbo escribe cualquier anomalía que se presente durante la perforación, otro es punto es la identificación de las partes articuladas del jumbo que están en mal estado, y por último el personal técnico escribe todo lo efectuado y visualizado a lo largo del lapso que haya entrado el jumbo en una falla. El segundo paso, hace referencia a la planificación del mantenimiento preventivo, a través de toma de datos mediante diferentes formatos que recopilan, por ejemplo, la recopilación de datos a partir del registro diaria del equipo, organización del cambio o arreglo de componentes mayores, los pedidos de los repuestos que realiza el área de logística, etc. El tercer paso se centra en puntualizar el tiempo que se invierte por cada trabajo programado y de este modo poder organizar cada paso que se realiza en cada tarea; en el cuarto paso se ejecuta cada tarea programada; y finalmente en el quinto paso se reporta el historial del jumbo, a través, de las horas trabajadas del equipo, sistema que fallo, cantidad de fallas presentadas, el tiempo de falla presentada, entre otros.

En correspondencia, en la hipótesis específica 5, se calcularon los indicativos de mantenimiento después de la implantación del PMP, entre ellos tenemos al indicador MTBF, que después de la mejora se obtuvo que el promedio entre los periodos de julio a diciembre del 2021, de las 16 máquinas, era de 18612.78 min, entre un rango de 2971.62 a 80063.21 minutos; mientras que en el indicador MTTR, su valor promedio en el mismo periodo era de 231.83 min, entre un rango de 37.5 a 930 minutos para las 16 máquinas. Finalmente, la disponibilidad, resultado de estos dos indicadores, obtuvo un valor promedio de 98.58 %, entre un rango de 97.56 % a 99.78 %. Basado en estos resultados se puede inferir que se mejoró el tiempo de funcionamiento de la flota de activos, es decir los activos estuvieron disponibles en las horas de trabajo planificadas destinadas al procesamiento de alcachofas en conservas para su exportación. Asimismo, Rojas (2019) calculó los indicadores de mantenimiento después de la implementación del PMP para una planta de chancado de una unidad minera localizada en La Libertad, durante el periodo enero – octubre de 2019. Entre ellos tenemos primeramente al MTBF, que obtuvo un promedio de 199.8 horas, en otras palabras, una falla puede ocurrir cada 199.8 horas; reduciendo así la aparición de fallas; por otra parte, el MTTR reportó un promedio de 4.16 horas, significando que una reparación en promedio demora 4.16 horas; por último, con base en estos indicadores, la empresa experimentó una mejora en la disponibilidad de la planta, variando de 84.27 % a 97.81 %, mostrando un aumento de 13.54 %, siendo favorable para la operatividad de la misma, ayudando a la empresa a cumplir con su meta de una disponibilidad del 96 %. En el presente trabajo se demostró que, gracias a esta propuesta, la disponibilidad promedio de las 16 máquinas críticas varió de 92.52 % a 98.58 %, vale decir que hubo un aumento significativo del 6.06 % que, en comparación con el antecedente en mención, fue menor; sin embargo, este trabajo se enfocó en 16 máquinas, mientras que el antecedente suscrito se centró solamente en la planta de chancado.

El objetivo específico 6 consistió en evaluar el beneficio económico que pudo tener la implementación del PMP a través del índice B/C durante un período de 12 meses en Cynara Perú S. A. C. Los resultados indicaron que el valor del índice B/C fue de 1.85, lo que significa que los beneficios superaron los costos. En otras palabras, por cada sol invertido en el plan, se recuperaría la inversión y se obtendría un beneficio adicional de 0.85 céntimos. Por lo tanto, se consideró viable la implementación del PMP en la empresa. Estos resultados son

consistentes con los hallazgos presentados por Rojas (2019), cuyo planteamiento consistió en la implantación de un PMP enfocado en la relevancia crítica, con el fin de potenciar la disponibilidad de los equipos en una planta de trituración perteneciente a una mina ubicada en La Libertad. En su estudio, Rojas también evaluó la viabilidad del proyecto considerando los ingresos y egresos, obteniendo una TEM del 1.8%, un COK del 1.6%, un VAN positivo (S/ 404,615.14) y la TIR mayor que el COK anual (36.1% > 20%). En resumen, los hallazgos obtenidos en ambas investigaciones respaldan la factibilidad de aplicar un enfoque de PMP con el fin de acrecentar la disponibilidad de los equipos y disminuir los gastos relacionados con el mantenimiento en las organizaciones empresariales.

CONCLUSIONES

Las conclusiones derivadas de este estudio señalan que la ejecución del de PMP en las 16 máquinas críticas de la empresa Cynara Perú S. A. C. resultó en una mejora significativa de la disponibilidad, aumentando del 92.52 % al 98.58 %. Este aumento del 6.06 % fue estadísticamente significativo según el análisis del valor p bilateral del *T de Student*, que arrojó un valor de 0.000, por debajo del umbral de 0.05, lo que llevó a la aprobación de la H_0 y al rechazo de la H_1 .

Tras el análisis de los diagramas de Ishikawa y Pareto, se pudo constatar que en la empresa Cynara Perú S. A. C., la falta de programas de MP afecta el correcto funcionamiento de las 16 máquinas críticas estudiadas, lo que a su vez genera interrupciones imprevistas durante la producción. En lugar de implementar un mantenimiento preventivo, la empresa recurre a un mantenimiento correctivo que implica una mayor inversión en reparaciones y mayores tiempos muertos en el proceso productivo. Esto conduce a un desaprovechamiento de las máquinas y a una reducción de su vida útil, lo que se conoce como mayores costos para la empresa.

Luego de realizar el examen de criticidad en las 16 máquinas de la compañía Cynara Perú S. A. C., se concluyó que las máquinas clasificadas como A o críticas necesitan ser sometidas a un mantenimiento preventivo con mayor prioridad. Esta información fue considerada para desarrollar estrategias de mantenimiento, que permitan mejorar la capacidad de trabajo de las máquinas. Además, estos resultados fueron útiles para determinar la frecuencia e intensidad de mantenimiento que se debe aplicar a cada máquina en particular.

Antes de la implementación el PMP en la compañía Cynara Perú S. A. C., se calcularon los indicadores de mantenimiento que mostraron una vida útil reducida y paradas innecesarias de las 16 máquinas, lo que incrementó los costos de mantenimiento y pérdidas en la producción. El indicador MTBF promedio entre julio y diciembre de 2020 fue de 3945.74 min,

con un rango de 440.63 a 11957.33 min, mientras que el indicador MTTR promedio fue de 295.87 min, con un rango de 49.33 a 1014.00 min para las 16 máquinas. La disponibilidad promedio de las máquinas fue del 92.52 %, con un rango de 83.89 % a 97.29 %. Para elaborar e implementar el PMP, se siguieron 7 pasos que incluyeron definir objetivos, establecer un presupuesto, inventariar los equipos, consultar manuales y obligaciones legales, asignar responsabilidades, planificar acciones y documentar el plan. La implementación del plan se realizó en dos fases: el pre test, que se llevó a cabo entre julio y diciembre de 2020, y el post test, que se efectuó entre los periodos de julio y diciembre de 2021. Como resultado, se apreció una optimización notable en la disponibilidad de las 16 máquinas, pasando del 92.52% al 98.58%, lo que representa un incremento del 6.06%. El análisis estadístico utilizando el test T de Student arrojó un p-valor de 0.000, lo que afirma el rechazo de la H_0 y la aceptación de la H_1 que la implementación del PMP fue efectiva.

Después de la implementación del MP, se calculó que los indicadores de mantenimiento mejoraron significativamente. El indicador MTBF, que mide el tiempo promedio entre fallas, aumentó a un promedio de 18,612.78 minutos para las 16 máquinas, con un rango de 2,971.62 a 80,063.21 minutos. El indicador MTTR, que mide el tiempo promedio de reparación, disminuyó a un promedio de 231.83 minutos, con un rango de 37.5 a 930 minutos para las 16 máquinas. Finalmente, el indicador de disponibilidad, que mide la cantidad de tiempo que los activos están disponibles para su uso, aumentó a un promedio de 98.58 %, con un rango de 97.56 % a 99.78 %. Estos resultados indican que la flota de activos está funcionando de manera más eficiente y confiable, lo que reduce las paradas no programadas y aumenta la productividad.

Se evaluó el beneficio económico la implementación del PMP utilizando el índice de costo-beneficio (B/C) durante un periodo de 12 meses, y se encontró que su valor es de 1.85. Esto indica que los beneficios obtenidos superan los costos involucrados, lo que sugiere que invertir en el PMP sería rentable. Específicamente, por cada unidad monetaria invertida en el PMP, se recuperaría la inversión y se generaría una ganancia adicional de 0.85 unidades monetarias. Por lo tanto, concluimos que la implementación del PMP en la compañía Cynara Perú S. A. C. es una decisión viable y altamente beneficiosa.

RECOMENDACIONES

Se sugiere desarrollar formatos para la ejecución de las actividades preventivas, con el fin de que los técnicos responsables de efectuar las tareas de mantenimiento pueden registrar cualquier información en relación a las tareas que ejecutan, los repuestos a usar y las fechas en las que se ejecutan las inspecciones.

Con base en los resultados, se puede demostrar que el MP incide positivamente en la disponibilidad de las máquinas, por ende, se sugiere que se realicen evaluaciones cada cierto tiempo para demostrar si la propuesta que se aplica es la apropiada para cada máquina, ya que con el pasar del tiempo, la tecnología va cambiando, al igual que los mismos fabricantes que van creando máquinas de última generación y más eficientes que aquellas que posee la empresa en la actualidad.

Se recomienda a la empresa fortalecer sus políticas y las bondades de esta nueva herramienta, para que todo el personal vaya formando una cultura del mantenimiento preventivo, brindando además una serie de capacitaciones acerca de este tema que es importante para el procesamiento de las 80 toneladas diarias que se producen en épocas de campaña. De este modo, se logrará un mejor servicio de mantenimiento a sus activos y por ende la vida útil de cada uno se prolongará, significando menores costos para la empresa.

Se sugiere aplicar el TPM o «Mantenimiento Productivo Total» y algunos de sus ocho pilares como una alternativa para buscar no solo la optimización de la eficiencia en las actividades de mantenimiento, sino también la producción de manera simultánea, donde quien opere la maquina sea responsable de esta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMENDOLA, L.** Indicadores de confiabilidad propulsores en la gestión del mantenimiento. Dpto. Proyectos de Ingeniería. Universidad Politécnica Valencia. s.n., 2011. pág. 4.
- AQUINO, W. y ATALAYA, S.** Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de equipos de la empresa Globaltruck E.I.R.L.-2018-2019. Tesis (Título profesional de Ingeniero Industrial) Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2020. 106 pp.
https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/26312/Aquino%20Manya%20Wild%20er_Atalaya%20Castrejon%20Steve.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- ARIAS, F.** El proyecto de investigación. *Introducción a la metodología científica*. [ed.] Sexta edición. Caracas: Episteme, 2012. 146 pp. ISBN: 980-07-8529-9
- El proyecto de investigación. *Introducción a la metodología científica*. Caracas: Epísteme, C.A., 2012. 138 pp.
- ASOCIACIÓN Nacional de empresarios de Colombia - ANDI.** Estrategia para una nueva industrialización II. Colombia, un país de oportunidades. Medellín: Nomos Impresores, 2017. pág. 369.
- BUELVAS, C. y MARTÍNEZ, K.** Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresas L&L. Tesis (Título de Ingeniero Mecánico) Barranquilla: Universidad Autónoma del Caribe, 2014. 72 pp.
<http://repositorio.uac.edu.co/bitstream/handle/11619/813/TMEC%201144.pdf?sequence=1>
- BUITRAGO, A.** Empresas agroindustriales dinamizan la competitividad empresarial en Colombia. *Espacios*, 2017, 39(13), págs. 1-15.
- CABEL, X. y VELARDE, J.** Análisis de los factores de producción y comercialización para el crecimiento agroindustrial en el Perú. Trabajo de Investigación (Bachiller en Ingeniería Industrial) Arequipa: Universidad Católica San Pablo, 2020. 83 pp.
https://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/20.500.12590/16601/1/CABEL_ARIAS_XIO_A%20NA.pdf

CABEZAS, E., NARANJO, D. y TORRES, J. Introducción a la metodología de la investigación científica. Sangolquí: Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE. s.n., 2018. 138 pp. ISBN: 978-9942-765-44-4
<https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/15424/1/Introduccion%20a%20la%20Metodologia%20de%20la%20investigacion%20cientifica.pdf>

CABEZAS, E., NARANJO, D. y TORRES, J. Introducción a la metodología de la investigación científica. Sangolquí: Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE, 2018. ISBN: 978-9942-765-44-4

CABRERA, A. y ORTIZ, F. y CRUZ, F. Un modelo de minimización de costos de mantenimiento de equipo médico mediante lógica difusa. *Revista Mexicana de Economía y Finanzas Nueva Época*, 2019, 14(3), págs. 379-396. DOI: <https://doi.org/10.21919/remef.v14i3.410>

CALVO, J., PELEGRÍN, A. y GIL, M. Enfoques teóricos para la evaluación de la eficiencia y eficacia en el primer nivel de atención médica de los servicios de salud del sector público. *Retos de la Dirección*, 2018, Vol. 12, págs. 96-118.

CALZADA, J. y TREBOUX, J. Importancia económica del sector agropecuario y agroindustrial en la República Argentina. *Mercados. Informativo semanal*. Bolsa de Comercio de Rosario, 2019. pág. 8. ISSN: 2796-7824

CANSINO, E. Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo y seguridad industrial para la fábrica Minerosa. Proyecto (Título de Ingeniero Mecánico) Quito: Escuela Politécnica Nacional, 2015. 170 pp. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/10469>

CASAS, R. Propuesta de plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos críticos de la empresa Terminales Portuarios Peruanos S.A.C. en el año 2017. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Industrial) Lima: Universidad Privada del Norte, 2017. 78 pp. <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/12420/Tesis%20-%20Ra%20Lenin%20Casas%20Roque.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CASTILLO, W. Aplicación del Plan de Mantenimiento Preventivo para Mejorar el Nivel de Servicio en los Equipos Digitales de la Empresa JCDecaux – 2018. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Industrial) Lima: Universidad César Vallejo, 2018. 119 pp. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/26196/Castillo_AW.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CORO, P. y COTRINA, S. Diseño de un Sistema de Gestión de Mantenimiento para incrementar la Disponibilidad Mecánica de los Equipos de Carguío y Acarreo en la Empresa W&J Minería y Construcción S. A. C. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Industrial) Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2021. 83 pp. <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/29859/Coro%20Cerqu%20Percy%20Elvis%20-%20Cotrina%20Cieza%20Segundo%20Roger.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

DOMENECH, J. Diagrama de Pareto. s.l.: Calidad, s.f.

- GARCÍA, G., GONZÁLEZ, H. Y CORTÉS, E.** Metodología de mantenimiento con posible aplicación en el sector agroindustrial. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 2009, 4 (2), págs. 137-150.
- GARCÍA, K.** Mantenimiento Preventivo en Empresas del Sector construcción de la Región San Martín, Tarapoto, 2017. Tesis (Maestro en Administración de Negocios - MBA) Tarapoto: Universidad César Vallejo, 2017, 71 pp. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/31593/garcia_bk.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- GRUPO Calero.** Concepto de agroindustria [En línea] 21 de 9 de 2020. <https://www.calero-group.com/concepto-de-agroindustria/>
- GUAITARILLA, J.** Plan de mantenimiento preventivo para la máquina industrial de la empresa Fluoroplásticos S.A.S. Universidad Autónoma de Occidente. Santiago de Cali Tesis (Título de Ingeniero Mecánico) Santiago de Cali: Universidad Autónoma de Occidente, 2019, 101 pp. <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/10883/T08482.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P.** *Metodología de la investigación*. México D.F.: Mc Graw Hill Education, 2014.
- HERRERA, M. y DUANY, Y.** Metodología e implementación de un programa de gestión de mantenimiento. *Ingeniería Industrial*, 2016, 37 (1), págs. 2 - 13. ISSN 0258-5960.
- LOZANO, L.** ¿Que es calidad total? *Revista Medica Herediana*. 1998, Vol. 9, págs. 1-8.
- MELO-GONZÁLEZ, R., LARA-HERNÁNDEZ, C. y JACOBO-GORDILLO, F.** Estimación de la confiabilidad-disponibilidad-mantenibilidad mediante una simulación tipo Monte Carlo de un sistema de compresión de gas amargo durante la etapa de ingeniería. *Tecnología Ciencia Educación*, 2009,24 (2), págs. 93-104. ISSN: 0186-6036
- MESA, D., ORTIZ, Y. y PINZÓN, M.** La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento. *Scientia Et Technica*, 2006, 12(30) , págs. 155-160. ISSN: 0122-1701.
- MONTOYA, S.** Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa estructuras del Kafee. Tesis (Título de Ingeniero Mecánico) Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira, 2017, 109 pp. <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/3cbe2e50-016a-4225-a0ff-6918fe7d3500/content>
- MURILLO, I.** *Propuesta de mejoras a los procesos de mantenimiento preventivo de equipos portuarios*. Instituto Superior Tecnológico Bolivariano de Tecnología. Guayaquil : s.n., 2017. pág. 97.
- ÑAUPAS, H. y otros.** *Metodología de la investigación. Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis*. Bogotá: Ediciones de la U, 2018. 560 pp.

- OLARTE, W., BOTERO, M. y CAÑÓN, B.** Importancia del mantenimiento industrial dentro de los procesos de producción. *Scientia Et Technica*, 2010, 16(44), págs. 354-356.
- ORGANIZACIÓN de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).** La agricultura mundial en la perspectiva del año 2050. Roma: s.n., 2009. pág. 4.
- OSORIO, O.** Propuesta técnica para implementar un plan de mantenimiento preventivo de la perforadora Jumbo Troidon 55XP para mejorar su disponibilidad en una mina subterránea para el año 2020. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Mecánico) Lima: Universidad Tecnológica del Perú, 2020, 181 pp.
- PEÑARANDA, C.** El aporte de la Agroindustria. *La Cámara. Revista de la CCL*, agosto de 2019, 890. págs. 5-8.
- PÉREZ, F.** *Conceptos generales en la Gestión del Mantenimiento Industrial*. Bucaramanga: Ediciones USTA, 2021, 107 pp. ISBN: 978-958-8477-92-3.
- PRIMERO, D, y otros.** Manual para la estimación del mantenimiento correctivo de equipos biomédicos en la Fundación Valle del Lili. *Revista Ingeniería Biomédica*, 2015, 9(18), págs. 81 - 87. ISSN 1909-9762.
- RODRÍGUEZ, J.** Qué es el diagrama de Ishikawa, para qué sirve, cómo crearlo y ejemplos. HubSpot [En línea] 9 de 2 de 2023. <https://blog.hubspot.es/sales/diagrama-ishikawa>.
- ROJAS, J.** Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los equipos en la planta de chancado de una Unidad Minera en La Libertad, 2019. Tesis (título Profesional de Ingeniero Industrial) Trujillo: Universidad Privada del Norte, 2019, 84 pp.
- RUIZ, Á.** Caracterización de la función mantenimiento en el sector agroindustrial de la región Piura. Tesis (Título de Ingeniero Mecánico Eléctrico) Piura: Universidad de Piura, 2019, 155 pp.
- SÁNCHEZ, R.** t-Student. Usos y abusos. *Revista Mexicana de Cardiología*, 2015, 26(1) págs. 59-61.
- SIERRA, G.** Programa de mantenimiento preventivo para la empresa metalmecánica Industrias AVM S.A. Tesis (Título de Ingeniero Mecánico) Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2004, 196 pp.
- SLADOGNA, M.** *Productividad. Definiciones y Perspectivas para la Negociación Colectiva*, 2017. s.l.: Relats
- SUN, XIAOMENG.** Implementing a Total Productive Maintenance Approach into an Improvement At S Company. Kentucky. Tesis (Maestro en Ciencia) Kentucky: Western Kentucky University, 2018, 115 pp.

- TORRES, P.** Formulación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la flota de empernadores de la Unidad Atacocha. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Mecánico) Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2019, 147 pp.
- VEGA, A.** Implementación del mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la maquinaria en la empresa Grúas América S. A. C. Santa Anita, 2017. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Industrial) Lima: Universidad César Vallejo, 2017, 154 pp.
- VISCAÍNO, M. y otros.** Evaluación de la gestión del mantenimiento en hospitales del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social de la zona 3 del Ecuador. *Ingenius. Revista de Ciencia y Tecnología*, 2019, n.º 22, págs. 59-71. ISSN 1390-860X.
http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-860X2019000200059

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Consistencia

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables	Metodología
¿En qué medida la implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora disponibilidad de las máquinas críticas en la empresa Cynara Perú S. A. C., 2021?	Determinar en qué medida la implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora disponibilidad de las máquinas críticas en la empresa Cynara Perú S. A. C., 2021.	La implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejorará significativamente la disponibilidad de las máquinas críticas en la empresa Cynara Perú S. A. C., 2021.	<p>Variable independiente X: PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Dimensiones e indicadores</p> <p>X.1. Diagnóstico</p> <p>X.1.1. Ficha técnica de mantenimiento de los equipos hidráulicos X.1.2. Historial de fallas X.1.3. Reportes de las órdenes de trabajos de mantenimiento anteriores X.1.4. Diagrama causa – efecto X.1.5. Matriz de criticidad</p> <p>X.2. Planificar</p> <p>X.2.1. Programa de mantenimiento preventivo (Diagrama Gantt)</p> <p>X.3. Evaluación y control</p> <p>X.3.1. Actividades reales</p>	<p>Enfoque de investigación: Cuantitativo</p> <p>Tipo de investigación: Aplicado</p> <p>Nivel de investigación: Explicativo</p> <p>Diseño de la investigación: Pre – experimental de corte transversal</p> <p>Población: La población está compuesta por las 16 máquinas críticas de la empresa Cynara Perú S. A. C.</p> <p>Muestra: Para esta investigación la muestra presenta el mismo tamaño de la población. Asimismo, el tipo de muestreo fue el no probabilístico intencional.</p>
Problema Específicos	Objetivo Específicos	Hipótesis Específicos		
¿El diagnóstico situacional permite conocer el actual sistema de mantenimiento que ejecuta la empresa Cynara Perú S. A. C., 2021?	Diagnosticar la situación actual del sistema de mantenimiento de la empresa Cynara Perú S. A. C., 2021.	Establecer un diagnóstico de la situación actual del sistema de mantenimiento y determinar la criticidad de las máquinas de la empresa Cynara Perú S. A. C., 2021.		
¿Cuál es la criticidad de las máquinas de la empresa Cynara Perú S. A. C., 2021?	Determinar la criticidad de las máquinas de la empresa Cynara Perú S. A. C., 2021.	Establecer el cálculo de los indicadores de mantenimiento antes de implementar un plan de mantenimiento en la empresa Cynara Perú S. A. C., 2021.		
¿Cuáles son los indicadores de mantenimiento antes de implementar un plan de mantenimiento preventivo en la empresa Cynara Perú S. A. C., 2021?	Calcular los indicadores de mantenimiento antes de implementar un plan de mantenimiento preventivo en la empresa Cynara Perú S. A. C., 2021.			

<p>¿Qué criterios se tomarán para elaborar e implementar un plan de mantenimiento en la empresa Cynara Perú S. A. C., 2021?</p> <p>¿Cuáles son los indicadores de mantenimiento después de implementar un plan de mantenimiento preventivo en la empresa Cynara Perú S. A. C., 2021?</p> <p>¿Cuál es el beneficio económico del plan de mantenimiento preventivo en la empresa Cynara Perú S. A. C., 2021?</p>	<p>Elaborar e implementar un plan de mantenimiento preventivo en la empresa Cynara Perú S. A. C., 2021.</p> <p>Calcular los indicadores de mantenimiento después de implementar un plan de mantenimiento preventivo en la empresa Cynara Perú S. A. C., 2021.</p> <p>Identificar el beneficio económico del plan de mantenimiento preventivo en la empresa Cynara Perú S. A. C., 2021.</p>	<p>Implementar un plan de mantenimiento preventivo en la empresa Cynara Perú S. A. C., 2021.</p> <p>Establecer el cálculo de los indicadores de mantenimiento después de implementar un plan de mantenimiento preventivo en la empresa Cynara Perú S. A. C., 2021.</p> <p>Establecer el beneficio económico del plan de mantenimiento preventivo en la empresa Cynara Perú S. A. C., 2021.</p>	<p>X.3.2. Actividades programadas</p> <p>X.4. Costos</p> <p>X.4.1. Costos del mantenimiento correctivo</p> <p>X.4.2. Costos del mantenimiento preventivo</p> <p>Variable dependiente Y= DISPONIBILIDAD Dimensiones e indicadores</p> <p>Y.1. Tiempo promedio entre fallas (MTBF)</p> <p>Y.1.1. Índice del MTBF</p> <p>Y.2. Tiempo de reparación de fallas (MTTR)</p> <p>Y.2.1. Índice del MTBF</p>	<p>Técnicas de recolección de información: Observación y recopilación documental.</p> <p>Instrumentos para la recolección de información: <u>Checklist</u> (fichas de observación) y las fichas de registros de datos.</p> <p>Técnicas para el procesamiento y análisis de la información</p> <p>Para el procesamiento de datos se utilizará el software Microsoft Excel, permitiendo la construcción de tablas y gráficos, facilitando la interpretación de los mismos. Además, para la contratación de las hipótesis se empleará el método de diseño en sucesión o en línea, también conocido como el método pre-test y post-test, por medio del software IBM SPSS Statistics 26.</p>
--	--	--	--	--

Anexo 2. Validación por expertos

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

1.1. Título del trabajo de investigación:

«Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de las máquinas críticas en la empresa Cynara Perú S. A. C., 2021»

II. DATOS DEL EXPERTO:

2.1. Nombres y apellidos: WALDRICK CESAR MORRO SUMMARY

2.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE UNIVERSITARIO UNIVERSIDAD CONTINENTAL

2.3. Grado académico que ostenta: DOCTOR

2.4. Lugar y fecha: 10/04/2023

III. EVALUACIÓN POR INDICADORES Y CRITERIOS

CRITERIO	INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20 %	Regular 21-40 %	Bueno 41-60 %	Muy Bueno 61-80 %	Excelente 81-100 %
Forma	1. REDACCION	Los ítemes están redactados considerando los elementos necesarios (sintaxis – ortografía – signos de puntuación)				X	
	2. CLARIDAD	Está formulado con un lenguaje apropiado				X	
	3. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables				X	
	4. ACTUALIDAD	Es adecuado al avance de la ciencia y la tecnología					X
Contenido	5. SUFICIENCIA	Los ítemes son adecuados en cantidad y profundidad				X	
	6. INTENCIONALIDAD	El instrumento mide en forma pertinente el comportamiento de las variables de investigación.					X
	7. ORGANIZACION	Existe una organización lógica entre todos los elementos básicos del instrumento.				X	
Estructura	8. CONSISTENCIA	Se basa en aspectos teóricos científicos de la investigación educativa.				X	
	9. COHERENCIA	Existe coherencia entre los ítemes planteados con los indicadores, dimensiones y variables				X	
	10. METODOLOGÍA	El instrumento responde al propósito de la investigación.					X
Valoración	VALORACIÓN PROMEDIO DE TODOS LOS ÍTEM		85 %				

NOTA: Se aprueba el instrumento a partir del 60% de valoración, siendo lo ideal al 80 %

IV. OBSERVACIONES EN CUANTO A:

4.1. FORMA: (Ortografía, coherencia lingüística, redacción)

En cuanto a la redacción, se debe revisar bastante, si mal no recuerdo un lingüista debe revisar esta tesis antes de ser sustentada.

4.2. CONTENIDO: (Coherencia en torno al instrumento. Si el indicador corresponde a los ítems y dimensiones)

El contenido guarda coherencia con instrumento y sus indicadores, en la operacionalización de variables

4.3. ESTRUCTURA: (Profundidad de los ítems)

La profundidad del tema desarrollado es el correcto para una tesis de pregrado.

V. APOORTE Y/O SUGERENCIAS:

NINGUNA

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

LUEGO DE REVISADO EL INSTRUMENTO:

Promedio de valoración =_85 %

Procede su aplicación

Debe corregirse



Firma

Mg. o Dr.: WALDRICK MORRO SUMARY.

DNI: 44045227

Teléfono: 926938879

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

VI. DATOS GENERALES:

6.1. Título del trabajo de investigación:

«Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de las máquinas críticas en la empresa Cynara Perú S. A. C., 2021»

VII. DATOS DEL EXPERTO:

7.1. Nombres y apellidos: VICTOR FELIX CANDELA AYLLON

7.2. Cargo e institución donde labora: GERENTE DE MANTENIMIENTO DANPER TRUJILLO S. A. C.

7.3. Grado académico que ostenta: INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

7.4. Lugar y fecha: 10/04/2023

VIII. EVALUACIÓN POR INDICADORES Y CRITERIOS

CRITERIO	INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20 %	Regular 21-40 %	Bueno 41-60 %	Muy Bueno 61-80 %	Excelente 81-100 %
Forma	11. REDACCIÓN	Los ítems están redactados considerando los elementos necesarios (sintaxis –ortografía – signos de puntuación)					X
	12. CLARIDAD	Está formulado con un lenguaje apropiado.					X
	13. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.				X	
Contenido	14. ACTUALIDAD	Es adecuado al avance de la ciencia y la tecnología.				X	
	15. SUFICIENCIA	Los ítems son adecuados en cantidad y profundidad.				X	
	16. INTENCIONALIDAD	El instrumento mide en forma pertinente el comportamiento de las variables de investigación.					X
Estructura	17. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica entre todos los elementos básicos del instrumento.					X
	18. CONSISTENCIA	Se basa en aspectos teóricos científicos de la investigación educativa.				X	
	19. COHERENCIA	Existe coherencia entre los ítems planteados con los indicadores, dimensiones y variables				X	
	20. METODOLOGIA	El instrumento responde al propósito de la investigación.				X	
Valoración	VALORACION PROMEDIO DE TODOS LOS ITEM		80 %				

NOTA: Se aprueba el instrumento a partir del 60 % de valoración, siendo lo ideal al 80 %.

IX. OBSERVACIONES EN CUANTO A:

9.1. FORMA: (Ortografía, coherencia lingüística, redacción)

En cuanto a la redacción, se debe revisar.

9.2. CONTENIDO: (Coherencia en torno al instrumento. Si el indicador corresponde a los ítems y dimensiones)

El contenido guarda coherencia con instrumento y sus indicadores.

9.3. ESTRUCTURA: (Profundidad de los ítems)

La profundidad del tema desarrollado es el correcto para una tesis de pregrado.

X. APORTE Y/O SUGERENCIAS:

EL instrumento reúne condiciones adecuadas para ser aplicado, pudiendo hacer ajustes de índole organizativa y formulación que mejorarán el diseño final.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

LUEGO DE REVISADO EL INSTRUMENTO:

Promedio de valoración =80 %

Procede su aplicación

Debe corregirse



.....
ING. CIP VICTOR FELIX CANDELA AYLLON
Registro 156587 - MEC. ELECTRICISTA

Firma

Ing.: VICTOR FELIX CANDELA AYLLON.

DNI: 15377381

Teléfono: 956298864

Anexo 5. Ficha de recolección de datos de la dimensión MTBF

Empresa Cynara Perú S. A. C.	Ficha de recolección de datos de la dimensión MTBF		
Cantidad de equipos		Horas de trabajo	
Supervisor		Fecha	
Jefe de área		Proceso	
Formula del MTBF	$MTBF = \frac{\text{Horas totales} - \text{Horas de para por mantenimiento}}{\text{Horas totales}} * 100 \%$		
Mes	Horas totales	Horas de para por mantenimiento	MTBF
Promedio			

