

IMPORTANCIA DE LAS MÁQUINAS CERRADORAS COMO ELEMENTO CLAVE EN LA INDUSTRIA ATUNERA DE MANTA

DESIGN, DEVELOPMENT AND INNOVATION OF MACHINERY, SERVICES AND INFRASTRUCTURE IN THE INDUSTRY

Jostin Steven Bermudez Morejon¹

¹ Instituto Superior Tecnológico Luir Arboleda Martínez, Carrera de Mecánica y Operación de Máquinas, Manta-Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-8628-5899>. Correo: bermudez.j.4335@istlam.edu.ec

Miguel Ángel Manzaba Mero²

² Instituto Superior Tecnológico Luir Arboleda Martínez, Carrera de Mecánica y Operación de Máquinas, Manta-Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-8628-5899> Correo: manzaba.m.9691@istlam.edu.ec

José Elí Saltos Zambrano ^{3*}

³ Docente del Instituto Superior Tecnológico Luir Arboleda Martínez, Carrera de Mecánica y Operación de Máquinas, Manta-Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4695-6502>. Correo: j.saltos@istlam.edu.ec

Gissella Mariel García Loor⁴

⁴ Docente del Instituto Superior Tecnológico Luir Arboleda Martínez, Carrera de Mecánica y Operación de Máquinas, Manta-Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4614-4694>. Correo: g.garcia@istlam.edu.ec

*** Autor para correspondencia: j.saltos@istlam.edu.ec**

Resumen

La industria atunera requiere equipos altamente confiables para garantizar la calidad, inocuidad y continuidad de los procesos de producción, siendo las máquinas cerradoras un elemento crítico dentro de la etapa de enlatado. En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo analizar la importancia de las máquinas cerradoras como equipos estratégicos en la industria atunera de Manta, evaluando su influencia en la eficiencia operativa, la calidad del producto y la inocuidad del proceso de enlatado. La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con un diseño no experimental y de corte transversal, complementado con un análisis cualitativo de entrevistas semiestructuradas. Para la recolección de información se aplicó una encuesta estructurada a personal de producción y mantenimiento, además de entrevistas a responsables de las áreas

técnicas y observación directa de las operaciones. Los datos fueron procesados mediante estadística descriptiva y análisis de contenido. Los resultados evidenciaron un amplio consenso respecto a que las máquinas cerradoras son fundamentales para garantizar el sellado hermético de los envases, preservar la inocuidad alimentaria, reducir fallas operativas y asegurar la continuidad de la producción. Asimismo, se identificó que el mantenimiento preventivo, la calibración periódica y el monitoreo de parámetros críticos del doble cierre constituyen las principales estrategias para mejorar la confiabilidad de estos equipos. Se concluye que las máquinas cerradoras representan activos estratégicos para la industria atunera, cuya adecuada gestión contribuye significativamente al fortalecimiento de la productividad, la calidad del producto y la competitividad empresarial.

Palabras clave: máquinas cerradoras; industria atunera; mantenimiento preventivo; eficiencia operativa; calidad del producto.

Abstract

The tuna industry requires highly reliable equipment to guarantee the quality, safety, and continuity of production processes, with can-sealing machines being a critical element in the canning stage. In this context, this study aimed to analyze the importance of can-sealing machines as strategic equipment in the Manta tuna industry, evaluating their influence on operational efficiency, product quality, and the safety of the canning process. The research was conducted using a quantitative approach, with a non-experimental, cross-sectional design, complemented by a qualitative analysis of semi-structured interviews. Data collection involved a structured survey administered to production and maintenance personnel, as well as interviews with technical area managers and direct observation of operations. The data were processed using descriptive statistics and content analysis. The results showed a broad consensus that can-sealing machines are fundamental to guaranteeing the hermetic seal of the containers, preserving food safety, reducing operational failures, and ensuring production continuity. Furthermore, it was identified that preventive maintenance, periodic calibration, and monitoring of critical double-seal parameters are the main strategies for improving the reliability of this equipment. It is concluded that can-sealing machines represent strategic assets for the tuna industry, and their proper management significantly contributes to strengthening productivity, product quality, and business competitiveness.

Keywords: can-sealing machines; tuna industry; preventive maintenance; operational efficiency; product quality

Fecha de recibido: 12/06/2026

Fecha de aceptado: 18/09/2026

Fecha de publicado: 12/10/2026

Introducción

La industria alimentaria desempeña un papel fundamental en la seguridad alimentaria mundial, siendo el procesamiento y conservación de productos pesqueros una actividad estratégica para garantizar la

disponibilidad de alimentos seguros y de larga vida útil. En este contexto, la industria atunera constituye uno de los sectores más relevantes de la economía ecuatoriana, especialmente en la ciudad de Manta, considerada uno de los principales centros de procesamiento y exportación de atún de América Latina. La creciente demanda internacional de productos enlatados exige procesos productivos cada vez más eficientes, confiables y alineados con estrictas normativas de calidad e inocuidad alimentaria (FAO, 2021)

Dentro de las líneas de producción de conservas de atún, las máquinas cerradoras representan uno de los equipos más críticos, ya que son responsables de realizar el doble cierre hermético entre la tapa y el cuerpo de la lata. Este proceso constituye una barrera física indispensable para evitar la contaminación microbiológica, preservar las características organolépticas del producto y garantizar su vida útil durante el almacenamiento y comercialización. Investigaciones recientes han demostrado que los defectos en el sellado se encuentran entre las principales causas de rechazo de productos en la industria conservera, debido al riesgo que representan para la inocuidad alimentaria y la calidad final del producto (Toala-Mera, 2025)

La literatura científica ha evidenciado que la confiabilidad de los equipos industriales depende en gran medida de la implementación de programas adecuados de mantenimiento preventivo. (Arroyo Vaca, 2022) señalan que la aplicación de estrategias de mantenimiento preventivo contribuye significativamente a la optimización de los procesos productivos, reduciendo fallas inesperadas y mejorando la disponibilidad operativa de la maquinaria. De manera similar, (Tsarouhas, 2007) destacan que la administración eficiente del mantenimiento constituye la base para alcanzar mayores niveles de confiabilidad y desempeño en los sistemas industriales.

Diversos estudios han demostrado que el mantenimiento preventivo influye directamente en la productividad y calidad de los procesos manufactureros (Muchiri, 2011) determinaron que una adecuada planificación del mantenimiento preventivo permite mejorar simultáneamente la confiabilidad de los equipos y la calidad de los productos fabricados. Asimismo, (Toala-Mera, 2025), mediante una revisión sistemática, concluyeron que las estrategias preventivas y predictivas generan mejoras significativas en el rendimiento de las máquinas, reduciendo tiempos de inactividad y costos operacionales.

Por otra parte, la evaluación del desempeño de las funciones de mantenimiento constituye un elemento esencial para garantizar la competitividad industrial. (Tsarouhas, 2007) desarrollaron un marco de indicadores que permite medir la efectividad del mantenimiento en términos de disponibilidad, confiabilidad y eficiencia operativa. Complementariamente, (Pillado Portillo, 2022) destacan que la integración entre el control estadístico de procesos y el mantenimiento basado en condición favorece la detección temprana de desviaciones operativas, contribuyendo a minimizar defectos y optimizar el desempeño de los equipos productivos.

En la industria alimentaria, la aplicación de estrategias de mantenimiento adquiere una importancia aún mayor debido a las exigencias asociadas a la inocuidad de los productos. demostró que la implementación de programas de mantenimiento productivo total mejora significativamente la eficiencia operativa y la calidad de los procesos en empresas del sector alimenticio. Asimismo, (Toala-Mera, 2025) resaltan que la correcta ejecución de actividades de mantenimiento preventivo no solo incrementa la confiabilidad de las máquinas, sino que también fortalece la seguridad operacional y reduce riesgos para los trabajadores.

A pesar de la amplia evidencia existente sobre la importancia del mantenimiento industrial y la confiabilidad de los equipos productivos, se observa una limitada producción científica enfocada específicamente en el

análisis de las máquinas cerradoras utilizadas en la industria atunera ecuatoriana, particularmente en las plantas procesadoras ubicadas en la ciudad de Manta. La mayoría de las investigaciones se centran en estrategias generales de mantenimiento o en sistemas manufactureros de carácter amplio, mientras que existe escasa información técnica relacionada con el papel estratégico de las máquinas cerradoras dentro de los procesos de enlatado, su influencia en la calidad del doble cierre y su impacto en la continuidad operativa de las empresas atuneras.

Esta brecha de conocimiento resulta relevante debido a que las fallas en los sistemas de cerrado pueden generar pérdidas económicas significativas, incremento de desperdicios, incumplimiento de estándares de exportación y riesgos potenciales para la inocuidad alimentaria. En consecuencia, surge la necesidad de profundizar en el estudio de estos equipos, considerando su importancia dentro de una de las industrias más representativas del Ecuador. Por lo expuesto, el presente estudio tiene como objetivo analizar la importancia de las máquinas cerradoras como equipos críticos en la industria atunera de Manta, con el propósito de comprender su influencia en la eficiencia operativa, la calidad del producto y la inocuidad de los procesos de enlatado. Además, se busca aportar información técnica que sirva como referencia para fortalecer las estrategias de mantenimiento, mejorar la confiabilidad de los equipos y contribuir al incremento de la competitividad de las empresas atuneras de la región.

La industria pesquera y de procesamiento de productos marinos constituye uno de los sectores estratégicos para la seguridad alimentaria, el comercio internacional y el desarrollo económico de numerosos países. Dentro de este contexto, la producción de conservas de pescado ha experimentado un crecimiento sostenido durante las últimas décadas debido a la necesidad de disponer de alimentos seguros, nutritivos y con una vida útil prolongada. La conservación mediante el enlatado permite mantener las propiedades nutricionales de los alimentos y garantizar su disponibilidad para los consumidores durante largos períodos de almacenamiento y distribución.

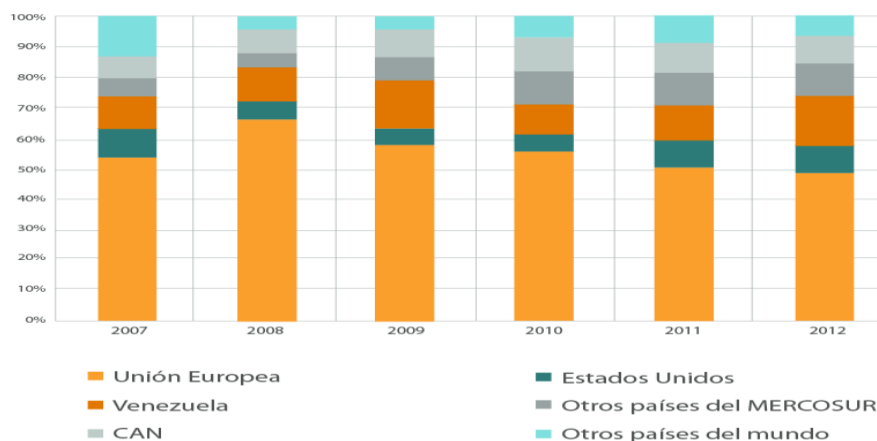


Figura 1. Principales mercados de exportación

Nota. La ilustración presenta los principales destinos de exportación de los productos atuneros ecuatorianos, evidenciando la importancia del mercado internacional para el desarrollo de esta industria. La distribución de las exportaciones refleja la necesidad de mantener elevados estándares de calidad, inocuidad y eficiencia en

los procesos de producción, aspectos en los que el adecuado funcionamiento de las máquinas cerradoras resulta determinante para garantizar el cumplimiento de las exigencias de los mercados de destino. Fuente: Elaboración propia con base en datos del Banco Central del Ecuador. Fuente. Banco Central del Ecuador.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (Jin, 2020), la creciente demanda mundial de productos pesqueros procesados ha impulsado a las industrias alimentarias a adoptar sistemas de producción cada vez más eficientes, sostenibles y orientados al aseguramiento de la calidad e inocuidad alimentaria.

En Ecuador, la industria atunera representa uno de los pilares más importantes del sector pesquero y manufacturero, constituyéndose en una fuente significativa de empleo, generación de divisas y desarrollo regional. La ciudad de Manta, ubicada en la provincia de Manabí, concentra gran parte de la actividad industrial relacionada con la captura, procesamiento y exportación de atún, posicionándose como uno de los principales centros atuneros de América Latina. La relevancia económica de este sector obliga a las empresas a mantener altos estándares de calidad en todas las etapas de producción, especialmente en aquellas operaciones que tienen una influencia directa sobre la conservación y seguridad del producto final.

La importancia de las máquinas cerradoras trasciende la simple función de sellado. Su correcto funcionamiento influye directamente en la continuidad operativa de las líneas de producción, la reducción de desperdicios, el aprovechamiento eficiente de los recursos y la competitividad empresarial. Un defecto en el sistema de cerrado puede provocar pérdidas económicas considerables debido al rechazo de lotes de producción, devoluciones de productos, incumplimiento de estándares de exportación e incluso afectaciones a la imagen corporativa de las empresas. En consecuencia, estos equipos son considerados elementos críticos dentro de la industria conservera moderna.

Tabla 1. Importancia de las máquinas cerradoras en la industria atunera

Aspecto crítico	Función de la máquina cerradora	Impacto en la producción
Hermeticidad del envase	Realiza el doble cierre entre tapa y cuerpo de la lata	Evita contaminación microbiológica y fugas
Inocuidad alimentaria	Garantiza el aislamiento del producto del medio externo	Reduce riesgos sanitarios y rechazos comerciales
Conservación del producto	Mantiene las condiciones necesarias para la esterilidad comercial	Incrementa la vida útil del producto
Continuidad operativa	Forma parte de las etapas finales del proceso de enlatado	Minimiza interrupciones en la línea de producción
Cumplimiento normativo	Asegura la conformidad con estándares de exportación	Facilita el acceso a mercados internacionales

Nota. La tabla evidencia que las máquinas cerradoras desempeñan un papel estratégico en la industria atunera, ya que garantizan la hermeticidad del envase, la inocuidad alimentaria, la conservación del producto y la continuidad del proceso de producción. Además, su adecuado funcionamiento permite cumplir con los estándares de calidad exigidos por los mercados internacionales, contribuyendo a la productividad y competitividad de las empresas atuneras. Fuente: Elaboración propia con base en FAO (2021), Tsarouhas (2007) y Toala-Mera (2025).

Diversos estudios han demostrado que la confiabilidad de los equipos industriales depende en gran medida de la implementación de estrategias adecuadas de mantenimiento. (Li, 2018) señalan que el mantenimiento preventivo constituye una herramienta fundamental para optimizar los procesos productivos, reducir paradas no programadas y prolongar la vida útil de la maquinaria industrial. Desde esta perspectiva, el mantenimiento deja de ser una actividad correctiva para convertirse en una estrategia orientada a la prevención de fallas y al mejoramiento continuo de la producción.

Dentro de los procesos de elaboración de conservas de atún, la etapa de cerrado de envases constituye una de las operaciones más críticas de toda la cadena productiva. Las máquinas cerradoras son equipos especializados encargados de realizar el doble cierre hermético entre la tapa y el cuerpo de la lata, formando una unión mecánica diseñada para impedir el ingreso de aire, humedad, microorganismos y otros agentes contaminantes. La calidad de este cierre resulta determinante para garantizar la esterilidad comercial del producto, preservar sus características físicas, químicas y sensoriales, y asegurar el cumplimiento de las normativas nacionales e internacionales de inocuidad alimentaria.



Figura 2. Ventaja del mantenimiento

Nota. La ilustración representa la evolución de las estrategias de mantenimiento industrial y su impacto en la confiabilidad de los equipos y la eficiencia global de los procesos (OEE). Se observa que la transición desde un mantenimiento reactivo hacia enfoques preventivos, predictivos y proactivos permite reducir fallas, minimizar paradas no programadas, optimizar la disponibilidad de los equipos y mejorar el rendimiento operativo. Fuente: Elaboración propia con base en Moubray (1997), Tsarouhas (2007), Nakajima (1988) y los principios del Overall Equipment Effectiveness (OEE).

De manera complementaria (Marrero-Hernández, 2022) sostienen que una adecuada administración del mantenimiento constituye la base para alcanzar niveles elevados de confiabilidad operacional. Los autores destacan que las organizaciones que gestionan eficientemente sus programas de mantenimiento logran incrementar la disponibilidad de sus equipos, reducir costos operativos y mejorar el desempeño global de los sistemas productivos. Estos aspectos adquieren una importancia particular en industrias de producción continua, como ocurre en las plantas procesadoras de atún, donde cualquier interrupción puede afectar significativamente la productividad.

La relación existente entre mantenimiento, confiabilidad y calidad también ha sido ampliamente estudiada en el ámbito científico. (Panagiotidou, 2010) demostraron que la programación adecuada del mantenimiento preventivo en sistemas manufactureros permite mejorar simultáneamente la confiabilidad de los equipos y la calidad de los productos obtenidos. Sus resultados evidencian que la reducción de fallas mecánicas contribuye directamente a disminuir la variabilidad de los procesos y aumentar la conformidad de los productos terminados.

Asimismo, (Jin, 2020), mediante una revisión sistemática de la literatura, concluyeron que la combinación de estrategias de mantenimiento preventivo y predictivo genera mejoras significativas en el rendimiento de la maquinaria industrial. Entre los beneficios identificados se encuentran la disminución de tiempos de inactividad, la optimización de recursos, la reducción de costos asociados a reparaciones mayores y el incremento de la productividad organizacional.

En relación con el control de procesos industriales, (Tsarouhas, 2007) destacan la importancia de integrar las técnicas de mantenimiento basado en condición con los sistemas de control estadístico de procesos. Según estos autores, el intercambio de información entre ambos sistemas permite detectar oportunamente desviaciones operativas, prevenir fallas potenciales y garantizar niveles superiores de calidad en la producción. Este enfoque resulta particularmente relevante en procesos de enlatado, donde pequeñas variaciones mecánicas pueden generar defectos significativos en el cierre de los envases.

Dentro de la industria alimentaria, la implementación de programas de mantenimiento adquiere una importancia aún mayor debido a los requisitos asociados a la inocuidad de los alimentos. (Tsarouhas, 2007) que la aplicación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) en empresas alimentarias genera mejoras significativas en la eficiencia operativa, la calidad de los productos y la reducción de pérdidas productivas. De igual manera, (Toala-Mera, 2025) resaltan que la ejecución adecuada de actividades de mantenimiento preventivo contribuye no solamente a incrementar la confiabilidad de las máquinas, sino también a fortalecer la seguridad de los trabajadores y reducir riesgos operacionales.

En el caso específico de las máquinas cerradoras, investigaciones recientes desarrolladas por (Toala-Mera, 2025) han identificado diversas fallas mecánicas y operativas que afectan el desempeño de estos equipos en los procesos de enlatado. Los autores señalan que problemas relacionados con el desgaste de componentes, desajustes mecánicos, falta de calibración y deficiencias en el mantenimiento pueden generar defectos en el doble cierre, comprometiendo la calidad del producto y ocasionando pérdidas económicas para las empresas.

Sin embargo, pese a la importancia que poseen las máquinas cerradoras dentro de la industria conservera, se observa una limitada producción científica enfocada específicamente en analizar su papel estratégico dentro de la industria atunera ecuatoriana. La mayoría de las investigaciones disponibles se centran en aspectos generales del mantenimiento industrial, la confiabilidad de sistemas productivos o las estrategias de gestión de activos, existiendo escasa información relacionada con la influencia de las máquinas cerradoras sobre la calidad del doble cierre, la inocuidad alimentaria y la continuidad operativa de las empresas atuneras de Manta.

Esta situación evidencia una brecha de conocimiento relevante, considerando que la industria atunera constituye uno de los sectores productivos más importantes del Ecuador y que el correcto funcionamiento de las máquinas cerradoras representa un factor determinante para garantizar la calidad de las conservas

destinadas tanto al mercado nacional como internacional. La generación de conocimiento técnico sobre estos equipos puede contribuir al fortalecimiento de las estrategias de mantenimiento, optimización de procesos y mejora de la competitividad empresarial.

Por lo expuesto, la presente investigación tiene como objetivo analizar la importancia de las máquinas cerradoras como equipos críticos dentro de la industria atunera de Manta, evaluando su influencia en la eficiencia operativa, la calidad del producto y la inocuidad de los procesos de enlatado. Asimismo, busca aportar evidencia técnica y académica que permita comprender la relevancia de estos equipos dentro de las líneas de producción y servir como referencia para futuras investigaciones orientadas al mejoramiento de los sistemas de mantenimiento y control de calidad en la industria conservera.

Materiales y métodos

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto de carácter aplicado, debido a que estuvo orientada a analizar la importancia de las máquinas cerradoras dentro de los procesos de enlatado de la industria atunera y su incidencia en variables relacionadas con la calidad del producto, la continuidad operativa y la inocuidad alimentaria. El enfoque cuantitativo permitió evaluar la percepción del personal técnico y operacional respecto al desempeño de estos equipos mediante la recopilación y análisis de datos medibles.

El estudio se ejecutó mediante un diseño no experimental y de corte transversal, ya que la información fue recopilada directamente en el entorno real de trabajo, sin intervenir ni modificar las condiciones normales de operación de las máquinas cerradoras durante el período de investigación.

La investigación se desarrolló en tres empresas atuneras ubicadas en la ciudad de Manta, provincia de Manabí, Ecuador, seleccionadas por su capacidad productiva y por utilizar máquinas cerradoras en sus líneas de elaboración de conservas de atún destinadas al mercado nacional e internacional.

El análisis se centró en las máquinas cerradoras empleadas en las etapas finales del proceso de enlatado, debido a que estos equipos desempeñan una función crítica al garantizar el doble cierre hermético entre la tapa y el cuerpo de la lata, condición indispensable para preservar la calidad e inocuidad del producto terminado.

La población estuvo conformada por 25 trabajadores vinculados directamente con la operación, supervisión y mantenimiento de las máquinas cerradoras dentro de las empresas participantes.

Se seleccionó una muestra no probabilística por conveniencia integrada por 20 participantes, distribuidos entre operadores de línea, supervisores de producción y técnicos de mantenimiento. La selección se realizó considerando como criterio de inclusión una experiencia mínima de un año en actividades relacionadas con la operación o mantenimiento de máquinas cerradoras.

Para la recopilación de información se emplearon las siguientes técnicas:

Encuesta. _ Se aplicó un cuestionario estructurado compuesto por 15 preguntas cerradas distribuidas en cuatro dimensiones:

- Confiabilidad operativa.
- Mantenimiento de equipos.
- Calidad del doble cierre.
- Continuidad de la producción.

Las respuestas fueron registradas mediante una escala tipo Likert de cinco niveles, desde "totalmente en desacuerdo" hasta "totalmente de acuerdo".

Entrevista técnica. _Se realizaron entrevistas semiestructuradas dirigidas a responsables de producción y mantenimiento con la finalidad de obtener información especializada sobre la gestión de las máquinas cerradoras, las principales fallas identificadas y las estrategias implementadas para asegurar la confiabilidad de los equipos.

Observación directa. _Se efectuaron observaciones técnicas durante cinco jornadas de producción, con una duración promedio de cuatro horas por jornada. Para ello se utilizó una ficha de observación diseñada para registrar información relacionada con:

- Estado de componentes mecánicos.
- Disponibilidad operativa.
- Interrupciones de producción.
- Condiciones del sistema de doble cierre.
- Cumplimiento del mantenimiento programado.

Validación de instrumentos

Los instrumentos de recolección de datos fueron sometidos a validación mediante juicio de expertos, participando tres profesionales con experiencia en mantenimiento industrial y procesos de producción alimentaria. Las observaciones realizadas permitieron mejorar la claridad, pertinencia y coherencia de las preguntas incluidas en el cuestionario y en la guía de entrevista.

De forma complementaria se realizó una revisión bibliográfica de artículos científicos, libros especializados y documentos técnicos relacionados con mantenimiento industrial, confiabilidad de equipos, control de calidad y procesos de cerrado de envases metálicos.

La búsqueda de información se efectuó en las bases de datos Google Scholar, Scielo, ScienceDirect y Scopus, considerando publicaciones comprendidas entre los años 2007 y 2025. Esta revisión permitió establecer los fundamentos teóricos necesarios para sustentar el análisis desarrollado.

Para el desarrollo de la investigación se emplearon los siguientes materiales:

- Cuestionario estructurado de encuesta.
- Guía de entrevista semiestructurada.
- Ficha de observación técnica.
- Registros de campo.

- Computador portátil para procesamiento de información.
- Microsoft Excel 365 para organización y análisis estadístico de los datos.

Procedimiento metodológico

La investigación se desarrolló en cuatro etapas:

- Revisión bibliográfica y recopilación de antecedentes científicos relacionados con mantenimiento industrial y máquinas cerradoras.
- Diseño y validación de los instrumentos de investigación.
- Aplicación de encuestas, entrevistas y observaciones técnicas en las empresas seleccionadas.
- Organización, procesamiento y análisis de la información recopilada para la elaboración de resultados y conclusiones.

Los datos obtenidos fueron organizados y procesados mediante Microsoft Excel 365. Se aplicó estadística descriptiva utilizando frecuencias absolutas, porcentajes y representaciones gráficas para identificar tendencias y comportamientos asociados al desempeño de las máquinas cerradoras. Posteriormente, los resultados fueron interpretados considerando su relación con la eficiencia operativa, la calidad del doble cierre y la inocuidad de los productos enlatados, permitiendo establecer conclusiones técnicas sobre la importancia de estos equipos dentro de la industria atunera de Manta.

Resultados y discusión

Los resultados obtenidos se presentan de manera organizada conforme a las dimensiones evaluadas en la investigación, iniciando con la caracterización de los participantes y continuando con el análisis de las variables relacionadas con la importancia de las máquinas cerradoras en la industria atunera de Manta. La información fue procesada mediante estadística descriptiva, utilizando frecuencias absolutas y porcentajes, lo que permitió identificar las principales tendencias en las respuestas de los participantes. Posteriormente, cada resultado es interpretado y contrastado con la literatura científica consultada, con el propósito de comprender su incidencia en la confiabilidad operativa, la calidad del doble cierre, la continuidad de la producción y la inocuidad de los productos enlatados.

Tabla 2. Caracterización de los participantes de la encuesta.

Variable	Categoría	Porcentaje (%)
Cargo	Supervisor	40,0
	Técnico de mantenimiento	40,0
	Jefe de producción	10,0
	Otro	10,0
	Total	100,0
Tiempo de experiencia en la industria atunera	1 a 5 años	70,0
	6 a 10 años	30,0
	Total	100,0

Nota. La tabla presenta la distribución de los participantes según el cargo desempeñado y el tiempo de experiencia laboral en la industria atunera. Esta caracterización permite identificar el perfil profesional de los encuestados y valorar la pertinencia de sus respuestas para el análisis de la importancia de las máquinas cerradoras dentro del proceso de enlatado. Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta aplicada (2026).

La caracterización de los participantes evidencia que la muestra estuvo conformada principalmente por supervisores y técnicos de mantenimiento, quienes representaron el 40 % cada uno del total de encuestados. La presencia predominante de estos cargos resulta pertinente, debido a que ambos participan directamente en la supervisión, operación y mantenimiento de las máquinas cerradoras, aportando una visión técnica basada en la experiencia cotidiana de los procesos productivos. Por su parte, los jefes de producción y el personal perteneciente a otras funciones representaron el 10 % cada uno, proporcionando una perspectiva complementaria sobre la gestión operativa de las líneas de enlatado.

En cuanto al tiempo de experiencia, el 70 % de los participantes manifestó tener entre 1 y 5 años de trayectoria en la industria atunera, mientras que el 30 % indicó una experiencia de 6 a 10 años. Estos resultados evidencian que la investigación recoge la percepción de profesionales con suficiente conocimiento práctico sobre el funcionamiento de las máquinas cerradoras y su influencia en la calidad del doble cierre, la continuidad operativa y la inocuidad del producto.

La composición de la muestra fortalece la confiabilidad de los resultados obtenidos, al incorporar personal que interviene de manera directa en las actividades de operación, supervisión y mantenimiento de estos equipos críticos. En consecuencia, las respuestas recopiladas constituyen una fuente de información técnica pertinente para evaluar el papel estratégico de las máquinas cerradoras dentro de la industria atunera de Manta y respaldan los análisis desarrollados en los apartados siguientes.

Con el propósito de conocer la percepción de los participantes sobre la relevancia de las máquinas cerradoras dentro del proceso de enlatado, se consultó si estos equipos son considerados indispensables para el desarrollo de las operaciones en la industria atunera.

Las respuestas obtenidas permiten identificar el nivel de consenso existente entre el personal técnico y operativo respecto a la función estratégica que cumplen estas máquinas en la continuidad del proceso productivo.

Los resultados muestran un consenso absoluto entre los participantes sobre la importancia de las máquinas cerradoras en la industria atunera. El 80 % de los encuestados manifestó estar totalmente de acuerdo en que estos equipos son indispensables para el proceso de enlatado del atún, mientras que el 20 % restante indicó estar de acuerdo. No se registraron respuestas neutrales ni opiniones desfavorables, lo que evidencia una percepción homogénea sobre el papel estratégico que desempeñan las máquinas cerradoras dentro de la línea de producción.

Este elevado nivel de aceptación confirma que el personal involucrado en la operación, supervisión y mantenimiento reconoce que el correcto funcionamiento de las cerradoras constituye un elemento esencial para garantizar la continuidad del proceso productivo, preservar la hermeticidad del envase y asegurar la calidad e inocuidad del producto final.

En consecuencia, estos resultados respaldan la importancia de implementar programas de mantenimiento preventivo, calibración y control operativo que permitan mantener un desempeño confiable de estos equipos y reducir el riesgo de fallas que puedan afectar la productividad y la competitividad de la industria atunera.

Con el propósito de complementar la información obtenida mediante las preguntas cerradas, se analizaron las respuestas abiertas proporcionadas por los participantes. Para ello se aplicó un análisis de contenido, identificando las principales categorías temáticas relacionadas con la función de las máquinas cerradoras, las consecuencias de sus fallas y las recomendaciones para mejorar su desempeño dentro de la industria atunera. Este procedimiento permitió sintetizar las opiniones de los encuestados y reconocer los aspectos considerados prioritarios desde la experiencia práctica del personal técnico y operativo.

Tabla 3. Síntesis del análisis cualitativo de las preguntas abiertas

Categoría de análisis	Hallazgos identificados	Porcentaje (%)
Función principal de la máquina cerradora	Garantizar el sellado hermético, la inocuidad y la conservación del producto	100,0
Principales consecuencias de las fallas	Defectos en el cierre, contaminación del producto, pérdida de vacío y pérdidas económicas	100,0
Recomendaciones para mejorar el desempeño	Fortalecer el mantenimiento preventivo, realizar calibraciones periódicas, capacitar al personal e incorporar mejoras tecnológicas	100,0

Nota. La tabla resume las categorías obtenidas mediante el análisis cualitativo de las tres preguntas abiertas incluidas en la encuesta. Las respuestas fueron codificadas y agrupadas según la similitud de su contenido, identificando los temas más recurrentes expresados por los participantes acerca de la función de las máquinas cerradoras, las consecuencias derivadas de sus fallas y las acciones propuestas para optimizar su desempeño. Fuente: Elaboración propia a partir del análisis de contenido de las respuestas abiertas de la encuesta aplicada (2026).

El análisis cualitativo evidencia una elevada coincidencia entre los participantes respecto al papel estratégico que desempeñan las máquinas cerradoras en la industria atunera. La totalidad de los encuestados coincidió en que la función principal de estos equipos consiste en garantizar el sellado hermético de los envases, condición indispensable para preservar la inocuidad, la calidad y la vida útil del producto enlatado. Esta percepción confirma que el personal reconoce a las máquinas cerradoras como un componente crítico dentro de la línea de producción.

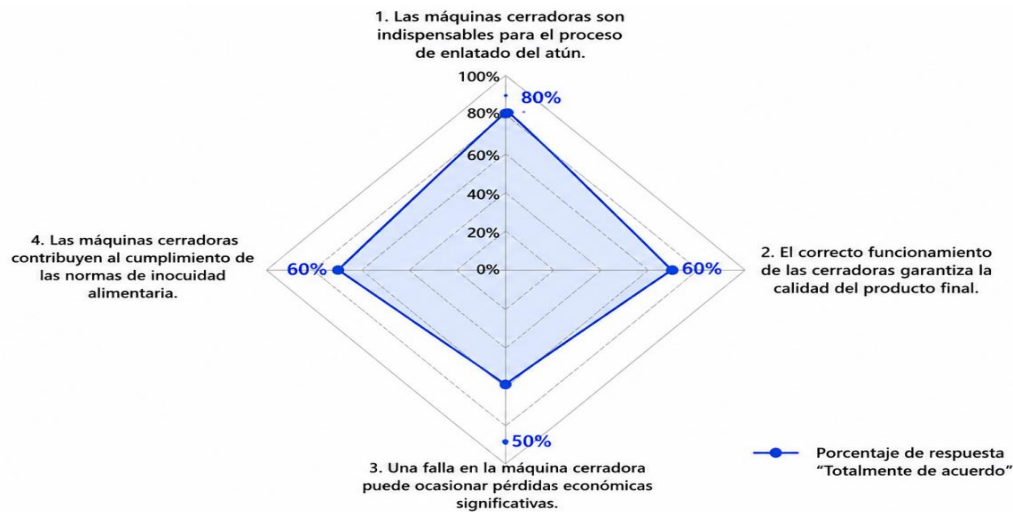


Figura 3. Ventaja del mantenimiento.

Nota. La tabla presenta la distribución de las respuestas de los participantes respecto a la importancia de las máquinas cerradoras en el proceso de enlatado, la calidad del producto, el impacto económico de sus fallas y su contribución al cumplimiento de las normas de inocuidad alimentaria. Los resultados fueron obtenidos mediante una escala de Likert de cinco niveles. Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta aplicada (2026).

En relación con las consecuencias derivadas de una falla en estos equipos, las respuestas convergieron en señalar problemas asociados con cierres defectuosos, contaminación microbiológica, pérdida de vacío, rechazo de productos y afectaciones económicas para la empresa. Estos resultados ponen de manifiesto que las fallas mecánicas trascienden el ámbito operativo y pueden comprometer tanto la seguridad alimentaria como la competitividad de las plantas procesadoras.

Los resultados evidencian que el principal problema asociado a las fallas de las máquinas cerradoras corresponde a los defectos en el cierre hermético de los envases (80 %), manifestados en falsos cierres, mal sellado y fugas. Asimismo, una proporción importante de los participantes señaló que estas fallas comprometen la inocuidad del producto (60 %), debido al ingreso de microorganismos y a la pérdida del vacío interno. Además, la mitad de los encuestados relacionó estas deficiencias con la disminución de la calidad y el rechazo del producto final, mientras que el 40 % destacó las pérdidas económicas y las afectaciones operativas derivadas de las interrupciones del proceso. En conjunto, estos resultados confirman que el adecuado funcionamiento de las máquinas cerradoras constituye un factor crítico para garantizar la calidad, la seguridad alimentaria y la eficiencia de la producción en la industria atunera.

Tabla 4. Síntesis de los problemas ocasionados por las fallas en las máquinas cerradoras.

Categoría de análisis	Principales hallazgos identificados	Porcentaje (%)
Defectos en el cierre del envase	Falso cierre, mal sellado, cierres defectuosos y fugas en las latas.	80,0
Riesgos para la inocuidad	Contaminación del producto, desarrollo de microorganismos y pérdida de vacío.	60,0
Afectación de la calidad del producto	Deterioro del producto, disminución de la vida útil y rechazo por incumplimiento de estándares.	50,0
Pérdidas económicas y operativas	Rechazo del producto, pérdidas económicas e interrupciones del proceso productivo.	40,0
Medidas preventivas propuestas	Fortalecer el mantenimiento preventivo para evitar la ocurrencia de fallas.	10,0

Nota. La tabla resume los resultados obtenidos mediante el análisis de contenido de las respuestas abiertas proporcionadas por los participantes. Una misma respuesta pudo incluir más de una categoría de análisis, por lo que los porcentajes no son excluyentes ni suman el 100 %. Fuente: Elaboración propia a partir del análisis de las respuestas abiertas de la encuesta aplicada (2026).

Las recomendaciones formuladas por los participantes muestran una orientación clara hacia el fortalecimiento de la gestión del mantenimiento. Entre las acciones más recurrentes se destacan la implementación de programas de mantenimiento preventivo, la calibración periódica de las máquinas, la capacitación continua del personal y la incorporación de tecnologías que incrementen la confiabilidad de los equipos.

En conjunto, estos hallazgos respaldan los resultados cuantitativos obtenidos en la investigación y refuerzan la importancia de considerar a las máquinas cerradoras como activos estratégicos cuya adecuada gestión contribuye directamente a la eficiencia operativa, la calidad del producto y el cumplimiento de los estándares de inocuidad exigidos por la industria atunera.

Con el propósito de complementar los resultados obtenidos mediante la encuesta, se analizaron las entrevistas semiestructuradas realizadas a responsables de producción y mantenimiento de empresas atuneras. Las respuestas fueron sometidas a un análisis de contenido, identificando las categorías temáticas más recurrentes relacionadas con la importancia de las máquinas cerradoras, las fallas operativas, el mantenimiento preventivo y las oportunidades de mejora. Este análisis permitió contrastar la percepción del personal especializado con los resultados cuantitativos de la investigación.

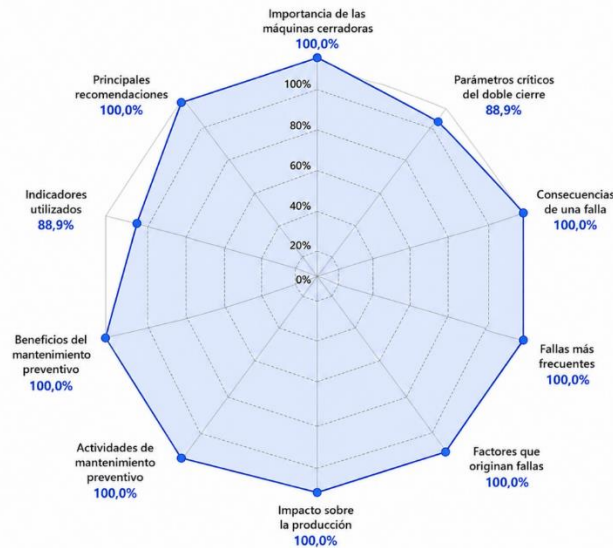


Figura 4. Síntesis de los principales hallazgos de las entrevistas semiestructuradas

Nota. La ilustración sintetiza los resultados obtenidos mediante el análisis de contenido de nueve entrevistas semiestructuradas. Las respuestas fueron codificadas y agrupadas en categorías temáticas, identificando los aspectos más recurrentes relacionados con la gestión, operación y mantenimiento de las máquinas cerradoras empleadas en la industria atunera. Fuente: Elaboración propia a partir del análisis de contenido de las entrevistas semiestructuradas realizadas a responsables de producción y mantenimiento (2026).

El análisis de las entrevistas evidencia un amplio consenso entre los responsables de producción y mantenimiento respecto al carácter estratégico de las máquinas cerradoras dentro del proceso de elaboración de conservas de atún. La totalidad de los entrevistados coincidió en que estos equipos constituyen un elemento crítico para garantizar el sellado hermético de los envases, preservar la inocuidad del producto y mantener la continuidad de las operaciones industriales. Esta percepción confirma que el desempeño de las máquinas cerradoras trasciende la función mecánica de sellado y repercute directamente en la calidad del producto final y en el cumplimiento de los estándares exigidos por los mercados nacionales e internacionales.

En relación con el control del proceso, los entrevistados señalaron que los parámetros de mayor importancia corresponden al espesor, ancho, altura y solapamiento del doble cierre, así como a la presión ejercida por los rodillos y la correcta alineación entre la tapa y el cuerpo del envase. Asimismo, identificaron como principales causas de fallas el desgaste de rodillos o rulinas, los desajustes mecánicos, la falta de calibración y el mantenimiento insuficiente, factores que generan defectos de cerrado, contaminación del producto, pérdida de hermeticidad y disminución de la vida útil de las conservas.

Desde la perspectiva operativa, los entrevistados coincidieron en que las fallas de las máquinas cerradoras ocasionan paradas no programadas, reducción de la productividad, incremento de desperdicios y retrasos en la producción, afectando la eficiencia global de las plantas atuneras. Frente a esta problemática, destacaron la importancia de desarrollar actividades sistemáticas de limpieza, lubricación, inspección, calibración y ajuste

de componentes, complementadas con indicadores de desempeño como la disponibilidad del equipo, el número de paradas, el porcentaje de defectos y el tiempo entre fallas. Finalmente, las recomendaciones se orientan hacia el fortalecimiento del mantenimiento preventivo y predictivo, la capacitación permanente del personal, la automatización de los procesos de monitoreo y la implementación de registros históricos de fallas para apoyar la toma de decisiones y promover la mejora continua. Estos hallazgos respaldan y complementan los resultados obtenidos mediante la encuesta, reforzando la importancia de las máquinas cerradoras como equipos críticos dentro de la industria atunera.

Los resultados obtenidos evidencian un elevado nivel de consenso entre el personal técnico y operativo respecto a la importancia de las máquinas cerradoras como equipos críticos dentro del proceso de enlatado de la industria atunera de Manta. Tanto los resultados cuantitativos de la encuesta como la información cualitativa obtenida mediante las entrevistas coinciden en que el adecuado funcionamiento de estos equipos constituye un factor determinante para garantizar la hermeticidad del envase, la inocuidad alimentaria, la continuidad operativa y la calidad del producto final. Estos hallazgos responden al objetivo de la investigación y confirman el papel estratégico que desempeñan las máquinas cerradoras dentro de las líneas de producción de conservas de atún.

Los resultados obtenidos concuerdan con lo señalado por Li et al. (2018), quienes sostienen que la implementación de programas de mantenimiento preventivo reduce las fallas inesperadas, incrementa la disponibilidad de los equipos y mejora el desempeño de los sistemas manufactureros. En la presente investigación, la totalidad de los participantes reconoció que el mantenimiento preventivo constituye la principal estrategia para conservar la confiabilidad de las máquinas cerradoras y evitar interrupciones en la producción, evidenciando una relación directa entre la gestión del mantenimiento y la eficiencia operativa de las plantas atuneras.

De igual manera, los hallazgos coinciden con Marrero-Hernández et al. (2022), quienes afirman que una adecuada planificación del mantenimiento fortalece la confiabilidad operacional y optimiza la gestión de los activos industriales. Los entrevistados identificaron que actividades como la inspección periódica, la lubricación, la calibración y el ajuste de componentes permiten reducir el desgaste prematuro de los equipos y mantener condiciones estables de operación. Esto demuestra que el mantenimiento debe ser considerado una estrategia de gestión y no únicamente una acción correctiva ante la ocurrencia de fallas.

Respecto al control del proceso de cerrado, los resultados también respaldan los planteamientos de Panagiotidou y Nenes (2010), quienes destacan que la integración entre el mantenimiento y el control estadístico del proceso permite mejorar simultáneamente la confiabilidad de los equipos y la calidad del producto. En este estudio, los responsables de producción señalaron que parámetros como el espesor, el ancho, el solapamiento y la alineación del doble cierre constituyen variables críticas que deben mantenerse bajo control permanente para asegurar la conformidad del producto y disminuir el riesgo de defectos durante el proceso de enlatado.

Asimismo, los resultados presentan una estrecha relación con el estudio desarrollado por Tsarouhas (2007), quien concluye que la implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) en la industria alimentaria incrementa la eficiencia operativa, reduce pérdidas productivas y mejora la calidad de los procesos. En las empresas analizadas se identificó que las principales consecuencias de las fallas en las máquinas cerradoras

corresponden a paradas no programadas, incremento de desperdicios, retrasos en la producción y pérdidas económicas, lo cual evidencia la necesidad de fortalecer estrategias preventivas que permitan minimizar estas afectaciones y asegurar la continuidad de las operaciones.

Las entrevistas permitieron identificar las prácticas de mantenimiento implementadas en las empresas, los indicadores utilizados para evaluar el desempeño de las máquinas cerradoras y las principales propuestas de mejora planteadas por los participantes.

Por otra parte, las respuestas obtenidas muestran una clara coincidencia con lo reportado por Toala-Mera et al. (2025), quienes identificaron que el desgaste de rodillos, los desajustes mecánicos y la falta de calibración representan las principales causas de fallas en las máquinas cerradoras utilizadas en la industria atunera. Los entrevistados de la presente investigación señalaron estos mismos factores como las principales causas de defectos en el doble cierre, confirmando que la gestión adecuada de estos componentes resulta determinante para preservar la inocuidad del producto y evitar pérdidas por rechazo de lotes durante el proceso de producción.

Con el propósito de identificar las estrategias de mantenimiento implementadas en las empresas atuneras y conocer las acciones orientadas a mejorar el desempeño de las máquinas cerradoras, se analizaron las respuestas de los responsables de producción y mantenimiento relacionadas con las actividades preventivas, los beneficios obtenidos, los indicadores utilizados para evaluar la confiabilidad de los equipos y las principales recomendaciones para fortalecer la gestión del mantenimiento. El análisis de estas categorías permitió evidenciar las prácticas que contribuyen a incrementar la disponibilidad de las máquinas, reducir la ocurrencia de fallas y optimizar la continuidad de los procesos productivos, constituyéndose en elementos fundamentales para garantizar la calidad del producto y la competitividad de la industria atunera

Los resultados obtenidos evidencian que las máquinas cerradoras constituyen un elemento crítico dentro del proceso de producción de conservas de atún, debido a su influencia directa en la hermeticidad del envase, la inocuidad alimentaria y la continuidad operativa. Tanto las encuestas como las entrevistas mostraron un elevado nivel de consenso entre el personal técnico y de producción, quienes reconocieron que el adecuado desempeño de estos equipos es indispensable para garantizar la calidad del producto final y reducir pérdidas durante el proceso. Estos hallazgos coinciden con lo señalado por Li et al. (2018), quienes sostienen que la confiabilidad de los equipos industriales constituye un factor determinante para mejorar la productividad y la calidad en los sistemas manufactureros.

Asimismo, la investigación permitió identificar que las principales causas de fallas en las máquinas cerradoras corresponden al desgaste de rodillos, desajustes mecánicos, deficiencias en la calibración y mantenimiento insuficiente. Estas condiciones provocan defectos en el doble cierre, pérdida de hermeticidad, contaminación del producto y paradas no programadas que afectan la eficiencia de la producción. Estos resultados son consistentes con los reportados por Toala-Mera et al. (2025), quienes identificaron estos mismos factores como las principales causas de fallas en máquinas cerradoras utilizadas en la industria atunera ecuatoriana, resaltando la necesidad de fortalecer las estrategias preventivas para minimizar riesgos operativos.

Por otra parte, los participantes coincidieron en que la implementación de programas sistemáticos de mantenimiento preventivo y predictivo constituye la estrategia más efectiva para incrementar la disponibilidad y confiabilidad de las máquinas cerradoras. Actividades como la inspección periódica, la

lubricación, la calibración y el ajuste de componentes fueron reconocidas como prácticas esenciales para prolongar la vida útil de los equipos y reducir la ocurrencia de averías. Estos resultados respaldan los planteamientos de Marrero-Hernández et al. (2022) y Tsarouhas (2007), quienes afirman que una adecuada planificación del mantenimiento fortalece la confiabilidad operacional, disminuye las pérdidas productivas y mejora el desempeño de los procesos industriales.

El estudio aporta evidencia específica para la industria atunera de Manta, un contexto en el que existe limitada producción científica sobre la gestión de las máquinas cerradoras. La integración de los resultados cuantitativos y cualitativos permitió demostrar que la gestión del mantenimiento debe concebirse como una estrategia integral que involucra planificación, capacitación del personal, monitoreo mediante indicadores e incorporación de tecnologías para anticipar fallas. En este sentido, la investigación amplía el conocimiento disponible sobre estos equipos y proporciona información útil para fortalecer la productividad, la calidad del producto y la competitividad de las empresas atuneras, constituyendo una base para futuras investigaciones y para la implementación de programas de mejora continua.

Conclusiones

La investigación permitió establecer, con base en la integración de los resultados cuantitativos obtenidos mediante la encuesta y la evidencia cualitativa derivada de las entrevistas semiestructuradas, que las máquinas cerradoras representan un activo crítico dentro del proceso de enlatado de la industria atunera de Manta. La totalidad de los responsables de producción y mantenimiento coincidió en que estos equipos desempeñan un papel determinante en la formación del doble cierre, la preservación de la hermeticidad del envase, la inocuidad alimentaria y la conservación del producto. En consecuencia, su adecuado desempeño constituye un requisito indispensable para asegurar la continuidad de las operaciones, reducir pérdidas durante el proceso productivo y cumplir con los estándares de calidad exigidos por los mercados nacionales e internacionales.

Los hallazgos demostraron que la confiabilidad operacional de las máquinas cerradoras depende directamente de la aplicación de una gestión sistemática del mantenimiento, sustentada en actividades periódicas de inspección, lubricación, calibración, ajuste de componentes y seguimiento mediante indicadores de desempeño. Tanto los resultados de las encuestas como las entrevistas evidenciaron un elevado consenso respecto a que estas prácticas contribuyen a disminuir la frecuencia de fallas, incrementar la disponibilidad de los equipos, optimizar la eficiencia operativa y prolongar la vida útil de los activos. Estos resultados confirman que el mantenimiento preventivo debe ser concebido como una estrategia de gestión orientada a maximizar la confiabilidad y no únicamente como una respuesta frente a la ocurrencia de averías.

Asimismo, la investigación permitió identificar que las principales causas de deterioro del desempeño de las máquinas cerradoras corresponden al desgaste de rodillos o rulinas, los desajustes mecánicos, las deficiencias en la calibración y la insuficiente ejecución de actividades de mantenimiento preventivo. Estas condiciones afectan directamente la calidad del doble cierre, incrementan el riesgo de pérdida de hermeticidad y contaminación del producto, ocasionan paradas no programadas y generan pérdidas económicas derivadas del desperdicio de materia prima, el rechazo de lotes y la disminución de la productividad. Estos resultados evidencian la necesidad de fortalecer las estrategias de mantenimiento basadas en la prevención, el monitoreo continuo de variables críticas y la intervención oportuna de los componentes con mayor nivel de desgaste.

Se concluye, que este estudio aporta evidencia científica aplicada al contexto de la industria atunera ecuatoriana, un ámbito en el que la literatura específica sobre máquinas cerradoras continúa siendo limitada. La integración de evidencia empírica procedente del personal especializado permitió demostrar que la gestión eficiente de estos equipos trasciende el ámbito técnico del mantenimiento, constituyéndose en un factor estratégico que impacta simultáneamente la calidad del producto, la seguridad alimentaria, la productividad y la competitividad empresarial. En este sentido, se recomienda a las organizaciones del sector consolidar programas integrales de mantenimiento preventivo y predictivo, incorporar sistemas de monitoreo apoyados en indicadores de confiabilidad, fortalecer la capacitación del personal técnico y desarrollar registros históricos de fallas que faciliten la toma de decisiones basada en datos y promuevan procesos de mejora continua.

Referencias

- Arroyo Vaca, C. S. (2022). Importancia de la implementación de mantenimiento preventivo en las plantas de producción para optimizar procesos. *E-IDEA Journal of Engineering Science*, 4(10), 59–69. <https://doi.org/10.53734/esci.vol4.id240>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, International Fund for Agricultural Development, United Nations Children's Fund, World Food Programme, & World Health Organization. (2021). *The state of food security and nutrition in the world 2021: Transforming food systems for food security, improved nutrition and affordable healthy diets for all*. FAO. <https://doi.org/10.4060/cb4474en>
- Jin, C., Song, Y., et al. (2020). Prediction model for back-bead monitoring during gas metal arc welding using supervised deep learning. *IEEE Access*, 8, 224044–224058. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3041274>
- Li, Y., Peng, Y., et al. (2018). Preventive maintenance scheduling for serial multi-station manufacturing systems with interaction between station reliability and product quality. *Computers & Industrial Engineering*, 122, 283–291. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.06.009>
- Marrero-Hernández, R., Alonso-Pérez, A., Fernández, A., et al. (2022). La planificación del mantenimiento: Su importancia en la gestión de los activos. *Ingeniería Industrial*, 43(Supl. 1), 108–124.
- Muchiri, P., & Pintelon, L. (2011). Development of maintenance function performance measurement framework and indicators. *International Journal of Production Economics*, 131(1), 295–302. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.04.039>
- Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM: Total Productive Maintenance*. Productivity Press.
- Panagiotidou, S., & Nenes, G. (2010). Statistical process control and condition-based maintenance: A meaningful relationship through data sharing. *Quality and Reliability Engineering International*, 26(2), 147–160. <https://doi.org/10.1111/j.1937-5956.2009.01073.x>
- Pillado Portillo, M. C. (2022). Metodología de administración para el mantenimiento preventivo como base de la confiabilidad de las máquinas. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 12(24). <https://doi.org/10.23913/ride.v12i24.1218>

- Toala-Mera, J., et al. (2025). Análisis de las principales fallas en máquinas cerradoras utilizadas en la industria atunera. *Revista Científica FINIBUS – Ingeniería, Industria y Tecnología*, 8(16).
<https://doi.org/10.56124/finibus.v8i16.008>
- Tsarouhas, P. H. (2007). Implementation of total productive maintenance in food industry: A case study. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 13(1), 5–18.
<https://doi.org/10.1108/13552510710735087>
- Wireman, T. (2015). *Benchmarking Best Practices in Maintenance Management*. Industrial Press.
- Moubray, J. (1997). *Reliability-Centered Maintenance* (2nd ed.). Butterworth-Heinemann.
- International Organization for Standardization. (2014). *ISO 55000:2014—Asset management—Overview, principles and terminology*. ISO.
- Alsyouf, I. (2007). The role of maintenance in improving companies' productivity and profitability. *International Journal of Production Economics*, 105(1), 70–78