



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL**

**“PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA DE FAENAMIENTO DE UNA PYME
AVÍCOLA”**



AUTOR: Robersson Patricio Rosero Torres

DIRECTOR: Ing. Víctor Alfonso Erazo Arteaga, MSc.

Ibarra-Ecuador

2024

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1004054563		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Rosero Torres Robersson Patricio		
DIRECCIÓN:	13 de Abril y Pichincha		
EMAIL:	rproserot@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:		TELF. MOVIL	0990917877

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA DE FAENAMIENTO DE UNA PYME AVÍCOLA
AUTOR (ES):	Rosero Torres Robersson Patricio
FECHA: AAAAMMDD	2024-09-02
SOLO PARA TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	
CARRERA/PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> GRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Industrial
DIRECTOR:	MSc. Victor Alfonso Erazo Arteaga

AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Robersson Patricio Rosero Torres, con cédula de identidad Nro. 1004054563, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de integración curricular descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

Ibarra, a los 02 días del mes de septiembre de 2024.

EL AUTOR:



Firma.....

Nombre: Rosero Torres Robersson Patricio

CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 02 días, del mes de septiembre de 2024.

EL AUTOR:



Firma.....

Nombre: Rosero Torres Robersson Patricio

**CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN
CURRICULAR**

Ibarra, 02 de septiembre de 2024

MSc. Víctor Alfonso Erazo Arteaga

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de Integración Curricular, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

(f) 

MSc. Víctor Alfonso Erazo Arteaga

C.C.: 

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificado del trabajo de Integración Curricular “**Propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para la maquinaria de faenamiento de una PYME avícola**” elaborado por **Rosero Torres Robersson Patricio** previo a la obtención del título del **Ingeniero Industrial**, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:

(f):.....

MSc. Víctor Alfonso Erazo Arteaga

C.C.: 1719188029.....

(f):.....

PhD. Robert Mauricio Valencia Chapi

C.C.: 1003134879.....

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres, cuyo amor incondicional y sacrificio han sido el motor que impulsó cada paso de este largo camino. A mi familia, por su constante apoyo, comprensión y aliento en los momentos difíciles. A mis amigos, quienes han compartido risas, lágrimas y momentos de distracción durante esta travesía académica. A mis profesores y mentores, cuya sabiduría y orientación han sido fundamentales para mi crecimiento intelectual y personal. A todos aquellos que, de una manera u otra, han contribuido con su apoyo, consejos y ánimos a la realización de este proyecto. A cada uno de ustedes, gracias infinitas por formar parte de este sueño hecho realidad.

A mi pareja, Kerly, cuya paciencia, apoyo y amor incondicional han sido fundamentales para la culminación de esta tesis. A lo largo de este proceso, has sido mi pilar, brindándome tu inquebrantable paciencia y comprensión. Gracias por las incontables horas que has pasado a mi lado, por las noches en vela, por tus palabras de aliento cuando más las necesitaba y por tu fe inquebrantable en mí. Has sido mi refugio en los momentos de estrés y mi compañera de celebración en cada pequeño éxito.

AGRADECIMIENTO

Me gustaría expresar mi sincero agradecimiento a todas las personas que han contribuido de manera significativa a la realización de este trabajo de tesis. En primer lugar, quiero agradecer a mi tutor MSc. Víctor Erazo y asesor PhD. Robert Valencia cuya orientación experta, paciencia y apoyo inquebrantable fueron fundamentales para llevar a cabo este proyecto. También quiero agradecer a la Universidad Técnica del Norte por brindarme los recursos y el ambiente propicio para llevar a cabo esta investigación.

Agradezco profundamente a mi familia por su amor, comprensión y constante estímulo durante este exigente proceso. Sus palabras de aliento fueron mi motor en los momentos más difíciles.

Agradezco a mis amigos y seres queridos por su comprensión y apoyo incondicional, así como por brindarme momentos de distracción y alegría cuando más los necesitaba.

Por último, pero no menos importante, quiero expresar mi gratitud a todos los participantes de este estudio por su colaboración y disposición para compartir sus experiencias, sin su valiosa contribución este trabajo no habría sido posible.

A cada uno de ustedes, mi más profundo agradecimiento por ser parte de este viaje y por ayudarme a alcanzar este logro académico.

RESUMEN

El sector avícola en Ecuador ha tenido crecimiento del 27% en el número de aves criadas entre 2018 y 2019. La falta de mantenimiento en la maquinaria de este sector resulta en pérdidas económicas y de clientes debido a paros no planificados. Este trabajo es el resultado de la aplicación de diversas metodologías que permitieron el desarrollo de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para una PYME avícola, ubicada en la provincia de Imbabura, cantón Ibarra. El grupo de investigación fue elegido posterior a la aplicación de una matriz de criticidad en la maquinaria del proceso productivo de la empresa. Se realizó una observación de campo junto con una revisión documental de donde se pudo extraer datos que fueron usados para el desarrollo de los indicadores de mantenimiento, así como para los pronósticos de fallas. Los resultados indican que la empresa cuenta con un rendimiento por encima del promedio y un nivel de mantenimiento aceptable, pero a pesar de ello, los pronósticos realizados sugieren que existirán 459 fallas para el siguiente periodo si no se aplica un sistema de gestión de mantenimiento preventivo. El levantamiento de toda esta información sirvió para identificar aquellos puntos críticos en donde la gestión de la maquinaria puede ser mejorada, con el desarrolló un sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en el ciclo de mejora continua PHVA para una PYME avícola.

ABSTRACT

The poultry sector in Ecuador has experienced a 27% growth in the number of birds raised between 2018 and 2019. The lack of maintenance in the machinery of this sector results in economic losses and customer loss due to unplanned stoppages. This work is the result of the application of various methodologies that allowed the development of a preventive maintenance management system for a poultry PYME, located in the province of Imbabura, canton Ibarra. The research group was selected after applying a criticality matrix to the machinery of the company's production process. A field observation was carried out together with a document review from which data was extracted that was used for the development of maintenance indicators as well as for failure forecasts. The results indicate that the company has an above-average performance and an acceptable level of maintenance, but despite this, the forecasts made suggest that there will be 459 failures in the next period if a preventive maintenance management system is not applied. The collection of all this information served to identify those critical points where the management of the machinery can be improved, with the development of a preventive maintenance management system based on the PHVA continuous improvement cycle for a poultry PYME.

LISTA DE SIGLAS

CONAVE: Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador

PIB: Producto Interno Bruto

PYME: Pequeña y Mediana Empresa

PHVA: Planificar, Hacer, Verificar y Actuar

RCM: Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad

AMEF: Análisis del Modo y Efecto de Fallas

MTBF: Mean Time Between Failure

TBM: Mantenimiento Basado en el Tiempo

CBM: Mantenimiento Basado en la Condición

PDM: Mantenimiento Predictivo

RAE: Real Academia Española

SAE: Society of Automotive Engineers

API: The American Petroleum Institute

MES: Maintenance Effectiveness Survey

CMMS: Sistema Computarizado de Gestión de Mantenimiento

UNE: Una Norma Española

MLP: Multilayer Perceptron

TPEF: Tiempo Promedio Entre Fallas

TPPR: Tiempo Promedio Para la Reparación

ÍNDICE DE CONTENIDOS

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA.....	2
AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD.....	3
CONSTANCIAS.....	4
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	5
APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR.....	6
DEDICATORIA.....	7
AGRADECIMIENTO.....	8
RESUMEN.....	9
ABSTRACT.....	10
LISTA DE SIGLAS.....	11
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	12
INDICE DE FIGURAS.....	15
INDICE DE TABLAS.....	16
CAPÍTULO I.....	17
I. INTRODUCCIÓN.....	17
A. Planteamiento del Problema.....	17
B. Justificación.....	18
C. Objetivos.....	19
1) Objetivo general:.....	19
2) Objetivos específicos:.....	19
D. Alcance y delimitación.....	19
CAPÍTULO II.....	20
II. MARCO TEÓRICO.....	20
A. Antecedentes.....	20
B. Bases teóricas.....	23
1) Sistema de Gestión:.....	23
2) Mejora Continua:.....	23
3) Mantenimiento Industrial:.....	24
4) Evolución del Mantenimiento:.....	24
5) Objetivo del Mantenimiento:.....	26
6) Tipos de Mantenimiento:.....	27

7) Análisis de Criticidad:.....	28
8) Indicadores de Mantenimiento:.....	29
C. Marco legal	31
1) Decreto Ejecutivo 2393:	31
CAPÍTULO III	32
III. MATERIALES Y MÉTODOS	32
A. Descripción del área de estudio	32
1) Descripción de la empresa:	32
2) Localización de la empresa:	32
3) Misión:	32
4) Visión:.....	33
5) Estructura organizacional:	33
6) Productos:	33
7) Descripción del proceso productivo:.....	34
8) Diagrama de flujo del proceso productivo:.....	34
9) Layout:	34
10) SIPOC:	35
B. Población y muestra.....	36
C. Marco metodológico	38
1) Diagnóstico inicial:	38
2) Identificación de la maquinaria:.....	40
3) Indicadores de mantenimiento:	43
4) Pronóstico de fallas:	44
CAPÍTULO IV	48
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	48
A. Encuesta MES.....	48
B. Codificación.....	49
C. Ficha técnica	50
D. Tiempo promedio entre fallas	51
E. Tiempo promedio para la reparación	52
F. Disponibilidad.....	53
G. MLP para fallos de maquinaria.....	54
H. PROPUESTA	62
1) Introducción:	62

2) Objetivo:	62
3) Alcance:	62
I. Planificar.....	63
1) Inventario de la maquinaria:	63
2) Inventario de maquinaria crítica:	65
J. Hacer.....	67
1) Procedimiento de mantenimiento preventivo y correctivo:	67
2) Procedimiento para mantenimiento de terceros:	67
3) Procedimiento para la adquisición de repuestos:	67
K. Verificar.....	67
1) Indicador de cumplimiento del plan de mantenimiento:.....	67
2) Tiempo promedio entre fallas:	68
3) Tiempo promedio para la reparación:	69
4) Disponibilidad:.....	69
L. Actuar	70
1) Procedimiento de no conformidades:.....	70
CONCLUSIONES	71
RECOMENDACIONES	72
V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
VI. ANEXOS.....	78

INDICE DE FIGURAS

Fig. 1 Ciclo PHVA	23
Fig. 2 Evolución del mantenimiento	25
Fig. 3 Objetivo del mantenimiento por diferentes autores.	26
Fig. 4 Tipos de mantenimiento.....	27
Fig. 5 Indicadores de mantenimiento.	29
Fig. 6 Ubicación de la empresa	32
Fig. 7 Estructura organizacional de la empresa.....	33
Fig. 8 SIPOC del proceso de faenamiento	35
Fig. 9 Niveles de identificación de la ISO 14224	40
Fig. 10 Formato de fichas técnicas para los equipos.....	42
Fig. 11 Neurona biológica versus neurona artificial.	45
Fig. 12 Resultados de la evaluación MES.....	48
Fig. 13 Ficha técnica del compresor.....	50
Fig. 14 Tiempo promedio entre fallas	51
Fig. 15 Tiempo promedio de reparación	52
Fig. 16 Disponibilidad de la maquinaria	53
Fig. 17 Serie temporal de los datos recopilados.....	54
Fig. 18 Gráfica de caja de los datos recopilados	54
Fig. 19 Patrones estacionales de datos recopilados.....	55
Fig. 20 Descomposición de la serie.....	55
Fig. 21 Análisis de autocorrelación de los datos	56
Fig. 22 Primer entrenamiento.....	57
Fig. 23 Pronostico con el primer entrenamiento	57
Fig. 24 Segundo entrenamiento.....	58
Fig. 25 Pronóstico tras el segundo entrenamiento.....	58
Fig. 26 Tercer entrenamiento	59
Fig. 27 Pronóstico tras el tercer entrenamiento.....	59
Fig. 28 Último entrenamiento	60
Fig. 29 Pronóstico final tras último entrenamiento	60

INDICE DE TABLAS

TABLA I HISTORIA DEL MANTENIMIENTO	26
TABLA II MATRIZ DE CRITICIDAD	28
TABLA III ECUACIONES PARA EL CÁLCULO DE LOS INDICADORES DE MANTENIMIENTO	30
TABLA IV SIGNIFICADO DE LAS SIGLAS USADAS EN LA TABLA III.....	30
TABLA V MATRIZ PARA IDENTIFICAR LA CRITICIDAD DE LA MAQUINARIA ...	37
TABLA VI SISTEMA DE CODIFICACIÓN DISEÑADO.....	41
TABLA VII TABLA DE DESIGNACIÓN DE ÁREAS REALIZADA POR LA EMPRESA	41
TABLA VIII ASPECTOS QUE DEBERÍAN TOMARSE EN CUENTA SEGÚN LA NORMA UNE-EN 13460:2009	41
TABLA IX ASPECTOS USADOS POR LA ELABORACIÓN DE FICHAS TÉCNICAS .	42
TABLA X RESULTADO DE LA CODIFICACIÓN DE LA MAQUINARIA.....	49
TABLA XI FALLAS POR MES PARA EL PERIODO 2024-2025	61
TABLA XII INVENTARIO DE MAQUINARIA	63
TABLA XIII CONTINUACIÓN	64
TABLA XIV MAQUINARIAS CRÍTICAS.....	65
TABLA XV INDICADOR DE CUMPLIMIENTO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO.	68
TABLA XVI INDICADOR DE TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS.....	68
TABLA XVII INDICADOR DE TIEMPO PROMEDIO PARA LA REPARACIÓN	69
TABLA XVIII INDICADOR DE DISPONIBILIDAD.....	70

CAPÍTULO I

I. INTRODUCCIÓN

A. Planteamiento del Problema

La gestión eficiente de las interrupciones no planificadas figura como una cuestión de alta relevancia estratégica para la amplia mayoría de las entidades, según el informe "Gestión eficiente de activos: de la resolución a la prevención". En la industria, cada parada representa un desembolso de \$1.3 millones cada hora., relacionado con la pérdida de tiempo de producción y la disminución de las ventas. A pesar de su impacto, el 70% de las empresas carece de visibilidad para anticipar y evitar estas interrupciones [1].

El estudio de Moreira, N; Aray, C; Arias, I & Mendoza, R [2] revela que el 71% de los procesos de mantenimiento se realizan en respuesta a fallas o defectos en maquinarias, mientras que el 29% restante se dedica a actividades preventivas, como la limpieza y lubricación. Esto implica un enfoque predominantemente correctivo, generando costos adicionales. En el libro de Sullivan, G, *et al.* [3] se destaca que un mantenimiento preventivo puede generar ahorros proyectados del 12% al 18%, en contraste con un programa de mantenimiento correctivo.

La avicultura ecuatoriana exhibe un crecimiento sostenido, evidenciado por un aumento del 27% en el número de aves criadas en campo y planteles avícolas entre 2018 y 2019. En 2019, el panorama avícola del país comprendía 1.819 granjas, incluyendo 90 industrias consignadas en la Superintendencia de Compañías, abarcando un espectro diverso de escalas, desde grandes empresas hasta microempresas. Cabe destacar la concentración del 57% de estas empresas en las provincias de Guayas, Pichincha y Tungurahua, lo que resalta la importancia de la producción avícola en estas regiones [4].

En las últimas cifras obtenidas por CONAVE [5] la industria avícola en Ecuador tiene un impacto significativo en la economía, representando el 3% del PIB total y contribuyendo al 23% del PIB agropecuario. La cría de aves en áreas rurales es estratégica para el impacto

económico, la promoción del empleo decente y la garantía de la seguridad alimentaria. En 2021, la producción anual alcanzó los USD 3.700 millones, generando más de 300 mil empleos. Además, la industria muestra resultados positivos en la exportación de carne de pollo, enviando 440 toneladas a Las Bahamas de mayo a octubre de 2023, con proyecciones a un total de 690 toneladas para el año.

Con base en la información proporcionada anteriormente, se puede suponer que la PYMES de este sector que carecen de mantenimiento, estarían perdiendo dinero y clientes debido al paro no planificado de la maquinaria. Este problema se vería mitigado al implantar sistemas de gestión para planificación y ejecución de mantenimientos preventivos.

B. Justificación

Una planta de faenamiento avícola está equipada con una variada gama de maquinaria industrial diseñada meticulosamente para abordar tanto la demanda diaria como los rigurosos estándares de calidad establecidos por cada uno de sus clientes. Este conjunto diversificado de equipos abarca desde avanzados sistemas de sacrificio y desplumado hasta dispositivos especializados para el procesamiento y empaque de productos avícolas.

Para el correcto funcionamiento de esta maquinaria se requiere la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo, esto a medida que el tiempo avanza y la demanda experimenta un crecimiento sostenido, las máquinas se ven llevadas hasta sus límites absolutos para hacer frente a esta demanda haciendo que los paros no programados sean cada vez más repetitivos. A medida que aumenta la utilización, la velocidad a la que las piezas de la máquina se desgastan aumenta, por lo que la frecuencia de fallos aumenta rápidamente. Para combatir este problema y asegurarse de que las máquinas sigan funcionando, se lleva a cabo un trabajo de mantenimiento [6].

El mantenimiento es un sistema importante en el funcionamiento de una industria, uno de los tipos de mantenimiento que actualmente se implementa para evitar la ocurrencia de fallos

se conoce como mantenimiento preventivo. A través de la ejecución eficaz de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo una empresa obtiene ventajas sustanciales sobre sus competidores. La reducción de paradas no programadas en la cadena productiva no solo conlleva a una mayor productividad, sino que también se observa una reducción de los tiempos de espera causados por interrupciones no planificadas. Este enfoque resulta en una considerable disminución de los gastos de mantenimiento, lo que a su vez contribuye a una optimización de los recursos disponibles.

C. Objetivos

1) Objetivo general:

- Proponer un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para la maquinaria de faenamiento de una PYME avícola.

2) Objetivos específicos:

- Establecer la base teórica y normativa aplicable en procesadoras avícolas, que sustente el proyecto de investigación mediante la revisión documental y bibliográfica.
- Diagnosticar la situación actual, mapeando los procesos actuales del faenamiento usados en una PYME avícola, para recopilación de información sobre puntos críticos y áreas de mejora en la gestión de la maquinaria.
- Desarrollar el sistema de gestión de mantenimiento preventivo con base en la mejora continua PHVA para la maquinaria de faenamiento de una PYME avícola.

D. Alcance y delimitación

Se propone realizar un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para la maquinaria implicada en el proceso productivo de pollo vacío de una planta de faenamiento avícola, mismo que quedará a disposición de la gerencia y el área de mantenimiento, estos serán los responsables de la evaluación, implementación y verificación de la disminución de las paradas no planificadas de la maquinaria.

CAPÍTULO II

II. MARCO TEÓRICO

A. Antecedentes

En el trabajo desarrollado por Muñoz Jorge & Cantos Manuel [7], se aborda la identificación y resolución de problemas específicos en una cadena de elaboración de conservas de atún en la industria alimentaria Eurofish de Manta. Se implementan estrategias de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) en los equipos de dicha línea. A pesar de que el RCM a menudo se percibe como demandante de recursos en la industria de conservas, se propone hacer el proyecto manejable mediante una evaluación de los equipos críticos. Se emplean métodos como la evaluación de criticidad y estudio de los modos de falla y sus efectos (AMEF). La estrategia de mantenimiento se elabora en función de las especificaciones del AMEF y el Diagrama de Pareto, incorporando tareas de prevención que abarcan inspección y control, no limitándose a operaciones de lubricación o engrase. El Tiempo Promedio Entre Fallas (MTBF) se resalta como el indicador clave para evaluar la confiabilidad, registrando un aumento significativo a 3,59. Lo que conlleva un incremento en la excelencia de las labores de mantenimiento y un aumento en la operatividad de los equipos de la línea de producción del 87%, considerado un porcentaje aceptable dada la situación de la empresa.

Felipe Coronado [8], en el presente estudio, el objetivo primordial fue analizar la eficacia de la metodología PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) en el contexto de la mejora de la disponibilidad de equipos en una planta de procesamiento de harina de pescado en Chimbote. Empleando una metodología aplicada con enfoque cuantitativo y diseño preexperimental, se evidenció un bajo nivel de cumplimiento de la mejora continua, lo que se atribuyó a la ausencia de un programa de mantenimiento preventivo, deficiencias en el orden y la limpieza en las áreas de mantenimiento, procedimientos de mantenimiento inadecuados y operadores con capacitación insuficiente. Se observó que los equipos de la empresa

experimentaban paradas no planificadas cada 24.73 horas, con un tiempo de reparación de 13.21 horas. En el estado inicial, el porcentaje de disponibilidad de las máquinas era del 65.17%. En el marco de la iniciativa de mejora continua, se llevó a cabo la implementación de un conjunto de medidas estratégicas para optimizar el desempeño de los equipos, incluyendo el diseño de un procedimiento de mantenimiento detallado, la creación de un plan de mantenimiento preventivo basado en el análisis de fallas y modos de efecto, implementación de procedimientos de orden y limpieza, y la elaboración de un programa de capacitación completo para el personal operativo. Como resultado, se logró una mejora significativa, alcanzando una disponibilidad del 98.84%, lo que representó un aumento del 31.06%. En resumen, la implementación del PHVA en la planta de procesamiento de harina de pescado evidenció su efectividad como metodología para optimizar la disponibilidad de los equipos.

Segovia Joel [9], en este proyecto se enfoca en el desarrollo de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo adaptado a las necesidades específicas de Calzado Pardo, empresa con sede en Ambato, Ecuador, durante el año 2019. El objetivo es optimizar las operaciones de la planta, centrada en la reducción del tiempo de producción de calzado. Se emplea la metodología de proyecto factible, respaldada por investigación de campo y documental con un enfoque descriptivo. La solución a la problemática se sustenta en la recopilación y el análisis sistemático de datos, con el objetivo de caracterizar el estado actual de equipos y maquinaria, identificando las fallas y analizando los costos asociados con la puesta en marcha de un Sistema de Gestión de Mantenimiento Preventivo basado en la metodología NTP 679. Después de la implementación, se ha observado una disminución del 50% en el costo de mantenimiento anual. Se promueve un modelo de gestión para aumentar la viabilidad del proyecto, concluyendo que la propuesta garantizará un mejor rendimiento de las maquinarias, reduciendo las fallas recurrentes y el tiempo de producción de calzado.

En el trabajo de Arroyo, C & Obando, R [10] se examina la importancia de implementar el mantenimiento preventivo optimizar los procesos de producción, abordando este tema dentro del enfoque sistemático para gestión de mantenimiento. El estudio se llevó a cabo mediante el análisis bibliográfico sobre mantenimiento industrial y preventivo además de la optimización de procesos. Estudios en Ecuador demuestran un incremento potencial de la productividad del 25% con la implementación de mantenimiento preventivo, reducción de gastos de mantenimiento en un 30%, además de extender el tiempo útil de máquinas y equipos un 50%. Estos hallazgos indican que la implementación de mantenimiento preventivo no solo reduce los gastos de mantenimiento, sino que también mitiga reproceso, defectos y pérdidas financieras, impulsando la productividad, en última instancia, mejora los KPI's productivos y económicos.

Sasitharan, D, *et al.* [11] en su estudio examina la influencia del mantenimiento preventivo (PM) sobre la eficiencia de la manufactura en términos de costos, calidad, flexibilidad y entrega. El enfoque del estudio es cuantitativo, utilizando 600 cuestionarios, de los cuales solo 155 fueron devueltos y analizados minuciosamente. La conclusión principal es que las organizaciones manufactureras en Malasia tienen la posibilidad de mejorar su competitividad estableciendo un sistema de mantenimiento preventivo riguroso para la maquinaria. Además, los hallazgos indican que las prácticas de mantenimiento (TBM), (CBM) y (PdM) son elementos clave para mejorar el rendimiento manufacturero al reducir las averías de las máquinas y aumentar la productividad. El estudio demuestra de manera empírica que la aplicación de TBM, CBM y PdM contribuyen significativamente al desempeño positivo de la industria manufacturera mediante la optimización de la calidad del producto y la garantía de un funcionamiento eficiente de las plantas de producción. La integración de estas estrategias permite una mejor planificación de los recursos, una disminución en los costos operativos y una prolongación de la vida útil de los equipos.

B. Bases teóricas

1) Sistema de Gestión:

Campos como se citó en Torres Alvarado [12] nos dice que: un sistema de gestión se define como una serie de acciones interrelacionadas diseñadas para lograr objetivos específicos. Estas componentes interconectadas deben adherirse a los procesos gerenciales, con el fin de garantizar una gestión efectiva y continua.

2) Mejora Continua:

El principio de mejora continua se basa en la premisa de que ningún proceso puede considerarse definitivamente terminado o perfeccionado. La búsqueda de la excelencia, aunque pueda no ser completamente alcanzable, permite superar a la competencia. La Mejora Continua hace referencia a la constante búsqueda para incrementar el rendimiento de la organización, mejorando de manera continua tanto su eficacia como su eficiencia. [13]

En la figura 1 se pueden ver los puntos más importantes en cada paso del ciclo PHVA:

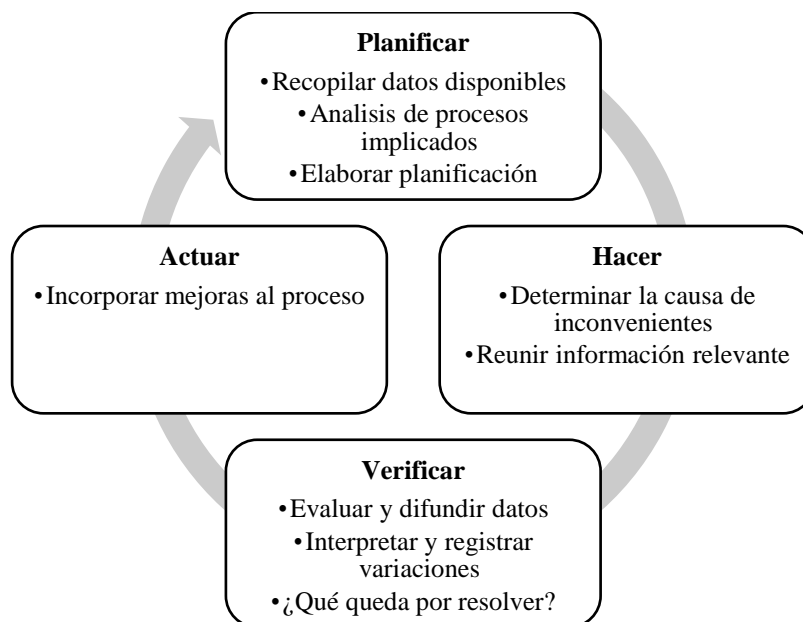


Fig. 1 Ciclo PHVA

Nota: Adaptada de [14], descripción de las etapas del ciclo PHVA.

Según la ISO [15] la mejora continua es una “Estrategia cíclica enfocada en mejorar el desempeño” que a su vez se ve relacionada con hallazgos cuantitativos o cualitativos.

Se analizan estos hallazgos y se lleva a cabo un análisis minucioso de los resultados para descubrir oportunidades de optimización. El PHVA constituye una metodología cíclica ligada a la planificación estratégica, la implementación efectiva, el control riguroso y la mejora continua de procesos y productos.

3) *Mantenimiento Industrial:*

Comprende un paquete holístico de medidas y tácticas dirigidas a asegurar el funcionamiento óptimo de los activos físicos y la infraestructura que sustentan un proceso de fabricación. Su finalidad primordial es facilitar que dicho proceso alcance su máxima eficiencia y rendimiento. Este enfoque implica no solo la reparación y corrección de posibles fallos, sino también la aplicación de estrategias preventivas para evitar averías, aumentando así la capacidad funcional y la durabilidad de los activos. Esencialmente, con mantenimiento industrial no solo se busca corregir problemas existentes, sino también anticiparse y mejorar proactivamente las condiciones operativas. [16]

4) *Evolución del Mantenimiento:*

A medida que las industrias adoptaron la mecanización, surgió la imperiosa necesidad de realizar las primeras intervenciones de reparación. Inicialmente, las máquinas solo eran reparadas en casos de fallas significativas o cuando era esencial detener la producción. [17]

Olarte, Botero & Cañón [16], indican que la necesidad de mantener máquinas eficientes en líneas de producción llevó a la creación del mantenimiento correctivo. Sin embargo, la Segunda Guerra Mundial marcó un hito en el desarrollo del mantenimiento, impulsado por su uso en el sector militar y la necesidad de prevenir fallos y aumentar la eficiencia productiva.

González Ajuech, Medrano Márquez, & Díaz [17] mencionan que, en los años 50, con el auge de la industria para satisfacer las demandas de la posguerra y el avance de la aviación comercial y la electrónica, los gerentes de mantenimiento notaron que el tiempo dedicado a

diagnosticar fallas superaba a menudo el tiempo de reparación. Esto llevó a la creación de la ingeniería de mantenimiento.

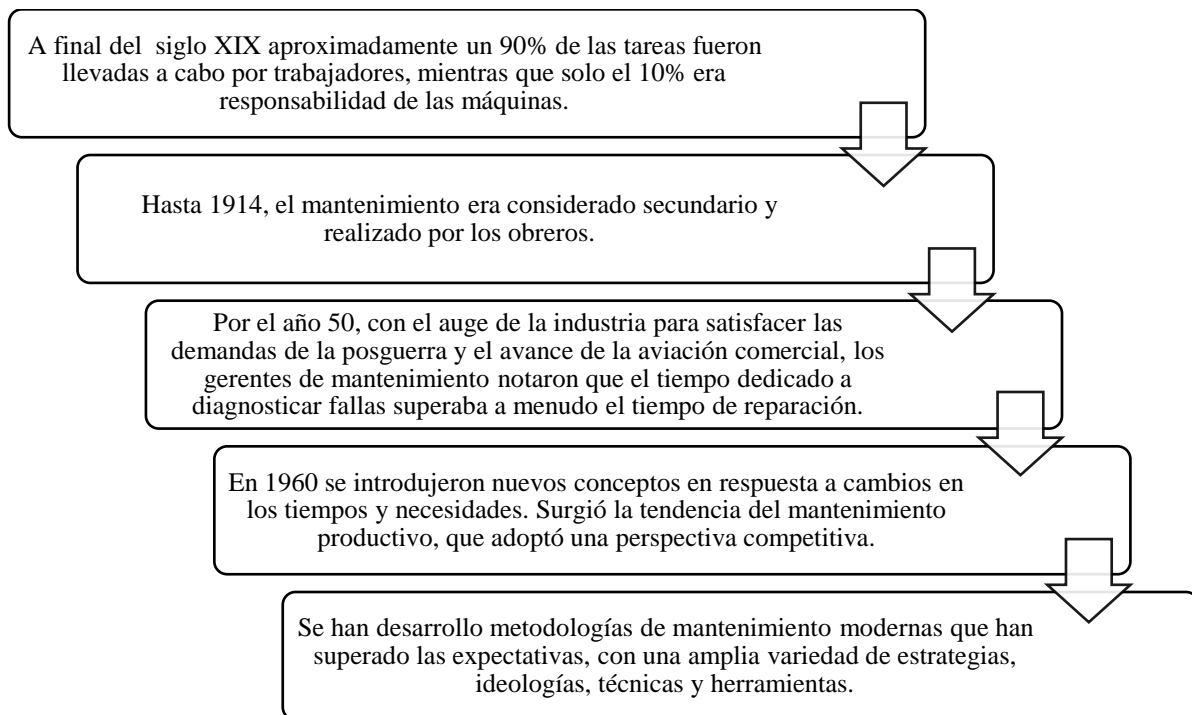


Fig. 2 Evolución del mantenimiento

Nota: Adaptado de [16], [17], [18], mantenimiento en la historia.

En 1960 nuevos conceptos se introdujeron en respuesta a cambios en los tiempos y necesidades. Este cambio profundo llevó a emplear el término "ingeniería de planta" como alternativa a "mantenimiento"

El cambio en el siglo marcó una nueva era de revolución tanto industrial como tecnológica, marcada por la ambición como un factor crucial para la supervivencia de las organizaciones. Abarca desde principios del siglo hasta el presente. Durante este periodo, la creación de metodologías de mantenimiento modernas superó las expectativas, con una amplia variedad de estrategias, ideologías, técnicas y herramientas, especialmente en gestión gerencial, normatividad internacional y diagnóstico proactivo. Estos avances han demostrado reducir significativamente el costo total de fabricación. [18]

TABLA I
HISTORIA DEL MANTENIMIENTO

Temporada	Reseña
1780	Reparación tras avería
1798	Estandarización de componentes
1903	Fabricación a gran escala
1910	Equipos de reparación reactiva
1914	Mantenimiento proactivo
1931	Análisis estadístico para la calidad
1950	Control estadístico de la calidad
1960	Mantenimiento enfocado en la confiabilidad
1971	Optimización integral del mantenimiento
1995	Implementación del sistema 5S
2005	Enfoque en la preservación de activos

Nota: Avances que marcaron al mantenimiento a lo largo de los años. [17]

5) *Objetivo del Mantenimiento:*

El objetivo principal del mantenimiento se centra en garantizar disponibilidad, confiabilidad y eficiencia en equipos o instalaciones. Para lograr esto, se llevan a cabo actividades planificadas, correctivas y preventivas, con el propósito de prevenir fallos, optimización de tiempos de parada y extensión de la vida útil de activos, entre otros

Objetivo del mantenimiento	Alcanzar la máxima disponibilidad en las instalaciones productivas, garantizando al mismo tiempo los niveles de calidad requeridos y minimizando gastos operativos.
----------------------------	---

El mantenimiento va más allá de aumentar el tiempo útil de la maquinaria y mejorar la calidad del producto terminado; busca incrementar directamente la seguridad de operadores y la protección de la naturaleza.

Optimizar la utilización de los recursos es otra meta clave. Además, el mantenimiento alarga la vida útil de activos, mejora la calidad del producto y, en última instancia, aumenta la satisfacción del cliente
--

Fig. 3 Objetivo del mantenimiento por diferentes autores.

Nota: Adaptado de [18], [19], [20], principal objetivo del mantenimiento.

6) *Tipos de Mantenimiento:*

Tipos de mantenimiento	Mantenimiento correctivo	Consiste en “utilizar el equipo hasta que se rompa”, sin tomar acciones preventivas para garantizar su vida útil.
	Mantenimiento preventivo	Esta metodología enfocada en la realización de tareas esenciales siendo estas: observación, indagación, calibración, ajuste, cambio, lubricación, reparación, entre otras.
	Mantenimiento predictivo	Implica la evaluación y control continuo de parámetros y condiciones operativas de activos

Fig. 4 Tipos de mantenimiento

Nota: Adaptado de [3], [21], [22] tipos de mantenimiento.

a) **Mantenimiento Correctivo:**

Al esperar a que el equipo falle, se acorta su vida útil, lo que resulta en reemplazos más frecuentes y mayores costos de capital. Además, las fallas pueden causar problemas secundarios y aumentar los costos laborales asociados con reparaciones extensas. El mantenimiento reactivo puede resultar en mayores costos y complicaciones a largo plazo. [3]

b) **Mantenimiento Preventivo:**

El sistema de mantenimiento preventivo se erige según una estrategia fundamental con la prevención proactiva de fallos en sistemas de producción. [21]

La ejecución de estas tareas básicas no solo contribuye a prevenir posibles fallos, sino que también proporciona información valiosa sobre el estado y rendimiento de los equipos. Estas intervenciones programadas pueden incluir mantenimiento correctivo programado, modificaciones para mejorar el rendimiento o incluso revisiones generales (overhaul) para asegurar la eficiencia a largo plazo. [21]

c) **Mantenimiento Predictivo:**

Esta técnica permite prever el momento de falla, rotura o avería de un componente, facilitando su reemplazo justo antes de la falla. Estas técnicas, aplicadas de manera sistemática, ofrecen la ventaja de evitar grandes desmontajes y paradas de máquinas, ya que son mayormente no invasivas. [22]

7) *Análisis de Criticidad:*

Se utiliza en investigaciones de riesgo y confiabilidad para categorizar decisiones durante la fase de diseño y la etapa operativa de sistemas. Aunque la mayoría de los métodos implican una evaluación inicial del impacto de una falla y su probabilidad de ocurrencia, también se pueden considerar otros factores para llevar a cabo un análisis más completo y adaptable a situaciones particulares [23]

Para Martínez & Parra [24], las técnicas de análisis de criticidad de equipos son instrumentos que posibilitan la clasificación jerárquica de los equipos según la influencia que las consecuencias de eventos de falla en un proceso de producción específico.

La criticidad se la puede calcular con la ecuación 1:

$$\text{Criticidad total} = \text{Frecuencia de falla}(FF) * \text{Consecuencia}(CO) \quad (1)$$

Una vez que se obtiene el producto de la frecuencia de falla y la consecuencia se obtiene el valor de la criticidad el cual se lo ubica de acuerdo con la tabla II, misma que indica una matriz de criticidad con un de un rango de valores y colores.

TABLA II
MATRIZ DE CRITICIDAD

Frecuencia	5	25	50	75	100	125
	4	20	40	60	80	100
	3	15	30	45	60	75
	2	10	20	30	40	50
	1	5	10	15	20	25
			5	10	15	20
		Consecuencias				

Nota: Tabla para calcular la criticidad

- En verde se representa una criticidad de baja
- En amarillo se representa una criticidad media.
- En rojo se representa una criticidad alta.

La frecuencia de falla se refiere al número de incidentes de fallo que ocurren en un periodo específico de tiempo en la maquinaria que está siendo evaluada. Es un indicador crucial para comprender la fiabilidad y el desempeño operativo de un sistema. [25]

La consecuencia se calcula mediante la ecuación 2, hace referencia a la magnitud del daño y asociados como impacto en producción (IP), adquisición de repuestos (AR), costos de mantenimiento (CM), tiempo de utilización (TU), seguridad y medio ambiente (SMA)).

$$\text{Consecuencia} = (\text{IP} * \text{AR}) + \text{CM} + \text{TU} + \text{SMA}. \quad (2)$$

Los valores por tomarse en cada uno de estos factores se muestran en el [Anexo 1](#).

8) Indicadores de Mantenimiento:

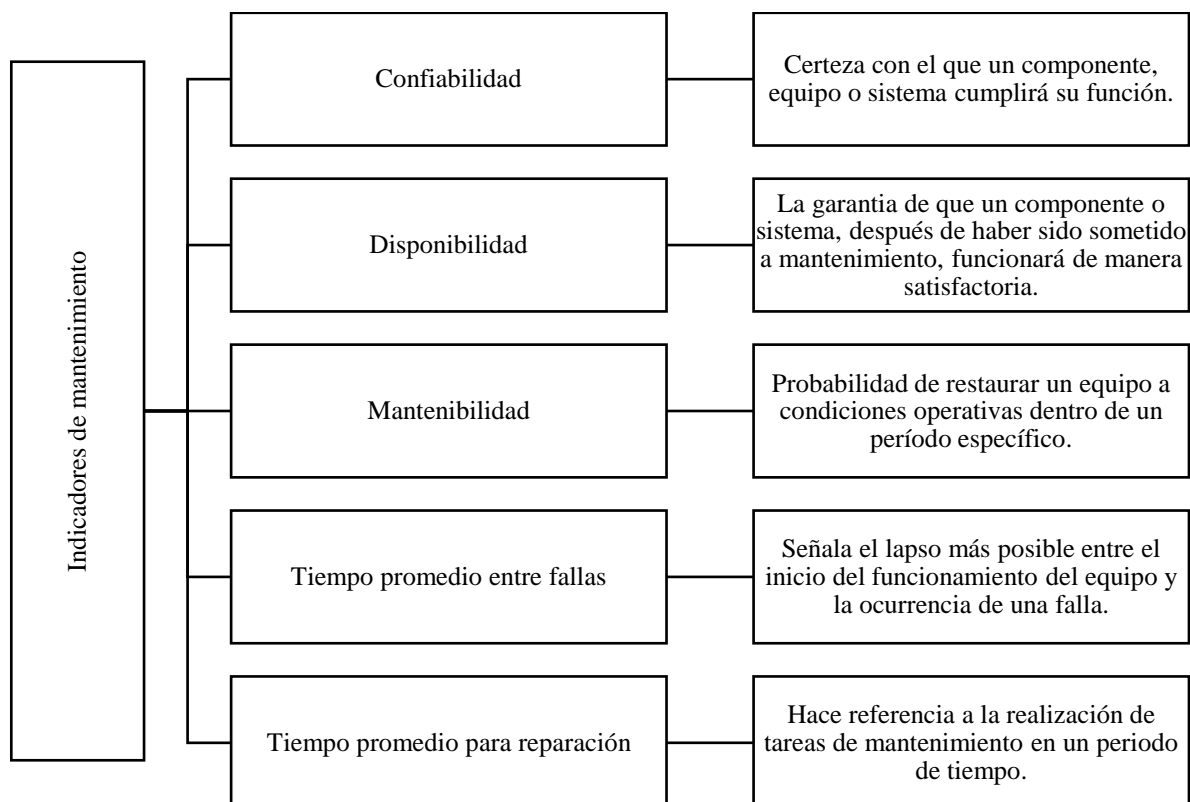


Fig. 5 Indicadores de mantenimiento.

Nota: Adaptado de [18], [26], [27], [28], principales indicadores de mantenimiento y su uso.

Para García [18], los KPI's son métricas de supervisión técnica para la gestión de la calidad administrativa o la productividad departamental.

En la tabla III se indican las ecuaciones que se usan para el correcto cálculo de cada uno de los indicadores.

TABLA III
ECUACIONES PARA EL CÁLCULO DE LOS INDICADORES DE MANTENIMIENTO

Indicador	Fórmula	Descripción
Confiabilidad y Tiempo promedio entre fallas	$TPEF = \frac{TTD - TR}{CF} \quad (3)$	El tiempo de operación transcurrido entre fallas consecutivas es una medida que cuando más alto sea, mayor será la confiabilidad.
Disponibilidad	$D = \frac{TPEF}{TPEF + TPPR} \quad (4)$	La disponibilidad se expresará en un rango de 0 a 1, siendo más deseable un resultado cercano a 1, ya que esto indicará un rendimiento óptimo de la maquinaria.
Mantenibilidad y Tiempo promedio para reparación	$TPPR = \frac{TR}{CF} \quad (5)$	Mientras más bajo sea el valor obtenido, mayor será la mantenibilidad.

Los indicadores de mantenimiento son herramientas fundamentales que proporcionan información cuantitativa y cualitativa sobre el desempeño y la eficacia de la gestión de mantenimiento organizacional:

TABLA IV
SIGNIFICADO DE LAS SIGLAS USADAS EN LA TABLA III

Siglas	Significado
TPEF	Tiempo promedio entre fallas
D	Disponibilidad
TPPR	Tiempo promedio para reparar
TTD	Tiempo total disponible
TR	Tiempo de reparación
CF	Cantidad de fallas

C. Marco legal

El Reglamento de Seguridad y Salud es un decreto ejecutivo que rige en todas las actividades laborales y lugares de trabajo en Ecuador. Su propósito principal es prevenir, reducir y eliminar los riesgos laborales, al mismo tiempo que busca mejorar las condiciones del entorno laboral.

1) Decreto Ejecutivo 2393:

Fue inicialmente promulgado el 17 de noviembre de 1986. Su última modificación tuvo lugar el 21 de febrero de 2003, con el objetivo de adaptarse a las necesidades tanto de los trabajadores como de las empresas, logrando así un mejor desempeño del ambiente laboral. [29]

Del artículo 11, numeral 2: “Implementar las acciones requeridas con el fin de prevenir los riesgos que podrían incidir en el bienestar y la salud de los trabajadores en los entornos laborales bajo su supervisión.”

Del artículo 11, numeral 3: “Garantizar el adecuado funcionamiento de las instalaciones, maquinaria, herramientas y materiales, con el propósito de asegurar un entorno de trabajo seguro y eficiente.”

Del artículo 55, numeral 3: “Las máquinas generadoras de ruido u oscilaciones se colocarán en espacios cerrados, siempre que el proceso de productivo lo permita, además se someterán a un plan de mantenimiento apropiado para reducir al máximo la emisión de estos contaminantes físicos.”

Del artículo 92, numeral 1: “Se llevará a cabo un mantenimiento de tipo preventivo y planificado para las máquinas.”

Del artículo 92, numeral 2: “Los activos, así como sus resguardos y dispositivos de seguridad, serán sometidos a revisiones, engrase y todas las operaciones de mantenimiento recomendadas por el fabricante, o aquellas que promuevan su correcto funcionamiento.”

CAPÍTULO III

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Descripción del área de estudio

1) Descripción de la empresa:

Reproavi Cía. Ltda., operador avícola especializado en la cría y reproducción de pollos y gallinas (*Gallus domesticus*).

2) Localización de la empresa:

La empresa está localizada Ecuador, provincia de Imbabura, cantón Ibarra, calle Hernán Gonzales de Saa 18-51 vía Yuyucocha.

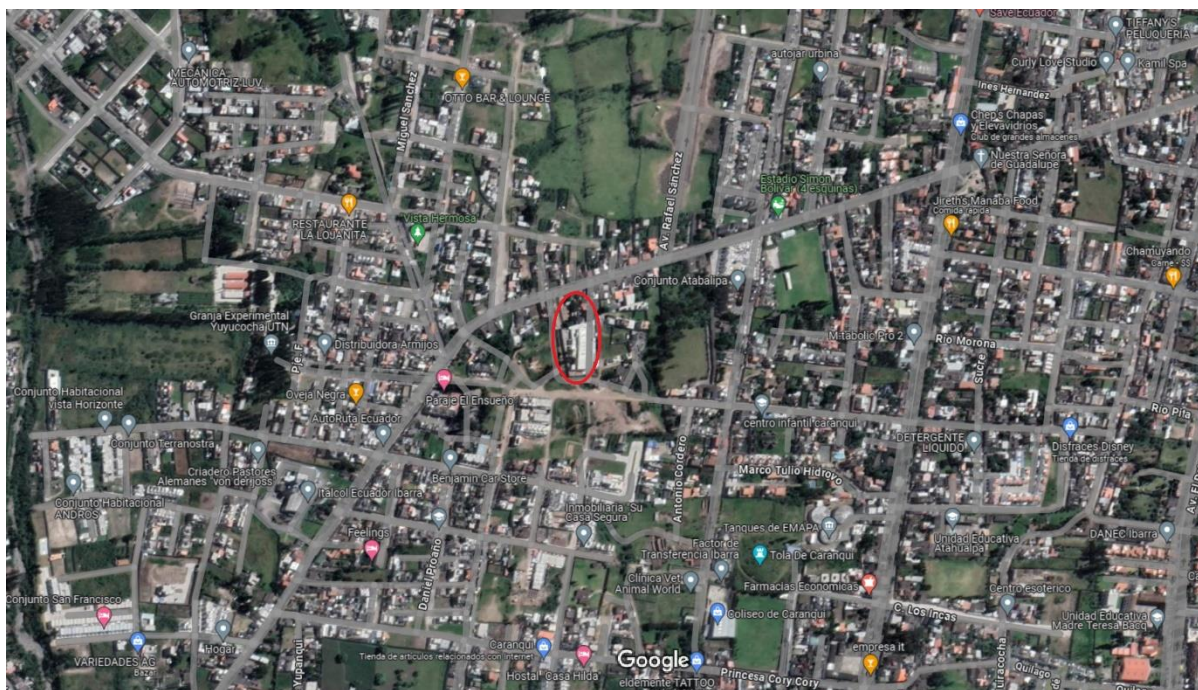


Fig. 6 Ubicación de la empresa

3) Misión:

Producir y comercializar pollos procesados y productos derivados del proceso utilizando insumos de calidad que permitan superar las expectativas, mediante un fuerte posicionamiento en el mercado y respetando el medio ambiente enmarcado en un progreso continuo de sus procesos y de la calidad de vida de su personal, generando márgenes de rentabilidad aceptable para sus accionistas.

4) *Visión:*

Reproavi. CIA, LTDA es una empresa del sector avícola, que será reconocida nacionalmente en la industria alimenticia por superar las expectativas en incrementar su participación en el mercado, contribuyendo al desarrollo de las provincias y del país.

5) *Estructura organizacional:*

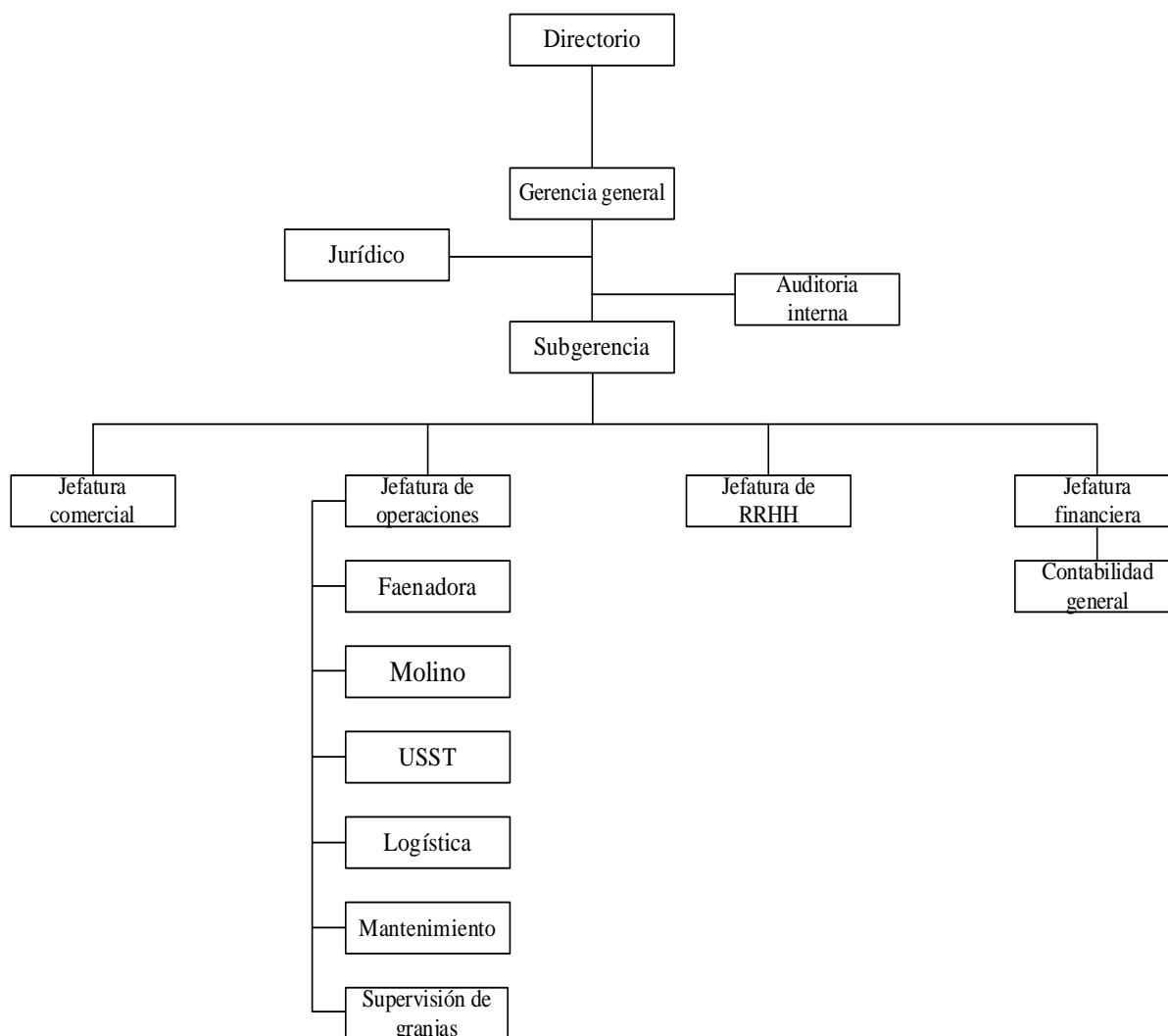


Fig. 7 Estructura organizacional de la empresa

6) *Productos:*

Durante varios años, la empresa se ha dedicado a la producción y distribución del producto conocido como "Pollo Vacío". Este producto es ampliamente reconocido y se distribuye en varias urbes, de las que se destacan Ibarra, Otavalo, Tulcán, Quito, Latacunga, y otras más.

7) Descripción del proceso productivo:

En el proceso de faenamiento de pollos, estos son llevados a un área donde son colgados en una cadena de sacrificio y pasan por diferentes fases, incluyendo escaldado, pelado y eviscerado, garantizando que el proceso se realice de manera humanitaria y siguiendo estándares de calidad. Se asegura la calidad de la carne mediante un proceso de desangrado y la extracción de la cloaca. En el área de escaldado y pelado, los pollos son sometidos al proceso de escaldado para aflojar las plumas, seguido por el pelado para retirar las plumas y la piel, dejando un producto limpio. Los pollos son procesados por operarios, se extraen las vísceras y se clasifican según su peso antes de ser empacados y almacenados en cuartos fríos para su distribución.

8) Diagrama de flujo del proceso productivo:

La RAE [30], define que un flujograma es la ilustración que describe la configuración organizativa de entidades, programas e incluso actividades. En el libro de Acosta [31], señala que el flujograma implica una conceptualización de eventos, situaciones, acciones o relaciones de diversa índole mediante el uso de símbolos. Según Cejas [32], podemos definir a un flujograma como la representación gráfica y secuencial de las etapas de un procedimiento.

El diagrama de flujo del proceso productivo de esta empresa se lo puede revisar en el [Anexo 2](#).

9) Layout:

Para Platas y Cervantes [33], el término "layout" proviene del inglés y puede entenderse como la disposición o el diseño utilizado para realizar un plano esquemático de las áreas operativas que conforman una instalación o negocio, incluyendo recepción de materiales, almacenamiento, producción, control de calidad, zonas de maniobra y estacionamiento. El layout realizado para la empresa se lo puede observar en el [Anexo 3](#).

10) SIPOC:

PROCESO DE FAENAMIENTO

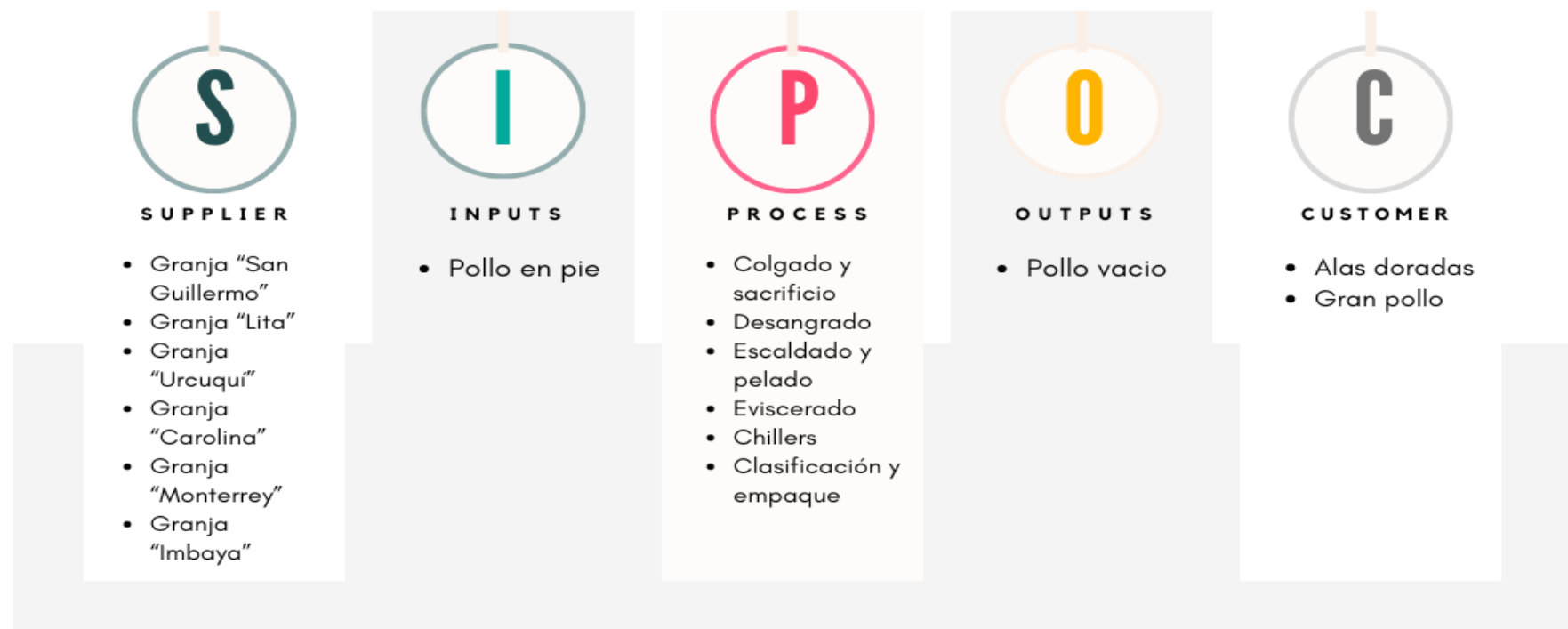


Fig. 8 SIPOC del proceso de faenamiento

B. Población y muestra

El proceso de faenamiento en la empresa se lleva a cabo utilizando un conjunto de 57 máquinas, para seleccionar las máquinas de estudio se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia. Para esto se eligieron criterios de acuerdo a la norma SAE JA1011, que produzcan consecuencias de falla que son: los resultados derivados de un fallo individual o de múltiples fallos pueden abarcar desde la evidencia de la falla misma hasta sus impactos en diversos aspectos como la capacidad, la seguridad y el medio ambiente, así también los costos asociados tanto directos como indirectos de reparación [33], consecuencias no operacionales que son: una clase de resultados de fallas que no afectan negativamente la seguridad, el medio ambiente ni las operaciones, y que solamente implican el arreglo o reemplazo de sin importar el elemento que pudiera verse afectado por la falla [33] y consecuencias operacionales que son: una clase de resultados fallos funcionales que impactan negativamente el desempeño de un activo físico o sistema, afectando aspectos como la producción, calidad, servicio, capacidad militar y costos operativos, además del costo asociado con la reparación, el análisis de estos permitió el establecimiento y selección de los siguientes criterios de evaluación:

- Factor de frecuencia (FF)
- Impacto en la producción (IP)
- Adquisición de repuestos (AR)
- Costos de mantenimiento (CM)
- Tiempo de utilización (TU)
- Seguridad y medio ambiente (SMA)

Estos factores fueron evaluados en una matriz de criticidad propuesta por la norma API RP 580 [34], la cual a su vez fue modificada acorde a los criterios previamente seleccionados, esta matriz consta de una columna para la probabilidad y una fila para la consecuencia.

Para la probabilidad se tomó como referencia el factor de frecuencia (FF) este evalúa la cantidad de fallas de la maquinaria en un año.

Para la consecuencia se utilizaron los factores restantes de acuerdo con la ecuación 2, encontrándose entre paréntesis los más importantes para la empresa:

Una vez obtenidos los valores para la probabilidad y consecuencia de cada maquinaria se calcula el valor de la criticidad con ayuda de la ecuación 1.

Para conocer si una maquina tiene una criticidad baja, media o alta se determinaron los siguientes rangos:

- Criticidad baja de 1 a 20.
- Criticidad media de 21 a 60.
- Criticidad alta de 61 en adelante.

TABLA V
MATRIZ PARA IDENTIFICAR LA CRITICIDAD DE LA MAQUINARIA

Frecuencia	25	50	75	100	125
	20	40	60	80	100
	15	30	45	60	75
	10	20	30	40	50
	5	10	15	20	25
	Consecuencia				

En el [Anexo 4](#) se puede ver el análisis de criticidad realizado, para la toma de la muestra se eligió aquellas máquinas que tras la evaluación tenían una criticidad alta, por lo tanto, la muestra de estudio que se definió son las siguientes maquinas:

- Cadena transporte aéreo "A"
- Desplumadora de pollos
- Escaldadora para aves
- Cadena transporte aéreo "D"
- Chiller pollos
- Pre-chiller

- Clasificadora
- Cadena transporte aéreo "F"
- Inyectora de salmuera
- Cuarto frío 1
- Cuarto frío 3
- Cuarto frío 4
- Cuarto frío 5
- Freezer
- Bomba agua de proceso
- Caldero de vapor 1
- Caldero de vapor 2
- Compresor de aire

C. Marco metodológico

1) Diagnóstico inicial:

Se llevaron a cabo visitas regulares a las instalaciones de la empresa con el fin de recolectar información, misma que permitió conocer el estado en el que se encuentra la maquinaria, se realizó una encuesta MES [35] para evaluar las opiniones del personal de mantenimiento en relación con la eficacia del mantenimiento, este instrumento desarrollado por el Instituto Marshall se basa en 60 preguntas divididas a 5 áreas vinculadas al mantenimiento (Gestión de los recursos, gestión de la información, mantenimiento preventivo y tecnología de equipos, planificación y programación, soporte de mantenimiento) la puntuación máxima alcanzable por cada área es de 36 puntos, lo que implica que la puntuación total más alta posible es de 180 puntos El resultado se lo situó dentro de los rangos que la encuesta proporciona:

- 180-160 Clase mundial, lo mejor en la práctica.
- 159-140 Muy bien, operaciones efectivas.

- 139-120 Rendimiento sobre el promedio
- 119-100 Rendimiento medio
- 99-80 Rendimiento por debajo del promedio, muchas oportunidades de mejora.

La ponderación se realizó de acuerdo con la siguiente escala:

1 = a un mínimo o no cuenta, 2 = hasta cierto punto, 3 = en buena medida.

Las preguntas que se realizaron se encuentran en el [Anexo 5](#):

Según las recomendaciones proporcionadas por la encuesta, se sugiere aplicarla a un grupo de 8 a 12 personas pertenecientes a los departamentos de mantenimiento, producción y oficina, que trabajen bajo por contrato y por horas, sin embargo, dado que la empresa no emplea personal bajo el esquema de pago por horas, no se consideró esta recomendación. La encuesta fue completada por 4 representantes de cada uno de los departamentos mencionados, utilizando la plataforma de Microsoft Forms, los participantes fueron elegidos de manera aleatoria. Posteriormente, los resultados fueron tratados utilizando Microsoft Excel. Para determinar la puntuación de cada sección, se siguió la recomendación de la norma, para lo cual se realizó el cálculo del promedio de las respuestas a cada pregunta, asignando este promedio como la calificación general de la sección. El resultado de la encuesta está en el [Anexo 6](#).

La encuesta menciona que se estima que tomará entre 20 y 30 minutos completarla. Sin embargo, la evaluación realizada a través de la plataforma de Microsoft Forms se completó en un lapso de 5 a 7 minutos. Esta notable diferencia en el tiempo podría atribuirse a diversos factores. Por ejemplo, la capacidad de respuesta inmediata: los participantes tienen la flexibilidad de completar la encuesta digital en cualquier momento y desde cualquier ubicación con acceso a internet. Otro factor que podría considerarse es el conocimiento de los empleados sobre su área de trabajo. Se puede observar que tras la aplicación de la encuesta MES, el apartado de la gestión de recursos es el área con la mejor puntuación. Las preguntas de esta sección se centran en cómo la gerencia motiva el trabajo grupal y la buena relación entre los departamentos de mantenimiento, producción y, de forma indirecta, el área de oficina.

2) Identificación de la maquinaria:

a) Codificación:

Para García Ximena & Cedeño Valeria [36], para optimizar la gestión de activos, se recomienda implementar un sistema de codificación que asigne códigos inequívocos a cada activo, permitiendo una rápida y precisa identificación, seguimiento y gestión.

Para la realización de la codificación de la maquinaria se tomó como base la norma ISO 14224:2016, pues en el apartado 8.2, nos indica que la taxonomía implica organizar elementos en categorías amplias según características que podrían ser compartidas por varios de ellos, es una forma sistemática de clasificar [37], por lo que se representan los niveles jerárquicos o de clasificación establecidos por la norma en la figura 9, mismos que pueden ser definidos de manera numérica, alfabética o alfanumérica:

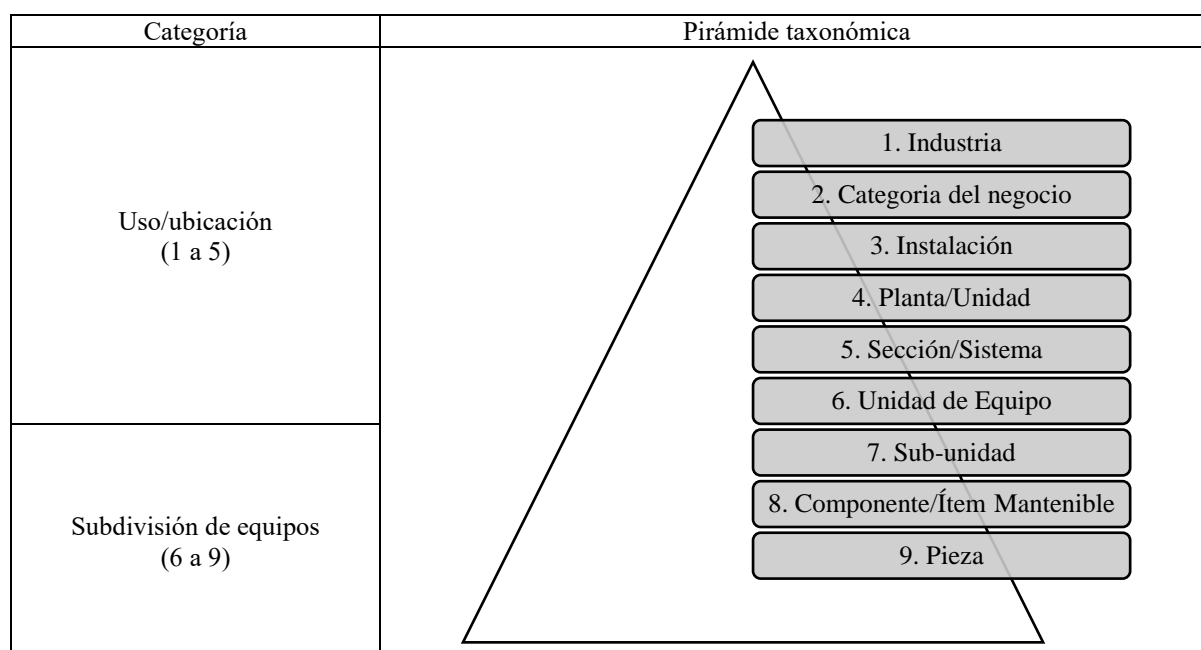


Fig. 9 Niveles de identificación de la ISO 14224

Con base en esta norma, se tomó en consideración los siguientes niveles:

- Nivel 1 Sección/Sistema
- Nivel 2 Unidad de equipo
- Nivel 3 Componente/Ítem Mantenible

Por lo tanto, el sistema a seguir propuesto para la codificación de la maquinaria se detalla en la tabla VI:

TABLA VI
SISTEMA DE CODIFICACIÓN DISEÑADO

Nivel 1, representado por una letra, mismo que indica la sección en la que la máquina se encuentra ubicada en la planta de faenamiento	Nivel 2, la asignación numérica representa la importancia de esa maquinaria dentro de cada área.	Nivel 3, representado por otro número que, puede ser cero para representar la máquina en su conjunto o un valor distinto para indicar una parte específica de la máquina del nivel 2
A	1	0

Para este caso la letra se encuentra designada por la misma empresa según la tabla VII:

TABLA VII
TABLA DE DESIGNACIÓN DE ÁREAS REALIZADA POR LA EMPRESA

Letra	Área	Letra	Área
A	Colgado y sacrificio	E	Chillers
B	Desangrado	F	Clasificación y empaque
C	Escaldado y pelado	G	Cuartos fríos
D	Eviscerado	I	Bombas y caldero

b) Ficha técnica de la maquinaria:

Para Rivas Humberto [38], un documento de ficha técnica detalla el funcionamiento y los componentes de un equipo, material o sistema. Su calidad aumenta con la inclusión de más detalles acerca de la fabricación y el funcionamiento del objeto en cuestión, aquí radica la importancia de la elaboración de las fichas técnicas para la maquinaria. De acuerdo con la norma UNE-EN 13460:2009 [39], existen 9 datos informativos que se deberían tener en cuenta para la elaboración de una ficha técnica, estos se encuentran detallados en la tabla VIII, todos estos deberían ser aspectos proporcionados por el fabricante del elemento:

TABLA VIII
ASPECTOS QUE DEBERÍAN TOMARSE EN CUENTA SEGÚN LA NORMA UNE-EN 13460:2009

Fabricante	Especificación de las interfases
Fecha de fabricación	Otros: referidos a la naturaleza física, detalles de montaje y datos de operación
Modelo/tipo/número de serie	
Dimensiones	
Peso	
Capacidad	
Requisitos de potencia y servicio	

Tras la revisión de estos apartados, se adaptaron de acuerdo con lo requerido por la institución y se detallan en la tabla IX, se trató de cumplir con la mayoría de los apartados sugeridos por parte de la normativa y se agregaron otros que se vieron necesarios por parte del área de mantenimiento:

TABLA IX
ASPECTOS USADOS POR LA ELABORACIÓN DE FICHAS TÉCNICAS

Nombre de la maquina o equipo	Área
Modelo (Modelo/tipo/número de serie)	Código o codificación
Marca (Fabricante)	Fotografía
Ubicación	Función
Características técnicas (Dimensiones, peso, capacidad, requisitos de potencia y servicio)	

En la figura 10 se encuentra el formato que fue establecido para la elaboración de las fichas técnicas de cada una de las maquinarias.

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
MÁQUINA-EQUIPO:		UBICACIÓN:	
MODELO:		ÁREA:	
MARCA:		CÓDIGO:	
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		FOTOGRAFÍA MÁQUINA-EQUIPO	
FUNCIÓN			

Fig. 10 Formato de fichas técnicas para los equipos

3) Indicadores de mantenimiento:

Los indicadores considerados en este estudio son el tiempo promedio entre fallos, el tiempo promedio de reparación y la disponibilidad. Al calcular estos indicadores, se requieren dos datos principales: la cantidad de fallos y el tiempo necesario para su reparación. Esta información se recopiló a través de una revisión documental de los registros disponibles en el área de mantenimiento. Se creó un formato específico para registrar estos datos, que comprende los siguientes apartados: equipos, descripción, meses del año (donde se detalla el tiempo de reparación y la cantidad de fallos) y el total.

Todos estos registros correspondientes a los años 2022 y 2023 están disponibles en el [Anexo 7](#).

a) Tiempo promedio entre fallas:

Para calcular este indicador, se aplicó la ecuación 3, que consta de los siguientes componentes:

- Tiempo total disponible: Este tiempo representa las horas que la maquinaria tiene disponibles para trabajar durante el año. Se consideraron las horas de trabajo diarias, los días laborales por semana, las semanas promedio por mes y los meses del año. La fórmula utilizada fue $8 \text{ horas/día} * 5 \text{ días/semana} * 4 \text{ semanas/mes} * 12 \text{ meses/año} = 1920 \text{ horas/año}$.
- Tiempo de reparación: Se utilizó el tiempo total de reparación de cada maquinaria, detallado en el [Anexo 7](#).
- Cantidad de fallas: Se tomó en cuenta el número total de fallas de cada maquinaria, también disponible en el [Anexo 7](#).

Una vez obtenidos estos datos, se insertaron en la fórmula correspondiente para calcular el tiempo promedio entre fallas de cada maquinaria durante los años 2022 y 2023.

Los cálculos efectuados para este indicador están detallados en el [Anexo 8](#).

b) Tiempo promedio para la reparación:

Se evaluó el tiempo requerido para reparar un equipo con fallas mediante el cálculo de un indicador específico, utilizando la ecuación 5, que incluye los siguientes componentes:

- Tiempo de reparación: Se consideró el tiempo total de reparación de cada maquinaria, detallado en el [Anexo 7](#).
- Cantidad de fallas: Se tomó en cuenta el número total de fallas de cada maquinaria, también disponible en el [Anexo 7](#).

Una vez recopilados estos datos, se insertaron en la fórmula correspondiente para calcular el tiempo promedio de reparación de cada maquinaria durante los años 2022 y 2023.

Los cálculos realizados para este indicador están detallados en el [Anexo 9](#).

c) Disponibilidad:

Para determinar la disponibilidad de una maquinaria en la empresa cuando se requiere su uso, se empleó la ecuación 4, que incluye el tiempo promedio entre fallas y el tiempo promedio de reparación. Estos datos se derivan de los resultados de los indicadores previos. Se insertan en la fórmula correspondiente y se realizan los cálculos respectivos, los cuales se encuentran detallados en el [Anexo 10](#).

4) Pronóstico de fallas:

Para Pindyck & Rubinfeld [41], un pronóstico es una herramienta que proporciona una estimación cuantitativa o un conjunto de estimaciones acerca de la probabilidad de eventos futuros. Estas estimaciones se basan en el análisis de datos significativos pasados y actuales. Además, ofrece una perspectiva sobre lo que podría suceder, los pronósticos son esenciales para la planificación estratégica y su aplicación en la toma de decisiones estratégicas en ámbitos como la economía, la gestión de proyectos y la ingeniería. La precisión de un pronóstico depende de la calidad y la cantidad de datos disponibles, así como de la metodología empleada para el análisis.

Utilizando los datos recopilados en el [Anexo 7](#) se llevará a cabo un pronóstico de las posibles fallas que podrían ocurrir durante el periodo 2024-2025. La precisión de este pronóstico permitirá anticipar problemas potenciales y planificar estrategias de mantenimiento preventivo de manera más efectiva, para ello se usará un modelo basado en un perceptrón multicapa (MLP, por sus siglas en inglés), Sejal Jaiswal [42] nos indica que se trata de una red neuronal artificial compuesto por varias capas de neuronas. Las neuronas en el MLP generalmente emplean funciones de activación no lineales, permitiendo a la red extraer y comprender patrones intrincados en la información. Los MLP son importantes en el aprendizaje automático porque son capaces de captar relaciones no lineales en los datos, haciéndolos modelos muy efectivos para tareas como la clasificación, la regresión y el reconocimiento de patrones.

Singhal & Swarup [43] nos dicen que una red neuronal se define como un proceso que establece un vínculo entre entradas y salidas, inspirado en el sistema nervioso. Las redes neuronales, a diferencia de la computación tradicional, no emplean algoritmos secuenciales. Las redes neuronales artificiales funcionan inspiradas en el funcionamiento cerebral, las redes neuronales procesan información en paralelo y poseen la capacidad de aprendizaje y generalización a partir de datos no incluidos en el entrenamiento.

En la figura 11 se ve la comparación entre una neurona biológica y una artificial:

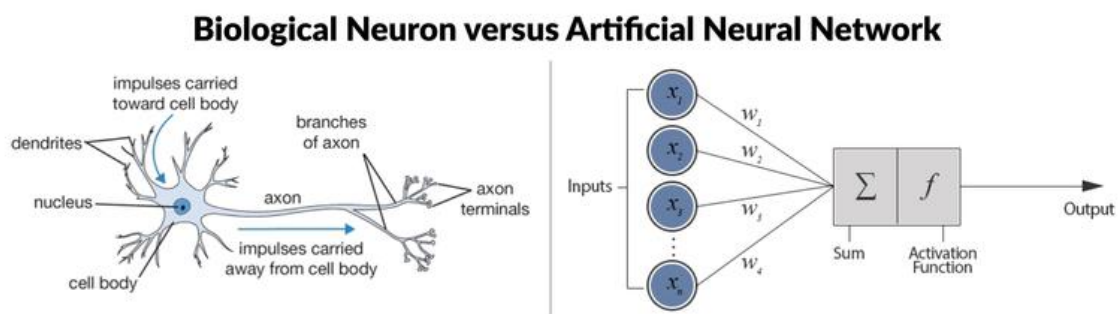


Fig. 11 Neurona biológica versus neurona artificial.

Nota: Tomada de Willems [44].

De izquierda a derecha se pueden observar las partes de una neurona artificial:

- **Nodos de entrada:** Cada nodo de entrada está asociado con un valor numérico, que puede ser cualquier número real (positivo, negativo, entero o decimal). [45]
- **Conexiones:** Cada conexión que parte del nodo de entrada tiene un peso asociado, que también puede ser cualquier número real.
- **Función de transferencia o activación:** Luego, se combinan todos los valores de los nodos de entrada y los pesos de las conexiones para realizar una suma ponderada:

$$y = f(\sum_{i=1}^D w_i * x_i) \text{ o } y = f(w_1 * x_1 + w_2 * x_2 + w_D * x_D)$$

Este resultado será la entrada para una función de transferencia o activación. En el caso más simple, esta función podría ser una función identidad, $f(x) = x$ o $y = x$. Sin embargo, al igual que una neurona biológica solo se activa cuando se supera un cierto umbral, la neurona artificial también se activará solo cuando la suma de las entradas exceda un umbral (por ejemplo, 0). Esto no se puede lograr con una función identidad. Una forma intuitiva de pensar en esto es con un sistema como el siguiente:

$$\begin{aligned} f(x) &= 0 \text{ si } x < 0 \\ f(x) &= 0.5 \text{ si } x = 0 \\ f(x) &= 1 \text{ si } x > 0 \end{aligned}$$

Como este resultado no sería una línea continua, a menudo se usa una variante continua, la función sigmoide, como la función logística, que produce un resultado mucho más suave. [46]

- **Nodo de salida:** Finalmente, el nodo de salida está asociado con la función (como la función sigmoide) de la suma ponderada de los nodos de entrada. La función sigmoide es una función matemática que produce una curva en forma de "S". [47]
- **Sesgo:** Además, el perceptrón puede tener un parámetro adicional llamado sesgo, que se considera como el peso asociado a un nodo de entrada adicional que está permanentemente configurado en 1. El valor del sesgo es crucial porque permite desplazar la función de

activación hacia la izquierda o la derecha, lo que puede determinar el éxito del aprendizaje.

[48]

Una vez que se han identificado y comprendido todos los componentes de una red neuronal, se puede proceder al análisis del código que se empleará para realizar el pronóstico de fallas. Este análisis incluirá la configuración de la red neuronal, la preparación y procesamiento de los datos de entrada, la definición de los parámetros del modelo, y la implementación de las funciones de entrenamiento y evaluación. Con estos pasos, se asegura que la red neuronal sea capaz de predecir fallas de manera precisa y confiable, otorgando detalles importantes en la elección de decisiones preventivas.

En el [Anexo 11](#) se encuentra el código de redes neuronales que se usará para realizar un pronóstico de fallas junto con la explicación de cada uno de sus apartados.

Para la correcta ejecución del código, es necesario utilizar datos de al menos tres años. Considerando que de 2022 a 2023 hubo un aumento del 13% en las fallas, se asumirá que de 2021 a 2022 ocurrió el mismo incremento. De esta manera, se podrán obtener provisionalmente los datos necesarios para el año 2021.

CAPÍTULO IV

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

A. Encuesta MES

Después de aplicar la encuesta MES, en la figura 12 se pueden observar los resultados que se obtuvieron para cada área evaluada. Es evidente que la gestión de la información es el área que ha obtenido la calificación más baja. Sin embargo, al sumar los puntajes de todas las áreas, se obtiene un total de 135, lo que indica, según los rangos establecidos en la encuesta, un rendimiento por encima del promedio y un nivel de mantenimiento aceptable.

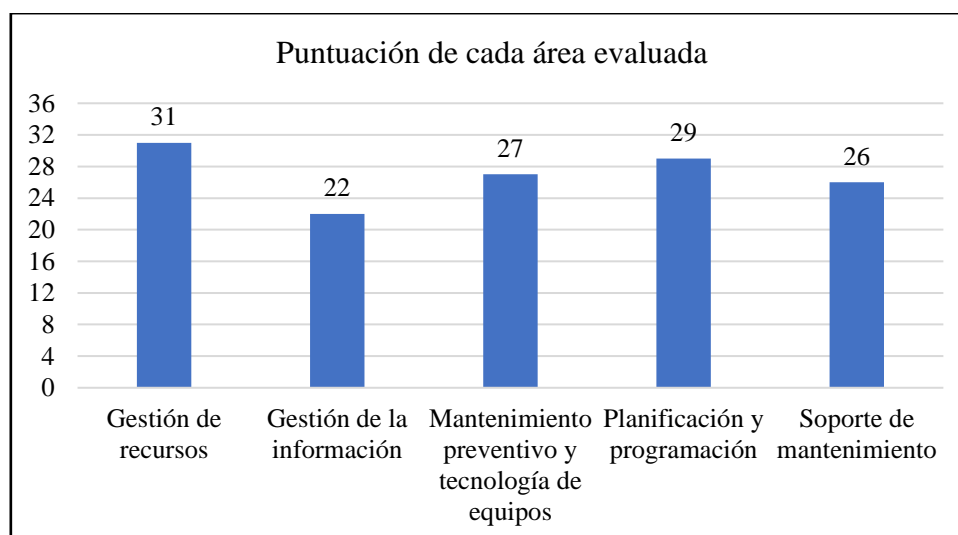


Fig. 12 Resultados de la evaluación MES

Para mejorar los resultados de la encuesta y alcanzar un rango superior es necesario considerar las preguntas que recibieron una calificación de 1. A partir de estas, se deben formular recomendaciones e implementar acciones para lograr mejoras significativas, así lo afirma Medina Henry [49], quien diseñó un plan de mantenimiento preventivo en base a los resultados de esta evaluación, este proceso le permitió identificar áreas con mayores oportunidades de mejora. En consecuencia, esta planificación del mantenimiento preventivo contribuyó a control más eficaz de recursos disponibles en la empresa, lo que resultó en un incremento en la disponibilidad de los activos y una significativa reducción de las interrupciones no programadas, de la misma manera lo afirma Espinoza Carlos [50], pues en su

estudio resalta la importancia de enfocarse en las áreas que presentan oportunidades de mejora. Fue así como, junto con el respaldo de la gerencia construyeron gradualmente un departamento de mantenimiento capaz de generar un valor significativo para la organización.

B. Codificación

En la tabla X se observar el resultado de la codificación de algunas de las maquinarias:

TABLA X
RESULTADO DE LA CODIFICACIÓN DE LA MAQUINARIA

Descripción	Área	Importancia	Sistema o parte	Codificación
Aturdidor eléctrico	Colgado y sacrificio "A"	1	0	A10
Escaldadora para aves	Escaldado y pelado "C"	4	0	C40
Cuarto frio 1	Cuartos fríos "G"	1	0	G10

Con la codificación de la maquinaria se espera mejorar los trabajos de mantenimiento y control de la maquinaria, pues en el trabajo de Castro Elicer [51], después de implementar un sistema de codificación, el departamento de mantenimiento experimentó una notable reducción y optimización de las tareas administrativas, eliminando el papeleo y la acumulación de información en archivos y carpetas. Además, facilitó el aumento y la mejora del control sobre los trabajos de mantenimiento, pues la codificación de la planta proporcionó Un sistema de información que propició la identificación precisa de objetos técnicos, optimizó la asignación de recursos y posibilitó un control y monitoreo eficaz de las actividades de mantenimiento

C. Ficha técnica

En la figura 13 se puede observar una de las fichas de la maquinaria:

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA		REPROAV	
MÁQUINA-EQUIPO:	Compresor	UBICACIÓN:	Faenadora
MODELO:	2545	ÁREA:	I
MARCA:	Ingersoll Rand	CÓDIGO:	I70
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		FOTOGRAFÍA MÁQUINA-EQUIPO	
Voltaje: 220	Amperaje: 25		
Fases: 3	Motor: 10 HP		
Rpm: 400 a 1050	Capacidad: 500 l		
Temp min: -26,1 °C	Temp máxima: 51 °C		
Salida de aire:	175 PSIG		
Largo:	2,10 m		
Ancho:	0,91 m		
Alto:	1,65 m		
FUNCIÓN			
Generar aire para usa general en la planta, tanto para el área de eviscerado y área de empaque.			

Fig. 13 Ficha técnica del compresor

La implementación de fichas técnicas, como lo confirma Rodriguez Saenz [52], optimizará las labores de mantenimiento de la maquinaria al proporcionar información técnica precisa y organizada de manera accesible para el personal de servicio técnico, almacén y compradores estratégicos, lo que redundará en un ahorro considerable de tiempo.

D. Tiempo promedio entre fallas

En la figura 14 se puede apreciar que el tiempo promedio entre fallas de la maquinaria fue de 88,72 horas y 77,27 horas para el año 2022 y 2023 respectivamente, lo que representa una disminución de más de 10 horas, a su vez indica un aumento en la frecuencia de las fallas por máquina.

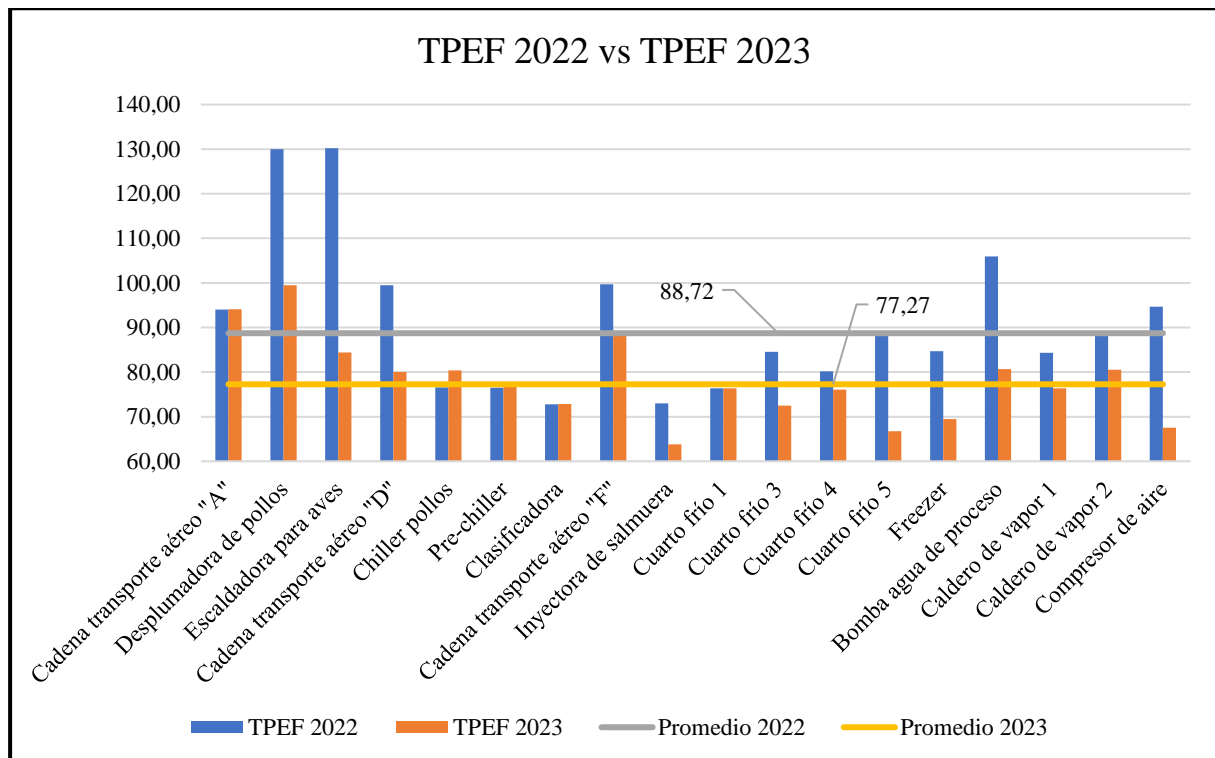


Fig. 14 Tiempo promedio entre fallas

Tras el análisis de este indicador, se espera obtener un aumento en el tiempo promedio entre fallas y se espera llegar a 100 horas, Muñoz Jorge & Cantos Manuel [7] nos indican que el indicador más certero para evaluar la confiabilidad es el MTBF. Su investigación logró elevar el MTBF del equipo y optimizar la calidad del mantenimiento, resultando en un incremento de 3,59 que se vio reflejado en la disponibilidad de la maquinaria del proceso productivo de la empresa.

E. Tiempo promedio para la reparación

En la figura 15 se puede apreciar que el tiempo promedio de reparación de los equipos esta por las 7.01 horas y 7.02 horas para el año 2022 y 2023 respectivamente, no representa un aumento significativo.

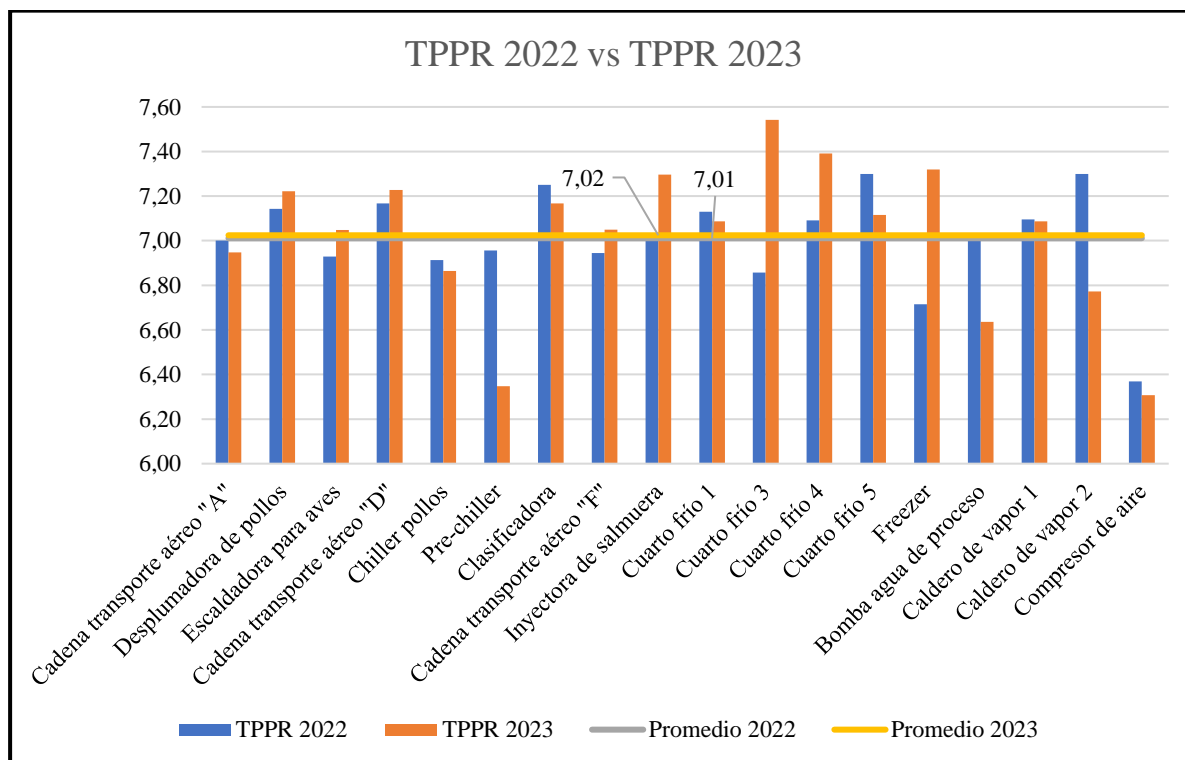


Fig. 15 Tiempo promedio de reparación

Al analizar este indicador y comparar resultados, se busca reducir el tiempo promedio para la reparación a 5 horas, esto es posible, pues Coronado Felipe [8], en su trabajo logró disminuir el TPPR de 13.21 horas a 0.57 horas. Para él, un TPPR muy elevado afecta negativamente a la empresa, ya que el tiempo de inactividad de la maquinaria se traduce en una interrupción en la producción y, como consecuencia, la demanda de los clientes no puede ser cumplida. Aplicó herramientas de ingeniería para lograr esta reducción significativa.

F. Disponibilidad

En la figura 16 se aprecia la disponibilidad de la maquinaria, misma que tiene un 92.86% para el año 2022 y 91.76% para el año 2023:

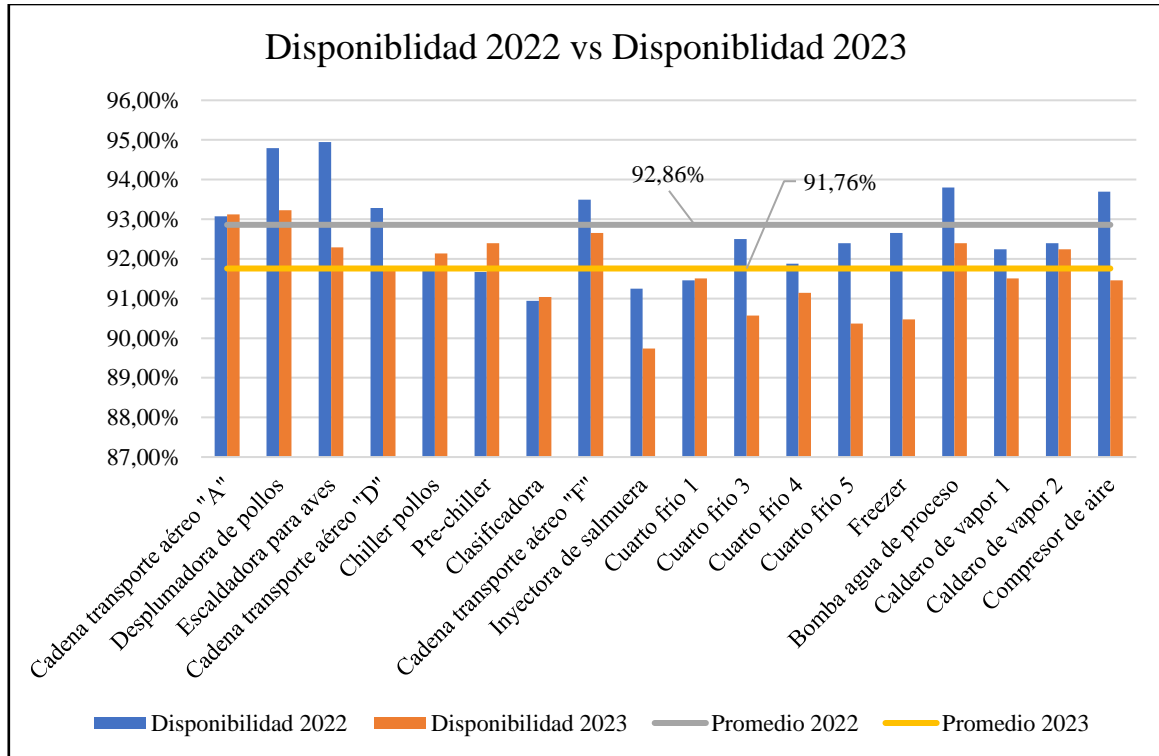


Fig. 16 Disponibilidad de la maquinaria

Se espera llegar al 95% de la disponibilidad tras la ejecución del sistema de gestión, para el aumento de disponibilidad Quiroz Paul & Revilla Robins [52], aplicaron el mantenimiento preventivo como herramienta obteniendo resultados positivos, pues de un 84.27% llegaron a obtener un 97.81%, del mismo modo se puede tomar como referencia el trabajo de Coronado Felipe [8] en donde la disponibilidad paso de un 65.17% a un 98.84% utilizando la mejora continua para lograr esto.

G. MLP para fallos de maquinaria

El código de redes neuronales utilizado empieza por generar una gráfica de serie temporal (figura 17) y una gráfica de caja (figura 18) de los datos obtenidos a lo largo de los años necesarios:

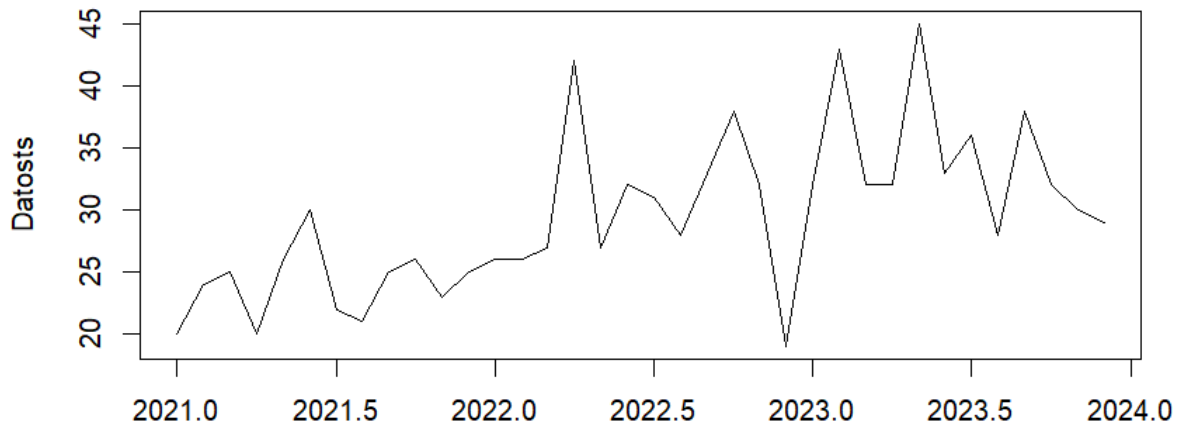


Fig. 17 Serie temporal de los datos recopilados

El gráfico muestra una tendencia general ascendente en el número de casos a lo largo del período de tiempo analizado. Esto significa que el número de casos aumenta con el tiempo.

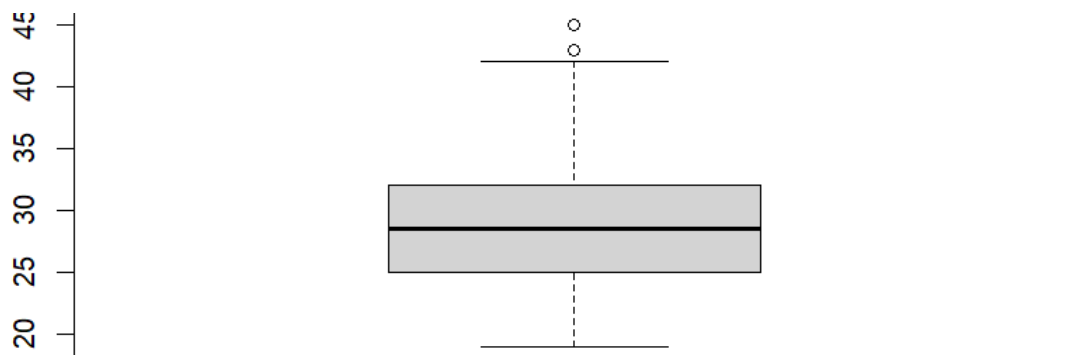


Fig. 18 Gráfica de caja de los datos recopilados

La mediana está más cerca del límite inferior de la caja que del límite superior de la caja. Esto indica que hay una mayor concentración de datos en la sección inferior de la distribución. Esta asimetría en la distribución de los datos podría ser un indicio de que hay algunos factores que están causando que las fallas ocurran con mayor frecuencia en ciertos valores.

Posterior a ello en la figura 19 se puede visualizar los patrones estacionales en la serie temporal:

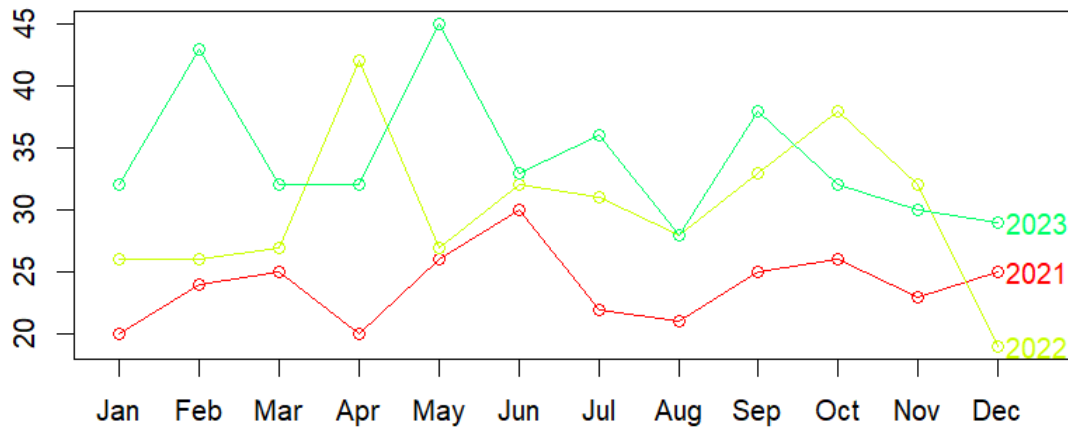


Fig. 19 Patrones estacionales de datos recopilados

La descomposición estacional de los datos revela un patrón estacional ascendente, con picos en junio, julio y agosto, y valles en diciembre, enero y febrero. Además, muestra una tendencia ascendente en los valores a lo largo del tiempo y una variabilidad aleatoria debido a factores no explicados por la estacionalidad ni la tendencia.

A continuación, en la figura 20 se realizó la descomposición de la serie en sus componentes estacionales, tendencia y ruido:

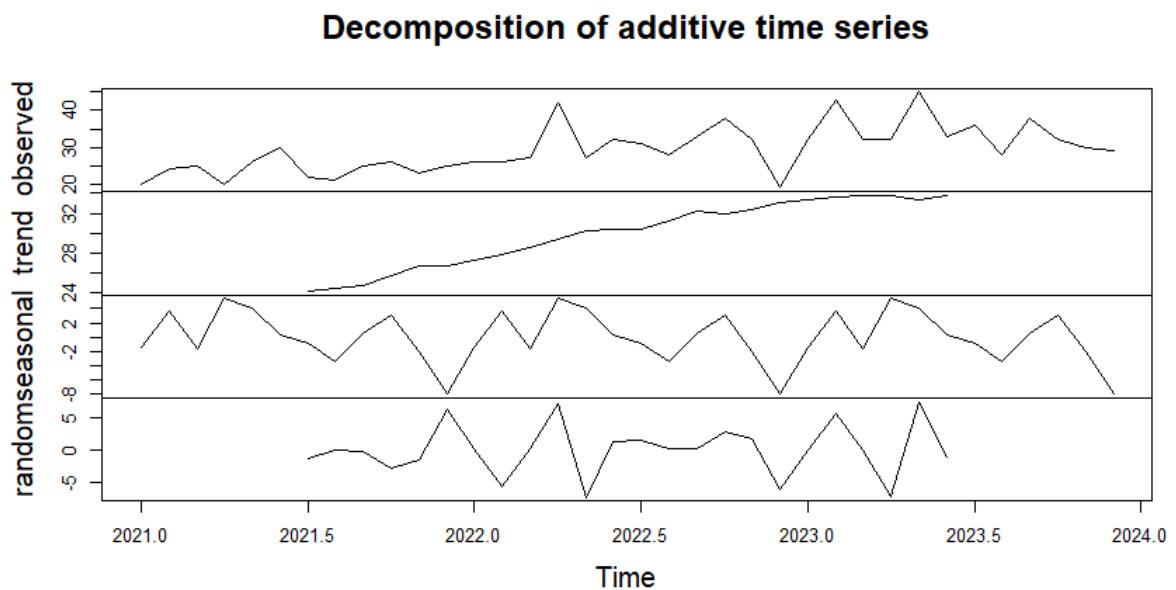


Fig. 20 Descomposición de la serie

Seguido en la figura 21 se realizó el análisis de autocorrelación para la serie temporal:

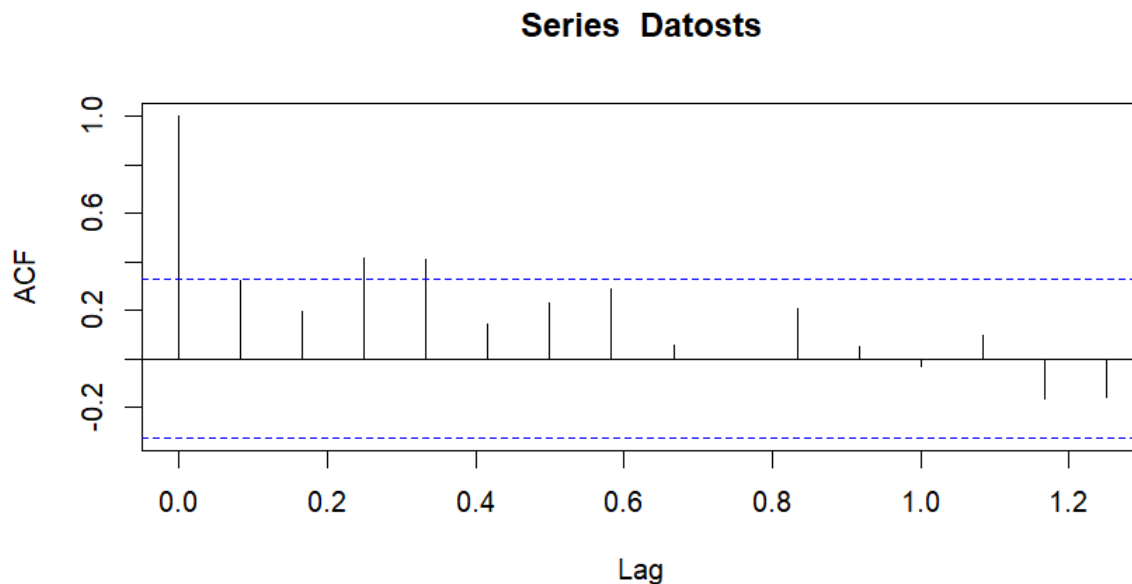


Fig. 21 Análisis de autocorrelación de los datos

La gráfica muestra que la serie temporal tiene una autocorrelación positiva y significativa en los primeros rezagos. Esto indica que los datos de la serie temporal se encuentran correlacionados positivamente con sus valores en el pasado reciente. Sin embargo, la autocorrelación disminuye gradualmente a medida que aumenta el rezago y no es significativa después de cierto período de tiempo.

Para finalizar, en la figura 22, 23, 24, 25, 26 y 27 se realiza el entrenamiento del programa para obtener un mejor pronóstico:

La MLP mostrada en las gráficas es un modelo básico con 12 características de entrada, una capa oculta con 5 nodos y una salida. Este tipo de red normalmente es utilizada para problemas de clasificación y regresión, donde su capacidad para modelar relaciones no lineales puede ser muy útil. Los gráficos muestran como el error cuadrático medio (MSE) evoluciona a con el de las iteraciones de entrenamiento. El MSE es una medida del error que comete la red neuronal al predecir los valores de salida, se puede ver que ha disminuido gradualmente a lo largo de las iteraciones de entrenamiento y parece haber convergido a un valor bajo

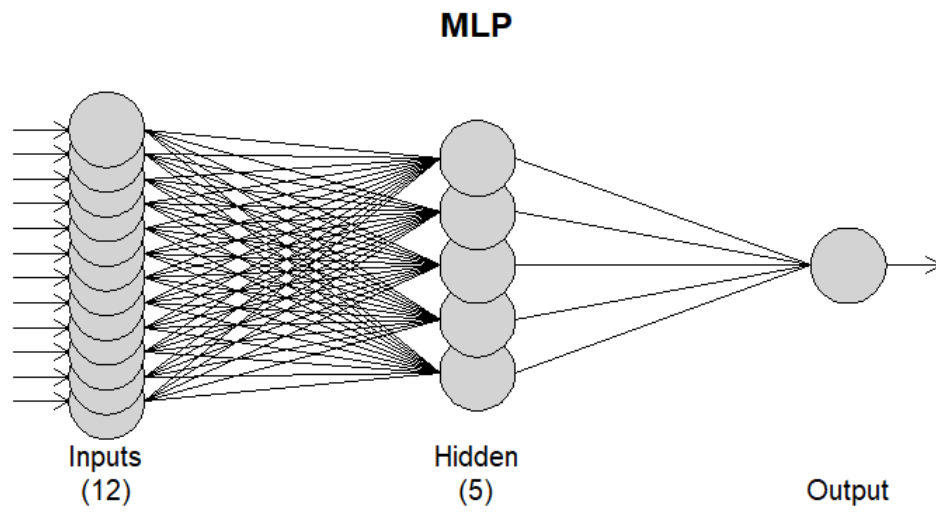


Fig. 22 Primer entrenamiento

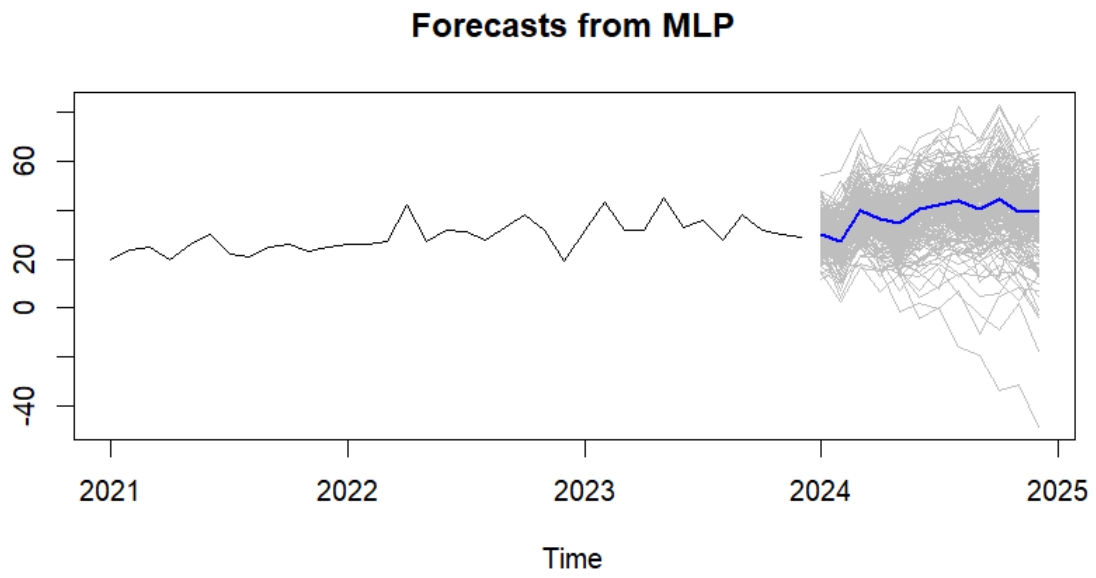


Fig. 23 Pronostico con el primer entrenamiento

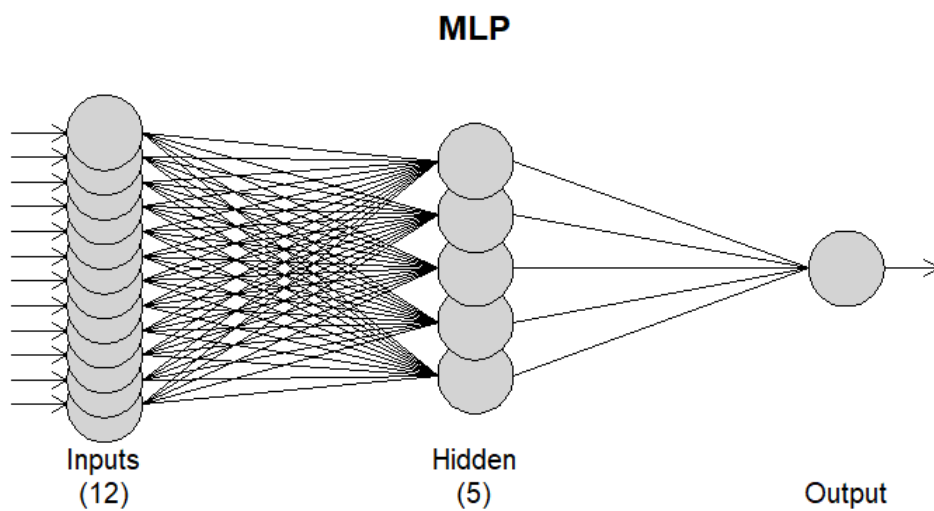


Fig. 24 Segundo entrenamiento

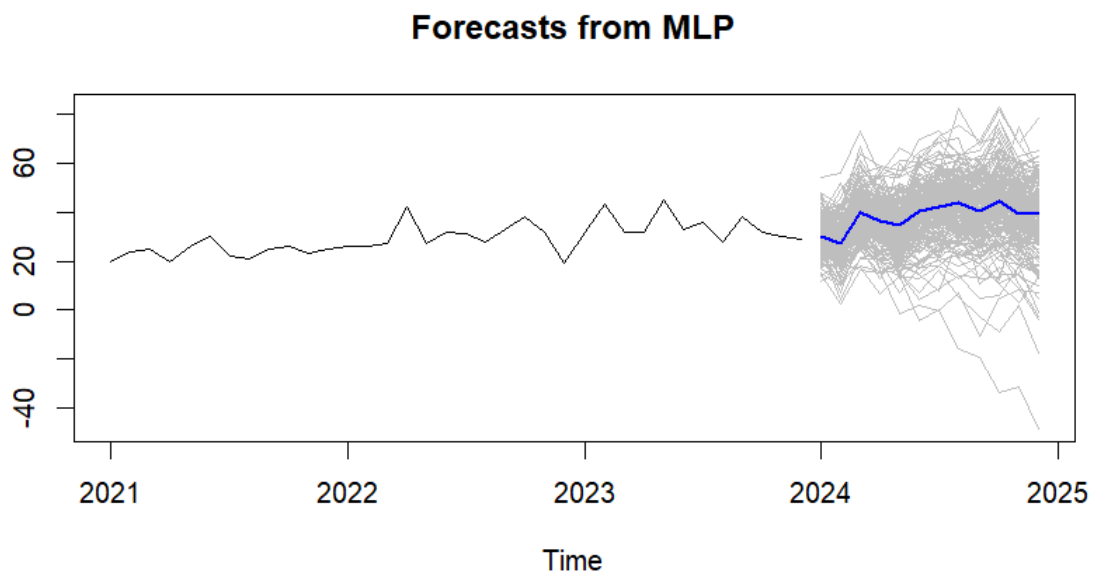


Fig. 25 Pronóstico tras el segundo entrenamiento

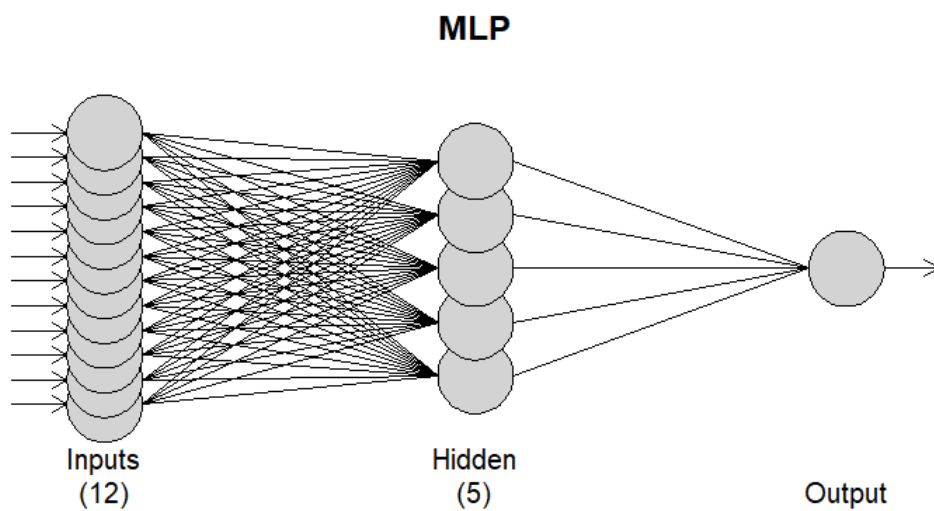


Fig. 26 Tercer entrenamiento

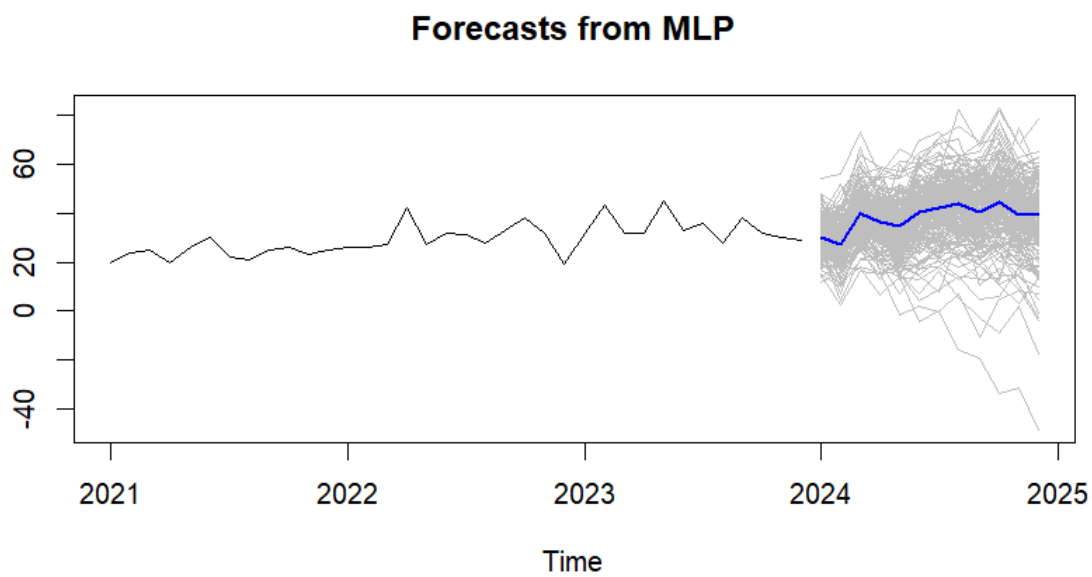


Fig. 27 Pronóstico tras el tercer entrenamiento

Finalmente, en la figura 28 y 29 se obtienen el último entrenamiento junto con el pronóstico:

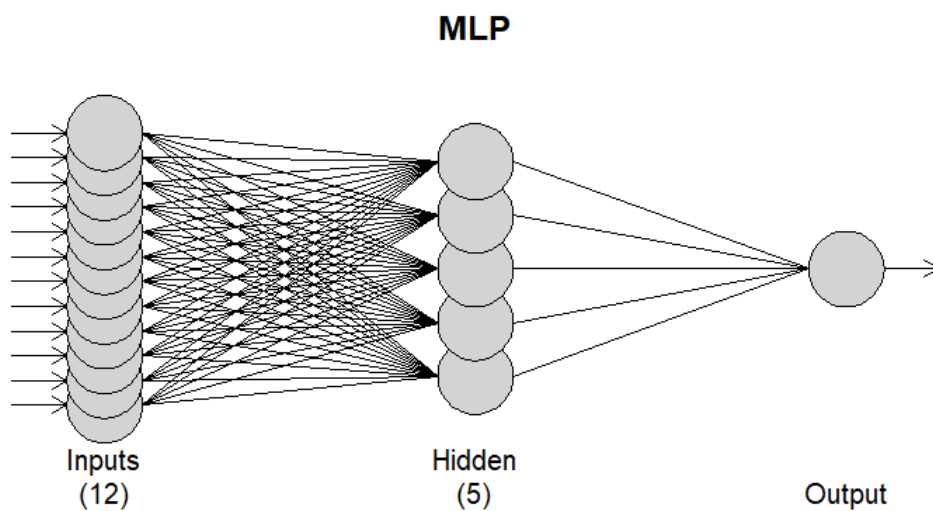


Fig. 28 Último entrenamiento

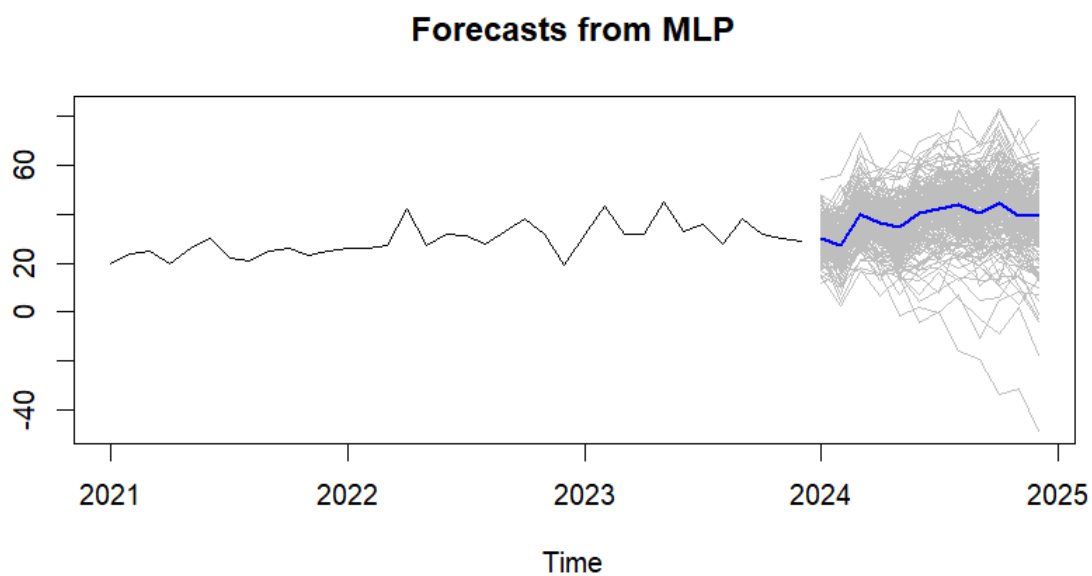


Fig. 29 Pronóstico final tras último entrenamiento

Los gráficos de pronóstico de MLP muestran que la red neuronal ha realizado un pronóstico moderadamente satisfactorio. La serie pronosticada sigue de cerca la tendencia general de la serie real y captura sus patrones de fluctuación en gran medida.

La tabla XI presenta los resultados de fallas desglosados por mes, la totalidad de los datos es indispensable para diseñar estrategias de mantenimiento preventivo y la correcta distribución de recursos, asegurando el funcionamiento eficiente y continuo de los sistemas.

TABLA XI
FALLAS POR MES PARA EL PERIODO 2024-2025

Enero	30
Febrero	27
Marzo	40
Abril	37
Mayo	35
Junio	41
Julio	42
Agosto	44
Septiembre	41
Octubre	44
Noviembre	39
Diciembre	39

El pronóstico total de fallas para el próximo período es de 459. Esto indica un crecimiento del 12% en contraste con el año 2023 y un incremento del 27% con respecto al año 2022. Este crecimiento en el número de fallas resalta la importancia de implementar medidas preventivas y correctivas. Al anticipar este incremento, se pueden desarrollar estrategias de mantenimiento más efectivas y asignar recursos de manera adecuada para minimizar el impacto de las fallas y asegurar la operación continua. Además, todos los datos subrayan la necesidad de revisar y ajustar continuamente los planes de mantenimiento para adecuarse a las condiciones que se encuentran en un constante cambio y mejorar el sistema en cuanto a fiabilidad se refiere.

H. PROPUESTA

Modelo de sistema de gestión de mantenimiento preventivo para la maquinaria del proceso de faenamiento de una PYME avícola.

1) Introducción:

Permite planificar, programar y realizar actividades de mantenimiento evitando que ocurran fallos, minimizando tiempos de trabajo muerto y reduciendo gastos de reparación.

Este sistema toma como punto de partida la creación de un plan de mantenimiento detallado, identificando las tareas necesarias para mantener los activos en el estado de funcionamiento adecuado. A través de la implementación de este sistema, se espera evitar la parada no planificada de la maquinaria.

El presente documento muestra la estructura y la funcionalidad del sistema de gestión de mantenimiento preventivo, abarcando desde la planificación y programación de las tareas pasando por la puesta en marcha y la evaluación de los resultados. Con un enfoque en la mejora continua, este sistema otorgará una base fuerte para la correcta e informada toma de decisiones y la optimización de los recursos disponibles.

2) Objetivo:

Garantizar la operatividad y eficiencia de la maquinaria crítica de la empresa a través de la planificación y ejecución sistemática de actividades de mantenimiento preventivo. Esto incluye la identificación, programación y realización de tareas de mantenimiento.

3) Alcance:

Este sistema se enfoca principalmente en las maquinarias críticas para la empresa, aquellas cuya falla podría ocasionar una interrupción total del proceso de producción. La identificación y el mantenimiento preventivo de estos equipos son esenciales para asegurar la continuidad operativa y minimizar los riesgos asociados con paradas inesperadas.

I. Planificar

En esta fase se establecen los cimientos del sistema de mantenimiento preventivo. Esta etapa implica identificar y clasificar la maquinaria, desarrollar un plan de mantenimiento y un inventario de repuestos. La planificación adecuada asegura que todas las actividades de mantenimiento estén bien organizadas y orientadas hacia la mejora continua y la eficiencia operativa.

1) Inventario de la maquinaria:

La tabla XII presenta el inventario de maquinaria de la empresa. Se detalla el área de ubicación de cada maquina y la codificación, desarrollada como parte de la metodología. Asimismo, se proporciona una descripción de cada máquina, que corresponde a su nombre:

TABLA XII
INVENTARIO DE MAQUINARIA

Área	Codificación	Descripción
Colgado y sacrificio "A"	A-10	Aturdidor eléctrico
	A-20	Cadena transporte aéreo "A"
	A-30	Lavadora de jaulas
	A-40	Ventiladores
Desangrado "B"	B-10	Canal de desangrado
Escaldado y pelado "C"	C-10	Desplumadora de pollos
	C-20	Peladora de patas
	C-40	Escaldadora para aves
	C-50	Escaldadora de patas
	C-60	Descolgadores automáticos
	C-70	Elevadores de patas
Eviscerado "D"	D-10	Pulidora de mollejas
	D-20	Elevador de mollejas
	D-30	Elevador de cabezas
	D-40	Elevadores de hígados
	D-50	Extractor de pulmones
	D-60	Cadena transporte aéreo "D"
	D-70	Lavadora de carcasas alta presión
	D-80	Tijera cortadora de cuellos
	D-90	Extractor de cloacas
	D-100	Descolgador automático
	D-110	Tablero control eléctrico
Chillers "E"	E-10	Chiller de mollejas
	E-20	Chiller de cabezas
	E-30	Chiller hígados
	E-40	Chiller patas
	E-50	Chiller pollos
	E-60	Pre-chiller
	E-70	Bomba dosificadora cloro

TABLA XIII
CONTINUACIÓN

Clasificación y empaque "F"	F-10	Clasificadora
	F-20	Cadena de transporte aéreo "F"
	F-30	Clipadoras
	F-40	Inyectora de salmuera
	F-50	Tanque mezclador acero inoxidable
	F-60	Báscula de sobrepiso
	F-70	Máquina despresadora
	F-80	Tablero electrónico
	F-90	Escurreidor de pollos tomblor
Cuartos fríos "G"	G-10	Cuarto frío 1
	G-30	Cuarto frío 3
	G-40	Cuarto frío 4
	G-50	Cuarto frío 5
	G-60	Freezer
Bombas y caldero "I"	I-10	Bomba sumergible de 1"
	I-20	Bomba sumergible de 2"
	I-30	Bomba agua de proceso
	I-40	Fábrica de hielo
	I-50	Caldero de vapor 1
	I-60	Caldero de vapor 2
	I-70	Compresor de aire
	I-80	Generador de energía eléctrica
	I-90	Transformador 1
	I-100	Transformador 2
	I-110	Tableros de control de velocidad
	I-120	Tablero de potencia de planta
	I-130	Tablero control de planta
	I-140	Tablero de corrección de potencia general

2) *Inventario de maquinaria crítica:*

En la Tabla XIV se presenta una lista detallada de las maquinarias críticas, cada una con su correspondiente codificación y descripción. Esta tabla es fundamental para la gestión de mantenimiento preventivo, ya que identifica la maquinaria que, debido a su importancia y potencial impacto en la producción, requieren un monitoreo y mantenimiento más riguroso y frecuente:

TABLA XIV
MAQUINARIAS CRÍTICAS

Codificación	Descripción
A-20	Cadena transporte aéreo "A"
C-10	Desplumadora de pollos
C-40	Escaldadora para aves
D-60	Cadena transporte aéreo "D"
E-50	Chiller pollos
E-60	Pre-chiller
F-10	Clasificadora
F-20	Cadena de transporte aéreo "F"
F-40	Inyectora de salmuera
G-10	Cuarto frío 1
G-30	Cuarto frío 3
G-40	Cuarto frío 4
G-50	Cuarto frío 5
G-60	Freezer
I-30	Bomba agua de proceso
I-50	Caldero de vapor 1
I-60	Caldero de vapor 2
I-70	Compresor de aire

a) Plan de mantenimiento de equipos críticos

Este plan detalla las actividades de mantenimiento preventivo que debe tomarse en cuenta para cada una de las maquinarias. El objetivo de este plan es minimizar las paradas no planificadas, asegurando así la eficiencia y continuidad del proceso productivo. Al poner en marcha un programa de mantenimiento preventivo bien estructurado, se busca anticipar y prevenir posibles fallos antes de que ocurran.

Cada actividad de mantenimiento preventivo ha sido seleccionada y programada en función de la criticidad de la maquinaria y su historial de funcionamiento. Estas actividades incluyen, entre otras, inspecciones regulares, ajustes, lubricación, limpieza y reemplazo de piezas desgastadas. Además, se establecen procedimientos específicos y se asignan responsabilidades claras al personal de mantenimiento, garantizando que todas las tareas se realicen de manera eficaz y oportuna.

El plan de mantenimiento realizado se lo puede revisar en el [Anexo 12](#).

b) Inventario de repuestos de equipos críticos

Para asegurar un mantenimiento adecuado de los equipos críticos y garantizar su funcionamiento continuo, se necesita contar con un inventario de repuestos. La disponibilidad de repuestos adecuados es fundamental para realizar reparaciones y sustituciones de manera rápida y eficiente, minimizando así el tiempo muerto de los equipos.

Disponer de un stock estratégico de repuestos asegura que los encargados del mantenimiento puedan intervenir de inmediato en caso de fallos o desgastes

El inventario de repuestos de equipos críticos se lo puede revisar en el [Anexo 13](#).

c) Fichas técnicas de equipos críticos

La ficha técnica de equipos permite conocer aspectos importantes tanto al departamento de mantenimiento, así como para la institución en general, en el [Anexo 14](#) se pueden observar las fichas técnicas desarrolladas para los equipos críticos.

J. Hacer

La fase de hacer es donde se ponen en práctica los planes desarrollados. Durante esta etapa, se asignan tareas específicas, se coordina la programación y se realizan las actividades de mantenimiento preventivo según los procedimientos documentados. La correcta ejecución de estas tareas es crucial para prevenir fallos y mantener la maquinaria en las mejores condiciones operativas.

1) Procedimiento de mantenimiento preventivo y correctivo:

Revisar [Anexo 15](#).

2) Procedimiento para mantenimiento de terceros:

Revisar [Anexo 16](#).

3) Procedimiento para la adquisición de repuestos:

Revisar [Anexo 17](#).

K. Verificar

Este apartado centra en el seguimiento y valoración del funcionamiento del sistema de mantenimiento. Aquí, se revisan los registros de mantenimiento y se analizan los datos de desempeño de la maquinaria. Esta etapa es esencial para identificar cualquier desviación del plan y evaluar la correcta ejecución de las actividades de mantenimiento preventivo.

1) Indicador de cumplimiento del plan de mantenimiento:

Este indicador tiene como propósito el evaluar la cantidad de actividades de mantenimiento planificadas que se han llevado a cabo. Para lograrlo, se considerará el plan de mantenimiento detallado en la fase de planificación. Este indicador incluirá tanto las actividades de mantenimiento programadas y las actividades de mantenimiento realmente ejecutadas. Además, permitirá identificar posibles discrepancias entre lo planificado y lo realizado, facilitando la mejora continua en la gestión del mantenimiento.

Se espera llegar a tener un 90% de cumplimiento para este indicador:

TABLA XV
INDICADOR DE CUMPLIMIENTO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

Unidad de medida	Frecuencia	Responsable	Fórmula de cálculo
%	Mensual	Jefe de mantenimiento	$\%Cumplimiento = \frac{Actividades\ ejecutadas}{Actividades\ planificadas} * 100$
Nivel de cumplimiento		Bajo	<80%
		Medio	>= 80 % hasta <90%
		Adecuado	>=90%

Las actividades planificadas se las podrá observar en el plan de mantenimiento y las actividades ejecutadas quedarán registradas en el historial de cada maquinaria “PM-01-F01”.

En el [Anexo 18](#), se puede observar el formato creado para llevar el registro de cumplimiento del plan de mantenimiento.

2) Tiempo promedio entre fallas:

Este indicador mide el tiempo promedio entre la ocurrencia de las fallas, nos dice cuánto podemos esperar que funcione un sistema o componente antes de tener que repararlo o reemplazarlo. Un valor alto indica una maquinaria confiable, mientras que un valor bajo indica un sistema o componente que es propenso a fallar:

Se espera llegar a tener más de 100 horas entre las fallas con la puesta en marcha del sistema de gestión:

TABLA XVI
INDICADOR DE TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS

Unidad de medida	Frecuencia	Responsable	Fórmula de cálculo
Horas	Anual	Jefe de mantenimiento	$TPEF = \frac{TTD - TR}{CF}$
Promedio de horas		Bajo	<80 horas
		Medio	>= 80 horas hasta <90 horas
		Adecuado	>=100 horas

El tiempo total disponible (TTD) será de 1920 horas anuales, el tiempo de reparación (TR) junto con la cantidad de fallas (CF) de cada equipo se lo podrá obtener de la hoja de vida de estos “PM-01-F01”.

En el [Anexo 19](#) se puede revisar el formato creado para llevar el registro del tiempo promedio entre fallas de los equipos.

3) *Tiempo promedio para la reparación:*

Calcula el tiempo promedio que se tarda en reparar un sistema o componente después de una falla, se expresa típicamente en horas. Un valor bajo indica un equipo de técnicos eficiente que puede reparar la maquinaria rápidamente, mientras que un valor alto indica un equipo de técnicos que puede tardar más en reparar la maquinaria:

Se plantea la reducción a menos de 5 horas para el tiempo promedio para la reparación de la maquinaria con el sistema de gestión:

TABLA XVII
INDICADOR DE TIEMPO PROMEDIO PARA LA REPARACIÓN

Unidad de medida	Frecuencia	Responsable	Fórmula de cálculo
Horas	Anual	Jefe de mantenimiento	$TPPR = \frac{TR}{CF}$
		Bajo	≥ 8 horas
Promedio de horas		Medio	≥ 5 horas hasta < 7 horas
		Adecuado	< 5 horas

Para el cálculo de este indicador, el tiempo de reparación (TR), así como la cantidad de fallas (CF) del equipo se los podrá obtener de la hoja de vida de estos “PM-01-F01”.

En el [Anexo 20](#) se puede apreciar el formato en el que se registrará el tiempo promedio para la reparación de los equipos.

4) *Disponibilidad:*

Esta medida señala la probabilidad dada de que un sistema o componente esté en correcto funcionamiento y preparado para su uso cuando se necesita. Se expresa típicamente como un porcentaje, donde un 100% indica que el sistema o componente está siempre disponible y un 0% indica que el sistema o componente nunca está disponible:

Con el sistema de gestión se pretende llegar a tener un 95% de disponibilidad:

TABLA XVIII
INDICADOR DE DISPONIBILIDAD

Unidad de medida	Frecuencia	Responsable	Fórmula de cálculo
%	Anual	Jefe de mantenimiento	$D = \frac{TPEF}{TPEF + TPPR} * 100$
Nivel de disponibilidad		Bajo	<85%
		Medio	>= 85% hasta <95%
		Adecuado	>=95%

Tanto el tiempo promedio entre fallas, así como el tiempo promedio para la reparación servirán para el cálculo de este indicador, mismos que se encontrarán registrados en los formatos que se crearon para cada uno de los indicadores anteriormente mencionados.

En el [Anexo 21](#) se puede revisar el formato que se creó para llevar el correcto registro de la disponibilidad de los equipos.

L. Actuar

Aquí, se incluye la adopción de acciones correctivas, la actualización y revisión de los procedimientos y la promoción de una cultura de mejora continua. La actuación adecuada garantiza que un sistema de mantenimiento constantemente evolucione y se adapte a nuevas necesidades y desafíos.

Se deben revisar los resultados de cada uno de los indicadores, es base a esta información se tomarán distintas acciones para la corrección y mejora de estos.

1) Procedimiento de no conformidades:

Revisar [Anexo 22](#).

CONCLUSIONES

Para sustentar este proyecto de investigación se estableció un marco claro y definido que no solo sustenta la investigación actual, sino que también asegura que las recomendaciones y mejoras propuestas se alineen con las regulaciones pertinentes y los estándares de la industria, garantizando así la calidad, seguridad y eficiencia en las operaciones de faenamiento. A través de la revisión documental y bibliográfica, se han identificado las normativas vigentes, las mejores prácticas y los principios teóricos que rigen el procesamiento avícola.

Tras realizar el diagnóstico actual de la situación empresarial este proporciono una comprensión de cuales son prácticas existentes y su efectividad, a su vez permitió identificar puntos críticos en los procesos y áreas específicas donde la gestión de la maquinaria puede ser mejorada. La recopilación de esta información fue crucial para diseñar estrategias que optimicen la eficiencia y la fiabilidad del equipo, minimizando tiempos de inactividad y costos asociados a fallos imprevistos. Este diagnóstico sirvió como una fuerte base para implementar mejoras en la gestión del mantenimiento.

El desarrollo de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo representó un avance hacia la optimización de las operaciones. Este enfoque sistemático y estructurado no solo promueve la prolongación del tiempo útil de los equipos y la disminución de tiempos de tiempos muertos, además la eficiencia operativa también se ve mejorada. Al incorporar principios de mejora continua, el sistema permite una adaptación constante y una respuesta proactiva a las necesidades cambiantes del entorno operativo.

Al realizar el pronóstico de fallas utilizando el método de MLP, se identificaron 459 fallas en el periodo analizado. Este resultado muestra un crecimiento de un 27% en contraste con el año 2022 y del 12% respecto al año 2023. Estos datos subrayan la necesidad de implementar un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para controlar el incremento de fallas en la maquinaria.

RECOMENDACIONES

El trabajo se podría complementar con la puesta en marcha o la propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento predictivo, o con la propuesta de un programa de Mantenimiento Total Productivo (TPM). Incorporar cualquiera de estos enfoques enriquecerá el análisis y la propuesta, proporcionando un marco más robusto para la gestión del mantenimiento en la PYME avícola, y alineándose con los estándares internacionales de mantenimiento y las mejores prácticas industriales.

Se podría implementar un sistema de gestión de mantenimiento que abarque todas las maquinarias de la empresa, no solo aquellas consideradas críticas. Esto es esencial porque todas las maquinarias, independientemente de su criticidad, requieren mantenimiento y pueden generar costos y paradas no planificadas si no se les da la atención adecuada. Un sistema integral de gestión de mantenimiento aseguraría que cada equipo reciba el mantenimiento necesario en el momento oportuno, lo que puede reducir significativamente las interrupciones no programadas y los costos asociados. Además, un enfoque holístico permite una mejor planificación de recursos y una mayor eficiencia operativa, ya que se pueden coordinar las actividades de mantenimiento de manera más efectiva.

Se podría aplicar un análisis de Eficiencia General de los Equipos (OEE, por sus siglas en inglés) para identificar si las fallas de las maquinarias influyen en la calidad del producto final. El OEE es una métrica estándar que permite evaluar la eficiencia y efectividad de la maquinaria en función de tres factores clave: disponibilidad, rendimiento y calidad. Aplicar un análisis OEE permitiría identificar las áreas problemáticas en cada uno de estos tres factores y entender cómo las fallas de las maquinarias impactan en la calidad del producto final. Al tener una visión clara de estas influencias, se pueden implementar acciones correctivas específicas para optimizar el desempeño de los equipos con la mejora continua, garantizando una producción de alta calidad.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Kaizen Institute, «Gestión eficiente de activos: de la resolución a la prevención,» 3 Junio 2023. [En línea]. Available: <https://kaizen.com/es/insights-es/gestion-eficiente-de-activos-de-la-resolucion-a-la-prevencion/>. [Último acceso: 15 Noviembre 2023].
- [2] N. Moreira Mendoza, C. Aray Intriago, I. Arias Merchán y R. Mendoza Zambrano, «Organización y planificación del mantenimiento de equipos de mecanizado en talleres industriales de la ciudad de Portoviejo,» *Revista Científica Sinapsis*, vol. 21, nº 1, 2022.
- [3] G. Sullivan, R. Pugh, A. Melendez y W. Hunt, *Best Practices A Guide to Achieving Operational Efficiency*, Washington: Pacific Northwest National Laboratory, 2002.
- [4] A. María Sanchez, T. Vayas, F. Mayorga y C. Freire, *SECTOR AVÍCOLA ECUADOR*, Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2020.
- [5] CONAVE, «El sector avicultor y su aporte en la generación de fuentes de empleo en el Ecuador.,» 11 Marzo 2022. [En línea]. Available: <https://conave.org/el-sector-avicultor-y-su-aporte-en-la-generacion-de-fuentes-de-empleo-en-el-ecuador/>. [Último acceso: 16 Noviembre 2023].
- [6] E. Illyani Basri, H. Ab-Samat, S. Kamaruddin, N. Aida Harun y L. Nair, «Effective Preventive Maintenance Scheduling: A Case Study,» de *Proceedings of the 2012 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, Estambul, 2012.
- [7] J. Muñoz y M. Cantos, «Mantenimiento centrado en la confiabilidad a equipos en industria de conservas de atún,» *Científica*, vol. 25, nº 2, pp. 1-12, 2021.
- [8] F. Coronado, Artist, (*Tesis de Ingeniería*) *Aplicación del ciclo PHVA para mejorar la disponibilidad de equipos de una planta de harina de pescado*. [Art]. Universidad Cesar Vallejo, 2022.
- [9] J. Segovia, Artist, *Desarrollo de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para la empresa calzado pardo de la ciudad de Ambato en el año 2019*. [Art]. (Tesis de Ingeniería) Universidad Tecnológica Indoamerica, 2019.

- [10] C. S. Arroyo Vaca y R. F. Obando Quito, «Importancia de la implementación de mantenimiento preventivo en las plantas de producción para optimizar procesos,» *E-IDEA Journal of Engineering Science*, vol. 4, n° 10, pp. 59-68, 2022.
- [11] D. Sasitharan, H. M. Lazim, H. Lamsali, R. Iteng y W. N. Osman, «The Impact of Preventive Maintenance Practices on Malaysian Manufacturing Performance,» *International Journal of Supply Chain Management*, vol. 9, n° 3, pp. 100-104, 2020.
- [12] I. D. Torres Alvarado, «El Sistema de Gestión y sus componentes: estratégico, táctico y operacional,» *Redalyc*, vol. 22, n° 42, 2019.
- [13] J. M. Sánchez Rivero y A. Enríquez Palomino, *Herramientas para la mejora continua de los sistemas de gestión de la seguridad y gestión en el trabajo.*, Madrid: FC Editorial, 2017.
- [14] M. García P, C. Quispe A y L. Ráez G, «Mejora continua de la calidad en los procesos,» *Industrial Data*, vol. 6, n° 1, pp. 89-84, 2003.
- [15] ISO, «ISO 9000:2015 Sistemas de gestión de la calidad - Fundamentos y vocabulario,» 2015. [En línea]. Available: <https://www.iso.org/standard/45481.html>.
- [16] W. Olarte, M. Botero y B. Cañon, «Importancia del mantenimiento industrial dentro de los procesos de producción,» *Scientia Et Technica*, vol. XVI, n° 44, pp. 354-356, 2010.
- [17] V. González Ajuech, J. Á. Medrano Márquez y V. M. Díaz, *Mantenimiento: técnicas y aplicaciones industriales*, Grupo Editorial Patria, 2017.
- [18] O. García Palencia, *Gestión moderna del mantenimiento industrial*, Bogotá: Ediciones de la U, 2012.
- [19] C. Boero, *Mantenimiento industrial*, Córdoba: Jorge Sarmiento Editor - Universitas, 2020.
- [20] E. Andrea y C. Sierra, «Introducción al Mantenimiento,» *Técnicas de mantenimiento en instalaciones mineras*, pp. 8-9, 2017.
- [21] C. A. Montilla Montaña, *Fundamentos del mantenimiento industrial*, Pereira: Editorial UTP, 2016.

- [22] F. A. Pérez Rondón, Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial, Bucaramanga: Ediciones USTA, 2021.
- [23] J. Woodhouse y T. Moos, «Criticality Analysis Revisited,» *Quality and Reliability Engineering International*, vol. 15, pp. 117-121, 1999.
- [24] C. Parra y J. Martínez, «Análisis de criticidad aplicado a sistemas productivos en la industria procesadora de alimentos, basado en el modelo semi-cuantitativo MCR (Matriz de Criticidad por Riesgo),» ResearchGate, 2018.
- [25] L. Vargas Henríquez, S. Mejía Ruiz y C. Vásquez Caballis, «Metodología para diagnosticar fallas localizadas en equipos de una línea de producción de carbón activado,» *Ingeniare*, vol. 14, pp. 93-108, 2018.
- [26] D. Mesa, Y. Ortiz y M. Pinzón , «La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento,» *Scientia Et Technica*, vol. XII, nº 30, pp. 155-160, 2006.
- [27] E. Zambrano, A. T. Prieto y R. Castillo, «Indicadores de gestión de mantenimiento en las instituciones públicas de educación superior del municipio Cabimas,» *TELOS. Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, vol. 17, nº 3, pp. 495-511, 2015.
- [28] V. Lalanne , Artist, (*Tesis de Ingeniería*) *Metodología de análisis de criticidad operacional mediante herramienta de simulación para evaluar riesgos en la etapa de diseño de un proyecto industrial*. [Art]. Universidad Técnica Federico Santa María, 2018.
- [29] Gobierno de la República del Ecuador, Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, Quito: Gob.ec, 1986.
- [30] Real Academia Española, *Real Academia Española*.
- [31] R. Acosta, M. Arellano y F. Barrios, Flujograma, Santa Fe: El Cid Editor, 2009.
- [32] G. Gómez, *Sistemas Administrativos. Análisis y diseños.*, Editorial Mc Graw Gil, 1997.
- [33] J. Platas y M. Cervantes, *Planeación, diseño y layout de instalaciones: un enfoque por competencias*, México: Grupo Editorial Patria, 2014.

- [34] SAE International, JA1011 - Criterios de Evaluación para Procesos de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, Warrendale: SAE International, 1999.
- [35] American Petroleum Institute, API 580 - Risk Based Inspection, Washington: American Petroleum Institute, 2016.
- [36] Marshall Institute, *Maintenance Effectiveness Survey*, Chicago: Marshall Institute Inc, 2004.
- [37] X. García y D. Cedeño, «Manual de procedimientos para codificación y registro de propiedad, planta y equipo de las empresas del sector agrícola en el Ecuador,» *Espirales revista multidisciplinaria de investigación*, pp. 35-46, 2018.
- [38] ISO, «ISO 14224:2016 Industrias de petróleo, petroquímica y gas natural - recolección e intercambio de datos de confiabilidad y mantenimiento de equipos,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.iso.org/standard/64076.html>.
- [39] H. Rivas, «La importancia de las fichas técnicas,» *Especificar*, 2022.
- [40] Normalización Española, Mantenimiento. Terminología del mantenimiento., Normalización Española, 2009.
- [41] S. Jaiswal, «Multilayer Perceptrons in Machine Learning: A Comprehensive Guide,» datacamp, Febrero 2024. [En línea]. Available: <https://www.datacamp.com/tutorial/multilayer-perceptrons-in-machine-learning>. [Último acceso: 6 Julio 2024].
- [42] D. Singhal y K. Swarup, «Electricity price forecasting using artificial neural networks,» *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, vol. 33, n° 3, pp. 550-555, 2011.
- [43] K. Willems, «Keras Tutorial: Deep Learning in Python,» datacamp, Diciembre 2019. [En línea]. Available: <https://www.datacamp.com/tutorial/deep-learning-python>. [Último acceso: 6 Julio 2024].
- [44] R. Stureborg, «Artificial Neural Networks for Total Beginners,» Medium, 4 Septiembre 2019. [En línea]. Available: <https://towardsdatascience.com/artificial-neural-networks-for-total-beginners-d8cd07abaae4>. [Último acceso: 6 Julio 2024].

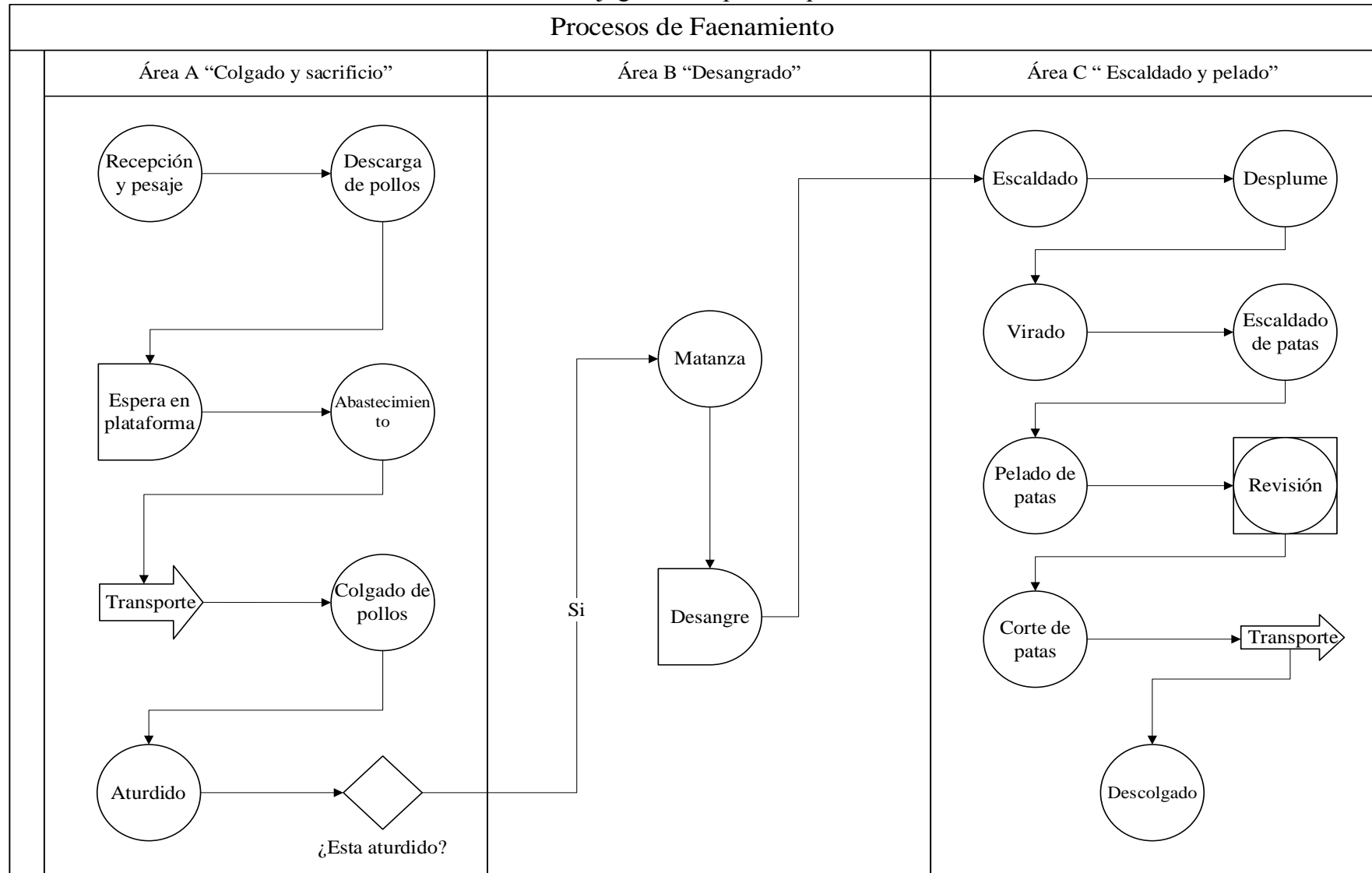
- [45] O. Montesinos, J. Crossa y A. Montesinos , «Activation Functions,» de *Fundamentals of Artificial Neural Networks and Deep Learning*, 2022, pp. 379-425.
- [46] R. Raj, «Components of an Artificial Neural Network,» enjoy algorithms, [En línea]. Available: <https://www.enjoyalgorithms.com/blog/components-of-ann>. [Último acceso: 6 Julio 2024].
- [47] I. Basheer y M. Hajmeer, «Artificial Neural Networks: Fundamentals, Computing, Design, and Application,» *Journal of Microbiological Methods*, vol. 43, pp. 3-31, 2001.
- [48] H. Medina, Artist, *PROPUESTA ALTERNATIVA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PARA EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA ALVARADO ORTIZCONSTRUCTORES CÍA. LTDA. DE LA CIUDAD DE AMBATO*. [Art]. (Proyecto Técnico) ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, 2019.
- [49] C. Espinoza , Artist, *Diseño de un Modelo Gestión en Mantenimiento para la empresa MOOG Medical Devices Group*. [Art]. (Informe de práctica de especialidad por el título de Ingeniero Mecánico) INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA, 2018.
- [50] E. Castro, Artist, *Proceso de Codificación de Equipos y Aplicación del Sistema SAP en la Gestión del Mantenimiento en Ampliación de la Planta Arauco Remanufactura Tres Pinos*. [Art]. (Tesis de Ingeniería) Universidad Austral de Chile, 2006.
- [51] S. Rodriguez, Artist, *Actualización de las Fichas Técnicas de equipos de la línea de Servicios Industriales vinculados con el proceso de fabricación de leche en polvo para Nestle Venezuela S.A.*. [Art].
- [52] P. Quiroz y R. Revilla, Artists, “*MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD MECANICA DE LOS EQUIPOS EN LA PLANTA DE CHANCADO DE UNA EMPRESA MINERA DE CAJAMARCA 2021*.” [Art]. (Tesis de Ingeniería) Universidad Privada del Norte, 2021.

VI. ANEXOS

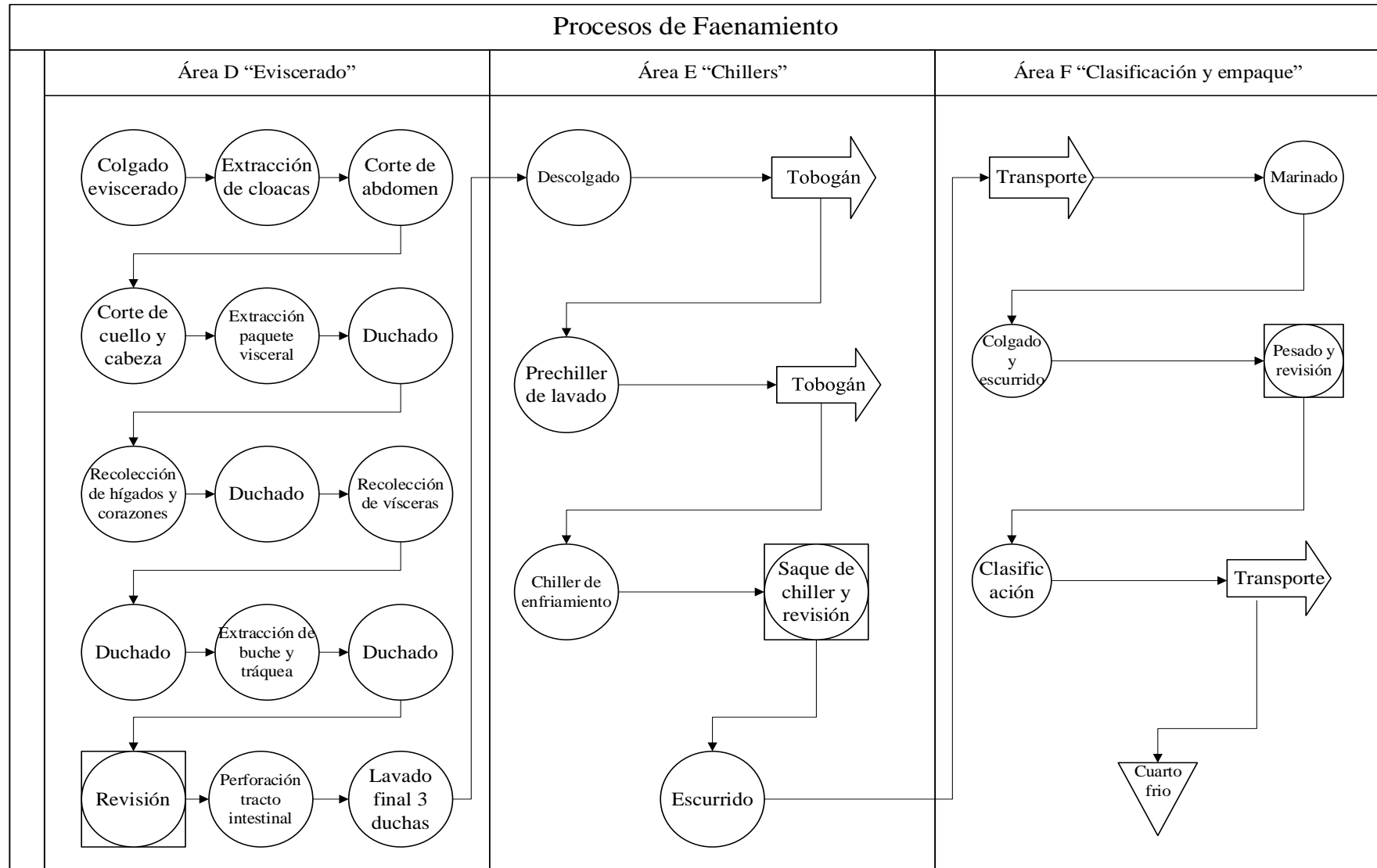
Anexo 1. Factores de frecuencia y consecuencia

Factor de Frecuencia (FF)	
Descripción	Ponderación
Frecuente, 10 o más fallas al año	5
Probable, 7-9 eventos al año	4
Posible, 5-6 eventos al año	3
Improbable, 3-4 evento al año	2
Sumamente improbable, menos de 2 evento al año	1
Factor de Consecuencias (CC)	
Impacto en producción (IP)	
Descripción	Ponderación
Parada de todo el proceso productivo	5
Parada de un sector de la línea productiva	4
Impacta los niveles productivos o de calidad	3
Genera costos operacionales	2
No genera ningún efecto significativo	1
Adquisición de repuestos (AR)	
Descripción	Ponderación
Importación bajo pedido	5
Importación con stock	4
Compra nacional	3
Compra local bajo pedido	2
Compra local	1
Costos de mantenimiento (CM)	
Descripción	Ponderación
Costos materiales superior 5000 USD	5
Costos materiales superior 3000-5000 USD	4
Costos materiales superior 1000-3000 USD	3
Costos materiales superior 500-1000 USD	2
Costos materiales inferior 500 USD	1
Tiempo de utilización (TU)	
Descripción	Ponderación
8 horas al día	5
6-7 horas al día	4
3-4 horas al día	3
1-2 horas al día	2
No siempre se lo usa	1
Seguridad y medio ambiente (SMA)	
Descripción	Ponderación
Accidentes, daños al medio ambiente y materiales	5
Daños al medio ambiente y daños materiales	4
Riesgo de accidentes laborales	3
Daños materiales	2
Ningún riesgo	1

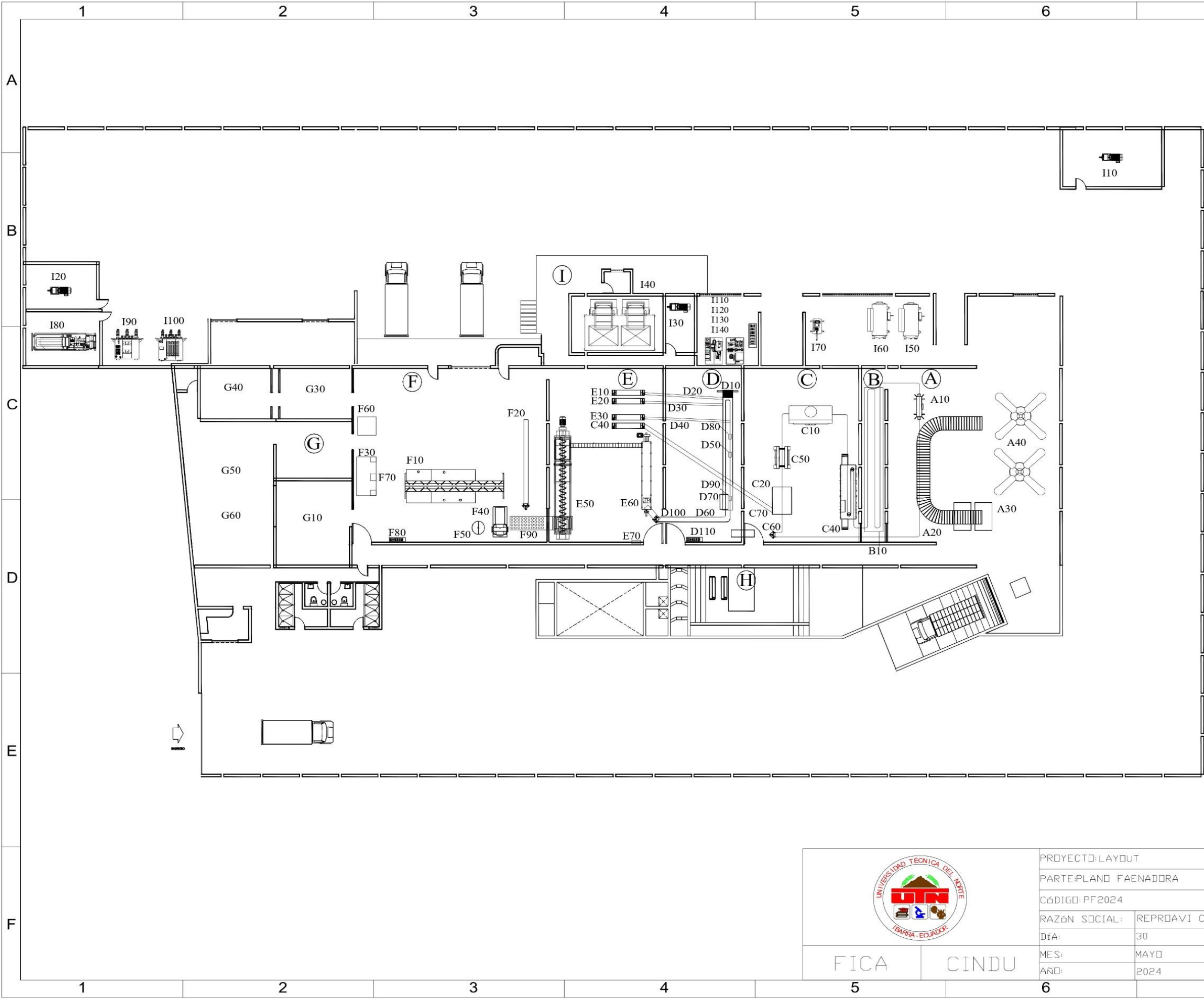
Anexo 2. Flujograma del proceso productivo



Anexo 2. Continuación
Procesos de Faenamiento



Anexo 3. Layout



Área	Codificación	Descripción
Colgado y sacrificio "A"	A-10	Aturdidor eléctrico
	A-20	Cadena transporte aéreo "A"
	A-30	Lavadora de jaulas
	A-40	Ventiladores
Desangrado "B"	B-10	Canal de desangrado
Escaldado y pelado "C"	C-10	Desplumadora de pollos
	C-20	Peladora de patas
	C-40	Escaldadora para aves
	C-50	Escaldadora de patas
	C-60	Descolgadores automáticos
	C-70	Elevadores de patas
	Eviscerado "D"	D-10
D-20		Elevador de mollejas
D-30		Elevador de cabezas
D-40		Elevadores de hígados
D-50		Extractor de pulmones
D-60		Cadena transporte aéreo "D"
D-70		Lavadora de carcasas alta presión
D-80		Tijera cortadora de cuellos
D-90		Extractor de cloacas
D-100		Descolgador automático
D-110		Tablero control eléctrico
Chillers "E"	E-10	Chiller de mollejas
	E-20	Chiller de cabezas
	E-30	Chiller hígados
	E-40	Chiller patas
	E-50	Chiller pollos
	E-60	Pre-chiller
	E-70	Bomba dosificadora cloro
Clasificación y empaque "F"	F-10	Clasificadora
	F-20	Cadena de transporte aéreo "F"
	F-30	Clipadoras
	F-40	inyectora de salmuera
	F-50	Tanque mezclador acero inoxidable
	F-60	Báscula de sobrepeso
	F-70	Máquina despresadora
	F-80	Tablero electrónico
	F-90	Escurreidor de pollos tompler
Cuartos fríos "G"	G-10	Cuarto frío 1
	G-30	Cuarto frío 3
	G-40	Cuarto frío 4
	G-50	Cuarto frío 5
	G-60	Freezer
	Bombas y caldero "I"	I-10
I-20		Bomba sumergible de 2"
I-30		Bomba agua de proceso
I-40		Fábrica de hielo
I-50		Caldero de vapor 1
I-60		Caldero de vapor 2
I-70		Compresor de aire
I-80		Generador de energía eléctrica
I-90		Transformador 1
I-100		Transformador 2
I-110		Tableros de control de velocidad
I-120		Tablero de potencia de planta
I-130		Tablero control de planta
I-140		Tablero de corrección de potencia general



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
IBARRA - ECUADOR

PROYECTO: LAYOUT
PARTE: PLANO FAENADORA
CÓDIGO: PF2024

RAZÓN SOCIAL:	REPRODAVICIA LTDA	DISEÑÓ:	ROSEDO R.	27/05/24
DÍA:	30	DIBUJÓ:	ROSEDO R.	27/05/24
MES:	MAYO	REVISÓ:	ERAZO V.	27/05/24
AÑO:	2024	APROBÓ:	ERAZO V.	27/05/24

ESCALA: 1:1

TOLERANCIA:

HOJA	1
A3	

Anexo 4. Análisis de criticidad

N	Equipo	Descripción	Frecuencia de falla	Consecuencia					FF*C	Criticidad
				IP	AR	CM	TU	SMA		
1	A-10	Aturdidor eléctrico	2	2	1	2	4	1	18	BAJO
2	A-20	Cadena transporte aéreo "A"	5	4	3	4	4	2	110	ALTO
3	A-30	Lavadora de jaulas	1	1	1	3	1	1	6	BAJO
4	A-40	Ventiladores	1	2	1	1	1	1	5	BAJO
5	B-10	Canal de desangrado	1	2	1	1	1	1	5	BAJO
6	C-10	Desplumadora de pollos	5	5	3	2	4	3	120	ALTO
7	C-20	Peladora de patas	2	4	3	3	4	2	42	MEDIO
8	C-40	Escaldadora para aves	5	5	3	3	4	2	120	ALTO
9	C-50	Escaldadora de patas	2	4	2	3	4	2	34	MEDIO
10	C-60	Descolgadores automáticos	2	5	1	3	4	2	28	MEDIO
11	C-70	Elevadores de patas	2	2	3	3	4	2	30	MEDIO
12	D-10	Pulidora de mollejas	3	2	3	2	4	3	45	MEDIO
13	D-20	Elevador de mollejas	2	2	1	3	4	2	22	MEDIO
14	D-30	Elevador de cabezas	2	2	1	3	4	2	22	MEDIO
15	D-40	Elevadores de hígados	2	2	1	3	4	2	22	MEDIO
16	D-50	Extractor de pulmones	2	2	1	3	4	2	22	MEDIO
17	D-60	Cadena transporte aéreo "D"	5	4	3	4	4	2	110	ALTO
18	D-70	Lavadora de carcasas alta presión	1	2	2	2	3	2	11	BAJO
19	D-80	Tijera cortadora de cuellos	3	2	4	5	4	3	60	MEDIO
20	D-90	Extractor de cloacas	3	2	4	5	4	2	57	MEDIO
21	D-100	Descolgador automático	2	5	1	3	4	2	28	MEDIO
22	D-110	Tablero control eléctrico	2	5	3	3	4	3	50	MEDIO
23	E-10	Chiller de mollejas	1	2	3	3	4	3	16	BAJO
24	E-20	Chiller de cabezas	1	2	3	3	4	3	16	BAJO
25	E-30	Chiller hígados	1	2	3	3	4	3	16	BAJO
26	E-40	Chiller patas	1	2	3	3	4	3	16	BAJO

Anexo 4. Continuación análisis de criticidad

27	E-50	Chiller pollos	5	5	4	4	4	3	155	ALTO
28	E-60	Pre-chiller	5	5	4	4	4	3	155	ALTO
29	E-70	Bomba dosificadora cloro	2	2	1	3	4	2	22	MEDIO
30	F-10	Clasificadora	5	5	3	5	5	2	135	ALTO
31	F-20	Cadena de transporte aéreo "F"	5	4	3	4	4	2	110	ALTO
32	F-30	Clipadoras	2	2	4	5	5	2	40	MEDIO
33	F-40	Inyectora de salmuera	5	5	4	5	5	3	165	ALTO
34	F-50	Tanque mezclador acero inoxidable	2	3	3	3	5	2	38	MEDIO
35	F-60	Báscula de sobrepeso	1	2	3	3	5	2	16	BAJO
36	F-70	Máquina despresadora	1	3	3	3	5	3	20	BAJO
37	F-80	Tablero electrónico	2	5	3	3	4	3	50	MEDIO
38	F-90	Escurreidor de pollos tompler	1	3	3	3	5	3	20	BAJO
39	G-10	Cuarto frío 1	5	5	4	5	5	4	170	ALTO
40	G-30	Cuarto frío 3	5	5	4	5	5	4	170	ALTO
41	G-40	Cuarto frío 4	5	5	4	5	5	4	170	ALTO
42	G-50	Cuarto frío 5	5	5	4	5	5	4	170	ALTO
43	G-60	Freezer	5	5	4	5	5	4	170	ALTO
44	I-10	Bomba sumergible de 1"	1	5	3	5	5	2	27	MEDIO
45	I-20	Bomba sumergible de 2"	2	5	3	5	5	2	54	MEDIO
46	I-30	Bomba agua de proceso	5	5	4	5	5	2	160	ALTO
47	I-40	Fábrica de hielo	2	5	2	5	3	4	44	MEDIO
48	I-50	Caldero de vapor 1	5	5	4	4	5	5	170	ALTO
49	I-60	Caldero de vapor 2	5	5	4	4	5	5	170	ALTO
50	I-70	Compresor de aire	5	5	5	4	5	2	180	ALTO
51	I-80	Generador de energía eléctrica	1	5	4	4	5	2	31	MEDIO
52	I-90	Transformador 1	2	5	3	4	5	2	52	MEDIO
53	I-100	Transformador 2	2	5	3	4	5	2	52	MEDIO
54	I-110	Tableros de control de velocidad	1	2	1	2	5	2	11	BAJO
55	I-120	Tablero de potencia de planta	1	2	1	2	5	2	11	BAJO
56	I-130	Tablero control de planta	1	2	1	2	5	2	11	BAJO
57	I-140	Tablero de corrección de potencia general	1	2	3	2	5	2	15	BAJO

Anexo 5. Preguntas de la encuesta MES

Gestión de recursos
1. ¿Considera que el área de mantenimiento cuenta con el personal adecuado para realizar su trabajo?
2. ¿La estructura general de la organización de mantenimiento parece lógica y útil para realizar el trabajo?
3. ¿La organización ayuda a eliminar las barreras que los técnicos de mantenimiento encuentran en sus trabajos y sobre las que no tienen control, lo que les impide realizar un buen trabajo?
4. ¿La dirección fomenta el mantenimiento para satisfacer las necesidades de producción?
5. ¿La dirección fomenta la producción para ayudar al mantenimiento a realizar su trabajo?
6. ¿Se utilizan equipos multifuncionales (producción y mantenimiento) para identificar y resolver problemas que afectan a ambos departamentos?
7. ¿La gerencia alienta a los técnicos de mantenimiento y a los operadores de producción a trabajar juntos en los problemas?
8. ¿Han recibido los operarios capacitación para ayudarles a realizar su trabajo?
9. ¿El personal de mantenimiento de planta está debidamente capacitado para realizar su trabajo?
10. ¿Está el personal de mantenimiento de planta debidamente motivado para hacer lo mejor posible trabajo?
11. ¿El personal de mantenimiento sigue las políticas y procedimientos de seguridad?
12. ¿La gerencia realiza un seguimiento y revisa el mantenimiento del lugar con el personal?
Gestión de la información
13. ¿La organización utiliza un sistema computarizado para las actividades de mantenimiento (CMMS)?
14. ¿Está cada pieza de equipo etiquetada con un número de equipo o activo?
15. ¿La organización actualiza su sistema de mantenimiento computarizado?
16. ¿Se ha capacitado al personal para utilizar la CMMS?
17. ¿La organización mantiene registros históricos precisos de los equipos?
18. ¿Están informatizados los almacenes de mantenimiento?
19. ¿Las decisiones de gestión se toman a partir de los informes del CMMS?
20. ¿La organización realiza un seguimiento de sus gastos y costos totales de mantenimiento?
21. ¿La organización realiza un seguimiento del tiempo de inactividad de las máquinas como medida de eficiencia?
22. ¿La organización de mantenimiento se compara (evaluación comparativa) con otras organizaciones de mantenimiento para ver qué tan bien está operando?
23. ¿Se realiza un seguimiento y registro del tiempo que el personal dedica a su trabajo?
24. ¿La gestión de mantenimiento utiliza los índices de la industria como medidas de comparación?
Mantenimiento preventivo y tecnología de equipos
25. ¿La organización utiliza órdenes de trabajo para actividades de MP?
26. ¿El área de mantenimiento revisa periódicamente los MP para verificar su precisión, revisión, aumento/disminución, necesidades de capacitación, etc.?
27. ¿La organización utiliza personal dedicado exclusivamente al MP?
28. ¿El personal ayuda con MP menores como limpieza, lubricación, ajuste e inspección?
29. ¿La organización utiliza Mantenimiento Predictivo (PdM)? es decir: ¿Vibración, análisis de aceite, tecnología infrarroja o térmica, ultrasonidos o alineación óptica o láser?
30. ¿La organización realiza un seguimiento de los costos de PM y PdM?
31. ¿La producción permite que el mantenimiento acceda al equipo para los MP programados?
32. ¿La organización intenta evitar que se repitan averías y fallos?
33. ¿Están involucrados los operadores de producción y el personal de mantenimiento en decisiones de selección de equipos?
34. ¿Están bien capacitadas las personas responsables de operar equipos nuevos?
35. ¿Están bien capacitadas las personas responsables del servicio y mantenimiento de los equipos nuevos?
36. ¿La organización realiza un seguimiento de cuánto cuesta (costo del ciclo de vida) mantener el equipo?
Planificación y programación
37. ¿Se establecen prioridades para las tareas de los trabajos de mantenimiento?
38. ¿La organización utiliza órdenes de trabajo para actividades de trabajo de mantenimiento?
39. ¿Es efectivo el sistema de solicitud, planificación y estimación de las órdenes de trabajo de mantenimiento?
40. ¿La organización controla las horas extras?
41. ¿La organización registra información de una orden de trabajo en el historial del equipo?
42. ¿Se asigna al personal de mantenimiento tareas laborales en función de sus conocimientos y habilidades especializados?
43. ¿Están bien planificados los trabajos que no son de emergencia antes de comenzar el trabajo?
44. ¿La organización utiliza planificadores de mantenimiento para planificar y preparar trabajos de mantenimiento programados, como reparaciones importantes y paradas?

Anexo 5. Continuación

45. ¿La organización utiliza contratistas para manejar cargas de trabajo excesivas y aplicaciones de habilidades especializadas?
46. Si tiene planificadores, ¿preparan un plan de trabajo antes de que esté programado el inicio del trabajo?
47. Si tiene planificadores, ¿preparan los trabajos armando, seleccionando previamente y preparando piezas para el personal?
48. ¿Se planifican con antelación las paradas y reparaciones importantes?
Soporte de mantenimiento
49. ¿Están disponibles las piezas de inventario cuando se necesitan?
50. ¿El almacén está cerrado y asegurado en todos los turnos?
51. ¿Se utilizan índices de rotación para el control del almacén?
52. ¿Se monitorean los recibos diarios y los niveles de emisión para determinar los recuentos y el valor?
53. ¿Se contabilizan todos los artículos del inventario, es decir, precio y plazo de entrega?
54. ¿Se comparten las metas y objetivos de mantenimiento anual con el personal de mantenimiento?
55. ¿Está involucrado el personal de mantenimiento en el establecimiento y cumplimiento de metas y objetivos para el departamento?
56. ¿Es la mano de obra de calidad un objetivo importante?
57. ¿Tiene la organización un interés real en el bienestar y la satisfacción de los empleados?
58. ¿Se reconoce y recompensa el buen desempeño?
59. ¿El buen desempeño laboral conduce a la seguridad laboral en esta organización?
60. ¿Es probable que un mal desempeño conduzca al despido?

Anexo 6. Resultados de la encuesta MES

Gestión de recursos	1	2	3
1. ¿Considera que el área de mantenimiento cuenta con el personal adecuado para realizar su trabajo?		x	
2. ¿La estructura general de la organización de mantenimiento parece lógica y útil para realizar el trabajo?		x	
3. ¿La organización ayuda a eliminar las barreras que los técnicos de mantenimiento encuentran en sus trabajos y sobre las que no tienen control, lo que les impide realizar un buen trabajo?		x	
4. ¿La dirección fomenta el mantenimiento para satisfacer las necesidades de producción?			x
5. ¿La dirección fomenta la producción para ayudar al mantenimiento a realizar su trabajo?			x
6. ¿Se utilizan equipos multifuncionales (producción y mantenimiento) para identificar y resolver problemas que afectan a ambos departamentos?			x
7. ¿La gerencia alienta a los técnicos de mantenimiento y a los operadores de producción a trabajar juntos en los problemas?			x
8. ¿Han recibido los operarios capacitación para ayudarles a realizar su trabajo?		x	
9. ¿El personal de mantenimiento de planta está debidamente capacitado para realizar su trabajo?			x
10. ¿Está el personal de mantenimiento de planta debidamente motivado para hacer lo mejor posible trabajo?			x
11. ¿El personal de mantenimiento sigue las políticas y procedimientos de seguridad?			x
12. ¿La gerencia realiza un seguimiento y revisa el mantenimiento del lugar con el personal?		x	
Gestión de la información			
13. ¿La organización utiliza un sistema computarizado para las actividades de mantenimiento (CMMS)?	x		
14. ¿Está cada pieza de equipo etiquetada con un número de equipo o activo?		x	
15. ¿La organización actualiza su sistema de mantenimiento computarizado?	x		
16. ¿Se ha capacitado al personal para utilizar la CMMS?	x		
17. ¿La organización mantiene registros históricos precisos de los equipos?			x
18. ¿Están informatizados los almacenes de mantenimiento?	x		
19. ¿Las decisiones de gestión se toman a partir de los informes del CMMS?	x		
20. ¿La organización realiza un seguimiento de sus gastos y costos totales de mantenimiento?			x
21. ¿La organización realiza un seguimiento del tiempo de inactividad de las máquinas como medida de eficiencia?		x	
22. ¿La organización de mantenimiento se compara (evaluación comparativa) con otras organizaciones de mantenimiento para ver qué tan bien está operando?		x	
23. ¿Se realiza un seguimiento y registro del tiempo que el personal dedica a su trabajo?			x
24. ¿La gestión de mantenimiento utiliza los índices de la industria como medidas de comparación?		x	
Mantenimiento preventivo y tecnología de equipos			
25. ¿La organización utiliza órdenes de trabajo para actividades de MP?			x
26. ¿El área de mantenimiento revisa periódicamente los MP para verificar su precisión, revisión, aumento/disminución, necesidades de capacitación, etc.?		x	
27. ¿La organización utiliza personal dedicado exclusivamente al MP?		x	
28. ¿El personal ayuda con MP menores como limpieza, lubricación, ajuste e inspección?		x	
29. ¿La organización utiliza Mantenimiento Predictivo (PdM)? es decir: ¿Vibración, análisis de aceite, tecnología infrarroja o térmica, ultrasonidos o alineación óptica o láser?	x		
30. ¿La organización realiza un seguimiento de los costos de PM y PdM?		x	

Anexo 6. Continuación

31. ¿La producción permite que el mantenimiento acceda al equipo para los MP programados?		X	
32. ¿La organización intenta evitar que se repitan averías y fallos?			X
33. ¿Están involucrados los operadores de producción y el personal de mantenimiento en decisiones de selección de equipos?		X	
34. ¿Están bien capacitadas las personas responsables de operar equipos nuevos?			X
35. ¿Están bien capacitadas las personas responsables del servicio y mantenimiento de los equipos nuevos?			X
36. ¿La organización realiza un seguimiento de cuánto cuesta (costo del ciclo de vida) mantener el equipo?		X	
Planificación y programación			
37. ¿Se establecen prioridades para las tareas de los trabajos de mantenimiento?			X
38. ¿La organización utiliza órdenes de trabajo para actividades de trabajo de mantenimiento?			X
39. ¿Es efectivo el sistema de solicitud, planificación y estimación de las órdenes de trabajo de mantenimiento?		X	
40. ¿La organización controla las horas extras?			X
41. ¿La organización registra información de una orden de trabajo en el historial del equipo?			X
42. ¿Se asigna al personal de mantenimiento tareas laborales en función de sus conocimientos y habilidades especializados?		X	
43. ¿Están bien planificados los trabajos que no son de emergencia antes de comenzar el trabajo?		X	
44. ¿La organización utiliza planificadores de mantenimiento para planificar y preparar trabajos de mantenimiento programados, como reparaciones importantes y paradas?		X	
45. ¿La organización utiliza contratistas para manejar cargas de trabajo excesivas y aplicaciones de habilidades especializadas?		X	
46. Si tiene planificadores, ¿preparan un plan de trabajo antes de que esté programado el inicio del trabajo?		X	
47. Si tiene planificadores, ¿preparan los trabajos armando, seleccionando previamente y preparando piezas para el personal?		X	
48. ¿Se planifican con antelación las paradas y reparaciones importantes?			X
Soporte de mantenimiento			
49. ¿Están disponibles las piezas de inventario cuando se necesitan?	X		
50. ¿El almacén está cerrado y asegurado en todos los turnos?		X	
51. ¿Se utilizan índices de rotación para el control del almacén?		X	
52. ¿Se monitorean los recibos diarios y los niveles de emisión para determinar los recuentos y el valor?		X	
53. ¿Se contabilizan todos los artículos del inventario, es decir, precio y plazo de entrega?			X
54. ¿Se comparten las metas y objetivos de mantenimiento anual con el personal de mantenimiento?			X
55. ¿Está involucrado el personal de mantenimiento en el establecimiento y cumplimiento de metas y objetivos para el departamento?			X
56. ¿Es la mano de obra de calidad un objetivo importante?			X
57. ¿Tiene la organización un interés real en el bienestar y la satisfacción de los empleados?		X	
58. ¿Se reconoce y recompensa el buen desempeño?	X		
59. ¿El buen desempeño laboral conduce a la seguridad laboral en esta organización?		X	
60. ¿Es probable que un mal desempeño conduzca al despido?		X	

Anexo 7. Fallas por mes del año 2022

Equipos	Descripción	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
A-20	Cadena transporte aéreo "A"		2	1	3	2		2	4	2		1	2	19
C-10	Desplumadora de pollos	1		3	1	1	2			1	1	3	1	14
C-40	Escaldadora para aves		2	1	2	1		2	2		3	1		14
D-60	Cadena transporte aéreo "D"	1	2		3	2		3	1		2	4		18
E-50	Chiller pollos	3		2	4	3	2		2	4	2	1		23
E-60	Pre-chiller	2	1		3		2	4	3	2	2	4		23
F-10	Clasificadora	1	3	4		2	4	3			3	2	2	24
F-20	Cadena transporte aéreo "F"	2		2		2	1	3	2		1	3	2	18
F-40	Inyectora de salmuera	4		3	2	2		2	3	4	3		1	24
G-10	Cuarto frío 1	2		4	2	3	3		1	4	2		2	23
G-30	Cuarto frío 3	1	2		4	1	2	3		2	3	3		21
G-40	Cuarto frío 4		2		3	2	3		3	3	2	4		22
G-50	Cuarto frío 5	3		2	2	1	2		3	1	4		2	20
G-60	Freezer	1	3	2	2		1	3	4	2		1	2	21
I-30	Bomba agua de proceso	3	2		2		3	2		1	2		2	17
I-50	Caldero de vapor 1	1		2	4		3	2		1	4	3	1	21
I-60	Caldero de vapor 2		4	1	3	2	2	1		3	2	2		20
I-70	Compresor de aire	1	3		2	3	2	1		3	2		2	19

Anexo 7. Continuación tiempo de reparación de las averías año 2022

Equipos	Descripción	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
A-20	Cadena transporte aéreo "A"		12	8	20	15		13	31	12		7	15	133
C-10	Desplumadora de pollos	6		21	8	8	15			8	8	20	6	100
C-40	Escaldadora para aves		17	6	12	7		13	14		20	8		97
D-60	Cadena transporte aéreo "D"	6	15		22	15		20	7		12	32		129
E-50	Chiller pollos	20		15	29	21	10		12	30	14	8		159
E-60	Pre-chiller	12	6		20		13	30	22	15	12	30		160
F-10	Clasificadora	6	20	31		16	30	22			21	15	13	174
F-20	Cadena transporte aéreo "F"	17		14		15	8	20	14		6	21	10	125
F-40	Inyectora de salmuera	30		20	14	14		14	20	30	20		6	168
G-10	Cuarto frío 1	15		30	15	19	20		8	28	15		14	164
G-30	Cuarto frío 3	8	14		29	8	12	20		12	20	21		144
G-40	Cuarto frío 4		12		20	16	22		20	21	15	30		156
G-50	Cuarto frío 5	22		12	16	8	15		19	8	30		16	146
G-60	Freezer	6	20	10	12		8	20	29	14		8	14	141
I-30	Bomba agua de proceso	20	15		13		20	14		6	15		16	119
I-50	Caldero de vapor 1	7		14	31		20	15		6	30	20	6	149
I-60	Caldero de vapor 2		30	6	20	12	13	16		22	13	14		146
I-70	Compresor de aire	8	20		12	21	14	8		20	10		8	121

Anexo 7. Continuación fallas por mes del año 2023

Equipos	Descripción	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
A-20	Cadena transporte aéreo "A"		4	1		3		3	2	2		1	3	19
C-10	Desplumadora de pollos	4	1	2		1	3		3	2		2		18
C-40	Escaldadora para aves	1	3	4			2	3		3	3	2		21
D-60	Cadena transporte aéreo "D"	2		3	2	4	2	3		3		2	1	22
E-50	Chiller pollos	2	4		3	3	2		2	1	2		3	22
E-60	Pre-chiller		3	4		2	2	4		3	3	2		23
F-10	Clasificadora		2		5		3	1	4		3	2	4	24
F-20	Cadena transporte aéreo "F"	3		4	2	2		3	3		2	1		20
F-40	Inyectora de salmuera	1	5		3	4	3		2	3		3	3	27
G-10	Cuarto frío 1		4	3		2		5	1	3		2	3	23
G-30	Cuarto frío 3	2	2	4		4	4	5		2			1	24
G-40	Cuarto frío 4		3		4	5		3	2		2	3	1	23
G-50	Cuarto frío 5	3		4	2	2	3		5	2	3		2	26
G-60	Freezer	3	4		2		3		2	5		3	3	25
I-30	Bomba agua de proceso	3		2	3	2		4	2		3	3		22
I-50	Caldero de vapor 1	2	3		3	4	3			2	4		2	23
I-60	Caldero de vapor 2	4	3	1		2	1	2		3	4	2		22
I-70	Compresor de aire	2	2		3	5	2			4	3	2	3	26

Anexo 7. Continuación tiempo de reparación de las averías año 2023

Equipos	Descripción	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
A-20	Cadena transporte aéreo "A"		30	8		20		15	18	14		7	20	132
C-10	Desplumadora de pollos	32	6	15		7	22		21	12		15		130
C-40	Escaldadora para aves	8	20	30			13	21		21	20	15		148
D-60	Cadena transporte aéreo "D"	12		21	13	31	15	22		23		15	7	159
E-50	Chiller pollos	12	29		18	20	15		13	7	15		22	151
E-60	Pre-chiller		20	29		12	10	28		15	20	12		146
F-10	Clasificadora		13		36		22	7	30		20	16	28	172
F-20	Cadena transporte aéreo "F"	21		30	15	14		20	19		15	7		141
F-40	Inyectora de salmuera	8	38		20	30	21		15	22		21	22	197
G-10	Cuarto frío 1		30	22		13		38	7	21		12	20	163
G-30	Cuarto frío 3	13	15	30		32	29	39		15			8	181
G-40	Cuarto frío 4		20		31	37		23	15		15	22	7	170
G-50	Cuarto frío 5	22		30	14	12	21		36	15	21		14	185
G-60	Freezer	21	31		15		20		14	39		20	23	183
I-30	Bomba agua de proceso	21		15	20	12		24	15		18	21		146
I-50	Caldero de vapor 1	15	20		20	31	22			14	30		11	163
I-60	Caldero de vapor 2	30	22	7		12	6	10		21	29	12		149
I-70	Compresor de aire	10	12		20	35	15			20	18	14	20	164

Anexo 8. TPEF Año 2022

Equipos	Horas de trabajo anual	Paradas	Tiempo de reparación	TPEF (horas)
Cadena transporte aéreo "A"	1920	19	133	94,05
Desplumadora de pollos	1920	14	100	130,00
Escaldadora para aves	1920	14	97	130,21
Cadena transporte aéreo "D"	1920	18	129	99,50
Chiller pollos	1920	23	159	76,57
Pre-chiller	1920	23	160	76,52
Clasificadora	1920	24	174	72,75
Cadena transporte aéreo "F"	1920	18	125	99,72
Inyectora de salmuera	1920	24	168	73,00
Cuarto frío 1	1920	23	164	76,35
Cuarto frío 3	1920	21	144	84,57
Cuarto frío 4	1920	22	156	80,18
Cuarto frío 5	1920	20	146	88,70
Freezer	1920	21	141	84,71
Bomba agua de proceso	1920	17	119	105,94
Caldero de vapor 1	1920	21	149	84,33
Caldero de vapor 2	1920	20	146	88,70
Compresor de aire	1920	19	121	94,68
Total	34560	361	2531	88,72

Anexo 8 Continuación. TPEF Año 2023

Equipos	Horas de trabajo anual	Paradas	Tiempo de reparación	TPEF (horas)
Cadena transporte aéreo "A"	1920	19	132	94,11
Desplumadora de pollos	1920	18	130	99,44
Escaldadora para aves	1920	21	148	84,38
Cadena transporte aéreo "D"	1920	22	159	80,05
Chiller pollos	1920	22	151	80,41
Pre-chiller	1920	23	146	77,13
Clasificadora	1920	24	172	72,83
Cadena transporte aéreo "F"	1920	20	141	88,95
Inyectora de salmuera	1920	27	197	63,81
Cuarto frío 1	1920	23	163	76,39
Cuarto frío 3	1920	24	181	72,46
Cuarto frío 4	1920	23	170	76,09
Cuarto frío 5	1920	26	185	66,73
Freezer	1920	25	183	69,48
Bomba agua de proceso	1920	22	146	80,64
Caldero de vapor 1	1920	23	163	76,39
Caldero de vapor 2	1920	22	149	80,50
Compresor de aire	1920	26	164	67,54
Total	34560	410	2880	77,27

Anexo 9. TPPR Año 2022

Equipos	Paradas	Tiempo de reparación	TPPR (horas)
Cadena transporte aéreo "A"	19	133	7,00
Desplumadora de pollos	14	100	7,14
Escaldadora para aves	14	97	6,93
Cadena transporte aéreo "D"	18	129	7,17
Chiller pollos	23	159	6,91
Pre-chiller	23	160	6,96
Clasificadora	24	174	7,25
Cadena transporte aéreo "F"	18	125	6,94
Inyectora de salmuera	24	168	7,00
Cuarto frío 1	23	164	7,13
Cuarto frío 3	21	144	6,86
Cuarto frío 4	22	156	7,09
Cuarto frío 5	20	146	7,30
Freezer	21	141	6,71
Bomba agua de proceso	17	119	7,00
Caldero de vapor 1	21	149	7,10
Caldero de vapor 2	20	146	7,30
Compresor de aire	19	121	6,37
Total	361	2531	7,01

Anexo 9 Continuación TPPR Año 2023

Equipos	Paradas	Tiempo de reparación	TPPR (horas)
Cadena transporte aéreo "A"	19	132	6,95
Desplumadora de pollos	18	130	7,22
Escaldadora para aves	21	148	7,05
Cadena transporte aéreo "D"	22	159	7,23
Chiller pollos	22	151	6,86
Pre-chiller	23	146	6,35
Clasificadora	24	172	7,17
Cadena transporte aéreo "F"	20	141	7,05
Inyectora de salmuera	27	197	7,30
Cuarto frío 1	23	163	7,09
Cuarto frío 3	24	181	7,54
Cuarto frío 4	23	170	7,39
Cuarto frío 5	26	185	7,12
Freezer	25	183	7,32
Bomba agua de proceso	22	146	6,64
Caldero de vapor 1	23	163	7,09
Caldero de vapor 2	22	149	6,77
Compresor de aire	26	164	6,31
Total	410	2880	7,02

Anexo 10. Disponibilidad Año 2022

Equipo	TPEF	TPPR	Disponibilidad
Cadena transporte aéreo "A"	94,05	7,00	93,07%
Desplumadora de pollos	130,00	7,14	94,79%
Escaldadora para aves	130,21	6,93	94,95%
Cadena transporte aéreo "D"	99,50	7,17	93,28%
Chiller pollos	76,57	6,91	91,72%
Pre-chiller	76,52	6,96	91,67%
Clasificadora	72,75	7,25	90,94%
Cadena transporte aéreo "F"	99,72	6,94	93,49%
Inyectora de salmuera	73,00	7,00	91,25%
Cuarto frío 1	76,35	7,13	91,46%
Cuarto frío 3	84,57	6,86	92,50%
Cuarto frío 4	80,18	7,09	91,88%
Cuarto frío 5	88,70	7,30	92,40%
Freezer	84,71	6,71	92,66%
Bomba agua de proceso	105,94	7,00	93,80%
Caldero de vapor 1	84,33	7,10	92,24%
Caldero de vapor 2	88,70	7,30	92,40%
Compresor de aire	94,68	6,37	93,70%
Total	1640,50	126,16	92,86%

Anexo 10 Continuación Disponibilidad Año 2023

Equipo	TPEF	TPPR	Disponibilidad
Cadena transporte aéreo "A"	94,11	6,95	93,13%
Desplumadora de pollos	99,44	7,22	93,23%
Escaldadora para aves	84,38	7,05	92,29%
Cadena transporte aéreo "D"	80,05	7,23	91,72%
Chiller pollos	80,41	6,86	92,14%
Pre-chiller	77,13	6,35	92,40%
Clasificadora	72,83	7,17	91,04%
Cadena transporte aéreo "F"	88,95	7,05	92,66%
Inyectora de salmuera	63,81	7,30	89,74%
Cuarto frío 1	76,39	7,09	91,51%
Cuarto frío 3	72,46	7,54	90,57%
Cuarto frío 4	76,09	7,39	91,15%
Cuarto frío 5	66,73	7,12	90,36%
Freezer	69,48	7,32	90,47%
Bomba agua de proceso	80,64	6,64	92,40%
Caldero de vapor 1	76,39	7,09	91,51%
Caldero de vapor 2	80,50	6,77	92,24%
Compresor de aire	67,54	6,31	91,46%
Total	1407,33	126,43	91,76%

Anexo 11. Código de MLP y su explicación

Código	Explicación
<pre>library(nnfor) library(ggplot2) library(TSstudio) library(forecast) library(readxl) library(tseries)</pre>	<p>Estas bibliotecas son necesarias para manejar series temporales, realizar análisis gráficos, leer datos de Excel y aplicar modelos de pronóstico.</p>
<pre>Datos <- read_excel("Historico_fallos_v1.xlsx") Datos</pre>	<p>Aquí se leen los datos de un archivo Excel llamado "Historico_fallos_v1.xlsx".</p>
<pre>Datosts = ts(Datos\$CONSUMO, freq=12, start=c(2021,1)) Datosts plot(Datosts) boxplot(Datosts)</pre>	<p>Los datos se convierten en una serie temporal (ts) con una frecuencia mensual (freq=12) comenzando en enero de 2021. Luego, se grafica la serie temporal y se crea un diagrama de caja (boxplot).</p>
<pre>adf.test(Datosts)</pre>	<p>Se realiza una prueba de Dickey-Fuller aumentada para verificar la estacionariedad de la serie temporal.</p>
<pre>seasonplot(Datosts, col = rainbow(5), year.labels = TRUE)</pre>	<p>Se crea un gráfico estacional para visualizar patrones estacionales en la serie temporal.</p>
<pre>modeloaditivo = decompose(Datosts) plot(modeloaditivo)</pre>	<p>Se descompone la serie temporal en sus componentes estacionales, de tendencia y ruido, y se grafica.</p>
<pre>ts_seasonal(Datosts, type="all")</pre>	<p>Se realiza un análisis detallado de la estacionalidad de la serie temporal.</p>
<pre>acf(Datosts)</pre>	<p>Se calcula y grafica la función de autocorrelación para la serie temporal.</p>
<pre>y <- Datosts Y h <- 1*frequency(y) frequency(y)</pre>	<p>Aquí se prepara la serie temporal para el pronóstico, definiendo el horizonte de pronóstico (h) como un año (12 meses).</p>
<pre>Fit1 <- mlp(y, reps = 200, lags = NULL, difforder = NULL, hd.max = NULL) plot(Fit1) forecast(Fit1) print(Fit1) plot(forecast(Fit1))</pre>	<p>Se entrena un modelo de redes neuronales multilayer perceptron (MLP) con 200 repeticiones y se grafica el pronóstico.</p>
<pre>Fit2 <- mlp(y, model=Fit1, retrain=20) print(Fit2) plot(Fit2) plot(forecast(Fit2, h=h)) summary(forecast(Fit2, h=h)) Fit3 <- mlp(y, model=Fit2, retrain=20) print(Fit3) plot(Fit3) plot(forecast(Fit3, h=h)) summary(forecast(Fit3, h=h)) Fit4 <- mlp(y, model=Fit3, retrain=20) print(Fit4) plot(Fit4) plot(forecast(Fit4, h=h)) summary(forecast(Fit4, h=h))</pre>	<p>Se realizan iteraciones adicionales de entrenamiento para mejorar el modelo, ajustando y refinando el pronóstico en cada paso.</p>

Anexo 12. Plan de mantenimiento preventivo de equipos críticos

Equipo	Actividades	Enero				Febrero				Marzo				Abril				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
A-20	Revisar ganchos, troles y templar la cadena				X													X
	Revisión o cambio de motoreductor				X								X					
C-10	Revisión general	X				X				X				X				
	Cambio de dedos de pelado	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Revisión o cambio de kit de pelado																	
	Ajuste de tornillos			X				X				X					X	
C-40	Revisión general	X				X				X				X				
	Reemplazar selenoide							X										
	Ajuste de tornillos		X				X				X				X			
D-60	Revisar ganchos, troles y templar la cadena			X													X	
	Revisión o cambio de motoreductor			X								X						
E-50	Revisión general		X				X				X				X			
	Cambio de motoreductor					X												
	Revisión de chumacera					X								X				
	Ajuste de tornillos	X				X				X				X				
	Cambio de chumacera y rodamientos					X												
	Cambio de piñon					X												
E-60	Revisión general	X				X				X				X				
	Cambio de motoreductor		X															
	Revisión de chumacera		X								X							
	Ajuste de tornillos		X				X				X				X			
	Cambio de chumacera		X															
	Cambio de piñon		X															
F-10	Revisión y mantenimiento de brazos					X								X				
	Revisión y mantenimiento del sistema eléctrico						X								X			
	Revisión y mantenimiento del sistema neumático							X								X		
	Revisión y mantenimiento de la banda								X									X
F-20	Revisar ganchos, troles y templar la cadena		X												X			
	Revisión o cambio de motoreductor		X								X							
F-40	Revisión general										X							
	Cambio de bomba lobular									X								
	Cambio de empaques	X				X				X				X				
G-10	Mantenimiento de terceros			X			X				X					X		
G-30	Mantenimiento de terceros			X			X				X					X		
G-40	Mantenimiento de terceros			X			X				X					X		
G-50	Mantenimiento de terceros			X			X				X					X		
G-60	Mantenimiento de terceros			X			X				X					X		
I-30	Revisión general						X								X			
	Cambio de rodamientos										X							
	Cambio de empaques										X							
	Cambio de válvula de pie										X							
I-50	Cambio de filtro de diesel	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Over hold															X		
I-60	Revisión de funcionamiento											X						
I-70	Cambio de filtros de aire	X												X				
	Reposición de aceite	X												X				



Equipo	Actividades	Mayo				Junio				Julio				Agosto				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
A-20	Revisar ganchos, troles y templar la cadena																	x
	Revisión o cambio de motoreductor				x													x
C-10	Revisión general	x				x				x								x
	Cambio de dedos de pelado	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Revisión o cambio de kit de pelado																	
	Ajuste de tornillos			x				x					x					x
C-40	Revisión general	x				x				x								x
	Reemplazar selenoide																	x
	Ajuste de tornillos		x					x				x						x
D-60	Revisar ganchos, troles y templar la cadena												x					
	Revisión o cambio de motoreductor			x									x					
E-50	Revisión general		x				x				x							x
	Cambio de motoreductor																	x
	Revisión de chumacera					x												x
	Ajuste de tornillos	x				x				x								x
	Cambio de chumacera y rodamientos																	
	Cambio de piñon					x												
E-60	Revisión general	x				x				x								x
	Cambio de motoreductor											x						
	Revisión de chumacera		x									x						
	Ajuste de tornillos		x					x				x						x
	Cambio de chumacera																	
	Cambio de piñon		x															
F-10	Revisión y mantenimiento de brazos					x												x
	Revisión y mantenimiento del sistema eléctrico							x										x
	Revisión y mantenimiento del sistema neumático								x									x
	Revisión y mantenimiento de la banda									x								x
F-20	Revisar ganchos, troles y templar la cadena												x					
	Revisión o cambio de motoreductor		x										x					
F-40	Revisión general							x										
	Cambio de bomba lobular																	
	Cambio de empaques	x				x				x								x
G-10	Mantenimiento terceros			x				x				x						x
G-30	Mantenimiento terceros			x				x				x						x
G-40	Mantenimiento terceros			x				x				x						x
G-50	Mantenimiento terceros			x				x				x						x
G-60	Mantenimiento terceros			x				x				x						x
I-30	Revisión general							x										x
	Cambio de rodamientos																	
	Cambio de empaques																	
	Cambio de válvula de pie																	
I-50	Cambio de filtro de diesel	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Over hold																	
I-60	Revisión de funcionamiento								x									
I-70	Cambio de filtros de aire												x					
	Reposición de aceite												x					

Actividades diarias		
Equipo	Actividades	
I-50	Purga de agua 2 veces por dia	
C-10	Revisión de dedos diaria	
F-40	Revisión de agujas y limpieza de filtros	
F-10	Revisión de sistema neumático	
A-20	Lubricación de partes móviles	
C-10		
C-40		
D-60		
E-50		
E-60		
F-10		
F-40		
I-70		Revisión de tuberías
I-50		

Anexo 13. Inventario de repuestos de equipos críticos



Equipo	Descripción
A-20	Motorreductor
	Seguro de cadena
	Rodamientos
C-10	Dedos de caucho
	Banda de transmisión
	Rodamiento
	Sellos mecánicos/retenedores
C-40	Válvula servipilot
	Conector forma A
	Control de temperatura
	Termómetro industrial
D-60	Motorreductor
	Seguro de cadena
	Rodamientos
E-50	Chumacera
	Repuestos mecánicos
	Sellos retenedores
	Rodamientos
E-60	Chumacera
	Repuestos mecánicos
	Sellos retenedores
	Rodamientos
F-10	Electroválvula
	Racor recto
	Ejes de brazo
	Pasanvuros
	Placa ciega
	Conector acodado
	Regulador de presión
	Rueda dentada
	Filtro de aire
	Rollo banda propileno
F-20	Motorreductor
	Seguro de cadena
	Rodamientos
F-40	Rueda de apoyo
	Resortes de tensión
	Agujas
G-10	Capacitores de arranque
G-30	Electroválvula
G-40	Filtro de aire
G-50	Gas refrigerante
G-60	Motores
I-30	Interruptor de encendido
	Sellos retenedores
	Impulsor
	Cojinetes
I-50	Bomba Diesel
	Electroválvulas
	Filtros de diesel
	Transformador de encendido
	Tubo de vidrio de alta presión
	Válvulas check
	Válvulas solenoide
Coltcol de hiver	
I-60	Bomba Diesel
	Electroválvulas
	Filtros de diesel
	Transformador de encendido
	Tubo de vidrio de alta presión
	Válvulas check
	Válvulas solenoide
Coltcol de hiver	
I-70	Relay
	Válvula de alivio

Anexo 14. Fichas técnicas de equipos críticos

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
MÁQUINA-EQUIPO:	Cadena de transporte "A"	UBICACIÓN:	Faenadora
MODELO:		ÁREA:	A
MARCA:	ITA	CÓDIGO:	A20
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		FOTOGRAFÍA MÁQUINA-EQUIPO	
Potencia de motor: 2 HP			
Voltaje: 220			
Amperaje: 7,5			
Fases: 3			
FUNCIÓN			
Transportar pollo en pie, pasar por aturdido, sacrificio, desangrado, escaldado y pelado.			

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
MÁQUINA-EQUIPO:	Desplumadora de pollos	UBICACIÓN:	Faenadora
MODELO:	DD40	ÁREA:	C
MARCA:	ITA	CÓDIGO:	C10
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		FOTOGRAFÍA MÁQUINA-EQUIPO	
Potencia: 2 HP			
Amperaje: 3			
Voltaje: 220			
Fases: 3			
Rpm: 1200			
Kits de desplume: 20	Cabinas de desplume: 2		
Capacidad: 2500 a 3200 pollos por hora			
Tiempo de desplume de 15 segundos			
FUNCIÓN			
<p>Elimina las plumas de las aves, ahorrando tiempo y esfuerzo en comparación con el desplumado manual, y mejorando la higiene y la calidad del producto final.</p>			

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
MÁQUINA-EQUIPO:	Escaldadora para aves	UBICACIÓN:	Faenadora
MODELO:	3PAJ05	ÁREA:	C
MARCA:	ITA	CÓDIGO:	C40
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		FOTOGRAFÍA MÁQUINA-EQUIPO	
Voltaje: 110 / 220 V			
Frecuencia: 60 Hz			
Alimentación: Vapor			
Capacidad: 2000 a 2500 aves por hora.			
Duración de escaldado: 90 a 150 segundos			
Control de nivel de agua automático			
FUNCIÓN			
Sumergir los cuerpos de las aves en agua caliente durante un período determinado, facilitando así su posterior eliminación durante el proceso de desplumado.			

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
MÁQUINA-EQUIPO:	Cadena de transporte "D"	UBICACIÓN:	Faenadora
MODELO:		ÁREA:	D
MARCA:	ITA	CÓDIGO:	D60
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		FOTOGRAFÍA MÁQUINA-EQUIPO	
Potencia: 0,75 HP			
Voltaje: 220			
Ampejare: 2,9			
Fases: 3			
FUNCIÓN			
Transportar el pollo desplumado por el área de eviscerado y posteriormente al descolgado para chillers.			

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA



MÁQUINA-EQUIPO:	Chiller de pollos	UBICACIÓN:	Faenadora
MODELO:		ÁREA:	E
MARCA:	ITA	CÓDIGO:	E50

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Sistema motriz	Sistema de extracción
Voltaje: 220 / 240 V	Voltaje: 220 / 240 V
Potencia: 2 HP	Potencia: 0,6 HP
Amperaje: 7	Amperaje: 2,4
Capacidad: 2200 a 2800 pollos por hora	
Estancia del pollo: 40 a 50 minutos	

FUNCIÓN

Reducir la temperatura de los cuerpos de las aves para inhibir el crecimiento bacteriano y preservar la frescura de la carne.

FOTOGRAFÍA MÁQUINA-EQUIPO



FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
MÁQUINA-EQUIPO:	Prechiller	UBICACIÓN:	Faenadora
MODELO:		ÁREA:	E
MARCA:	ITA	CÓDIGO:	E60
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		FOTOGRAFÍA MÁQUINA-EQUIPO	
Sistema motriz			
Voltaje: 220 / 240 V			
Potencia: 1,8 HP			
Amperaje: 7			
Sistema de extracción			
Voltaje: 220 / 240 V			
Potencia: 1,8 HP			
Amperaje: 7			
FUNCIÓN			
<p>Rreducir la temperatura de las aves inmediatamente después del sacrificio y el desplumado, pero antes de que ingresen al chiller principal.</p>			

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA



MÁQUINA-EQUIPO:	Clasificadora	UBICACIÓN:	Faenadora
MODELO:	Belt Siler	ÁREA:	F
MARCA:	ITA	CÓDIGO:	F10

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Voltaje: 220 / 240 V

Potencia: 1 HP

Amperaje: 4,7

Fases: 3

Largo: 5193 mm

Alto: 1557 mm

Ancho: 1878 mm

Largo de la banda: 3098 mm

FUNCIÓN

Pesar y clasificarlos pollos en los diferentes rangos. Se cuenta con 12 rangos.

FOTOGRAFÍA MÁQUINA-EQUIPO







FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA



MÁQUINA-EQUIPO:		UBICACIÓN:	
MÁQUINA-EQUIPO:	Cadena de transporte "F"	UBICACIÓN:	Faenadora
MODELO:		ÁREA:	F
MARCA:	ITA	CÓDIGO:	F10
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		FOTOGRAFÍA MÁQUINA-EQUIPO	
Potencia: 2 HP			
Amperaje: 7,5			
Potencia: 2 HP			
Amperaje: 7,5			
FUNCIÓN			
Transportar el pollo vacacion por el área de escurrido y posteriormente al área de clasificación y empaque.			

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
MÁQUINA-EQUIPO:	Marinadora	UBICACIÓN:	Faenadora
MODELO:	API-26	ÁREA:	F
MARCA:	Gunter	CÓDIGO:	F10
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		FOTOGRAFÍA MÁQUINA-EQUIPO	
Potencia: 4 HP			
Voltaje: 220			
Amperaje: 16			
Fases: 3			
Largo: 2000 mm			
Alto: 2080 mm			
Ancho 800 mm			
Presión de inyección regulable			
FUNCIÓN			
<p>Inyectar salmuera a los pollos a una determinada presión.</p>			

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
MÁQUINA-EQUIPO:	Cuarto frío 1	UBICACIÓN:	Faenadora
MODELO:	Bown BME390BA	ÁREA:	G
MARCA:	Coopeland	CÓDIGO:	G10
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		FOTOGRAFÍA MÁQUINA-EQUIPO	
Voltaje: 220			
Motor: 15 HP			
Frecuencia: 60 Hz			
Amperaje: 37			
Fases: 3			
Evaporador: 45000 BTUS			
Potencia: 7750 Wats			
Largo: 6m Ancho: 5,85 m			
FUNCIÓN			
Preservar la frescura y la calidad de la carne de aves antes de su distribución y venta			

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
MÁQUINA-EQUIPO:	Cuarto frío 3	UBICACIÓN:	Faenadora
MODELO:		ÁREA:	G
MARCA:	Coopeland	CÓDIGO:	G30
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		FOTOGRAFÍA MÁQUINA-EQUIPO	
Voltaje: 220			
Motor: 15 HP			
Frecuencia: 60 Hz			
Amperaje: 37			
Fases: 3			
Evaporador: 45000 BTUS			
Potencia: 7750 Wats			
Largo: 5m Ancho: 4,90 m			
FUNCIÓN			
Preservar la frescura y la calidad de la carne de aves antes de su distribución y venta			

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA				
MÁQUINA-EQUIPO:	Cuarto frío 4	UBICACIÓN:	Faenadora	
MODELO:	Bown	ÁREA:	G	
MARCA:	Coopeland	CÓDIGO:	G40	
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		FOTOGRAFÍA MÁQUINA-EQUIPO		
Voltaje: 220				
Motor: 5 HP				
Frecuencia: 60 Hz				
Amperaje: 13				
Fases: 3				
Evaporador: 30000 BTUS				
Largo: 5m				
Ancho: 4,90 m				
FUNCIÓN				
Preservar la frescura y la calidad de la carne de aves antes de su distribución y venta				

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA



MÁQUINA-EQUIPO:		Cuarto frío 5	UBICACIÓN:	Faenadora
MODELO:		Bown BME520CA	ÁREA:	G
MARCA:		Coopeland	CÓDIGO:	G50

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	FOTOGRAFÍA MÁQUINA-EQUIPO
Voltaje: 220	
Motor: 25 HP	
Frecuencia: 60 Hz	
Amperaje: 57	
Fases: 3	
Evaporador: 45000 BTUS	
Potencia: 10200 Wats	
Largo: 5m Ancho: 4,90 m	
FUNCIÓN	
Preservar la frescura y la calidad de la carne de aves antes de su distribución y venta	

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		FOTOGRAFÍA MÁQUINA-EQUIPO	
MÁQUINA-EQUIPO:	Freezer	UBICACIÓN:	Faenadora
MODELO:	Coopeland	ÁREA:	G
MARCA:		CÓDIGO:	G60
Voltaje: 220			
Motor: 10 HP			
Amperaje: 25			
Fases: 3			
FUNCIÓN			
Preservar la frescura y la calidad de la carne de aves antes de su distribución y venta			

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
MÁQUINA-EQUIPO:	Bomba de agua	UBICACIÓN:	Faenadora
MODELO:	JMM33141	ÁREA:	I
MARCA:	Gould	CÓDIGO:	I30
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		FOTOGRAFÍA MÁQUINA-EQUIPO	
Voltaje min: 208			
Voltaje max: 230			
Motor: 15 HP			
Amperaje max: 37			
Amperaje min: 35			
Fases: 3			
Rpm: 3450			
Frecuencia: 60Hz			
FUNCIÓN			
Facilita el suministro de agua necesaria para varias etapas del proceso, contribuye a la calidad y seguridad del producto.			

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
MÁQUINA-EQUIPO:	Caldero de vapor	UBICACIÓN:	Faenadora
MODELO:		ÁREA:	I
MARCA:		CÓDIGO:	I50
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		FOTOGRAFÍA MÁQUINA-EQUIPO	
Voltaje: 220			
Motor: 40 BHP			
Amperaje: 4			
Fases: 3			
FUNCIÓN			
Generar vapor para alimentar la escaldadora de pollos, la escaldadora de patas.			

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
MÁQUINA-EQUIPO:	Caldero de vapor	UBICACIÓN:	Faenadora
MODELO:		ÁREA:	I
MARCA:		CÓDIGO:	I60
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		FOTOGRAFÍA MÁQUINA-EQUIPO	
Voltaje: 220			
Motor: 40 BHP			
Amperaje: 4			
Fases: 3			
FUNCIÓN			
Generar vapor para alimentar la escaldadora de pollos, la escaldadora de patas.			

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA



MÁQUINA-EQUIPO:	Compresor	UBICACIÓN:	Faenadora
MODELO:	2545	ÁREA:	I
MARCA:	Ingersoll Rand	CÓDIGO:	I70

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Voltaje: 220	Amperaje: 25
Fases: 3	Motor: 10 HP
Rpm: 400 a 1050	Capacidad: 500 l
Temp min: -26,1 °C	Temp máxima: 51 °C
Salida de aire:	175 PSIG
Largo:	2,10 m
Ancho:	0,91 m
Alto:	1,65 m

FUNCIÓN

Generar aire para usa general en la planta, tanto para el área de eviscerado y área de empaque.

FOTOGRAFÍA MÁQUINA-EQUIPO



Anexo 15. Procedimiento de mantenimiento preventivo y correctivo

	PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO	Versión:1
Código: PM-01		Fecha de emisión:
Página: 119/3		29/05/2024

1. Objetivo

Establecer las directrices y acciones necesarias para la planificación, ejecución y control de las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos e instalaciones de la organización.

2. Alcance

Conservar la planta de faenamiento, incluyendo equipos, edificios e instalaciones, en condiciones óptimas para cumplir con sus funciones proyectadas. Esto implica mantener la capacidad y calidad especificadas, asegurando que puedan ser utilizados de manera segura y eficiente, de acuerdo con un nivel de ocupación y un programa de mantenimiento definido.

3. Responsables

- Jefe de mantenimiento
- Técnico de mantenimiento
- Jefe de planta

4. Actividades del proceso**4.1 Mantenimiento preventivo**

Nro.	Responsable	Descripción
1	Jefe de mantenimiento	Revisar el plan de mantenimiento preventivo.
2	Jefe de mantenimiento	Asignar actividades al técnico de mantenimiento.
3	Jefe de mantenimiento	Dotar al técnico de los materiales, repuestos y equipos necesarios para realizar las actividades de mantenimiento.
4	Técnico de mantenimiento	Ejecutar las actividades designadas por el jefe de mantenimiento.
5	Jefe de mantenimiento	Verificar la correcta ejecución de las tareas de mantenimiento.
6	Jefe de mantenimiento	Verificar el correcto funcionamiento del equipo una vez finalizado el mantenimiento.
7	Jefe de mantenimiento	Registrar toda la información necesaria en la “Hoja de vida del equipo intervenido” PM-01-F01.

	PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO	Versión:1
Código: PM-01		Fecha de emisión:
Página: 2/3		29/05/2024

4.2 Mantenimiento correctivo

Nro.	Responsable	Descripción
1	Jefe de mantenimiento	Informar al jefe de planta cuando se produzca un daño.
2	Jefe de planta	Generar una "Orden de trabajo" PM-01-F02.
3	Jefe de mantenimiento	Evalúa el daño y realiza la reparación si se encuentra en sus posibilidades.
4	Jefe de mantenimiento	En caso de no poder realizar la reparación se notifica a gerencia que se necesitara de la intervención de terceros.
5	Jefe de mantenimiento	Registra las actividades realizadas en la hoja de vida del equipo.

5. Documentos y/o registros

- PM-01-F01

Hoja de vida de equipo							
Código: _____							
Nombre: _____							
Datos del equipo							
Codificación	Nombre	Marca	Modelo	Serie	Potencia	Voltaje	Fases
Historia							
Ítem	Actividades ejecutadas	Responsable	Fecha	Hora de inicio	Hora de finalización	Mantenimiento preventivo	Mantenimiento correctivo
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

	PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO	Versión:1
Código: PM-01		Fecha de emisión:
Página: 3/3		29/05/2024

- PM-01-F02

ORDEN DE TRABAJO			
Solicitado por: _____		Fecha: _____	
Nombre del equipo: _____			
Tipo de trabajo a realizar:		Tipo de mantenimiento:	
Mecánico	()	Preventivo	()
Eléctrico	()	Correctivo	()
Otro Especificar	()		
Trabajos por realizar:			

Equipos y materiales requeridos			
Detalle	Cantidad estimada	Costo unitario	Total
Observaciones:			

Mantenimiento Entregado por:	Jefe de planta Recibido por:	Contabilidad Verificado por:	

Anexo 16. Procedimiento para mantenimiento de terceros

	PROCEDIMIENTO PARA MANTENIMIENTO DE TERCEROS	Versión:1
Código:PM-02		Fecha de emisión: 29/05/2024
Página: 122/3		

1. Objetivo

Definir claramente los pasos que deben seguirse para seleccionar y contratar adecuadamente los proveedores externos de mantenimiento.

2. Alcance

Enfocado en aquellos equipos que, debido a factores como la falta de capacitación específica del personal o la ausencia de herramientas adecuadas, no pueden ser mantenidos eficientemente por el equipo interno de la empresa. Estas limitaciones pueden incluir la complejidad técnica de los equipos, la necesidad de conocimientos especializados, o la falta de acceso a tecnología avanzada necesaria para la realización de ciertas tareas de mantenimiento.

3. Responsables

- Jefe de mantenimiento
- Jefe de planta

4. Actividades del proceso**4.1 Mantenimiento de terceros**

Nro.	Responsable	Descripción
1	Jefe de mantenimiento	Revisar el plan de mantenimiento preventivo.
2	Jefe de mantenimiento	Dar aviso al jefe de planta que se necesitara el mantenimiento de terceros.
3	Jefe de planta	Emitir una "Orden de trabajo" PM-01-F02.
4	Jefe de mantenimiento	Solicitar proformas para el trabajo a realizarse.
5	Jefe de mantenimiento	Emite a gerencia las proformas para su selección.
6	Gerencia	Elige la mejor oferta para el trabajo a realizarse.
7	Jefe de mantenimiento	Avisa a la empresa seleccionada para realizar el trabajo requerido.
8	Jefe de mantenimiento	Registra todo lo realizado en la hoja de vida del equipo. PM-01-F01

	PROCEDIMIENTO PARA MANTENIMIENTO DE TERCEROS	Versión:1
Código:PM-02		Fecha de emisión:
Página: 2/3		29/05/2024

5. Documentos y/o registros

- PM-01-F01

Hoja de vida de equipo							
Código: _____							
Nombre: _____							
Datos del equipo							
Codificación	Nombre	Marca	Modelo	Serie	Potencia	Voltaje	Fases
Historia							
Ítem	Actividades ejecutadas	Responsable	Fecha	Hora de inicio	Hora de finalización	Mantenimiento preventivo	Mantenimiento correctivo
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

	PROCEDIMIENTO PARA MANTENIMIENTO DE TERCEROS	Versión:1
Código:PM-02		Fecha de emisión:
Página: 3/3		29/05/2024

- PM-01-F02

ORDEN DE TRABAJO			
Solicitado por: _____		Fecha: _____	
Nombre del equipo: _____			
Tipo de trabajo a realizar:		Tipo de mantenimiento:	
Mecánico	()	Preventivo	()
Eléctrico	()	Correctivo	()
Otro Especificar	()		
Trabajos por realizar:			

Equipos y materiales requeridos			
Detalle	Cantidad estimada	Costo unitario	Total
Observaciones:			

Mantenimiento Entregado por:	Jefe de planta Recibido por:	Contabilidad Verificado por:	

Anexo 17. Procedimiento para adquisición de repuestos

	PROCEDIMIENTO PARA LA ADQUISICIÓN DE REPUESTOS	Versión:1
Código:PM-03		Fecha de emisión:
Página: 125/2		29/05/2024

1. Objetivo

Establecer los pasos a seguir para garantizar y asegurar un stock constante de repuestos mediante la adquisición temprana de estos por parte del área de mantenimiento.

2. Alcance

Aplicable en el departamento de mantenimiento para asegurar la disponibilidad constante de un stock de repuestos específicamente destinado a los equipos críticos. Estos equipos son fundamentales para las operaciones de la empresa y, en caso de una falla, requieren una reparación inmediata para minimizar el tiempo de inactividad y evitar interrupciones significativas en la producción.

3. Responsables

- Jefe de mantenimiento
- Jefe de planta

4. Actividades del proceso**4.1 Adquisición de repuestos**

Nro.	Responsable	Descripción
1	Jefe de mantenimiento	Revisar el plan de mantenimiento preventivo.
2	Jefe de mantenimiento	Revisar el stock de repuestos disponibles de las maquinarias a intervenir de acuerdo con el plan de mantenimiento preventivo.
3	Jefe de mantenimiento	Avisar al jefe de planta que la necesidad de la adquisición de repuestos.
4	Jefe de planta	Emitir una "Orden de trabajo" PM-01-F02.
5	Jefe de mantenimiento	Detalla los repuestos necesarios en la orden de trabajo
6	Jefe de mantenimiento	Solicita a los proveedores la cotización de los diferentes repuestos.
7	Jefe de mantenimiento	Envía a gerencia las proformas de los diferentes proveedores.
8	Gerencia	Elige la proforma más adecuada.
9	Jefe de mantenimiento	Avisa a la empresa seleccionada para la preparación de los repuestos solicitados.
10	Jefe de mantenimiento	Recibe los repuestos solicitados y actualiza el inventario de repuestos.

	PROCEDIMIENTO PARA LA ADQUISICIÓN DE REPUESTOS	Versión:1
Código:PM-03		Fecha de emisión:
Página: 2/2		29/05/2024

5. Documentos y/o registros

- PM-01-F02

ORDEN DE TRABAJO			
Solicitado por: _____		Fecha: _____	
Nombre del equipo: _____			
Tipo de trabajo a realizar:		Tipo de mantenimiento:	
Mecánico	()	Preventivo	()
Eléctrico	()	Correctivo	()
Otro Especificar	()		
Trabajos por realizar:			

Equipos y materiales requeridos			
Detalle	Cantidad estimada	Costo unitario	Total
Observaciones:			

Mantenimiento Entregado por:	Jefe de planta Recibido por:	Contabilidad Verificado por:	

Anexo 22. Procedimiento de no conformidades

	PROCEDIMIENTO DE NO CONFORMIDADES	Versión:1
Código:PM-04		Fecha de emisión:
Página: 129/4		29/05/2024

1. Objetivo

Establecer un procedimiento que permita realizar un reporte de las no conformidades de acuerdo con la información proporcionada al realizar la evaluación de los indicadores.

2. Alcance

Este procedimiento puede ser aplicable para todos los indicadores que están planteados y que se puedan plantear en un futuro en el área de mantenimiento.

3. Responsables

- Jefe de mantenimiento
- Gerente

4. Actividades del proceso**4.1 Adquisición de repuestos**

Nro.	Responsable	Descripción
1	Jefe de mantenimiento	Realizar el cálculo de cada uno de los indicadores de acuerdo con la frecuencia indicada.
2	Jefe de mantenimiento	Verificar el nivel de cada uno de los indicadores, si estos están por debajo del nivel adecuado se debe realizar un reporte de no conformidades.
3	Jefe de mantenimiento	Realizar un informe de no conformidades en donde se detalle el indicador que presenta problemas y cuales podrían ser las causas de esto. “Incumplimiento del plan de mantenimiento” AC-01. “Tiempo promedio entre fallas medio o bajo” AC-02. “Tiempo promedio para la reparación medio o bajo” AC-03. “Disponibilidad medio o bajo” AC-04.
4	Gerente	Cuando se lo requiera, debe revisar el informe y tomar las acciones adecuadas para corregir la no conformidad.
5	Jefe de mantenimiento	Cuando se lo requiera, debe llevar a cabo las medidas tomadas por el gerente.
6	Jefe de mantenimiento	Evaluar el indicador luego de haberse aplicado las acciones correctivas necesarias tomadas por el gerente.
7	Jefe de mantenimiento	De ser necesario deberá actualizar los procedimientos que manejan dentro del área de mantenimiento.

5. Documentos y/o registros

- AC-01.

Incumplimiento del plan de mantenimiento AC-01

Área de mantenimiento

Fecha de reporte: ____ / ____ / ____

Nivel del indicador: _____

Tareas no ejecutadas:

Identificar la causa raíz:

¿Por qué? _____

¿Por qué? _____

¿Por qué? _____

¿Por qué? _____

¿Por qué? _____

Causa del incumplimiento:

Falta de repuestos		Errores en la planificación	
Falta de personal		Problema de gestión	
Falta de herramienta		Desconocimiento del plan de mantenimiento	
Otro:			

Observaciones:

Gerencia

Acción correctiva que se tomará:

Reprogramar las tareas de mantenimiento	
Contratar servicios externos	
Dotar de todos los insumos necesarios	
Otro:	

Observaciones:

- AC-02.

Tiempo promedio entre fallas medio o bajo AC-02

Fecha de reporte: ____/____/____

Nivel del indicador: _____

Verificar información:

Revisar los datos de los registros y hojas de vida de los equipos para comprobar que la información que se está manejando sea verídica.

Identificar la causa raíz

¿Por qué? _____

¿Por qué? _____

¿Por qué? _____

¿Por qué? _____

¿Por qué? _____

Acciones correctivas

Reparar o reemplazar equipos defectuosos	
Mejorar los procedimientos de mantenimiento	
Implementar nuevas técnicas de mantenimiento (RCM o TPM)	
Incrementar la frecuencia de inspecciones y mantenimientos.	

- AC-03.

Tiempo promedio para la reparación medio o bajo AC-03

Fecha de reporte: ____/____/____

Nivel del indicador: _____

Verificar información:

Revisar los datos de los registros y hojas de vida de los equipos para comprobar que la información que se está manejando sea verídica.

Identificar la causa raíz

¿Por qué? _____

¿Por qué? _____

¿Por qué? _____

¿Por qué? _____

¿Por qué? _____

Acciones correctivas

Capacitar al personal de mantenimiento en técnicas de reparación rápida.	
Simplificar y estandarizar los procedimientos de reparación.	
Implementar guías de reparación para los técnicos de mantenimiento.	
Contratar personal adicional para las actividades de mantenimiento.	