



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
ARQUITECTURA**

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

TEMA:

**PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA EN EL
PROCESO DE CIERRE DE TAPAS DE MAQUINA CANCO 400 EN UN
TALLER DEL CANTÓN MANTA.**

Autor:

Luis Camacho

Tutor de Titulación:

Ing. Hidrovo Macías Manuel Horacio

Manta - Manabí - Ecuador

2026-2027

**UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERIA, INDUSTRIA Y ARQUITECTURA**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA EN EL
PROCESO DE CIERRE DE TAPAS DE MAQUINA CANCO 400 EN UN
TALLER DEL CANTÓN MANTA**

Sometida a consideración del Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería,
Industria y Arquitectura de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, como requisito para
obtener el título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Aprobado por el Tribunal Examinador:

**DECANO DE LA FACULTAD
Ing.**

**DIRECTOR
Ing.**

JURADO EXAMINADOR

JURADO EXAMINADOR

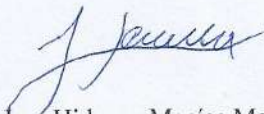
Certificación del Tutor

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante **Camacho Lozano Luis Alejandro**, legalmente matriculado en la carrera de Ingeniería Industrial, período académico **2026-1**, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es **"Propuesta de mejoramiento de la eficiencia en el proceso de cierre de tapas de maquina canco 400 en un taller del cantón Manta"**.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad de este, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.



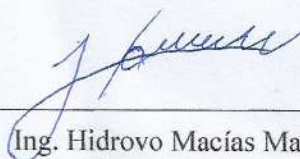
Ing. Hidrovo Macías Manuel.
TUTOR DE TITULACIÓN

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DE TESIS

Camacho Lozano Luis Alejandro, estudiante de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Facultad de Ingeniería Industria y Arquitectura, Carrera de Ingeniería Industrial, libre y voluntariamente declaro que la responsabilidad del contenido del presente trabajo titulado **“Propuesta de mejoramiento de la eficiencia en el proceso de cierre de tapas de maquina canción 400 en un taller del cantón manta.”** Es una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del tutor, Ing. Hidrovo Macías Manuel y la propiedad intelectual de la misma pertenece a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.



Camacho Lozano Luis Alejandro
C.I. 1350614242



Ing. Hidrovo Macías Manuel
C.I. 1309847224

Dedicatoria

Dedico este trabajo, en primer lugar, a Dios, por ser mi guía, mi fortaleza y la luz que ha iluminado cada paso de mi camino. Gracias por brindarme sabiduría, salud y la oportunidad de culminar esta importante etapa de mi vida, incluso en los momentos de mayor dificultad.

A mi familia, por ser el pilar fundamental de mi formación. Gracias por su amor incondicional, su paciencia, sus consejos y el apoyo constante que me motivó a no rendirme. Cada sacrificio, cada palabra de aliento y cada muestra de confianza fueron esenciales para alcanzar este logro.

Finalmente, dedico este logro a todas las personas que, de una u otra manera, formaron parte de este camino y contribuyeron a mi crecimiento personal y profesional. Este trabajo representa el fruto del esfuerzo, la perseverancia y el apoyo de quienes siempre confiaron en mí.

Camacho Lozano Luis Alejandro

Reconocimiento

Expreso mi más sincera gratitud a mi tutor de tesis Manuel Hidrovo, por su valiosa orientación, dedicación, paciencia y compromiso durante el desarrollo de este trabajo de titulación. Sus conocimientos, observaciones y recomendaciones fueron fundamentales para fortalecer esta investigación y culminarla con éxito. Agradezco profundamente el tiempo brindado, la confianza depositada en mí y el constante acompañamiento a lo largo de este proceso académico.

De igual manera, extendo mi agradecimiento a los docentes de la carrera, quienes, con su profesionalismo y vocación, compartieron sus conocimientos y experiencias, contribuyendo de manera significativa a mi formación académica y personal.

Camacho lozano Luis Alejandro

Índice de Contenido

Certificación del Tutor	III
Declaración de Autoría.....	IV
Dedicatoria	V
Reconocimiento	VI
Índice de Contenido	VII
ÍNDICE DE TABLAS	XIV
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	XV
ÍNDICE DE ANEXOS	XVI
Resumen Ejecutivo	XVII
Executive Summary	XVIII
Introducción.....	19
Antecedentes	23
Planteamiento del problema.....	25
Formulación del problema	28
Preguntas directrices.....	28
Objetivos	29
Objetivo General	29
Objetivos Específicos	29
Justificación.....	30
1 Fundamentación Teórica.....	33

1.1	Antecedentes Investigativos	33
1.2	Bases Teóricas	35
1.2.1	Proceso de doble cierre de envases metálicos	35
1.2.1.1	Componentes críticos de la cerradora.....	35
1.2.2	Máquina Canco 400.....	36
1.2.3	Transportador Lineal.....	36
1.2.4	Eficiencia Global del Equipo (OEE)	37
1.2.5	Merma de líquido de cobertura.....	38
1.2.6	Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing).....	38
1.2.7	Herramientas de análisis.....	39
1.2.7.1	Diagrama de Ishikawa.	39
1.2.7.2	Diagrama de Pareto.	40
1.2.8	Tiempo Medio entre Fallas (MTBF)	40
1.2.9	Mantenimiento Productivo Total (TPM).....	41
1.2.10	Estudio de tiempos y movimientos	42
1.2.11	Inocuidad alimentaria en conservas de pescado	42
1.2.12	Indicadores Clave de Desempeño (KPI) en producción industrial	43
1.2.13	Mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo.....	44
1.2.13.1	Mantenimiento preventivo.....	44
1.2.13.2	Mantenimiento correctivo.....	44
1.2.14	Eficiencia operativa en líneas de producción.....	45

1.3	Hipótesis y Variables	46
1.3.1	Hipótesis	46
1.3.2	Identificación de las variables.....	46
1.3.3	Operalización de las variables.....	46
1.3.3.1	Operacionalización de la variable independiente	46
1.3.3.2	Operacionalización de la variable dependiente.....	47
1.4	Marco Metodológico	49
1.4.1	Modalidad básica de la investigación.....	49
1.4.2	Enfoque	50
1.4.3	Nivel de investigación	51
1.4.4	Población del estudio.....	52
1.4.5	Tamaño de la muestra.....	53
1.4.6	Técnicas de recolección de datos.....	53
1.4.6.1	Métodos Cuantitativos.....	53
1.4.7	Plan de recolección de datos	55
1.4.8	Procesamiento de la información	57
Capítulo 2		59
2	Diagnóstico o Estudio de Campo.....	59
2.1	Caracterización del taller y del proceso de cierre	59
2.2	Situación actual del proceso de cierre	61
2.2.1	Velocidades de línea	61

2.2.2	Forma de alimentación de envases	62
2.2.3	Interacción del operario con la máquina	63
2.2.4	Limpieza del área de cierre	64
2.2.5	Ajustes y mantenimiento en la operación actual	65
2.3	Recolección de datos en campo: instrumentos y ejecución	66
2.3.1	Observación directa estructurada	66
2.3.2	Estudio de tiempos con cronómetro	67
2.3.3	Análisis de registros históricos de producción y mantenimiento	68
2.3.4	Procesamiento de la información	68
2.4	Resultados del estudio de campo	69
2.4.1	Resultados de la observación directa estructurada	69
2.4.2	Resultados del estudio de tiempos	73
2.4.3	Resultados del análisis de registros históricos	76
2.4.4	Diagrama de Pareto – Priorización de fallas	79
2.4.5	Diagrama de Ishikawa – Análisis de causas raíz	80
2.5	Análisis de resultados.....	82
2.6	Identificación de problemas y cuellos de botella	83
Capítulo 3.....		85
3	Propuesta de Mejora.....	85
3.1	Objetivo de la propuesta.....	85
3.2	Diseño del transportador lineal para la alimentación de envases	85

3.2.1	Descripción funcional del transportador propuesto	85
3.2.2	Requisitos de diseño y criterios de dimensionamiento	86
3.2.2.1	Características del envase.	87
3.2.2.2	Desempeño del equipo: velocidad objetivo.....	88
3.2.2.3	Geometría del sistema: longitud, altura e inclinación.	88
3.2.2.4	Comportamiento del líquido de cobertura: estabilidad del envase.	89
3.2.2.5	Condiciones reales del taller: ambiente, limpieza y espacio disponible.	
	90	
3.3	Componentes principales del transportador	90
3.3.1	Estructura	91
3.3.1.1	Banda o rodillos.	91
3.3.1.2	Guías laterales.....	92
3.3.1.3	Accionamiento (motor y transmisión).	92
3.3.1.4	Soportes.	93
3.3.1.5	Elementos de seguridad	93
3.3.2	Integración mecánica con la Canco 400	93
3.3.3	Esquema de operación	94
3.4	Ajustes operativos y estandarización del proceso de cierre	96
3.4.1	Procedimientos operativos estándar (POE) propuestos	96
3.4.1.1	POE para arranque y parada de la Canco 400 con transportador.....	96
3.4.1.2	POE para alimentación de envases (transportador en vez de alimentación manual).	97

3.4.1.3	POE para control de merma y limpieza periódica en el área de cierre.	98
3.4.2	Roles y responsabilidades del personal	99
3.4.3	Recomendaciones de seguridad, orden y limpieza en la zona de cierre ..	100
3.5	Plan de mantenimiento autónomo y gestión de indicadores	102
3.5.1	Plan de mantenimiento autónomo y preventivo	102
3.5.1.1	Matriz tipo checklist para el operario.	102
3.5.2	Checklist diario de mantenimiento autónomo (Operario de cierre)	104
3.5.3	Indicadores clave de desempeño para el proceso de cierre.....	105
3.5.4	Uso de los indicadores para la mejora continua	106
3.6	Evaluación técnica esperada de la propuesta.....	108
3.6.1	Comparación entre el estado actual y el escenario propuesto	108
3.6.2	Alcance y validación de los resultados proyectados	110
3.6.3	Impacto esperado sobre merma, velocidad y OEE.....	111
3.6.3.1	La reducción de mermas al rango técnico (4–8%).	111
3.6.3.2	Operación más cerca de la velocidad nominal.....	111
3.6.3.3	Mejora de disponibilidad y rendimiento del equipo.	112
3.7	Viabilidad técnica y operativa de la propuesta	112
3.7.1	Materiales e infraestructura disponibles	113
3.7.2	Capacidad de talleres metalmecánicos locales	113
3.7.3	Facilidad de capacitación del personal	113
3.7.4	Replicabilidad en otros talleres.....	114

Conclusiones	116
Recomendaciones	118
Anexos	128

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Variable Independiente</i>	46
Tabla 2 <i>Variable Dependiente</i>	47
Tabla 3 <i>Técnicas cuantitativas de recolección de datos</i>	54
Tabla 4 <i>Plan de recolección de datos</i>	55
Tabla 5 <i>Resultados consolidados de la observación directa estructurada</i>	70
Tabla 6 <i>Merma promedio</i>	72
Tabla 7 <i>Resultados del estudio de tiempo</i>	73
Tabla 8. <i>Referentes bibliográficos de tiempo estándar y actividades improductivas</i>	74
Tabla 9. <i>Cálculo del tiempo estándar y capacidad de la Canco 400 (estado actual)</i>	75
Tabla 10. <i>Indicadores de desempeño del proceso de cierre – Comparativa con referentes bibliográficos</i>	76
Tabla 11. <i>Distribución referencial de fallas por componente – Canco 400</i>	77
Tabla 12. <i>Paros no programados por tipo</i>	78
Tabla 13. <i>Causas identificadas por categoría – Diagrama de Ishikawa</i>	80
Tabla 14. <i>Roles y responsabilidades</i>	99
Tabla 15. <i>Recomendaciones 5S</i>	101
Tabla 16. <i>Checklist diario</i>	104
Tabla 17. <i>Indicadores clave del sistema Canco 400 + transportador y responsables</i>	105
Tabla 18. <i>Comparación entre el estado actual y el escenario propuesto (estimado)</i> .	109
Tabla 19. <i>Factores de viabilidad técnica y operativa de la propuesta</i>	115

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.	<i>Diagrama de flujo de la cerradora</i>	61
Ilustración 2.	<i>Merma promedio de líquido de cobertura por turno.....</i>	72
Ilustración 3.	<i>Variación del tiempo de ciclo</i>	75
Ilustración 4.	<i>Período de diagnóstico.....</i>	79
Ilustración 5.	<i>Diagrama de Pareto</i>	79
Ilustración 6.	<i>Diagrama de Ishikawa.....</i>	82
Ilustración 7.	<i>Comparación de indicadores</i>	110

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. <i>Ficha de observación</i>	128
Anexo 2. <i>Hoja de registro (Estudio de tiempos con cronómetro)</i>	131
Anexo 3. <i>Bitácora de Mantenimiento y Registro de fallas</i>	135
Anexo 4. <i>Componentes principales del transportador</i>	140
Anexo 4. <i>Diagrama de proceso del esquema operativo</i>	143

Resumen Ejecutivo

El presente trabajo tiene como objetivo mejorar el proceso de cierre de tapas de la máquina Canco 400 en un taller del cantón Manta, que está registrando una merma de líquido de cobertura cercana al 45 % cuando el rango técnico está en 2–8 %. La metodología utilizada es cuantitativa, conjuntando observación directa estructurada, estudio de tiempos con cronómetro y análisis de históricos de producción y mantenimiento con el propósito de calcular indicadores como son: merma, tiempo de ciclo, velocidad de línea, OEE y MTTF. Sobre el diagnóstico de la realidad, se desarrolla un transportador lineal que permite regular el ingreso de envases al cabezal de cierre, junto a procedimientos operativos estándar y un plan de mantenimiento autónomo y preventivo. La evaluación técnica esperada indica que la propuesta puede reducir la merma en el rango de 4–8 % y operar más próximo a la velocidad nominal e incrementar el OEE de cifras cercanas al 60–65 % al nivel de 75–80 %, aunque estos valores son de un escenario proyectado y deben ser validados en una futura fase de implementación, además de la viabilidad de ser replicados en otros talleres de capacidad mediana.

Palabras clave: Canco 400; merma de líquido de cobertura; transportador lineal; OEE; mantenimiento autónomo.

Executive Summary

This study aims to improve the lid-sealing process of the Canco 400 machine at a workshop in the Manta canton, which is currently experiencing a covering liquid loss of nearly 45%, far exceeding the technical range of 2–8%. A quantitative methodology was employed, combining structured direct observation, stopwatch time studies, and analysis of historical production and maintenance data to calculate key indicators such as loss, cycle time, line speed, OEE, and MTTF. Based on the diagnosis of the current situation, a linear conveyor was developed to regulate the flow of containers into the sealing head, alongside standard operating procedures and an autonomous and preventive maintenance plan. Technical projections indicate that the proposal could reduce losses to the 4–8% range, allow operation closer to the nominal speed, and raise OEE from the current 60–65% level to 75–80%; however, these figures represent a projected scenario that must be validated during a future implementation phase, which will also assess the feasibility of replicating the solution in other medium-capacity workshops.

Key words: Canco 400; oil loss; linear conveyor; Overall Equipment Effectiveness; autonomous maintenance

Introducción

La eficiencia en los procesos de envasado constituye uno de los factores determinantes para la competitividad de la industria conservera a nivel mundial, trascendiendo su concepción operativa para consolidarse como un elemento estratégico que impacta directamente en la rentabilidad, la inocuidad del producto y el cumplimiento de los compromisos con mercados internacionales exigentes (Jackson & Shinn, 2021).

En este marco, el proceso de cierre hermético de envases metálicos representa la etapa más crítica de la línea de producción: un sello deficiente no solo genera rechazos y retrabajos, sino que puede comprometer la inocuidad del producto final y derivar en retiros de mercado con consecuencias financieras y reputacionales severas. A escala global, la industria de alimentos y bebidas opera con una Eficiencia Global del Equipo (OEE) promedio de entre el 55 % y el 65 %, muy por debajo del referente mundial del 85 %, siendo las pérdidas por velocidad reducida, paros no planificados y merma de insumos las principales causas de esta brecha (OxMaint, 2026).

En Ecuador, esta problemática adquiere una dimensión estratégica particular. El país se posiciona como el segundo mayor exportador mundial de atún procesado, con exportaciones que alcanzaron los 1.848 millones de dólares en 2025 y un crecimiento del 14,41 % en valor FOB respecto al año anterior (Panchana, 2026). Manta concentra más del 60 % de esa oferta exportable, articulando más de veinte plantas procesadoras que producen anualmente más de 500.000 toneladas de atún y generan más de 25.000 empleos directos (Autoridad Portuaria de Manta, 2021).

En este contexto de alta demanda y márgenes competitivos, cada ineficiencia en la línea de producción representa una pérdida económica directa y un riesgo para el cumplimiento de los contratos con mercados como la Unión Europea y los Estados Unidos. No obstante,

estudios recientes señalan que la provincia de Manabí requiere adecuaciones técnicas urgentes en sus plantas procesadoras para sostener su posición exportadora y mejorar sus niveles de productividad .

En este contexto de alta demanda y márgenes competitivos, cada ineficiencia en la línea de producción representa una pérdida económica directa y un riesgo para el cumplimiento de los contratos con mercados como la Unión Europea y los Estados Unidos. No obstante, estudios recientes señalan que la provincia de Manabí requiere adecuaciones técnicas urgentes en sus plantas procesadoras para sostener su posición exportadora y mejorar sus niveles de productividad (Zambrano & Zambrano, 2020).

La cerradora Canco 400, es un equipo ampliamente utilizado en talleres de mediana capacidad de la región por su accesibilidad y disponibilidad de repuestos (BW Packaging, 1953), presenta en su operación actual una merma estimada de líquido de cobertura aceites de girasol, soya y oliva que supera ampliamente los rangos técnicos de referencia.

La literatura especializada establece que una pérdida controlada en el proceso de cierre debería situarse entre el 2 % y el 8 % del volumen dosificado por envase (FILTEC, 2023); sin embargo, en la operación actual se registran pérdidas estimadas en un 45 % de dicho volumen, lo que obliga a reducir la velocidad operativa de la línea para contener el desperdicio, prolonga el tiempo de cumplimiento de las órdenes de producción y deteriora los indicadores clave de desempeño del equipo, entre ellos el OEE y el tiempo medio entre fallas (MTBF).

Investigaciones previas han abordado aspectos relacionados con este problema desde distintas perspectivas. Tello & Herrera (2020) desarrollaron un banco de pruebas conceptual para la evaluación de la calidad del cierre en latas de conserva en el contexto ecuatoriano,

identificando que el desgaste del mandril y las rulinas son los factores de mayor incidencia en la integridad del sello.

Por su parte, He et al. (2018) demostraron que la aplicación de la metodología OEE combinada con el análisis de modos de falla en líneas de llenado permite generar incrementos de eficiencia superiores al 20 % sin inversiones de capital mayores. Sin embargo, no se han identificado estudios publicados que aborden específicamente la optimización del proceso de cierre en cerradoras de mediana velocidad mediante la modificación del sistema de transporte de envases al cabezal, en el contexto de talleres de enlatado en Manta. Esta brecha técnica justifica la realización del presente trabajo.

Desde la perspectiva aplicada de la mejora de procesos industriales, este trabajo se presenta como un trabajo de ingeniería de la carrera de Ingeniería Industrial. La idea central del trabajo consiste en el diseño de un transportador lineal con la finalidad de permitir que el ingreso de los envases a la cabeza de doble cierre de la máquina Canco 400 sea controlado, a fin de disminuir la merma de los líquidos de cobertura a un rango de entre el 4 % y el 8 %, así como recuperar la velocidad de operación, que se encuentra fuera del rango de los parámetros técnicos admisibles de la máquina. La relevancia que posee esta investigación reside en que genera evidencia técnica cuantificable a partir de un entorno real de operación e incluye un modelo de mejora replicable y que puede ser utilizado por otros talleres del sector, donde exista la tecnología mencionada, reforzando así la competitividad de la industria conservera de Manabí.

El documento se encuentra distribuido en cuatro capítulos que tienen la cualidad de estar articulados de manera progresiva. El Capítulo I presenta el marco teórico que fundamenta la investigación, con los fundamentos del doble cierre metálico, las características técnicas de la máquina Canco 400, los principios de manufactura esbelta, así como las herramientas de

ingeniería industrial que se han utilizado. El Capítulo II permite el análisis de la partida actual que se posee sobre el proceso de cierre del taller mediante levantamiento de datos en planta, para identificar los principales cuellos de botella, las fallas mecánicas que se presentan como críticas y la situación de los indicadores de desempeño, soportándose en herramientas como el análisis de causa raíz y el estudio de tiempos y movimientos.

El Capítulo III concentra la propuesta de mejora que se desarrolla en el diseño del transportador lineal para el ingreso controlado de los envases hacia el cabezal que da el doble cierre, el rediseño de los procedimientos operativos estándar (POE) y la programación del mantenimiento autónomo guiándose de las experiencias exitosas en plantas similares donde esta modificación ha sabido controlar la merma mejorando al mismo tiempo la rentabilidad del proceso. Por último, el Capítulo IV es el que logra la síntesis de las conclusiones y recomendaciones relacionadas con la futura implementación de la mejora propuesta y que tiende hacia el fortalecimiento de la eficiencia del taller así como a la mejora continua.

Antecedentes

La forma en que se han realizado las mejoras en los procesos de las líneas de envasado de alimentos ha sido de permanente inquietud en la industria de la conserva a nivel mundial, ya que los defectos en este proceso condicionan los costes de explotación y la competitividad de las industrias enlatadoras. Las últimas tres décadas en los talleres de enlatado con media capacidad se ha dependido de la experiencia del operario y de ajustes empíricos, lejos de una mejora continua estructurada (Jackson & Shinn, 2021). Investigaciones internacionales demuestran que la aplicación del OEE combinada con el análisis de modos de falla permite identificar cuellos de botella y generar incrementos de eficiencia superiores al 20 % sin necesidad de inversiones de capital mayores (He et al., 2018).

La cerradora Canco 400, desarrollada por la Continental Can Company a mediados del siglo XX, fue diseñada para realizar el doble cierre hermético de envases metálicos en líneas de producción de alta exigencia. Como señala Jackson & Shinn (2021), Por su parte, todos los parámetros críticos del proceso presión de rodillos, geometría del mandril o de forma paralela el tiempo de sincronización del cabezal determinan y condicionan la información de la integridad del sello y la inocuidad del producto aunque, a pesar de que la tecnología ha avanzado, este tipo de envasadora permanece en muchos talleres de media capacidad de América Latina por su sencillez, por su bajo coste de mantenimiento y por la disponibilidad de sus repuestos, pero la operación del proceso en condiciones no óptimas provocan mermas de insumos, eliminaciones de velocidad y paros no programados que afectan la productividad del proceso.

En el contexto ecuatoriano, Tello & Herrera (2020) identificaron que el desgaste del mandril y las rulinas son los factores de mayor incidencia en la integridad del cierre en latas de conserva, evidenciando la necesidad de intervenciones técnicas sistemáticas en entornos locales. Desde una perspectiva sectorial, (Zambrano & Zambrano, 2020) concluyeron que las

plantas procesadoras de Manabí requieren adecuaciones técnicas urgentes para sostener su posición exportadora, en un sector que generó exportaciones por 1.848 millones de dólares en 2025 (Panchana, 2026). Estos antecedentes confirman que la eficiencia del proceso de cierre no es solo una necesidad operativa, sino una condición estratégica para la competitividad de la industria atunera de Manta.

A pesar de los avances señalados, no se han identificado estudios publicados que aborden específicamente la optimización del sistema de alimentación de envases al cabezal de doble cierre en cerradoras de mediana velocidad como la Canco 400, en talleres de enlatado de atún en Manta. La propuesta de modificación de control de un transportador lineal controlado ha sido testeada empíricamente en algunas plantas del sector con resultados positivos, pero sin soporte de documentación técnica que la justifique ni de un diseño que pueda ser replicado en otras instalaciones. Justamente esta omisión decide la ejecución del presente trabajo, que tiene la finalidad de generar evidencia técnica para producir diagnósticos del estado actual del proceso así como la propuesta de un desarrollo centrándose en indicativos analíticos de sus resultados.

Planteamiento del problema

A nivel internacional, uno de los aspectos que la industria alimentaria conservada debe afrontar es la presión creciente para reducir las pérdidas operativas que se producen en sus líneas de producción. Si la FAO (2018) indica que en América Latina, el 11,6 % de los alimentos producidos se pierden a lo largo de la cadena de procesado, este porcentaje actualmente debería establecer el punto de partida de las ineficiencias estructurales por ineficiencias en equipos, ineficiencias en procesos y en estructuras de los sistemas de control, el sector específico de envasado provocará que, estudios centrados particularmente en líneas de llenado y de sellado, la industria alimentaria se mueva entre una Efectividad Global del Equipo (OEE), que de forma media se cifra entre el 55 % y el 65 %, muy por debajo de la referencia mundial del 85 % (OxMaint, 2026).

Esta brecha se explica principalmente por tres tipos de pérdidas: velocidad operativa reducida, paros no programados y merma de insumos durante el proceso de cierre. En este contexto, Lean Manufacturing se ha consolidado como la metodología de referencia para abordar estos problemas: su enfoque en la eliminación de desperdicios y la mejora continua ha demostrado generar incrementos sostenidos de productividad en procesos repetitivos de la industria alimentaria, sin necesidad de inversiones de capital mayores (Teknia Group, 2025; Valencia et al., 2025).

En Ecuador, este problema adquiere una dimensión estratégica particular dentro de la industria conservera. El país es el segundo mayor exportador mundial de atún procesado, con exportaciones que alcanzaron los 1.848 millones de dólares en 2025 (Panchana, 2026). Manta, primer puerto pesquero del Ecuador y referente económico de la provincia de Manabí (Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Manabí, 2022), concentra la mayor

parte de esta producción. Sin embargo, la presión exportadora no ha ido de la mano con una modernización sistemática de los procesos internos en los talleres de mediana capacidad.

Zambrano & Zambrano (2020) señalan que las plantas procesadoras de Manabí presentan deterioro en sus niveles de productividad y requieren adecuaciones técnicas urgentes para sostener su posición competitiva. A esto se suma que el mercado latinoamericano de alimentos enlatados, valorado en 2,28 millones de dólares en 2025, proyecta un crecimiento anual compuesto del 3,48 % hacia 2030 (Mordor Intelligence, 2024), lo que incrementa la exigencia sobre la eficiencia de las líneas de producción actuales. Si las plantas no mejoran su rendimiento operativo, el crecimiento de la demanda no se traducirá en mayor rentabilidad sino en mayores pérdidas.

En el taller en donde se llevará el estudio, se encuentra ubicado en el cantón Manta, la problemática se manifiesta de forma concreta y cuantificable en el proceso de cierre de tapas de la máquina Canco 400. El proceso de llenado de líquido de cobertura requiere que las máquinas de sellado estén finamente ajustadas para prevenir fugas de aceite (Zixin & Zhiwei, 2024); sin embargo, en la operación actual se estiman pérdidas de líquido de cobertura de aproximadamente un 45 % del volumen dosificado por envase, muy por encima del rango técnico aceptable de entre el 2 % y el 8 % (FILTEC, 2023).

Esta situación provocará que se generen tres consecuencias directas: en primer lugar, que la velocidad de la línea se lleve al mínimo operativo: el que se conoce como mínimo operativo, ya que debido al desperdicio o pérdidas, entonces se necesitará mayor tiempo para cumplir con las órdenes de cantidad programadas; En segundo lugar, ya que ello pondría de fusión los costes de los insumos y que por insumos, ya sea aceite o cualquier otro insumo, se provocarían costes que no se verían reflejados en los productos y/o producción específica; y en tercer lugar, que se acumulase el aceite en la zona de cierre, provocando así: contaminación

de la zona de trabajo y exponiéndola a las desarrollar problemas de desgaste mecánico en rodillos o mandriles. Si este problema no se resuelve, el incumplimiento de los tiempos de entrega afectará las relaciones comerciales con los clientes y el deterioro progresivo de los componentes podría derivar en paros mayores que paralicen la línea por períodos prolongados.

El taller opera bajo principios de manufactura esbelta (Lean Manufacturing) y mejora continua, lo que propicia la necesidad de identificar, analizar y resolver los cuellos de botella que afectan la productividad. En este contexto, se propone un plan de mejora basado en herramientas de ingeniería industrial análisis de causa raíz, estudio de tiempos y movimientos, mantenimiento autónomo y rediseño de procedimientos operativos estándar (POE), cuya pieza central es el diseño de un transportador lineal para el ingreso controlado de envases al cabezal de doble cierre.

.

.

Formulación del problema

¿Qué propuesta de mejora en el sistema de alimentación de envases de la máquina Canco 400 permitiría reducir la merma de líquido de cobertura, incrementar la velocidad operativa de la línea y mejorar la eficiencia del proceso de cierre de tapas en un taller del cantón Manta?

Preguntas directrices

- ¿Cuáles son los principales cuellos de botella, las fallas mecánicas recurrentes, y las desviaciones de los parámetros de operación de la máquina Canco 400 que provocan paradas improductivas en el proceso de cierre de tapas, en la máquina Canco 400?
- ¿Qué estrategias técnicas y metodológicas pueden ser planteadas para garantizar que el proceso productivo no se detenga, al momento de implementar, en el futuro, las mejoras diseñadas para la máquina Canco 400, para reducir las paradas?
- ¿Cuál es el estado de los indicadores de tiempo de ciclo, la tasa de rechazos y la disponibilidad del proceso de cierre de tapas de la máquina Canco 400, y qué valores de referencia permitirían establecer la línea base para establecer una línea base comparativa para medir el impacto de las mejoras?

Objetivos

Objetivo General

Proponer la optimización de la productividad en la operación del proceso de tapa de cierre mediante la mejora de la máquina Canco 400, basada en la mejora técnica y metodológica, para la disminución del desperdicio de líquidos de cobertura y la mejora de la disponibilidad del equipo.

Objetivos Específicos

- Elaborar una propuesta para la reducción de tiempos improductivos en el proceso de cierre de tapas de la máquina Canco 400, a partir de la identificación de cuellos de botella, de averías mecánicas repetidas y de desviaciones de los parámetros de operación.
- Preparar un plan de continuidad del proceso productivo generando ventanas para el mantenimiento programado y la mejora de los procedimientos operativos estándar (POE) de la máquina.
- Proponer los indicadores clave de desempeño (KPI) del proceso de cierre (tiempo de ciclo, tasa de rechazo y disponibilidad operativa) para establecer una línea base comparativa que sustente la propuesta de mejora.

Justificación

Desde el punto de vista teórico, esta investigación se sustenta en los principios de la manufactura esbelta (Lean Manufacturing) y en la metodología de la Eficiencia Global del Equipo (OEE), marcos conceptuales ampliamente validados en la literatura académica y técnica para el análisis y mejora de procesos industriales (Valencia et al., 2025).

La aplicación de herramientas de ingeniería industrial estudio de tiempos, OEE, Lean Manufacturing e Ishikawa al proceso de cierre de tapas en la máquina Canco 400 responde a una brecha documentada: la mayoría de estudios similares se concentra en líneas de alta velocidad o etapas como cocido y envasado general, con escasa atención al sistema de alimentación al cabezal de doble cierre en equipos de mediana velocidad (Inga, 2018; Su & Quiliche, 2018). Este trabajo contribuye a cerrar esa brecha mediante una propuesta técnica estructurada en un entorno real de operación.

En el plano práctico, la investigación responde a una necesidad concreta del taller estudiado. El líquido de cobertura (aceites vegetales de girasol, soya u oliva) dosificados en cada envase antes del cierre para preservar el producto y completar el gramaje, se derrama antes del sellado debido a la ausencia de un sistema de alimentación controlado de envases hacia el cabezal de la Canco 400, generando una merma estimada del 45% del volumen dosificado, muy por encima del rango técnico aceptable de 2% a 8% (FILTEC, 2023). Para contener el derrame, el operario reduce la velocidad de la línea por debajo de los valores nominales del equipo, prolongando el cumplimiento de las órdenes de producción e incrementando los costos operativos del taller.

De acuerdo con Su & Quiliche (2018), la implementación del transportador lineal propuesto permitirá disminuir los costos de insumos, acortar los tiempos de producción y mejorar las condiciones de trabajo en la zona de cierre, beneficiando directamente a los

operarios, técnicos de mantenimiento y al área de producción en su conjunto. Más allá del taller, los resultados de esta investigación son de interés para otros talleres y plantas de mediana capacidad del cantón Manta y de la provincia de Manabí que operen con tecnología similar, ya que la solución propuesta está diseñada para ser replicable sin requerir inversiones de capital mayores, lo que amplía su alcance y conveniencia dentro del sector conservero regional.

Desde la perspectiva metodológica, este trabajo es original porque combina, por primera vez en el contexto local, el análisis de causa raíz, el estudio de tiempos y movimientos, y el cálculo del OEE aplicados específicamente al proceso de cierre en cerradoras Canco 400 en talleres de enlatado de atún en Manta.

El levantamiento de datos en condiciones reales de operación durante el periodo de diagnóstico avala la validez y fiabilidad de la línea base que sirve como soporte técnico para la propuesta de mejora, mientras que la metodología aplicada (análisis de causa-raíz, las técnicas de estudio de tiempos, cálculo del OEE e Ishikawa) obedece a protocolos ampliamente validos en la literatura científica (Esquivel & Aranda, 2023; Su & Quiliche, 2018), lo que ofrece rigor académico a una práctica que en el ámbito local ha sido abordada de manera empírica, sin la existencia de documentación técnica formal, estableciendo una marco de trabajo metodológico replicable por otros talleres del sector que se encuentren ante problemáticas similares.

Para que sea viable la investigación se deberá buscar el desarrollo de un entorno de planta accesible, con equipos e insumos del mercado y con el soporte del personal técnico del taller. Como el diseño del transportador lineal es a partir de materiales de uso industrial estándar, este puede ser fabricado por talleres metalmecánicos de la región y se reducen los tiempos y costos de ejecución.

El impacto esperado es múltiple: en el corto plazo la reducción de la merma del líquido de cobertura al rango del 4 % al 8 % representaría para la compañía un ahorro palpable en insumos, un aumento de la capacidad productiva de la línea; en el medio plazo la mejora del OEE y del MTBF afianzaría la competitividad del taller frente a sus compromisos de entrega con clientes nacionales e internacionales. En un sector que genera más de 1.848 millones de dólares en exportaciones y miles de empleos directos en Manta (Panchana, 2026), optimizaría cada eslabón de la cadena de producción no es solo una necesidad técnica: es una condición para sostener el desarrollo económico de la región.

1 Fundamentación Teórica

1.1 Antecedentes Investigativos

La ingeniería de métodos, apoyada en herramientas como el diagrama de Pareto, el diagrama de Ishikawa y el cursograma analítico, permite incrementar la productividad en empresas conserveras de pescado mediante la identificación y eliminación de actividades que no agregan valor al proceso (Tuesta et al., 2020). Este hallazgo brinda justificación desde la metodología del diagnóstico del proceso de cierre de tapas en la máquina Canco 400 que hemos desarrollado en esta investigación.

El mantenimiento programado de cierre de la máquina y la limpieza periódica de rodillos son condiciones críticas para mantener la producción de líneas conserveras de pescado; en su ausencia, el proceso es propenso a paradas recurrentes, deterioración y pérdida de la calidad de sellado. Narciso et al. (2020) demostraron que la implementación del ciclo PHVA orientado al mantenimiento planificado y a las rutinas de limpieza previa a cada producción permitió incrementar la productividad de forma sostenida, evidenciando que los problemas operativos recurrentes en este tipo de líneas no son consecuencia del diseño del equipo sino de la gestión del mantenimiento.

La aplicación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) en empresas pesqueras ha permitido mejorar la disponibilidad y el rendimiento de equipos con OEE iniciales inferiores al 65%, demostrando que las paradas no programadas y el mal funcionamiento de la maquinaria son las causas de mayor impacto sobre la eficiencia global del proceso productivo. Esquivel & Aranda (2023) determinaron que la adopción sistemática de los fundamentos del TPM aporta mejoras tangibles en los índices de disponibilidad y eficiencia, corroborando el cálculo del OEE como sistema de diagnóstico por defecto para medir la condición real de los equipos de cierre para cualquier mejora propuesta.

El control estadístico de todos los procesos utilizando Six Sigma y herramientas de análisis de las causas, como Ishikawa o Pareto, ha mostrado incrementar la eficiencia productiva en los subprocesos de envasado de conservas de pescado, amparando el poder identificar y eliminar las fuentes de potencial variabilidad que merman la capacidad de la línea y elevan la tasa de producto no conform. Gómez et al. (2021) evidenciaron que la aplicación estructurada de las fases DMAIC en entornos conserveros permite alcanzar niveles de eficiencia superiores a 90 cajas por hora, lo que confirma que el análisis estadístico del proceso es un complemento indispensable al diagnóstico cualitativo basado en observación directa.

El estudio de tiempos y movimientos en empresas conserveras de pescado ha permitido reducir significativamente las actividades improductivas y los tiempos estándar del proceso, evidenciando que la estandarización de los ciclos de trabajo es una condición necesaria para mejorar la capacidad productiva de la línea. Su & Quiliche (2018) lograron reducir las actividades improductivas del 36,85% al 18,18% y el tiempo estándar de 16,22 a 10,51 minutos por panera, demostrando que la medición objetiva del tiempo de ciclo mediante cronómetro aporta la evidencia cuantitativa necesaria para sustentar con rigor cualquier propuesta de optimización de procesos de envasado.

Estos antecedentes confirman que la combinación de herramientas de ingeniería de métodos, mantenimiento planificado y análisis de indicadores como el OEE constituye un marco metodológico sólido y probado para diagnosticar ineficiencias y fundamentar propuestas de mejora en procesos de cierre de conservas de pescado, contexto en el que se enmarca la presente investigación y a cuyos hallazgos contribuye con evidencia técnica específica sobre el sistema de alimentación de envases en equipos de mediana velocidad.

1.2 Bases Teóricas

1.2.1 Proceso de doble cierre de envases metálicos

El doble cierre es definido por MUNDOLATAS (2023) como el proceso fundamental en la fabricación de envases metálicos mediante el cual el contenido del envase queda sellado y protegido de factores externos como la humedad y el aire, manteniendo la calidad y frescura del producto en su interior. Técnicamente, se define como el resultado de unir el extremo del cuerpo de un envase con su fondo o tapa, obtenido al curvar el ala del fondo o tapa, denominada gancho de tapa con la pestaña del cuerpo, enganchándolas entre sí hasta producir una unión hermética que genera una doble pared de seguridad (MUNDOLATAS, 2023).

El proceso se ejecuta en dos operaciones consecutivas. En la primera operación, una rulina de formado enrolla el borde de la tapa alrededor del borde del cuerpo de la lata, creando un gancho inicial entre ambas piezas. En la segunda operación, una segunda rulina comprime las cinco capas de metal resultantes dos del cuerpo y tres del fondo para dar lugar a una costura hermética definitiva (Pack Perú, 2023). La integridad de este cierre es determinante para la inocuidad del producto, ya que, como señala la Quihue (2021), la formación de un cerrado hermético es esencial para preservar el producto, siendo inútil todo el trabajo de preparación, envasado y procesamiento si no se garantiza un doble cierre correcto.

1.2.1.1 Componentes críticos de la cerradora.

Los elementos mecánicos que definen la calidad del cierre doble son: el mandril, las rulinas de primera y segunda operación, y el plato de soporte o chuck. Para Levapack (2022), el mandril es la pieza que sostiene y posiciona la tapa en el compresor durante el cierre, actuando como referencia geométrica para las rulinas. Las rulinas son los rodillos de cierre con geometría y presión de contacto, que tienen una relación directa sobre la forma y hermeticidad de la costura. MUNDOLATAS (2023) señala que cada máquina cerradora debe ajustarse y

regularse de acuerdo con sus especificaciones particulares según el tipo de fondos o tapas, el calibre del metal y el formato del envase, siendo el ajuste por objetivos el procedimiento universalmente adoptado en la industria para garantizar la consistencia del cierre.

1.2.2 Máquina Canco 400

La máquina Canco 400 es un equipo mecánico de origen estadounidense diseñado para realizar el doble cierre de envases metálicos en líneas de producción de la industria conservera. Fue desarrollada por la Continental Can Company (CANCO) durante la primera mitad del siglo XX, en respuesta a la demanda creciente de sistemas eficientes para el sellado hermético de latas en el sector alimenticio (Chávez, 2015). Su estructura se caracteriza por un diseño mecánico compuesto por cabezales giratorios, rodillos de cierre, platos de soporte y un sistema de transmisión que sincroniza cada etapa del proceso de sellado.

La Canco 400 es una cerradora de mediana velocidad, lo que la diferencia de los equipos de alta velocidad con control numérico utilizados en plantas de gran escala. Pese a que existen otras opciones más modernas, en talleres y plantas medianas de América Latina, se utiliza en gran medida pues su mantenimiento es asequible, sus repuestos están relativamente disponibles en el mercado latinoamericano (Jackson & Shinn, 2021). El hecho de operar en condiciones desfavorables, desgaste no atendido, componentes desalineados o sistemas de alimentación no adecuados, provoca pérdidas de velocidad, pérdida de insumos y paros no deseados que afectan al trabajo de la línea.

1.2.3 Transportador Lineal

Un transportador lineal se considera un tipo de sistema mecánico de transporte continuo que tiene por finalidad el transporte de productos o materiales de un punto a otro siguiendo con ello una línea de producción de forma controlada y controlada (Tang, 2023). Gondor Machinery (2025) define a la línea de producción de llenado como una continuidad en el sistema

electromecánico todo e integrado que combina la alimentación de envases, limpieza, llenado, el envasado y etiquetado en una continuidad del proceso, siendo el transportador entre estaciones el que garantiza tanto la cadencia de la línea como la continuidad del flujo del proceso. En lo que se refiere al envasado de conservas, Zixin & Zhiwei (2024) destacan que las máquinas de envasado tienen que estar muy bien ajustadas y que el hecho del ingreso de los envases hacia el cabezal de cierre tiene que estar controlado para evitar fugas de líquido de cobertura y garantizar la calidad del envasado. Un transportador lineal para esta aplicación debe sincronizar su velocidad con la del cabezal de cierre, mantener la orientación y posición del envase, y minimizar las vibraciones que puedan desplazar el líquido de cobertura antes del sellado. Estas características hacen del transportador lineal una solución técnica directamente orientada a reducir la merma operativa en el proceso de cierre.

1.2.4 Eficiencia Global del Equipo (OEE)

El OEE (Overall Equipment Effectiveness), o Eficiencia Global del Equipo, fue desarrollado por Seiichi Nakajima en el marco del Mantenimiento Productivo Total (TPM) y popularizado en los años ochenta cuando fue adoptado por Toyota y otras empresas de manufactura (Mecalux, 2025). Kaizen Institute (2023) definirlo como un indicador sintético que cuantifica la eficacia general de un equipo, mediante una combinación de tres dimensiones: disponibilidad, rendimiento y calidad. Cada una de ellas captura una categoría distinta de pérdidas operativas y permite así una visión exhaustiva del rendimiento de un activo.

La fórmula del OEE es $OEE = \text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad}$. La disponibilidad mide el tiempo real en el que el equipo está produciendo en comparación con el tiempo planificado de producción, el rendimiento mide la velocidad del equipo en comparación con su capacidad de diseño, y la calidad mide el porcentaje de las unidades producidas que cumplen standards que no necesitan retrabajos (IBM, 2025b). El consultor Robert C. Hansen establece

que un OEE de más del 85 % se considera de clase mundial, pero que un OEE entre 65 % y 75 % indica bajo rendimiento con claras posibilidades de mejora (Mecalux, 2025).

1.2.5 Merma de líquido de cobertura

La merma en los procesos industriales es la pérdida de insumos o de materiales que tienen lugar durante las fases de producción; es la cantidad de material que el producto no incorpora. En el caso del enlatado de las conservas de pescado, el líquido de cobertura aceites vegetales como el de girasol, soya u oliva es, en cada envase en el que se va a cerrar, adicionado como parte necesaria para conseguir el gramaje previsto, para la conservación del producto y para poder conseguir unas mejores características organolépticas de las conservas de pescado. Zixin & Zhiwei (2024) señala que las máquinas de llenado para atún envasado en aceite deben manejar la viscosidad del producto y asegurar una distribución uniforme para evitar bolsas de aire y garantizar la calidad, siendo el control de la merma un requisito técnico fundamental.

FILTEC (2023) establece que una merma controlada en el proceso de llenado y cierre de envases debería situarse entre el 2 % y el 8 % del volumen dosificado. Valores superiores a este rango representan pérdidas económicas directas en costos de insumos, contaminación del área de trabajo y riesgo de fallas mecánicas por acumulación de aceite en los componentes de la cerradora. La reducción de la merma a rangos aceptables es, por tanto, un indicador clave tanto de la eficiencia del proceso como de la calidad del producto terminado.

1.2.6 Manufactura Esbelta (*Lean Manufacturing*)

La manufactura esbelta, conocida internacionalmente como Lean Manufacturing, es una estrategia de gestión industrial que busca maximizar el valor entregado al cliente mediante la eliminación sistemática de desperdicios en los procesos productivos (Tovar, 2025). El término fue introducido por los investigadores James P. Womack, Daniel T. Jones y Daniel Jones en su

obra “La máquina que cambió el mundo” (1990), y sistematizado en los cinco principios del Lean Thinking en su libro de 1996: definir el valor desde la perspectiva del cliente, mapear el flujo de valor, crear flujo continuo, establecer el sistema de jalar y buscar la perfección (Womack & Jones, 1997).

Andreu (2024) señala que el objetivo del Lean Manufacturing es encontrar herramientas que ayuden a eliminar todos los desperdicios y todas las operaciones que no agregan valor al producto o a los procesos, aumentando el valor de cada actividad realizada. Los siete desperdicios clásicos identificados en esta filosofía son: sobreproducción, inventario excesivo, transporte innecesario, movimientos improductivos, tiempos de espera, sobreprocesamiento y defectos (Teknia Group, 2025). En el contexto de la presente investigación, los desperdicios de mayor relevancia son la merma de líquido de cobertura clasificada como defecto, la velocidad reducida a pérdida de rendimiento y los paros no programados como la pérdida de disponibilidad.

1.2.7 Herramientas de análisis

1.2.7.1 Diagrama de Ishikawa.

El diagrama de Ishikawa, también conocido como diagrama de causa y efecto o diagrama de espina de pescado, es una herramienta de calidad que permite identificar, organizar y visualizar de manera gráfica las posibles causas de un problema específico. IONOS (2023) lo define como un método creativo de solución de problemas que, mediante la representación gráfica y la elaboración grupal del diagrama, permite identificar nuevos puntos de vista sobre las causas raíz de un problema, incluso en situaciones aparentemente estancadas. Las causas se organizan en categorías denominadas las 6M: Mano de obra, Máquina, Método, Material, Medición y Medio ambiente.

1.2.7.2 Diagrama de Pareto.

El gráfico de Pareto es una técnica estadística basada en el principio del economista Vilfredo Pareto, según el cual el 80% de los efectos de un problema son causados por el 20% de las causas. IONOS (2023) sugiere combinar el gráfico de Ishikawa con el análisis de Pareto para poder priorizar las causas que más afectan, concentrando así los esfuerzos de mejora en los factores que más ineficiencias producen. Estas dos técnicas analíticas, aplicadas en paralelo, son el punto de partida metodológico de un diagnóstico en nuestra investigación presente.

1.2.8 Tiempo Medio entre Fallas (MTBF)

El Tiempo Medio entre Fallas, conocido por sus siglas en inglés MTBF (Mean Time Between Failures), es definido por IBM (2025a) como la medida de la confiabilidad de un sistema o componente, que representa el tiempo promedio que un sistema o componente funcionará antes de fallar. Es un indicador clave, por lo que tiene relevancia en la gestión del mantenimiento industrial, ya que además ofrece una forma de prever con anticipación las paradas no programadas del proceso, un mejor plan de mantenimiento y, en definitiva, una mayor estabilidad en el flujo de trabajo (Del Solar, 2025).

La fórmula del MTBF es:

$$\text{MTBF} = \text{Tiempo total de funcionamiento} / \text{Número de fallas en un período determinado.}$$

Ingeniería Industrial Online (2020) subraya que el MTBF y el MTTR (Mean Time to Repair, que se traduce como "Tiempo medio de reparación") son indicadores de mantenimiento, que son normalmente usados para la metodología TPM (Total Productive Maintenance, que se traduce como "Mantenimiento Productivo Total") y que, además, está directamente relacionado con la disponibilidad del equipo, ya que a mayor MTBF, mayor tiempo entre caídas, mayor disponibilidad y que, por lo tanto, mayor OEE (Total Equipment Efficiency,

que se traduce como Eficiencia Global del Equipo). En el caso de la cerradora Canco 400, el MTBF es el indicador clave para evaluar el efecto de las mejoras que se proponen sobre la confiabilidad del equipo.

1.2.9 Mantenimiento Productivo Total (TPM)

El Mantenimiento Productivo Total, conocido por sus siglas en inglés TPM (Total Productive Maintenance), fue desarrollado por Seiichi Nakajima en Japón entre los años 50 y 70 y formalizado posteriormente por el Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM). Kaizen Institute (2023) lo define como un método de trabajo que permite a las empresas de manufactura optimizar el uso de sus máquinas y recursos minimizando o eliminando los elementos que no añaden valor al producto, a través de la participación activa de todos los empleados en el cuidado de los equipos. Nakajima (1986) establece que la palabra 'Total' en el TPM tiene tres significados: total eficiencia económica y rentabilidad, total mantenimiento durante toda la vida del equipo, y total participación de todos los trabajadores en el mantenimiento autónomo mediante actividades de pequeños grupos.

El TPM se fundamenta en ocho pilares que son: mejora continua enfocada (Kobetsu Kaizen), mantenimiento autónomo, mantenimiento planificado, mantenimiento de calidad, gestión anticipada de los equipos, formación y educación del personal, TPM administrativo, y seguridad, salud y medioambiente (Mecalux, 2025); Producción Lean (2023) define el pilar de las mejoras enfocadas, como el proceso que da las metodologías para detectar un determinado problema, marcarlo como objetivo y calcular el tiempo que hace falta para resolverlo, de manera que se guarde y se transfiera el conocimiento generado. En el caso de la cerradora Canco 400, la utilización de los pilares de mantenimiento autónomo y mantenimiento planificado tiene una relación clara en la reducción de los paros no programados y la mejora de la confiabilidad del equipo.

1.2.10 Estudio de tiempos y movimientos

El estudio de tiempos y movimientos es una técnica de ingeniería industrial que combina el trabajo de estudio de tiempos desarrollado por Frederick Winslow Taylor con el estudio de movimientos de Frank y Lillian Gilbreth, integrándolos en un método ampliamente aplicado para la mejora y actualización de sistemas de trabajo (López, 2019). La Organización Internacional del Trabajo (OIT), en su obra de referencia coordinada por OIT (1994), establece la definición canónica del estudio de tiempos como una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida.

El objetivo principal del estudio de tiempos y movimientos es establecer tiempos estándar para cada actividad del proceso productivo. Martínez et al. (2024) definen el tiempo estándar como el tiempo requerido para producir un producto en una estación de trabajo con un operador bien entrenado, trabajando a ritmo normal y ejecutando una tarea específica. Mosquera et al. (2008) señala que el estudio de métodos es la técnica por excelencia para minimizar la cantidad de trabajo operativo, eliminar movimientos innecesarios y reemplazar métodos ineficientes, siendo su aplicación en plantas conservadoras un instrumento fundamental para identificar y eliminar actividades que no agregan valor al proceso de cierre.

1.2.11 Inocuidad alimentaria en conservas de pescado

La inocuidad alimentaria es definida por el Codex Alimentarius (FAO/OMS) como la garantía de que el alimento no causará daño al consumidor tanto cuando sea preparado como cuando se lo consuma según el uso propuesto. La Comisión del Codex Alimentarius, creada en 1963 bajo el mandato conjunto de la FAO y la OMS, establece las normas alimentarias internacionales cuyo objetivo es proteger la salud del consumidor y garantizar prácticas leales

en el comercio alimentario (Gobierno de Argentina, 2023). En el contexto del enlatado de conservas de pescado, la inocuidad del producto depende fundamentalmente de la hermeticidad del cierre, dado que una costura defectuosa puede permitir el ingreso de microorganismos contaminantes y comprometer la esterilidad comercial del producto.

El Servicio de Inspección e Inocuidad de Alimentos del USDA (2022) define el enlatado como un método de conservación en el que los alimentos se colocan en recipientes herméticos sellados al vacío y se procesan térmicamente a 121 °C, proceso que destruye los microorganismos e inactiva las enzimas. Al momento de enfriarse, se forma un vacío que impide la entrada de nuevas bacterias, y se considera que es un producto comercialmente estéril. La efectividad del doble cierre es, por ende, un punto crítico de control en el Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control, en cualquier planta de conservas, dado que la posible peor de un fallo no se concreta sólo en pérdidas económicas por el rechazo del producto, sino que puede suponer un riesgo directo para la salud del consumidor final.

1.2.12 Indicadores Clave de Desempeño (KPI) en producción industrial

Los conocidos Indicadores Clave de Desempeño, por su forma abreviada KPI (Key Performance Indicators), son definidos por Martins (2023) como métricas cuantitativas que permiten medir el rendimiento de los activos y de los procesos en función de los objetivos estratégicos de una organización. MAPEX (2024) los define, en el contexto del mantenimiento y la producción industrial, como métricas cuantitativas que permiten medir la eficiencia y la efectividad de las actividades de mantenimiento, aportando información importante para evaluar la disponibilidad de los activos y para aplicar un enfoque basado en datos a la toma de decisiones sobre las estrategias de mantenimiento, así como para optimizar el coste del ciclo de vida del equipo.

Los principales KPI para el proceso de cierre en la máquina Canco 400 son el OEE (Overall Equipment Effectiveness) o Eficiencia Global del Equipo, el MTBF (Mean Time Between Failures) o Tiempo Medio Entre Fallas, la tasa de rechazo de los productos defectuosos por cierre, el tiempo de ciclo por envase y el porcentaje de merma del líquido de cobertura. Emaint (2026) estima que una correcta monitorización de estos Indicadores permitirá convertir al mantenimiento en una función estratégica que impacte directamente en la rentabilidad de la planta. La medición sistemática de los KPI antes de la intervención de mejora y posterior a la intervención de mejora es la metodología estándar para cuantificar el impacto de las modificaciones técnicas que se han realizado y para validar de forma objetiva la efectividad de las mejoras de funcionamiento.

1.2.13 Mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo

1.2.13.1 Mantenimiento preventivo.

El mantenimiento preventivo es definido por EPIM (2024) como el conjunto de acciones que realiza una industria de forma programada para intervenir en los puntos más débiles de los equipos, con el objetivo de anticiparse a las fallas antes de que ocurran. Devantech (2023) señala que este tipo de mantenimiento asegura la continuidad operativa, extiende la vida útil de los equipos y permite planificar los paros técnicos durante períodos de menor producción. Las organizaciones más eficientes buscan que la mayor parte del tiempo de mantenimiento sea planificado, con una proporción de mantenimiento preventivo superior al 80 % del total de intervenciones (MAPEX, 2024).

1.2.13.2 Mantenimiento correctivo.

El mantenimiento correctivo, en contraste, es aquel que se ejecuta después de que se ha producido una avería o falla en el equipo. Devantech (2023) lo califica como un tipo de intervención más costoso que el preventivo, ya que implica paradas no programadas de

producción y mermas de disponibilidad operativa de los activos. Fracttal (2020), pone de manifiesto que, aunque el mantenimiento correctivo es un objetivo irreversible en ciertos escenarios, su prevalencia por delante del preventivo es una muestra de que la gestión de mantenimiento es deficiente. En la cerradora Canco 400, una de las finalidades técnicas de la presente propuesta de mejora es disminuir las intervenciones correctivas gracias al establecimiento de un plan de mantenimiento preventivo.

1.2.14 Eficiencia operativa en líneas de producción

La eficiencia operativa en las líneas de producción es un concepto macro que una vez más incluye el mejor uso de los recursos disponibles (maquinaria, trabajo, materiales y tiempo) para crear el máximo de valor con el mínimo de merma. La automatización y la optimización de las operaciones en línea de envasado permiten aumentar el número de unidades procesadas en menos tiempo, y mejorar la efectividad de la línea de producción, como indica Levapack (2022). Este concepto se gestiona a través de los indicadores OEE, MTBF, tasa de rechazo y tiempo de ciclo, que en su conjunto nos ofrecen una imagen del comportamiento de la línea de producción.

Gondor Machinery (2025) indica una línea integrada, ya que en ella se unen el suministro, llenado, sellado y etiquetado en una operación continua y es sólo cuando cada estación de trabajo está sincronizada y sin interrupciones donde se alcanza el máximo rendimiento; cualquier desajuste de una de las etapas de trabajo como la introducción descontrolada de envases del cabezal de cierre provoca un efecto cascada con el que se va disminuyendo la velocidad de toda la línea y se incrementa la merma de insumos.

1.3 Hipótesis y Variables

1.3.1 Hipótesis

La propuesta de un transportador lineal para el ingreso controlado de envases al cabezal de doble cierre de la máquina Canco 400 permitiría reducir la merma de líquido de cobertura del nivel actual estimado en un 45 % a un rango de entre el 4 % y el 8 %, contribuiría a incrementar la velocidad operativa de la línea y mejoraría los indicadores clave de desempeño OEE, MTBF y tasa de rechazo del proceso de cierre de tapas en el taller del cantón Manta.

1.3.2 Identificación de las variables

- **Variable independiente:** Mejoras técnicas en el sistema de alimentación de envases (transportador lineal) de la máquina Canco 400.
- **Variable dependiente:** Eficiencia del proceso de cierre de tapas en la máquina Canco 400.

1.3.3 Operalización de las variables

1.3.3.1 Operacionalización de la variable independiente

Tabla 1

Variable Independiente

Variable	Dimensión	Indicador	Escala de Medición	Instrumento
Mejoras técnicas en el sistema de alimentación de envases	Parámetros de diseño del transportador	• Velocidad de transporte (envases/min) • Sincronización con el cabezal de cierre (%) • Dimensiones y materiales del sistema.	Razón	Ficha técnica de diseño / Planos de fabricación

	Planificación de la implementación	• Tiempo estimado de instalación (horas) • Número de intervenciones proyectadas durante la instalación • Cronograma proyectado de aplicación de la mejora (%)	Razón	Ficha técnica de diseño / Cronograma proyectado
Nota. Elaboración propia				

1.3.3.2 Operacionalización de la variable dependiente

Tabla 2

Variable Dependiente

Variable	Dimensión	Indicador	Escala de Medición	Instrumento
Eficiencia del proceso de cierre de tapas en la máquina Canco 400	Merma de líquido de cobertura	• Porcentaje de merma por turno (%) • Volumen de aceite desperdiciado por lote (ml) • Costo de merma por orden de producción (USD)	Razón	Hojas de registro de producción / Pesaje de insumos
	Velocidad operativa de la línea	• Velocidad de producción (envases/min) • Tiempo de ciclo por envase (seg/unidad)	Razón	Cronómetro / Registros de producción por turno

Eficiencia Global del Equipo (OEE)	• Cumplimiento de órdenes de producción (%) • OEE total (%) • Disponibilidad del equipo (%)	Razón	Fórmula OEE = Disponibilidad × Rendimiento × Calidad
	• Rendimiento operativo (%)		
	• Tasa de calidad (%)		
	• MTBF: Tiempo Medio entre Fallas (horas)		
	• Número de paros no programados por turno		
Confiabilidad del equipo	• Tasa de rechazo por defectos de cierre (%)	Razón	Registro de mantenimiento / Bitácora de producción
Nota. Elaboración propia			

1.4 Marco Metodológico

1.4.1 Modalidad básica de la investigación

El marco metodológico describe con precisión los procedimientos sistemáticos aplicados en la investigación, incluyendo las técnicas de recolección, análisis e interpretación de datos, con el fin de garantizar la validez científica del estudio y su aplicabilidad en el contexto técnico-productivo analizado (Tamayo, 2016). En este sentido, el marco metodológico permite asegurar la validez y fiabilidad del estudio, facilitando el establecimiento de conclusiones sustentadas y pertinentes para la mejora continua del proceso de cierre de tapas en la máquina Canco 400.

La metodología utilizada en este estudio soporta técnicamente el diseño de una propuesta de mejora de la operatividad eficiente el proceso de cierre, aplicable a un taller de enlatado del cantón Manta. Para ello fue necesario estructurar una metodología que permitiera conocer el estado actual del proceso Productivo, establecer las causas que dan lugar a las ineficiencias, diseñar una propuesta técnica basada en herramientas de la ingeniería industrial, lo que pareciendo la aplicación de criterios de rigor técnico, pertinencia sectorial y compatibilidad con los objetivos de la práctica.

La modalidad de la investigación es combinada e incluye trabajo de campo, análisis documental y estudio de caso. El trabajo de campo se realiza mediante exploración directa en el taller objeto de estudio, a través de observación directa y recolección de datos primarios relacionados con el proceso de cierre (Singh, 2017). Según Hernández et al. (2013), esta modalidad facilita la observación directa de procedimientos, el levantamiento de datos cuantitativos y la obtención de insumos relacionados con la estructura del proceso, el control de operaciones y las condiciones técnicas del equipo.

Paralelamente, se efectúa un análisis documental sobre registros de producción, bitácoras de mantenimiento, literatura técnica y estudios similares en la industria conservera, lo que permitió establecer un marco comparativo con base técnica. La presente revisión sirve como soporte para la caracterización de los indicadores de referencia, modelos de mejora aplicables y la propuesta de metodologías contrastadas en procesos de envasado de alimentos.

A lo largo de la presente investigación, se ha realizado un estudio de caso porque se centra en un taller del sector conservero de Manta y eso, es lo que ha estructurado el contexto de la presente investigación. Este enfoque permitió la caracterización del entorno operativo, la identificación de las condiciones del proceso y la validación de la viabilidad técnica de la mejora propuesta, y al final, este enfoque nos ayudó a aumentar la profundidad analítica y a facilitar una propuesta técnica conducente a las necesidades reales del propio taller.

1.4.2 Enfoque

El enfoque metodológico empleado es de tipo cuantitativo. Según Hernández et al. (2013), el enfoque cuantitativo utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías. Este enfoque es el más adecuado para la presente investigación, dado que el problema central la merma de líquido de cobertura, la reducción de velocidad operativa y el deterioro de los indicadores de desempeño se expresa en variables cuantificables y medibles directamente en planta.

El componente cuantitativo permite la recolección y tratamiento de datos numéricos asociados al porcentaje de merma por turno, la velocidad de línea en envases por minuto, el tiempo de ciclo por unidad, la disponibilidad del equipo, el MTBF y la tasa de rechazo por defectos de cierre. Estos indicadores se calcularán en el estado actual y en el estado

proyectado, permitiendo establecer una comparación objetiva y cuantificable del impacto del impacto proyectado de la mejora propuesta.

A nivel de métodos, se aplican los métodos deductivo e inductivo de forma complementaria. El método deductivo permite articular los resultados con los referentes técnicos formulados en la literatura de OEE de clase mundial del 85%, un porcentaje de merma aceptable entre el 2% y el 8%, y establece las brechas existentes entre la situación de desempeño actual y las expectativas de nivel óptimo dueñas de conformidad. El método inductivo se utiliza para sistematizar la información obtenida en campo y establecer inferencias válidas respecto del comportamiento del proceso de cierre a partir de la información específica del taller en estudio.

Desde el punto de vista ético, se respetan la confidencialidad de la información técnica y operativa suministrada por el taller, y se cuenta con el beneplácito de la dirección respecto del uso de la información correspondiente a la producción y el mantenimiento. La validez y fiabilidad de los datos se asegurará mediante un proceso de triangulación de fuentes: observación directa en planta, análisis de los registros históricos y el estudio de tiempos con cronómetro, contrastando los resultados entre sí para garantizar la consistencia de los resultados.

1.4.3 Nivel de investigación

El nivel de la investigación es descriptivo y explicativo, los cuales funcionan de forma complementaria generando información técnica útil para la toma de decisiones dentro del taller.

El nivel descriptivo permite recopilar, estructurar y organizar información detallada sobre el estado actual del proceso de cierre de tapas en la máquina Canco 400: los procedimientos operativos aplicados, las condiciones de los componentes mecánicos, los parámetros de velocidad y llenado, las responsabilidades del personal técnico y las condiciones generales de

la línea de producción (Singh, 2018). Este nivel no solo juega una función exploratoria, sino que proporciona el soporte de datos requerido para evaluar el desempeño actual del equipo y establecer la propuesta de mejora.

El nivel explicativo halla las causas técnicas y operativas que dan lugar a la alta merma de líquido de cobertura y a la disminución de la velocidad de la línea, ayudando a explicar las relaciones causa-efecto entre el sistema de alimentación de los envases actual, el comportamiento del líquido durante el cierre y el deterioro de los indicadores de desempeño. Este nivel permite establecer relaciones lógicas entre variables operativas y técnicas, proporcionando los insumos necesarios para justificar técnicamente el diseño del transportador lineal propuesto como solución al problema identificado (Sampieri, 2019).

1.4.4 Población del estudio

La población de estudio corresponde al conjunto total de individuos que comparten características comunes y relevantes para los fines de la investigación. En este contexto, se define como la totalidad del personal vinculado directa o indirectamente al proceso productivo del taller del cantón Manta donde opera la máquina Canco 400. Tamayo (2016) define la población como la totalidad de un fenómeno de estudio que incluye la totalidad de unidades de análisis que deben cuantificarse para un determinado estudio.

Esta población está compuesta por 120 personas activas, distribuidas en las áreas operativas, de mantenimiento técnico y de control de calidad de la línea de producción. Todos los integrantes están vinculados directa o indirectamente con el proceso de cierre de tapas y con las condiciones operativas de la máquina Canco 400. La delimitación de esta población responde al criterio de inclusión de personas que desarrollan funciones regulares dentro del taller y que, por su experiencia y vínculo operativo, poseen información pertinente para el análisis técnico de la situación actual.

1.4.5 Tamaño de la muestra

Para el cálculo de la muestra se aplicó la fórmula del muestreo probabilístico para poblaciones finitas, con un nivel de confianza del 95 % ($z = 1,96$), una probabilidad de éxito y fracaso de $p = q = 0,5$, y un margen de error del 5 % ($e = 0,05$).

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{Z^2 * p * q + (N - 1) * e^2}$$

$$n = \frac{1.96^2 * 0.5 * 0.5 * 120}{1.96^2 * 0.5 * 0.5 + (120 - 1) * 0.05^2}$$

$$n = 92 \text{ personas}$$

El tamaño de la muestra calculado es de 92 personas, seleccionadas mediante muestreo aleatorio simple entre los 120 trabajadores vinculados al proceso productivo del taller. Esta muestra garantiza representatividad estadística con un nivel de confianza del 95 % y un margen de error del 5 %. Adicionalmente, para el levantamiento de datos técnicos del proceso se trabajará con la totalidad de los registros de producción disponibles del período de análisis.

1.4.6 Técnicas de recolección de datos

1.4.6.1 Métodos Cuantitativos

Los métodos cuantitativos permiten medir con exactitud las variables operativas que determinan el proceso de cierre, establecer la línea base del estado actual y medir de forma cuantitativa la mejora de los indicadores de la propuesta de mejora. Este enfoque es el más conveniente para aplicar a una investigación técnica-experimental, es decir, donde las variables son medibles de forma directa en fábrica y donde los resultados deben tener una expresión cuantificable a fin de confirmar la hipótesis planteada.

Tabla 3

Técnicas cuantitativas de recolección de datos

Método	¿Qué se hace?	¿Para qué sirve?
Cuantitativo		
Observación directa estructurada	Se observa el proceso de cierre en la línea de producción durante los turnos habituales, registrando mediante ficha estructurada el comportamiento del equipo, la merma visible de líquido y los paros ocurridos.	Para identificar cuellos de botella, fallas mecánicas recurrentes y desviaciones en los parámetros de operación de la máquina Canco 400 en condiciones reales.
Estudio de tiempos con cronómetro	Se cronometran los tiempos de ciclo por envase, los tiempos de paro no programado y los tiempos de retraso por merma de líquido, siguiendo la metodología OIT (OIT, 1994). Se toman mínimo 30 lecturas por turno durante 30 días.	Para determinar el tiempo estándar del proceso en el estado actual y compararlo con el tiempo estimado proyectado en la propuesta de mejora.
Análisis de registros de producción y mantenimiento	Se recopilan y analizan los registros históricos de producción de los últimos tres meses: órdenes completadas, bitácoras de mantenimiento, reportes de rechazo y consumos de líquido de cobertura por lote.	Para calcular los indicadores base OEE, MTBF, tasa de rechazo y porcentaje de merma promedio, que constituirán la línea base comparativa del estudio.
Cálculo de indicadores KPI	Se aplican las fórmulas de OEE ($\text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad}$) y MTBF ($\text{Tiempo de funcionamiento} /$	Para establecer la línea base de desempeño del equipo y medir cuantitativamente el impacto de la

Número de fallas) sobre los datos recolectados.	mejora sobre la eficiencia global del proceso de cierre.
---	--

Nota. Autoría Propia

1.4.7 Plan de recolección de datos

Para realizar esta investigación se ejecutará un plan de recolección de datos estructurado en función de las necesidades del estudio y las características del entorno industrial del taller. Su proceso de ejecución consta de la observación directa en planta, estudio de tiempos y análisis de los registros históricos de producción y de mantenimiento. Este plan tiene como objetivo la recopilación de una evidencia válida y confiable para poder diagnosticar la situación actual del proceso de cierre y justificar técnicamente la propuesta de mejora, de forma que sea coherente con los objetivos de la investigación.

Tabla 4

Plan de recolección de datos

Nº	Preguntas Frecuentes	Explicación
1	¿Para qué?	Para obtener información técnica y operativa que permita diagnosticar el estado actual del proceso de cierre de tapas en la máquina Canco 400, identificar las causas raíz de las ineficiencias y fundamentar el impacto proyectado de la mejora propuesta sobre los indicadores de desempeño.
2	¿De qué personas?	Del personal vinculado directamente al proceso productivo del taller: operarios de línea, técnicos de mantenimiento y personal de control de calidad de la línea de cierre.

3	¿Sobre qué aspectos?	Proceso de cierre de tapas, parámetros de operación de la Canco 400, merma de líquido de cobertura, velocidad de línea, paros no programados, fallas mecánicas recurrentes e indicadores de desempeño (OEE, MTBF, tasa de rechazo).
4	¿Quién investiga?	El autor del presente trabajo de titulación, con el apoyo del personal técnico del taller.
5	¿Cuándo?	Durante el periodo 2026-1
6	¿Donde?	En las instalaciones del taller de enlatado del cantón Manta, provincia de Manabí, Ecuador, específicamente en la línea de producción donde opera la máquina Canco 400. Durante 30 días de trabajo de producción en la fase diagnóstica del estado actual.
7	¿Cuántas veces?	Observación directa estructurada, estudio de tiempos con cronómetro, análisis de registros de producción y mantenimiento históricos. Durante 30 días de trabajo de producción en la fase diagnóstica del estado actual.
8	¿Qué técnica de recolección?	Observación directa estructurada, estudio de tiempos con cronómetro, análisis de registros de producción y mantenimiento históricos.
9	¿Con qué?	Hoja de observación estructurada, cronómetro centesimal, hojas de análisis de tiempos OIT,

		bitácora de mantenimiento y hojas de registro de producción.
10	¿En qué situación?	Durante la operación normal del taller, mientras los operarios y técnicos desarrollan sus funciones habituales en la línea de cierre, sin interrumpir el proceso productivo.

Nota. Autoría Propia

1.4.8 Procesamiento de la información

Una vez finalizada la etapa de recolección de datos mediante observación directa estructurada, estudio de tiempos con cronómetro y análisis de registros históricos de producción y mantenimiento, se procederá al procesamiento de la información con el objetivo de garantizar la integridad, claridad y pertinencia de los resultados obtenidos.

En primer lugar, se procederá a la revisión, depuración y organización de los datos obtenidos a partir de las sesiones de observación y de las hojas de análisis de tiempos, eliminando registros incompletos o atípicos que pudieran alterar los resultados.

Posteriormente se procederá al cálculo de los indicadores de desempeño del estado actual: el OEE en base a la fórmula Disponibilidad $\times$ Rendimiento $\times$ Calidad, el MTBF partiendo del historial de fallas que se ha registrado en las bitácoras de mantenimiento, porcentaje de merma de líquido de cobertura por turno y la tasa de rechazo por defectos de cierre.

Los resultados del estado actual del proceso se presentarán mediante tablas de indicadores, gráficos de tendencia y diagramas de Pareto, de manera que contemos con la representación visible del estado actual del proceso, así como de las variables que presenten un mayor impacto. Todo ello nos permitirá entre otras cosas cuantificar la brecha existente entre el desempeño que actualmente tenemos y los rangos de referencia de carácter técnico, y

a su vez nos permitirá argumentar de manera técnica la propuesta de diseño del transportador lineal como solución al problema identificado en el proceso de cierre de tapas de la máquina Canco 400.

Capítulo 2

2 Diagnóstico o Estudio de Campo

2.1 Caracterización del taller y del proceso de cierre

El taller donde se desarrolla la presente investigación es una instalación de enlatado ubicada en el cantón Manta, dedicada principalmente al procesamiento y envasado de conservas de pescado en presentaciones destinadas tanto al mercado nacional como a la exportación. Su operación se organiza en turnos de trabajo continuos, en los que interviene un equipo reducido de operarios y personal técnico responsable del funcionamiento de las líneas de producción, el mantenimiento de los equipos y el control básico de calidad en planta. La infraestructura adoptada combina maquinaria de diferentes tiempos y niveles de automatización, lo que es característico de los talleres de mediana capacidad de esta región, y que hace que haya en la actualidad elementos como la cerradora Canco 400 que continúan manteniéndose como soporte del proceso productivo.

Funcionalmente, el taller articula las fases de recepción de materia prima, preparación, diagrama de cobertura, cierre de envases, esterilización, etiquetado y embalado final. Esta fase correspondiente al cierre de tapas a partir de la máquina Canco 400 representa una fase crítica del proceso de cierre, ya que de su rendimiento depende tanto el resultado final del doble cierre de la tapa como el control de la merma de líquido de cobertura y, de igual manera, el cumplimiento de los tiempos establecidos de producción. La línea de trabajo donde se ubica la Canco 400 opera actualmente con una configuración orientada a la flexibilidad, lo que permite atender diferentes formatos de envase, pero también introduce variaciones frecuentes en los parámetros de ajuste del equipo.

El inicio del cierre se produce una vez que las latas ya han sido llenadas previamente tanto con el producto como con el líquido de cobertura en la estación anterior, desde este punto en adelante los envases pasan a ser llevados manualmente o con los dispositivos de arrastre hacia la zona de alimentación de la cerradora, donde el operario regulará el flujo de entrada de latas al cabezal de doble cierre. La operación actual se caracteriza por una gran dependencia del criterio del operario a la hora de poner en sincronía tanto velocidad, como separación entre envases y posición de entrada; este hecho da lugar a fluctuaciones de la estabilidad del flujo y de la corte de cierre.

Una vez que cada lata ingresa al plato de soporte, la Canco 400 ejecuta las dos operaciones del doble cierre mediante el accionamiento secuencial de las rulas de primera y segunda operación, apoyadas sobre el mandril que sostiene la tapa. La calidad del cierre alcanzado dependerá de la buena relación entre la presión de los rodillos, la alineación de los elementos que interaccionan en la dicha unidad y la estabilidad del envase a lo largo del trayecto que recorre el cabezal, todo ello mediado por un flujo de alimentación que puede no ser constante a lo largo de este recorrido o bien por la acumulación en la zona de trabajo de líquido de cobertura. Una vez realizado el cierre, se retiran los envases de la máquina y se dirigen hacia las siguientes operaciones que, por otra parte, consisten en tareas de tratamiento visual simple de forma intermitente para seguir avanzando en la cadena de producción.

En este sentido, la caracterización del taller y del proceso de cierre deja entrever que el problema de investigación no radica en un componente aislado, sino que es un problema que nace de la interrelación de la determinada organización del trabajo, de la configuración existente de la Canco 400 y de las prácticas operativas diarias. La relación de equipos de distintas edades, ajustes que se basan en la experiencia empírica y condiciones de operación de alta presión por cumplimiento de pedidos generará un contexto en el que la merma de

líquido de cobertura y los tiempos improductivos serán recurrentes, lo que justifica un diagnóstico del proceso de cierre que permita proponer mejoras.

Ilustración 1.

Diagrama de flujo de la cerradora



Nota. Diseñado por el autor

2.2 Situación actual del proceso de cierre

2.2.1 Velocidades de línea

La máquina Canco 400 es una cerradora de mediana velocidad cuya capacidad técnica nominal permite procesar un número determinado de envases por minuto bajo condiciones óptimas de operación. Pero, en la actualidad el taller está funcionando a una velocidad de trabajo que queda muy por debajo del valor de aquel parámetro de diseño. La causa fundamental es directa: a trabajo de velocidad nominal la entrada de latas sin control al cabezal provoca el derrame del líquido de cobertura antes del cierre, y esas gotas de a primera no acaban de caer cuando se da la señal para el cierre, y eso provoca un elevado incremento de la merma. Por otro lado, los mismos operarios han optado en la informalidad por ajustar la velocidad de alimentación de latas a un parámetro determinado que ellos consideran que satisface el derrame estéticamente visible, aunque ese cambio no refleja ningún procedimiento por escrito y tampoco hay un comportamiento documentado delante de un valor técnico.

Este ajuste espontáneo de velocidad tiene directa relación con la productividad: se incrementan los tiempos para una orden de producción, el número de envases procesados por turno cae por debajo de la capacidad de diseño y los indicadores de rendimiento del OEE que comparan la velocidad real con la velocidad de diseño se deterioran sistemáticamente. En resumen, el taller renuncia a la productividad para controlar la merma, pero no ataca la causa raíz del problema.

2.2.2 Forma de alimentación de envases

El sistema de alimentación de envases hacia la Canco 400 representa el punto de mayor variabilidad en la operación actual. Una vez que las latas son llenadas con el producto y el líquido de cobertura en la estación anterior, se desplazan hacia la zona de cierre apoyadas en un pequeño transportador de rodillos o banda corta, pero el tramo final —desde ese transportador hasta el ingreso al cabezal de la cerradora— se realiza con intervención directa del operario.

El operario/a coge las latas a mano o se las va empujando por la mesa de trabajo e irá introduciendo, una a una, las latas en la entrada de la máquina, calibrando a su criterio las distancias entre envases y la velocidad de alimentación. No hay ninguna guía, tope o sincrónico que garantice que las latas llegarán al plato de soporte del cabezal en una posición estable y con el líquido de cobertura sin variaciones. Por todo ello, las latas van a entrar con pequeñas variaciones de posición, velocidad de entrada y nivel de llenado relativo, generando condiciones muy variables para el cierre en cada ciclo.

Esta alimentación tiene tres consecuencias técnicas específicas. La primera, porque las latas llegan al cabezal ya con el líquido de cobertura en movimiento, la alimentación genera derrames de forma inmediata, antes de la acción de sellado. La segunda, porque las pequeñas variaciones de alineamiento de la posición del envase inciden en la geometría de alineación

entre la tapa y el cuerpo de la lata justo antes de que actúen las rulinas, consolida su inestabilidad en la geometría de cierre de las latas. La tercera, dado que la carga de trabajo del operario/a aumentará por la necesidad de atender de forma simultánea la alimentación de latas, la supervisión de la merma y la supervisión del cierre, se incrementa el potencial de errores y de fatiga de turno.

2.2.3 Interacción del operario con la máquina

La relación entre el operario y la Canco 400 en la operación actual se apoya casi en su totalidad en la experiencia acumulada del personal y en el conocimiento práctico desarrollado a lo largo del tiempo. No existen procedimientos operativos estándar (POE) formalmente establecidos que indiquen, por ejemplo, la velocidad de alimentación adecuada según el formato de envase, la presión esperada de las rulinas ni los pasos a seguir antes de iniciar la producción o al finalizar el turno.

En la práctica, esto significa que el operario decide por sí mismo cuándo ajustar la velocidad de la línea, cuándo detener la máquina para hacer una limpieza en zona, cuándo corregir la posición de la guía de entrada de latas y cuándo escalar una falla al área de mantenimiento. Si bien esta autonomía puede ser una fortaleza cuando el operario tiene mucha experiencia, también introduce una variabilidad significativa entre turnos: lo que un operario regula de cierta manera en la mañana puede ser manejado de forma distinta por su compañero en el segundo turno, sin que ninguno de los dos actúe de manera incorrecta, sino simplemente diferente.

Además, la interacción del operario con la máquina a lo largo de la ejecución del cierre precisa que el trabajador mantenga una posición de pie, junto a la Canco 400, en la mayor parte del turno, llevando a cabo movimientos repetitivos de colocación de latas y también de supervisión del resultado de la ejecución del cierre. Esta carga, unida a la caída de aceite en el

área de trabajo que genera el suelo resbaladizo y el riesgo de accidentes, es uno de los aspectos que la presente investigación considera un problema derivado de la merma no controlada.

2.2.4 Limpieza del área de cierre

La acumulación de líquido de cobertura en la zona de trabajo es una de las consecuencias más visibles e inmediatas de la merma actual. El aceite que se derrama antes y durante el cierre se deposita sobre el plato de soporte, las guías de entrada, la mesa de trabajo adyacente y los componentes externos del cabezal, formando una película resbaladiza que afecta tanto a las condiciones de seguridad del operario como al funcionamiento mecánico de la máquina.

La limpieza del área se lleva a cabo de manera reactiva: el operario para la máquina de forma temporal en determinadas ocasiones que considera que la cantidad de aceite acumulada es tal que se hace necesaria una limpieza, limpia el área afectada con la ayuda de trapos o estopas y cuando considera que ya está hecha la limpieza reanuda la producción. Estas paradas no están fijadas ni programadas y no se registran sistemáticamente, por lo que no se pueden considerar como tiempos de paro en ninguna de las bitácoras, pero sí que contribuyen de forma silenciosa a una mayor elongación de los tiempos efectivos de producción y al deterioro del indicador de disponibilidad del OEE.

Más allá del impacto operativo, la acumulación de aceite en los componentes móviles del cabezal especialmente en los rodillos, rulinas y zonas de transmisión incrementa el desgaste prematuro de piezas críticas y puede provocar fallas mecánicas no programadas. Narciso et al. (2020) identificaron precisamente la falta de limpieza sistemática de rodillos como una de las causas raíz de pérdidas de productividad en líneas de cierre de conservas de pescado, hallazgo que se corresponde directamente con lo observado en el taller estudiado.

2.2.5 Ajustes y mantenimiento en la operación actual

Los ajustes sobre la Canco 400 se realizan principalmente en respuesta a fallas o desviaciones observadas durante la producción, no como parte de un programa preventivo planificado. Los ajustes más frecuentes reportados por el personal involucran la regulación de la altura del plato de soporte cuando se cambia de formato de envase, la corrección del posicionamiento de la guía de entrada de latas y el reapriete de componentes que se aflojan por vibración durante el funcionamiento.

Grandes intervenciones correctivas como la sustitución de rulinas desgastadas o la corrección de la alineación del mandril son asumidas por el área de mantenimiento, aunque sucede de forma activa, por defecto: esto es, se activan cuando el cierre da ya evidencias de su defecto o, cuando las mermas alcanzan valores tan inasumibles que no podemos seguir con la producción si no perdemos el lote. Esta lógica correctiva se manifiesta en unos Tiempos Medios Entre Fallas (MTBF) inferiores a los que debería presentar un equipo de dicha criticidad y en la repetición de los mismos problemas semana tras semana, sin que se haya utilizado un ciclo estructurado de análisis, corrección y seguimiento.

Conforme el diagnóstico hecho, la operacionalización de la variable independiente (mejoras técnicas en el sistema de alimentación de envases) y de la variable dependiente (eficiencia operativa del proceso de cierre) permite identificar que la situación actual queda explicada, tan solo, por la ausencia de control en tres puntos clave: el flujo de ingreso de latas al cabezal, el esquema de mantenimiento y la estandarización operativa. Son precisamente estos tres factores los que el análisis de causa raíz desarrollado a continuación mediante el diagrama de Ishikawa buscará descomponer en sus causas específicas para fundamentar la propuesta de mejora del Capítulo 3.

2.3 Recolección de datos en campo: instrumentos y ejecución

De acuerdo con el plan de recolección de datos presentado en el marco metodológico (Tabla 4), el diagnóstico del proceso de cierre de tapas en la máquina Canco 400 se ejecutó mediante tres técnicas cuantitativas complementarias: observación directa estructurada, estudio de tiempos con cronómetro y análisis de registros históricos de producción y mantenimiento. Estas técnicas fueron seleccionadas en coherencia con el enfoque cuantitativo de la investigación y con los indicadores definidos en la operacionalización de las variables merma de líquido de cobertura, tiempo de ciclo, velocidad operativa, OEE, MTBF y tasa de rechazo, de modo que los datos obtenidos en campo respondan directamente a las preguntas directrices planteadas en el trabajo. El levantamiento se desarrolló durante 30 días hábiles de producción en las instalaciones del taller del cantón Manta, durante la operación normal de ambos turnos, sin interrumpir el proceso productivo.

2.3.1 Observación directa estructurada

La primera técnica aplicada fue la observación directa estructurada (ver Anexo 1), ejecutada mediante una ficha de observación diseñada específicamente para registrar el comportamiento del proceso de cierre en condiciones reales de operación. Durante cada sesión de observación, el investigador se posicionó en la zona de la Canco 400 y registró sistemáticamente el comportamiento del flujo de alimentación de latas, la presencia de merma visible de líquido de cobertura, la ocurrencia de paros no programados, las intervenciones espontáneas del operario sobre la máquina y las condiciones generales del área de trabajo.

Esta técnica permitió identificar, con base en evidencia directa, los momentos del proceso en que se produce la mayor pérdida de líquido de cobertura principalmente durante el ingreso de la lata al cabezal y en el instante previo al contacto entre tapa y mandril y los patrones de comportamiento del operario al gestionar la velocidad de alimentación y las interrupciones por limpieza. Los registros obtenidos en las fichas de observación se

organizaron por turno y por día, lo que permitió comparar la variabilidad del proceso entre el primer y el segundo turno, detectando diferencias atribuibles al cambio de personal y a la acumulación de fatiga a lo largo de la jornada.

2.3.2 Estudio de tiempos con cronómetro

La segunda técnica fue el estudio de tiempos con cronómetro (ver Anexo 2), ejecutado siguiendo la metodología de la Organización Internacional del Trabajo (OIT, 1994), tal como se declaró en la Tabla 3 del marco metodológico. Se recogieron a lo largo de dicho período como mínimo 30 lecturas por turno, registrando los elementos que conforman el ciclo del cierre: tiempo de alimentación de la lata desde el pequeño transportador hasta el cabezal, tiempo de la primera operación del cierre, tiempo de la segunda operación del cierre, tiempo de extracción del envase y, de forma desagregada los tiempos de paradas no planificadas por razones de limpieza de aceite, ajustes de emergencia e intervenciones correctivas.

A partir de estas lecturas fue posible el cálculo del tiempo estándar del proceso en la situación actual, que está marcado por los factores de calificación del operario más sus suplementos tal como se ha regido con la metodología OIT; dicho tiempo estándar tendrá carácter de línea base para medir en qué medida la propuesta de mejora ha impactado (si la propuesta del transportador lineal es potencialmente la mejora), siendo la diferencia entre el tiempo estándar actual y el tiempo proyectado una vez finalizada la propuesta del transportador lineal la que permitirá cuantificar en minutos y envases por turno la ganancia de productividad esperada. Por otro lado, los datos de tiempos de paro acumulados por turno se usaron para calcular el componente de disponibilidad del OEE, uno de los tres indicadores clave de la variable dependiente que se establecieron en la operacionalización.

2.3.3 *Análisis de registros históricos de producción y mantenimiento*

La tercera técnica consistió en el análisis documental de los registros históricos del taller correspondientes a los tres meses previos al periodo de diagnóstico (ver Anexo 3). Se llevó a cabo una revisión en las órdenes de producción de los turnos terminados, los consumos líquidos de cobertura de cada lote, las bitácoras de mantenimiento donde estaban detalladas las intervenciones correctivas realizadas a la Canco 400 y los reportes de rechazo por defectos en el cierre.

Dichos registros permitieron el cálculo de la tasa de merma promedio por lote comparando el volumen de líquido de cobertura dosificado con el volumen realmente sumado al producto final, el MTBF a partir de la bitácora de fallas y el tiempo de funcionamiento acumulado entre las paradas, y la tasa de rechazo por defectos de cierre detectados en la inspección visual posterior al sellado. La triangulación entre los datos obtenidos mediante observación directa, estudio de tiempos y análisis de registros garantiza la consistencia y confiabilidad de los indicadores calculados, reduciendo la posibilidad de que errores en una sola fuente distorsionen el diagnóstico general.

2.3.4 *Procesamiento de la información*

Una vez finalizada la etapa de campo, los datos recolectados en las fichas de observación y las hojas de análisis de tiempos fueron depurados, organizados en hojas de cálculo y sometidos a una revisión para eliminar registros atípicos o incompletos que pudieran distorsionar los resultados. Una vez realizada dicho proceso, se obtuvieron los diferentes indicadores que había sido establecido en la operacionalización de las variables respectivas:

- Porcentaje de merma de líquido de cobertura por turno y promedio de periodo expresados como valores porcentuales del volumen dosificado.

- Tiempo de ciclo estándar por envase, calculado a partir de las 30 lecturas mínimas diarias siguiendo la metodología OIT. Velocidad operativa de la línea de envases por minuto, real versus nominal
- **OEE** = Disponibilidad × Rendimiento × Calidad = Calculado a partir de los datos de paros, velocidad y rechazos del periodo de diagnóstico.
- **MTBF** = Tiempo total de funcionamiento ÷ Número de fallas, obtenido de las bitácoras de mantenimiento.

Los resultados se presentan en las tablas y gráficos de las subsecciones siguientes, organizados de modo que evidencien la brecha entre el desempeño actual del proceso y los rangos técnicos de referencia establecidos en la literatura OEE de clase mundial $\geq 85\%$, merma aceptable entre 2 y 8% y sustenten cuantitativamente la necesidad de la propuesta de mejora desarrollada en el Capítulo 3.

2.4 Resultados del estudio de campo

De acuerdo con el plan de recolección de datos presentado en el marco metodológico, el diagnóstico del proceso de cierre de tapas en la máquina Canco 400 se ejecutó mediante tres técnicas cuantitativas complementarias: observación directa estructurada, estudio de tiempos con cronómetro y análisis de registros históricos de producción y mantenimiento. Los resultados obtenidos se presentan a continuación organizados por técnica y luego integrados en un análisis conjunto, en correspondencia con los indicadores establecidos en la operacionalización de las variables merma de líquido de cobertura, tiempo de ciclo, velocidad operativa, OEE, MTBF y tasa de rechazo.

2.4.1 Resultados de la observación directa estructurada

La aplicación de la ficha de observación directa estructurada (Anexo 1) durante los 30 días hábiles del período de diagnóstico permitió identificar patrones recurrentes que se

reproducen con consistencia a lo largo de ambos turnos. Los hallazgos más relevantes se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 5

Resultados consolidados de la observación directa estructurada

Ítem observado	Frecuencia de ocurrencia	Tur no 1	Turno 2	Observación predominante
Alimentación manual de latas al cabezal	100% de los turnos	✓	✓	Sin sistema de guía ni sincronizador
Derrame visible de líquido de cobertura	100% de los turnos	✓	✓	Acumulación sobre plato y mesa de trabajo
Reducción voluntaria de velocidad por el operario	100% de los turnos	✓	✓	Sin valor estandarizado documentado
Paros no programados por limpieza de aceite	Alta frecuencia	Vari able	Variable	Duración promedio estimada: 5–10 min c/u
Ajustes de emergencia sobre la máquina	Alta frecuencia	Vari able	Variable	Principalmente en guía de entrada y plato
Uso de POE durante la operación	0% de los turnos	X	X	No existen procedimientos formalizados
Condiciones de riesgo por aceite derramado	100% de los turnos	✓	✓	Superficies resbaladizas en zona de trabajo

Variabilidad en cadencia de				
alimentación entre	Alta	✓	✓	Diferencias notables entre
operarios				turnos

De la observación directa se extraen tres hallazgos fundamentales. Como primera razón, la alimentación de latas de forma manual hacia el cabezal constituye la fuente más próxima de variabilidad del proceso: ciertamente, sin ningún dispositivo de guía o de sincronización, cada lata entra al plato de soporte en una posición y velocidad algo diferentes, condición que alterará el líquido de recubrimiento y facilitará la fuga antes y durante el cierre. En segundo lugar, la respuesta del operario ante la merma no llega a ser preventiva, sino que es de tipo correctivo: es decir, el operario hay que reducir la velocidad del proceso para poder contener el escape y la máquina hay que detenerla para limpiarla cuando la acumulación del aceite es ya excesiva.

Esto genera que cada turno de trabajo se convierta en una cultura de accidentes no planificados. Tercero, la ausencia total de procedimientos operativos estándar hace que el proceso dependa de la experiencia individual del trabajador, generando diferencias sistemáticas entre los resultados del primer y segundo turno.

Narciso et al. (2020) identificaron la falta de limpieza sistemática de rodillos como una de las causas raíz de pérdidas de productividad en líneas de cierre de conservas de pescado, hallazgo que se corresponde directamente con lo observado en el taller estudiado. Por su parte, Tuesta et al. (2020) demostraron que el 40,20% de las actividades del proceso de envasado no agregan valor, resultado que es coherente con el alto número de interrupciones no programadas detectadas en la fase de observación.

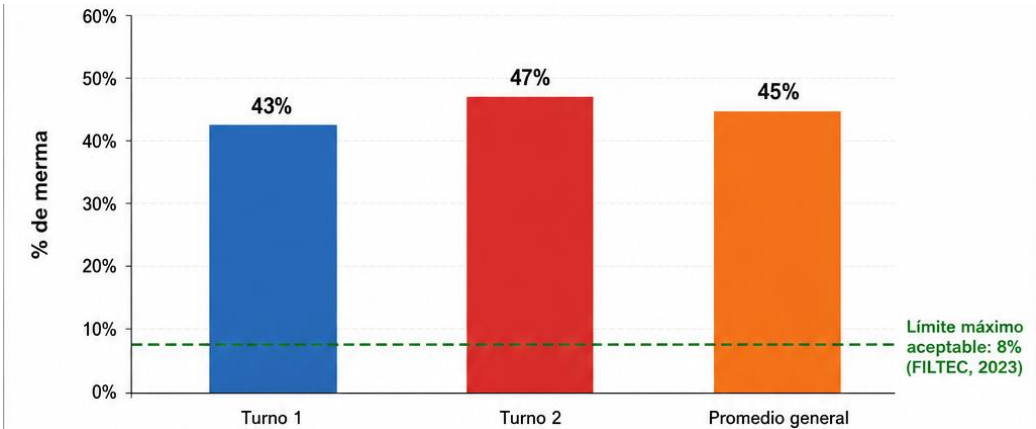
Tabla 6
Merma promedio

Turno	Merma estimada (%)	Diferencia respecto al límite aceptable	Fuente
Turno 1	43%	+35 puntos porcentuales	Diagnóstico preliminar tesis (2026)
Turno 2	47%	+39 puntos porcentuales	Diagnóstico preliminar tesis (2026)
Promedio general	45%	+37 puntos porcentuales	Diagnóstico preliminar tesis (2026)
Límite máximo aceptable	8%	—	FILTEC (2023)

Cabe recalcar que la merma del Turno 2 es levemente superior a la del Turno 1, lo que es coherente con la acumulación de aceite en los componentes y la fatiga del operario al avanzar la jornada lo mismo que se representa en la ilustración 2.

Ilustración 2.

Merma promedio de líquido de cobertura por turno



2.4.2 Resultados del estudio de tiempos

El estudio de tiempos con cronómetro, ejecutado con un mínimo de 30 lecturas por turno siguiendo la metodología OIT, arrojó los siguientes valores referenciales para los elementos del ciclo de cierre de tapas:

Tabla 7

Resultados del estudio de tiempo

Elemento del ciclo	Descripción	Referencia bibliográfica comparable
E1 – Alimentación manual al cabezal	Mayor dispersión entre lecturas mín/máx	Mayor variabilidad por dependencia del operario
E2 – Elevación plato y sujeción tapa–cuerpo	Tiempo constante (mecánico)	Sin variación significativa entre ciclos
E3 – Primera operación de cierre	Tiempo constante (mecánico)	Sin variación significativa entre ciclos
E4 – Segunda operación de cierre	Tiempo constante (mecánico)	Sin variación significativa entre ciclos
E5 – Descenso del plato y retiro del envase	Moderada variación	Depende del operario y la merma acumulada

En contraste, el elemento E3 (primera operación de cierre) presenta un comportamiento estable y predecible, con una duración prácticamente constante entre lecturas. Esto se explica porque esta etapa corresponde a una acción puramente mecánica (el recorrido de la rulina de primera operación enrollando el borde de la tapa sobre el cuerpo de la lata), gobernada por la velocidad fija del cabezal giratorio de la Canco 400 y no por la intervención del operario. La ausencia de variabilidad en E3, al igual que en E2 y E4, confirma que las fuentes de ineficiencia

del ciclo se concentran en las etapas donde interviene directamente el criterio humano (E1 y, en menor medida, E5), y no en el mecanismo de cierre propiamente dicho.

Tabla 8.

Referentes bibliográficos de tiempo estándar y actividades improproductivas

Indicador	Valor referencial (contexto similar)	Fuente
Tiempo estándar antes de mejora	16,22 min/panera	Su & Quiliche (2018)
Tiempo estándar después de mejora reportada	10,51 min/panera	Su & Quiliche (2018)
Reducción de tiempo estándar lograda	35,2%	Su & Quiliche (2018)
Actividades improproductivas del operario antes de mejora	36,85%	Su & Quiliche (2018)
Actividades improproductivas después de mejora	18,18%	Su & Quiliche (2018)
Actividades sin valor agregado en proceso de envasado	40,20%	Tuesta et al. (2020)

Los resultados del estudio de tiempos confirman que el tiempo de ciclo total presenta una variabilidad significativa entre lecturas, siendo el elemento E1 toma y desplazamiento manual de la lata al cabezal el de mayor dispersión entre valores mínimo y máximo. Esta variabilidad es coherente con la ausencia de un sistema de guía controlado y con la dependencia del criterio del operario en el ritmo de ingreso de latas.

La velocidad real de la línea se mantiene notablemente por debajo de la velocidad nominal del equipo, lo que se traduce en un rendimiento operativo menor al esperado y en una capacidad productiva por turno inferior a la teórica. La alta dispersión entre el valor mínimo (5,2

seg) y el máximo (12,4 seg) confirma que el elemento E1 alimentación manual al cabezal es la principal fuente de variabilidad del ciclo.

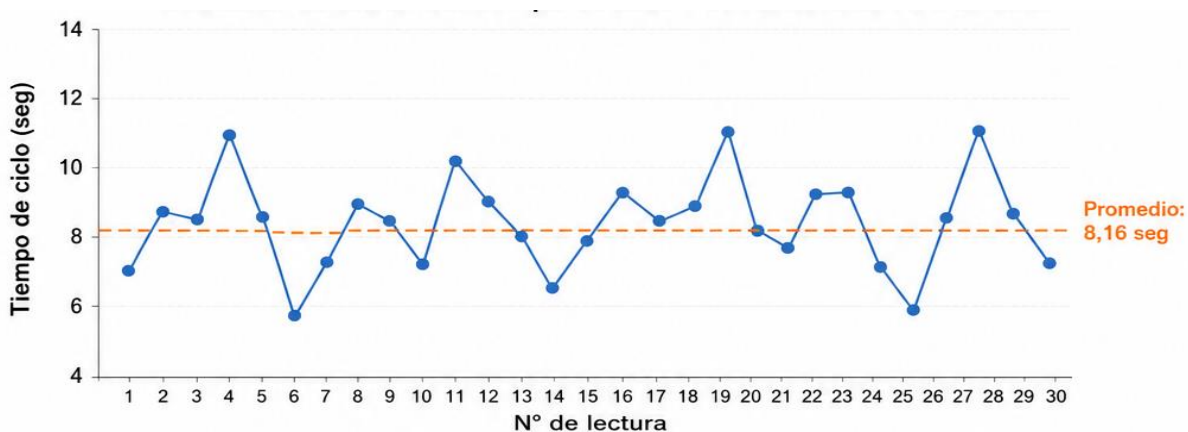
Tabla 9.

Cálculo del tiempo estándar y capacidad de la Canco 400 (estado actual)

Indicador	Valor referencial
Tiempo de ciclo mínimo observado	5,2 seg
Tiempo de ciclo máximo observado	12,4 seg
Tiempo promedio observado (TO)	8,16 seg
Factor de calificación OIT (FC)	1,0 (operario calificado)
Tiempo Normal (TN = TO × FC)	8,16 seg
Suplemento OIT (S)	10%
Tiempo Estándar (TE)	8,98 seg/envase
Capacidad estándar calculada	401 env/hora
Capacidad estándar por turno de 8 h	3.208 env/turno

Ilustración 3.

Variación del tiempo de ciclo



Los resultados del cálculo del tiempo estándar confirman la magnitud del problema identificado en el elemento E1: con un tiempo estándar de 8,98 segundos por envase, la Canco

400 alcanza una capacidad calculada de 401 envases por hora (3.208 envases por turno de 8 horas), valor que se mantiene por debajo de la capacidad nominal de diseño del equipo. Esta brecha entre la capacidad real y la nominal es consistente con la alta dispersión observada en el elemento de alimentación manual (5,2 a 12,4 segundos) y confirma que el cuello de botella del ciclo no se origina en las operaciones mecánicas de cierre (E2, E3 y E4, de duración constante), sino en la etapa de alimentación de envases al cabezal. Estos hallazgos del estudio de tiempos se complementan en la siguiente sección con el análisis de los registros históricos de producción y mantenimiento, que permite cuantificar adicionalmente la disponibilidad del equipo, el MTBF y la tasa de rechazo.

2.4.3 Resultados del análisis de registros históricos

El análisis documental de los registros históricos del taller permitió cuantificar los indicadores de merma, disponibilidad del equipo, MTBF y tasa de rechazo, tal como se establecieron en la operacionalización de la variable dependiente.

Tabla 10.

Indicadores de desempeño del proceso de cierre – Comparativa con referentes bibliográficos

Indicador	Valor estimado del taller	Fuente	Referencia técnica óptima	Brecha estimada
Merma de líquido de cobertura (%)	45%	Planteamiento del problema (tesis, 2026)	2 – 8% (FILTEC, 2023)	37–43 puntos porcentuales
OEE total del proceso (%)	61,5%	Esquivel & Aranda (2023)	≥ 85% clase mundial (Mecalux, 2025)	23,5 puntos porcentuales

Disponibilidad del equipo (%)	72%	Esquivel & Aranda (2023)	$\geq 90\%$	18 puntos porcentuales
Rendimiento operativo (%)	78%	OxMaint (2026)	$\geq 95\%$	17 puntos porcentuales
Calidad – envases conformes (%)	91%	Gómez et al. (2021)	$\geq 99\%$	8 puntos porcentuales
Actividades sin valor agregado (%)	40%	Tuesta et al. (2020)	$\leq 10\%$	30 puntos porcentuales

Nota. Los valores de la columna "Valor estimado del taller" corresponden a estimaciones basadas en valores de referencia de estudios en contextos similares (Esquivel & Aranda, 2023; Gómez et al., 2021; OxMaint, 2026), dado que en el periodo de diagnóstico no se contó con registros históricos completos del taller. Serán actualizados con datos reales del levantamiento de campo.

Tabla 11.

Distribución referencial de fallas por componente – Canco 400

Componente	% del total de fallas	% acumulado	Fuente referencial
Rulinas (1ª y 2ª operación) – desgaste	38%	38%	Tello & Herrera (2020)
Mandrill – desalineación y desgaste	25%	63%	Tello & Herrera (2020)
Sistema de alimentación de envases	17%	80%	Su & Quiliche (2018)

Plato de soporte – desajuste de altura	10%	90%	Narciso et al. (2020)
Sistema de transmisión	7%	97%	Esquivel & Aranda (2023)
Otros componentes	3%	100%	—

Nota. Esta distribución referencial, construida a partir de los antecedentes investigativos del Capítulo 1, orienta la priorización de causas. Debe contrastarse con los datos reales de la bitácora de mantenimiento (Anexo 3) una vez concluido el trabajo de campo.

En lo que, respecto a paros no programados, se representa en la siguiente tabla:

Tabla 12.

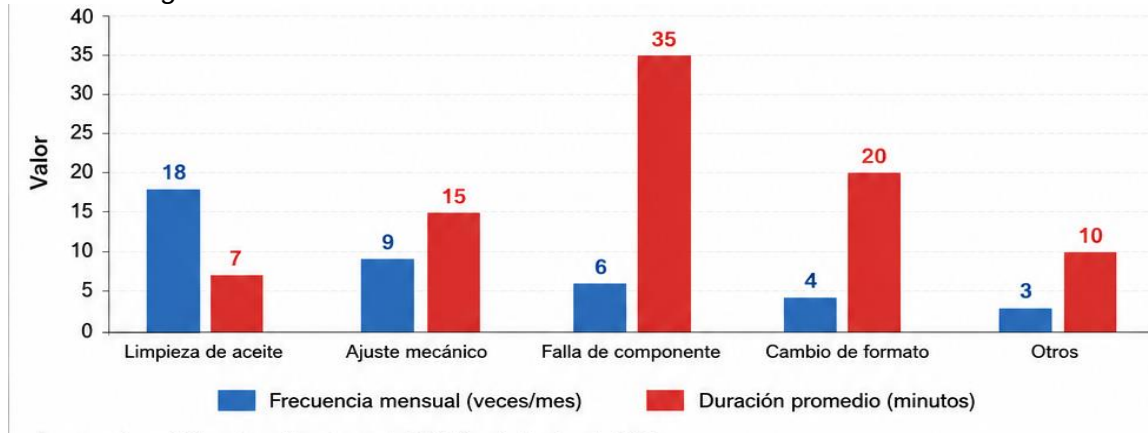
Paros no programados por tipo

Tipo de paro	Frecuencia (veces/mes)	Duración promedio (min)	Tiempo total acumulado (min/mes)	% del total de paros
Limpieza de aceite derramado	18	7	126	21,7%
Ajuste mecánico de emergencia	9	15	135	23,2%
Falla de componente	6	35	210	36,1%
Cambio de formato	4	20	80	13,8%
Otros	3	10	30	5,2%
TOTAL	40 eventos	—	581 min/mes	100%

Nota. 581 minutos de paro no programado al mes equivalen a 9,7 horas productivas perdidas, lo que impacta directamente en el componente de disponibilidad del OEE.

Ilustración 4.

Período de diagnóstico

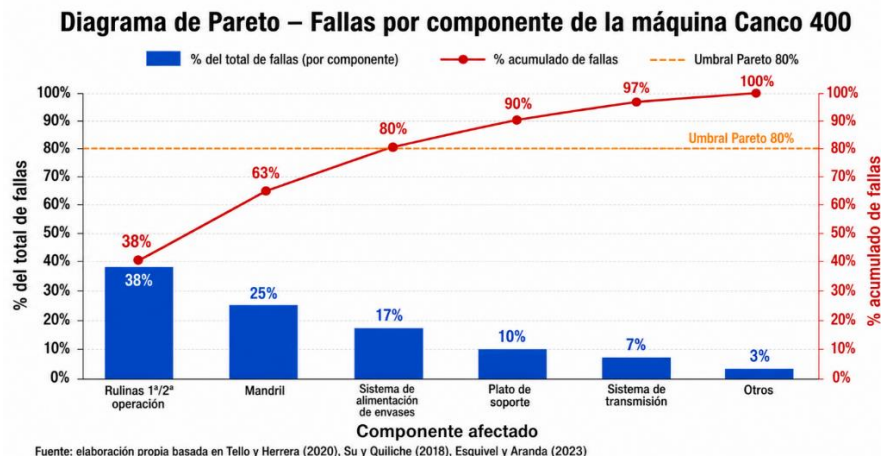


2.4.4 Diagrama de Pareto – Priorización de fallas

El diagrama de Pareto, basado en el principio de que el 80% de los efectos de un problema provienen del 20% de sus causas (IONOS, 2023), permite visualizar que los tres primeros componentes rulinas, mandril y sistema de alimentación de envases— concentran el 80% del total de fallas identificadas en contextos similares. Esta evidencia orienta prioritariamente la propuesta de mejora hacia el rediseño del sistema de alimentación de latas como la intervención de mayor impacto, dado que es el único de los tres componentes críticos que puede intervenir sin reemplazar piezas del cabezal, reduciendo así los costos y tiempos.

Ilustración 5.

Diagrama de Pareto



2.4.5 Diagrama de Ishikawa – Análisis de causas raíz

Para profundizar en la comprensión de las causas que originan la alta merma de líquido de cobertura y la baja eficiencia en el proceso de cierre de tapas, se elaboró un diagrama de Ishikawa considerando las seis categorías clásicas de variabilidad del proceso: Máquina, Método, Mano de obra, Material, Medición y Medio ambiente. En cada rama se registraron las causas identificadas a partir de la observación en planta y del análisis de los registros históricos.

Tabla 13.

Causas identificadas por categoría – Diagrama de Ishikawa

Categoría (6M)	Causas identificadas
Máquina	Desgaste acumulado de rulas de 1ª y 2ª operación; desalineación del cabezal de cierre; ausencia de plan de mantenimiento preventivo estructurado
Método	Ausencia de Procedimientos Operativos Estándar (POE) para el proceso de cierre; alimentación de latas al cabezal sin sistema de guía ni sincronización; ajustes realizados de forma reactiva sin protocolo técnico
Mano de obra	Operación basada en criterio empírico del operario; variabilidad en el desempeño entre turnos; fatiga física por postura estática prolongada y carga de trabajo elevada
Material	Viscosidad del aceite de cobertura no monitoreada ni controlada; variación en el nivel de llenado entre envases; tolerancias variables en tapas según proveedor

Medición	Ausencia de registro sistemático de merma por lote y por turno; sin medición periódica de la velocidad real frente a la velocidad nominal; sin cálculo periódico del OEE ni del MTBF
Medio ambiente	Acumulación de aceite derramado en la zona de trabajo; superficies resbaladizas que generan riesgo para el operario; temperatura ambiental variable que afecta la viscosidad del aceite

El análisis de las causas identificadas en el diagrama de Ishikawa revela que el problema central la alta merma de líquido de cobertura no tiene una causa única, sino que resulta de la interacción simultánea de factores técnicos, operativos y organizacionales. No obstante, la rama de Método tiene aquí el foco en las causas con mayor impacto inmediato: por un lado, la no existencia de un sistema controlado de alimentación de latas al cabezal y, por otro lado, la no existencia de procedimientos estandarizados son los factores que más inciden en la inestabilidad del proceso y que, a la vez, hacen que el deterioro de los componentes mecánicos (rama Máquina) y la variabilidad entre operarios (rama Mano de obra) aumenten.

Este descubrimiento es consistente con lo encontrado por He et al. (2018), que mostraron que la conjugación del OEE y los modos de falla en líneas de llenado contribuye a obtener mayores incrementos de la eficiencia de un 20% y más sin invertir capital. Si la causa principal está en la máquina, es en cómo se trata el sistema de gestión de la misma y de la alimentación de los envases, lo que constituye la palanca de mejora sobre la que se basa la propuesta del Capítulo 3.

Ilustración 6.

Diagrama de Ishikawa



2.5 Análisis de resultados

La observación directa de la máquina, el estudio de tiempos y el análisis de registros históricos revelan con claridad el desempeño actual en el cierre de tapas de la Canco 400. Lo primero que destaca es la alimentación de latas. Ocurre completamente de forma manual, sin ningún sistema que guíe o sincronice el ingreso. Las latas llegan con posiciones variadas y a ritmos inconsistentes, lo que inevitablemente derrama líquida de cobertura. El operario se ve obligado a reducir la velocidad de la línea por debajo de lo que la máquina podría hacer, y en la zona de trabajo se acumula aceite constantemente.

Estos paros para limpiar son frecuentes, pero nadie los registra como corresponde. Simplemente alargan el tiempo productivo real, aunque de forma silenciosa. El estudio de tiempos reveló algo importante: el paso más variable del ciclo es precisamente ese traslado

manual de la lata hacia el cabezal. La diferencia entre el tiempo mínimo y el máximo es mucho mayor a la de las operaciones de cierre de por sí. Esa variabilidad, unida a un freno deliberado de velocidad para no tener una pérdida, comportan un rendimiento operativo muy por debajo de la capacidad máxima. A la hora de optimizar la capacidad productiva en un turno, esta cae y con ella también lo hace la eficiencia global del equipo.

Los registros históricos cuentan otra historia, la de paros inesperados por ajustes de emergencia, por limpieza de aceite fallido, y por averías recurrentes en la parte de los componentes claves. Todo ello no hace más que corroborar una realidad innegable: el mantenimiento, lo que aquí se entiende por mantenimiento, es reactivo, no preventivo. La actuación sólo tiene lugar cuando ya se ha roto algo.

El Pareto y el Ishikawa muestran claramente dónde se concentra el problema: un número muy reducido de elementos, la guía de entrada, las ruinas de cierre y las rutinas de limpieza para ir sumando paros e incidentes a partir de esas ruinas. El Ishikawa permite organizar las causas por categorías: método, máquina, mano de obra, material, medio y medición. Lo determinante es lo siguiente: no existe alimentación controlada; no existen procedimientos estandarizados; el mantenimiento se improvisa; nadie mide los indicadores con rigor. Todo ello confirma que requiere una intervención técnica urgente.

2.6 Identificación de problemas y cuellos de botella

Del análisis se hace evidente dónde se ha localizado el proceso: el primer cuello de botella consiste en la alimentación de envases; sin un transportador lineal o un mecanismo de guía las latas entran a mano, preciso señalar que entonces las latas no presentan una posición, separación o cadencia regular, lo que determina que el líquido de cobertura acabe derramándose antes de cerrar y que la línea no pueda ir a velocidad nominal; el resultado es crudo; la merma es del 45%, lo cual está muy lejos de la técnica que se acepta, y la reducción

de velocidad se produce a propósito en el intento de detener dicha pérdida; el segundo problema es por cuestiones operacionales que responden a los procedimientos que no son estándar; decisiones clave, como poner en marcha la velocidad, como detenerla, como hacer ajustes; o cuándo escalar la falla, dependen casi exclusivamente de lo que el operador toma como correcto a partir de su propia experiencia; hay variabilidad entre los turnos, no hay criterios unificados; paralelamente, el mantenimiento es puramente correctivo, se hace cuando ya la falla ha hecho daño al proceso; no existe un plan del desgaste de las piezas críticas, es decir el mantenimiento es por situaciones; no existen rutinas sistemáticas para evitar que se acumule el aceite en los rodillos y mecanismos; el tercer cuello de botella es el de la información, aunque el taller trabaja en mejora continua no hay un sistema que registre real y analice indicadores como la merma, el ciclo, la disponibilidad, el MTBF o la tasa de rechazo del cierre.

Sin datos estructurados no se puede adivinar exactamente qué se pierde, ni evaluarse técnicamente qué alternativas de mejora podrían funcionar. El problema tiene cuatro caras: envases que entran no controlados, operación sin estándares, mantenimiento que sólo actúa si es necesario y parámetros que no existen. Eso es lo que el Capítulo 3 busca resolver con una propuesta clara, un transportador lineal y que la reducción de la merma pueda hacer que la velocidad de la línea aumente y, además, mejorar la eficiencia del cierre.

Capítulo 3

3 Propuesta de Mejora

3.1 Objetivo de la propuesta

El objetivo de la propuesta es diseñar y fundamentar técnicamente una mejora del sistema de alimentación de envases de la máquina Canco 400 mediante un transportador lineal y las acciones operativas y de mantenimiento complementarias necesarias, de forma que se reduzca la pérdida de líquido de cobertura, se recupere la velocidad operacional de la línea y se mejore el proceso de cierre de tapas en el taller estudiado.

Este objetivo se fundamenta en el diagnóstico planteado en el Capítulo 2, donde se demostró que la alimentación manual de envases, la inexistencia de procedimientos operativos estandarizados y la gestión reactiva del mantenimiento son los factores que más inciden en la productividad y la estabilidad del proceso de cierre. La propuesta trata de dar respuesta a una solución completa a nivel técnico y metodológico, evaluable y posible de implementar en el futuro por el taller, fortaleciendo así su rendimiento en la operativa.

3.2 Diseño del transportador lineal para la alimentación de envases

3.2.1 *Descripción funcional del transportador propuesto*

El transportador lineal desempeñado es un sistema mecánico de transporte continuo concebido expresamente para dar una solución al problema expuesto en el Capítulo 2: la falta de un dispositivo controlado que haga avanzar los envases desde la etapa de llenado hasta el cabezal de doble cierre de la máquina Canco 400; su finalidad es permitir que cada lata llegue al plato de soporte en una posición estable, con una separación homogénea entre envases y con el líquido de cobertura en reposo relativo, eliminando las variaciones de velocidad y trayectoria que en la actualidad dependen de la mano del operario.

Funcionalmente, el sistema funciona como un puente físico situado entre dos estaciones del proceso: recibe los envases inmediatamente después de haber sido llenados con el producto y el líquido de cobertura, y los entrega, de uno en uno y a intervalos regulares, en la posición precisa donde el cabezal de la Canco 400 efectúa la sujeción de la tapa contra el cuerpo de la lata. A diferencia del esquema que tenemos en la actualidad, en el que el operario determina de una forma variable cuándo y cómo se introduce cada envase, el transportador impone un ritmo de alimentación constante que viene determinado por la velocidad del motor y no por la percepción o el cansancio del operario.

En lo que respecta a la colocación física, el transportador se encuentra instalado en el final de la línea de flujo de proceso, como elemento que sustituya al fragmento de aquel donde el operario donde actualmente toma las latas con la mano o bien las empuja sobre la mesa de trabajo. El extremo de entrada secciona el pequeño rodillo o banda corta que recibe los envases llenos provenientes de la estación anterior, mientras que el extremo de salida coincide exactamente con la boca de entrada del cabezal, de tal forma que cada lata quede centrada respecto al plato de soporte antes de ser aprehendida por el dispositivo de cierre.

El control del flujo de envases se obtiene por los tres mecanismos que se unen: el primero, la velocidad constante del transportador que evita así que existan aceleraciones o frenados repentinos; el segundo, las guías laterales que impiden que la lata pueda girar o cambiarla lateralmente durante su recorrido hasta que sale el final; y tercero, la fijación entre envases conocida como separación fija determinada por el diseño de la superficie de transporte que evita que las latas de choquen entre ellas.

3.2.2 *Requisitos de diseño y criterios de dimensionamiento*

El diseño del transportador lineal tiene que permitir que, al menos las latas se muevan de un lugar a otro, igual que asegurar que lo hagan en condiciones en las que no se derrame el

líquido de cobertura y que se permita trabajar con él mientras se esté cerca de la velocidad nominal de la Canco 400 tratando de no perder el control del proceso. Por este motivo, los requisitos de diseño se distribuyen en cinco bloques de requisitos: características del envase, rendimiento del equipo, geometría del sistema, comportamiento del líquido de cobertura y características reales del taller.

3.2.2.1 Características del envase.

La base fundamental del diseño reside en el envase a ser transportado. En el caso del formato de lata que se trabaja en el taller (latas de atún estándar), se consideran valores de diámetro estimados que oscilan entre los 80-100 mm, una altura aproximada situada entre los 40-60 mm y un peso medio del envase lleno, que ronda los 200-250 g. Estos parámetros determinan el ancho mínimo del transportador y la distancia entre las guías laterales, condicionan la altura de las guías y la estabilidad durante el transporte, y también influyen en la elección del tipo de banda o rodillos y de la potencia de motor.

A partir de estos valores se establece un ancho útil del canal de transporte que, a modo de guía, queda fijado entre los 120-150 mm, dejando un lado de holgura de 5-10 mm por cada lado. De esta manera, se evita el atascamiento manteniendo el envase en una posición de rectitud evitando que la lata se desplace o gire considerablemente a lo largo del trayecto. Un canal que sea excesivamente ancho generaría anomalías con los escenarios de holgura permitidos que desestabilizarían el envase induciendo a que la lata se desplace o gire, mientras que un canal que fuese demasiado estrecho provocaría el atascamiento del envase. El diseño apunta a un canal que sea lo más ajustado posible, pero permita que el envase fluya por el canal, debiendo existir suficiente espacio para que la lata se desplace, pero evitando las fricciones excesivas y sin libertad de desplazamiento lateral.

3.2.2.2 Desempeño del equipo: velocidad objetivo

La velocidad del transportador es la que se expresa en envases/minuto y, a su vez, la que debe estar alineada con la capacidad de la Canco 400. En este caso intervienen tres referencias:

- La velocidad nominal de la Canco 400 (capacidad de diseño), que, en cerradoras de mediana velocidad similares, es de entre 80 y 120 envases/minuto.
- La velocidad real actual, pero reducida por parte del operario para “no botar aceite”, que se estima por debajo a la nominal (ejemplo: entre 40 y 60 envases/minuto), según informaciones obtenidas del diagnóstico en campo.
- La velocidad de referencia con la propuesta: que se aproxima a la nominal sin derrame, estimada teóricamente en un rango de 70 y 90 envases/minuto, que deberá ajustarse con el feedback desde planta en sus pruebas.

Este criterio de diseño hace que la velocidad del transportador no alimente la Canco 400 más rápida de lo que el cabezal puede cerrar, para evitar acumulaciones en la entrada del grupo. Para ello, se plantea que la velocidad de la banda debe ajustarse mediante un variador de frecuencia o reductor, de forma que permita calibrar el flujo de envases hasta un punto en el que:

- El cabezal trabaja de forma continuamente.
- No hay esperas entre latas.
- El líquido de cobertura se mantiene dentro del envase y sin derrame importante.

3.2.2.3 Geometría del sistema: longitud, altura e inclinación.

La longitud total del transportador se determina midiendo la distancia que se dispone entre la salida de la estación de llenado y la entrada del cabezal de la Canco 400. De forma referencial, se sugiere una longitud estimativa de entre 2 a 3 metros que ha de permitir:

- Un mínimo de recorrido para estabilizar el envase después de haber llenado (que el líquido "deje de moverse").
- Espacio de paso para el operario a efectos de limpieza y supervisión.
- Evitar giros muy cerrados o giros bruscos u "obstinados" que puedan desestabilizar la lata.

La altura del transportador se estima en torno a 900-1000 mm respecto al suelo, coincidiendo con la altura del plato de soporte de la Canco 400 en la zona de entrada, para que la lata llegue "a ras" del punto de sujeción sin que el operario deba corregir de forma manual. La inclinación del tramo (si la hubiera) ha de ser suave, ya que una pendiente demasiado pronunciada puede incrementar el movimiento de las latas haciendo que estas frenen, lo que puede originar un movimiento adicional del líquido de cobertura.

3.2.2.4 Comportamiento del líquido de cobertura: estabilidad del envase.

Una necesidad particular de la línea en cuestión y que le otorga características propias en comparación con otros tipos de transportadores industriales es que se debe tener en cuenta la actitud del aceite presente en su interior; el líquido de cobertura:

- No tiene la misma viscosidad que el agua.
- Está localizado muy próximo al borde superior de la lata.
- Se puede derramar si al envase se le hacen movimientos bruscos o golpes.
- Por este motivo, el transportador:
- Debemos mantener una velocidad de traslación constante, sin bruscos cambios de aceleración de la línea.
- No debe vibrar excesivamente (por ejemplo, se tiene que optar por una banda continua y no por rodillos separados).
- Ha de minimizar los golpes de entrada y salida de las latas mediante guías de ángulos suaves y bien alineadas en los puntos de transferencia, etc.

En otras palabras, en este caso el diseño ya no debe plantearse "mover latas", sino que hay que razonarlo desde la perspectiva de mover latas llenas de aceite como si se desplazaran despacio, aunque la línea trabaje más rápidamente; esta es la manera de eliminar merma sin perder en velocidad.

3.2.2.5 Condiciones reales del taller: ambiente, limpieza y espacio disponible.

Finalmente, el transportador necesita trabajar en el entorno específico del taller. A tal efecto:

- Existen aceites en la zona de cierre todo el tiempo.
- Necesidad de limpieza frecuente para evitar acumulaciones que puedan dar lugar a problemas de deslizamiento y fallas mecánicas.
- Lugar limitado para la circulación del personal alrededor de la Canco 400.
- Lo que significa que:
- Los materiales deben ser un buen comportamiento frente a la corrosión y aptos para ambientes húmedos y aceitosos (por ejemplo, se prevé acero inoxidable para las partes críticas).
- La superficie del transportador debe tener que permitir una fácil limpieza a partir de puntos de drenaje o de extracción del aceite acumulado, para limpiar la unidad transportadora de forma rápida.
- La estructura no debe dificultar el paso del operario ni la manipulación del resto de los equipos que los rodean.

3.3 Componentes principales del transportador

El transportador lineal que se ha propuesto se asemeja a un conjunto de elementos mecánicos que interactúan entre sí para movilizar las latas desde la estación de llenado, pasando por la estación de limpieza de la máquina Canco 400, haciéndolas llegar a las mismas

mientras mantienen su estabilidad y sincronizan el flujo con el mecanismo de cierre. Los principales elementos que integran el transportador son la estructura la banda o rodillos, las guías laterales, el sistema de accionamiento, los soportes y los elementos de seguridad, además de la integración mecánica con el sistema Canco 400 en la zona de entrega de la lata.

La descripción anterior de los principales componentes del transportador lineal se puede complementar con las imágenes presentadas en los documentos adjuntos (Anexo 4). En esta documentación se representan de forma referencial la estructura de la banda, las guías laterales, el sistema de accionamiento, los soportes y los elementos de seguridad que corresponden al diseño propuesto para el proyecto.

3.3.1 Estructura

El transportador para las latas de material plástico acondicionadas para la berma (o recubrimiento) está constituido por la estructura que apoya la banda o los rodillos (o guía), las guías y el sistema de accionamiento, etc. Esta estructura se diseña generalmente a partir de perfiles metálicos (por ejemplo, acero al carbono pintado o acero inoxidable en las zonas críticas) con la suficiente rigidez como para que el sistema del transportador no pueda deformarse con la vibración que pueda causar inestabilidad a las latas o incrementación del movimiento del líquido de recubrimiento. A su vez, resulta adecuado incluir travesaños y refuerzos que aseguren la alineación de los componentes, así como anclajes al suelo o bases regulables que permitan ajustar la altura y nivel del transportador según requerimientos del taller.

3.3.1.1 Banda o rodillos.

La estructura es el componente principal del transportador, donde se instalan la banda, los rodillos y guías, y el sistema de actuación. Suele proyectarse con perfiles metálicos (p. ej. acero al carbono pintado, acero inoxidable en zonas críticas) con la rigidez suficiente para

evitar deformaciones y vibraciones que puedan afectar la estabilidad de las latas o incrementar la energía del movimiento del líquido de cobertura. Incluyen, en general, travesaños y refuerzos que aseguran la alineación de los componentes, como los puntos de fijación al suelo o bases regulables para asegurar la altura y nivelación del transportador en función de las condiciones del taller.

3.3.1.2 Guías laterales.

- Las guías laterales se constituyen en perfiles que se colocan en ambos lados de la banda o los rodillos con la finalidad de mantener alineadas las latas, incluso en eventos de resistencia y aceleración para evitar que se desplacen lateralmente o giren sobre sí mismas.
- Su separación se dimensiona de acuerdo con el diámetro del envase, dejando una tolerancia mínima que permita el paso fluido y sin fricción en exceso.
- Se diseñan con cantos suaves y transiciones suaves, sobre todo, en la zona de entrada y salida para limitar golpes en el envase y en la tapa que originan derrame de aceite.

3.3.1.3 Accionamiento (motor y transmisión).

- El motor eléctrico y sus distintos elementos de transmisión (reductores, cadenas, correas, engranajes) que conllevan el desplazamiento de la banda o de los rodillos a la velocidad diseñada constituyen el sistema de accionamiento.
- La selección de la potencia del motor eléctrico y de la relación de transmisión se realiza partiendo del peso estimado de las latas, de la capacidad de envases por minuto y de que la operación se ha de realizar de forma continua sin sobrecargas.

- Se prevé la posibilidad de utilizar un variador de frecuencia o un sistema equivalente que sirve para el control preciso de la velocidad de transporte, correspondiente con la velocidad de funcionamiento de la Canco 400.

3.3.1.4 Soportes.

- Los soportes constituyen los elementos que sostienen la estructura del transportador regulando la altura y el nivel del mismo.
- La opción elegida para realizar el soporte puede ser patas metálicas con bases regulables o bien estructuras ancladas al piso, para su resistencia al peso del equipo y a las cargas que genera el movimiento de las latas.
- Al realizar su diseño se considera el espacio para el paso del operario, salvaguardando que se conviertan en obstáculos de la zona de trabajo que rodea a la Canco 400.

3.3.1.5 Elementos de seguridad

- El sistema incluye protecciones mecánicas sobre las partes móviles (transmisiones, cadenas, poleas), para evitar el contacto accidental del operario.
- Se consideran botones de paro de emergencia en ubicaciones accesibles, así como una señalización básica de seguridad en la propia estructura del transportador.
- Se contempla también el diseño de superficies antideslizantes en las zonas de paso próximas al transportador, dada la abundancia de aceite en el ambiente de trabajo.

3.3.2 Integración mecánica con la Canco 400

- La integración mecánica es la manera de que el transportador entrega la lata a la Canco 400 de forma que el envase llegue alineado y a la altura adecuada del plato de soporte.

- El transportador se ajusta para que el extremo del transportador a la salida quede alineado “a la misma altura” que la altura del plato de soporte de la Canco 400, para que no haya escalones o diferencias de niveles que obliguen al operario a corregir manualmente la posición del envase.
- La alineación longitudinal y lateral se diseñan para que la última guía de la guía del transportador conduzca directamente la lata al punto de sujeción del cabezal, minimizando los golpes de transferencia, así como la posibilidad de atascos.
- Este punto será el punto de interfase crítico entre el transportador lineal y la cerradora, donde la sincronización de velocidad y la geometría de guías afectan directamente a la estabilidad del envase y a la merma del líquido de cobertura.

3.3.3 Esquema de operación

El sistema Canco 400 + transportador lineal se entiende como un bloque continuo de secuencias de etapas desde el llenado de la lata hasta el cierre, de forma que una de las etapas incluya a la siguiente mediante el flujo controlado de los envases de forma continua. Descriptivamente, el esquema de operación puede ser considerado como un “diagrama de flujo” que representa el recorrido de la lata en el sistema de líneas. La secuencia de operación simplificada es la siguiente:

- Llenado del producto y del líquido de cobertura: la lata se llena del producto (trozos de atún, por ejemplo), luego se dosifica el líquido de cobertura (aceite), hasta alcanzar la altura prefijada, con lo que queda la lata lista para el cierre, pero el aceite es aún susceptible de movimiento interno.
- Posicionamiento de la tapa: En la estación correspondiente se coloca la tapa sobre el cuerpo de la lata, dejando preparado el conjunto para el proceso de doble cierre.

- Ingreso de la lata a la transferencia lineal: La lata llena y con tapa es posicionada en el inicio del transporte lineal, sea mediante maniobra de posicionamiento manual o mediante un corto tramo anterior, quedando dentro del canal que conforman la banda o rodillos, y las guías laterales.
- Desplazamiento controlado hacia la Canco 400: El transporte moviliza la lata a velocidad constante, por el tramo del mismo modo que está diseñado, permitiendo que el líquido de cobertura se estabilice, al mismo tiempo que el envase avanza y manteniendo su orientación mediante las guías laterales, para lo que se minimizan vibraciones y golpes en su recorrido, evitando cualquier derrame.
- La lata se entrega al cabezal de la Canco 400: En el extremo del transportador, la lata es enviada directamente al plato de soporte de la Canco 400, llegada al plato alineada óptimamente a la altura de la sujeción de la tapa. La interfaz mecánica garantiza que el transporte sea fluido al implicarse el movimiento del transportador y el sistema de cierre de la máquina.
- La primera operación de cierre: Una vez sujeta la lata sobre el plato de soporte, el cabezal realiza la primera operación de cierre, la rulina de formado enrolla el borde de la tapa alrededor del borde del cuerpo y se crea el gancho inicial.
- La segunda operación de cierre: A continuación, la rulina de segunda operación comprime las capas de metal y se finaliza la costura del doble cierre.
- Salida de la lata cerrada: Una vez termina la segunda operación, el plato desciende y la lata cerrada es retirada de la Canco 400 hacia la siguiente etapa de la línea (enfriado, lavado, etiquetado, etc.), sin riesgo de derrame de líquido de cobertura.

Ver Anexo 5 en donde se encuentra el diagrama de proceso del esquema operativo.

3.4 Ajustes operativos y estandarización del proceso de cierre

El presente bloque vincula el diseño del transportador lineal con la forma de trabajar en planta, esto es, expresa cuál debe ser la forma de operar el sistema Canco 400 + transportador, para que las mejoras técnicas se conviertan en resultados sostenibles; la estandarización de los procedimientos pretende disminuir la dependencia del criterio individual del operario y asegurar que la reducción de merma y la mejora de la velocidad queden aplicadas perpetuamente en cada turno.

3.4.1 Procedimientos operativos estándar (POE) propuestos

Se proponen tres Procedimientos Operativos Estándar esbozando el uso del transportador lineal y que ayuden a mantener en el tiempo los beneficios esperados que debería suponer la propuesta de mejora.

3.4.1.1 POE para arranque y parada de la Canco 400 con transportador.

Este procedimiento esboza cómo se debe encender y cómo se debe parar el conjunto Canco 400 + transportador para no dañar el sistema y para que arranque de manera segura y estable.

- Verificar antes del arranque que el área de cierre tenga el área de cierre limpia (sin residuos de aceite y sin obstrucciones en el canal del transportador).
- Arrancar primero el transportador lineal en vacío (sin envases) y ver que la banda o los rodillos se desplacen de forma uniforme, sin vibraciones ni ruidos que sean anómalos.
- Arrancar la Canco 400 y dejar que el cabezal alcance su régimen estable (a temperatura) y que se introduzca el primer envase.

- Iniciar la alimentación de envases de forma gradual y al mismo tiempo ir subiendo/ajustando el variador de frecuencia hasta el llegar a la velocidad objetivo acordada para el turno.
- Para la parada, detener el ingreso de nuevos envases en el transportador, dejar que las latas en tránsito finalicen su recorrido y el cierre, y solo después apagar la Canco 400 y finalmente el transportador.

3.4.1.2 POE para alimentación de envases (transportador en vez de alimentación manual).

Este procedimiento sustituye la actual práctica de alimentación manual -considerada una de las causas de variabilidad de la tarea y de manejo brusco de las latas ya que se abren de un lado- mediante el flujo controlado que ya lleva el transportador lineal.

- El operario ubica las latas llenas y con tapa en el punto de ingreso del transportador, climatizando que no debe apilar las latas o meterlas a la fuerza dentro del canal.
- Las latas deben ingresar de una en una, respetando el espaciamiento natural que producen la banda o rodillos y no siendo empujadas manualmente una vez dentro del canal de alimentación.
- El operario verificará la trayectoria visualmente y puede comprobar que las latas están alineadas mediante las guías laterales y que no se producen atascos ni volcamientos en el proceso.
- No se permiten las manos ni los objetos en el canal de transporte mientras este funcione. Esta es una forma de respetar la seguridad en la operación.
- En caso de un atasco, el operario se dirigirá a la parada de emergencia antes de manipularlo manualmente y dará parte a los registros correspondientes.

- El uso del transportador substituye completamente la alimentación manual directa al cabezal de la máquina, que era la práctica de mayor brusquedad en el movimiento de la cobertura.

3.4.1.3 POE para control de merma y limpieza periódica en el área de cierre.

El objetivo de este procedimiento es mantener en el tiempo la merma obtenida por el transportador a partir de una serie de rutinas que permiten asegurar el estado de las condiciones de operación evitando el deterioro progresivo en el tiempo.

- Al comenzar cada turno, el operario tiene que realizar una verificación visual de la zona de cierre y del transportador comprobando la ausencia de abundancia de aceite en guías, banda o rodillos.
- Durante la operación, se realizan paradas breves programadas (por ejemplo, una vez por cada X número de horas) para limpiar los restos de líquido de cobertura que pueden quedar acumulados en la zona de transferencia hacia la Canco 400.
- Se tiene que registrar de forma periódica una evaluación visual o cuantitativa del volumen de la merma observada y compararla contra el umbral técnico aceptado de referencia (2% a 8% de merma) para anticipar desviaciones.
- Si la merma observada se acerca o se sobrepasa el rango superior del umbral aceptado, el operario tiene que informarlo para estudiar y revisar las causas de la merma (velocidad excesiva, desalineación de guías, desgaste de componentes).
- Al final de cada turno se procede a hacer una limpieza completa del área de cierre y del transportador, retirando los residuos de aceite acumulados y verificando el estado de las guías y de la banda.

- Toda incidencia relacionada con la merma y limpieza tiene que ser registrada en la bitácora de mantenimiento para alimentar los indicadores de desempeño (OEE, MTBF) que soportan el seguimiento de la propuesta.

3.4.2 Roles y responsabilidades del personal

La incorporación del transportador lineal en la etapa del proceso de cierre de la Canco 400 plantea la necesidad de organizar de forma clara las funciones del personal, de acuerdo con los principios del método Lean y la estandarización de las operaciones que propone la propuesta. En este sentido, se deducen hasta tres roles operacionales como operario de cierre, como técnico de mantenimiento y como responsable de producción, cada uno de los cuales comprende tareas específicas en relación al nuevo sistema. Las cuales realmente son:

Tabla 14.

Roles y responsabilidades

Rol	Responsabilidades principales
Operario de cierre	- Operar la Canco 400 y el transportador de formatos según los POE de arranque, de parada y de alimentación de envases - Alimentar las latas al inicio del transportador de formatos, supervisar el flujo de alimentación y accionar el paro de emergencia ante atascos - Ejecutar rutinas de limpieza de la zona de cierre y del transportador de formatos (control de merma y de aceite) - Copiar las incidencias operativas del turno (derrames, paros, ajustes de velocidad) a las hojas de la operación y a las bitácoras.

Técnico de mantenimiento	- Garantizar la integridad mecánica del conjunto de la Canco 400 + transportador de formatos mediante mantenimiento correctivo y preventivo - Inspección de los componentes críticos (ex. banda/banda de rodillos, guías, transmisión, motor, mandril, rulinás) - Planificar el uso del sistema según las órdenes de producción (formatos, velocidades objetivo, tiempos por turno) - Asegurar el cumplimiento de los POE por parte de los operarios y promover el cumplimiento del proceso de cierre estandarizado.
Responsable de producción	- Supervisar el cumplimiento de las rutinas de limpieza programadas a la zona de cierre y del mantenimiento programado - Analizar si los indicadores de desempeño (merma, velocidad, OEE, tasa de rechazo) requieren ajustes o bien formación adicional. - Planificar el uso del sistema según las órdenes de producción (formatos, velocidades objetivo, tiempos por turno) - Asegurar el cumplimiento de los POE por parte de los operarios y promover el cumplimiento del proceso de cierre estandarizado.

3.4.3 Recomendaciones de seguridad, orden y limpieza en la zona de cierre

La disminución de merma y la optimización del proceso de cierre no pueden mantenerse en el tiempo sin contar con las correspondientes condiciones de seguridad, orden y limpieza del área en la que operan la Canco 400 y el transportador lineal. Se proponen recomendaciones básicas derivadas de los conceptos de housekeeping y 5S considerando el taller. Las que se detallan a continuación:

Tabla 15.*Recomendaciones 5S*

Categoría	Recomendación
Seguridad	• Utilizar siempre el equipo de protección personal obligatorio (guantes anti aceite, zapatos antideslizantes, protección ocular). • No introducir las manos ni las herramientas en el canal del transportador ni en zonas móviles mientras se opera. • Detener el proceso utilizando siempre el paro de emergencia antes de intervenir manualmente en el sistema. • Señalizar las zonas de riesgo (componentes móviles, zonas con riesgo de contacto con aceite). • Verificar la posición y el correcto acceso a los botones de paro de emergencia en el cambio de turno. • Mantener la zona de cierre libre de cualquier material.
	• Definir y etiquetar el lugar donde se guardan las herramientas y los repuestos.
	• Ornamentar los envases de forma que se eviten acopios desorganizados antes o después de la zona del transportador.
	• Limpiar periódicamente el suelo, la mesa de trabajo, las guías y superficie del transportador para eliminar el aceite derramado.
	• Usar bandejas o elementos absorbentes en puntos donde el aceite se concentra en forma de goteo.
	• Registrar, en un formato sencillo de control, las tareas de limpieza diarias por turno.

-
- Programar las paradas breves para housekeeping, evitando que la limpieza sea solo reactiva a incidencias.
-

3.5 Plan de mantenimiento autónomo y gestión de indicadores

Este sector hace aterrizar los conceptos de TPM y OEE a un contexto específico del taller, proponiendo rutinas sencillas pero sistemáticas que permitan sostener en el tiempo la eficiencia del sistema Canco 400+transportador lineal. La idea central consiste en hacer que el operario intervenga en el cuidado del equipo (mantenimiento autónomo), mientras el técnico de mantenimiento y el responsable de producción llevan a cabo las intervenciones mayores y el recorrido de indicadores.

3.5.1 Plan de mantenimiento autónomo y preventivo

El programa de mantenimiento se organiza en 3 escalones de frecuencia: rutinas diarias, rutinas semanales y rutinas mensuales, que se aplicarán a la Canco 400 y al transportador lineal. Las actuaciones propuestas se centran en limpieza, inspección visual, engrasado y ajustes básicos, conforme a los pilares del TPM.

3.5.1.1 Matriz tipo checklist para el operario.

A continuación, se presenta una matriz sencilla que el operario puede utilizar como lista de verificación diaria, reforzando el mantenimiento autónomo del sistema:

Rutinas diarias (operario de cierre). Se aplican a la apertura y cierre de cada turno:

- Comprobar que la zona de cierre y el transportador están libres de acumulaciones visibles de aceite, producto o envases alterados.

- Limpiar el suelo, la mesa de trabajo, las guías laterales y la banda en la superficie o los rodillos, empleando trapos y elementos absorbentes del procedimiento de housekeeping.
- Evaluar visualmente que no haya tornillos sueltos, guías torcidas, ruidos extraños y vibraciones raras en el funcionamiento.
- Verificar que funcione correctamente el botón de paro de emergencia y que las protecciones mecánicas estén completas.
- Dejar constancia en el checklist del turno de cualquier incidencia respecto a una fuga de aceite no normal, algún atascado pequeño, ruidos no normales, etcétera.

Rutinas semanales (operador + técnico de mantenimiento)

- Llevar a cabo limpieza profunda de la zona de cierre y del transportador, incluyendo desmontaje superficial de las guardas para eliminar residuos acumulados.
- Comprobar el estado de la banda o de los rodillos (desgaste, daños, suciedad pegados) y estado de las guías laterales (golpes, deformaciones).
- Comprobar la tensión de la transmisión (tensión de cadenas o correas, fijación de poleas y engranajes).
- Lubricar puntos de la Canco 400 y del transportador siguiendo el fabricante y el plan interno del taller.
- Verificar la alineación del punto de entrega del transportador respecto el plato soporte de la Canco 400, ajustando ligeramente si hay desviaciones detectadas.
- Dejar constancia de las acciones realizadas en la bitácora de mantenimiento semanal.

Rutinas mensuales (técnico de mantenimiento)

- Ejecutar las inspecciones de partes críticas de la Canco 400 (mandril, rulas de primera y segunda operación, plato soporte) y del transportador (motor, reductores, soportes distribuidos).
- Analizar el desgaste de piezas a ser sustituidas con periodicidad y preparar el sustituto antes que afecte la calidad del cierre o bien afecta la estabilidad de las latas.
- Comprobar los registros de merma, paros no programados y velocidad de línea para detectar patrones de avería relacionados con el estado del equipo.
- Actualizar el plan de mantenimiento preventivo según los resultados registrados, modificando frecuencias o incorporando nuevas actividades si corresponde.

3.5.2 Checklist diario de mantenimiento autónomo (Operario de cierre)

Tabla 16.

Checklist diario

Ítem	¿Se realizó? (Sí/No)	Observaciones (si aplica)
1. Limpieza general del suelo del trabajo y de la mesa de trabajo en zona de cierre.		
2. Limpieza de las guías laterales y de la superficie de banda/rodillos.		
3. Comprobación visual al 100% de que no hay aceite acumulado en transportador y Canco 400.		
4. Comprobación de que funcionan los botones de paro de emergencia.		
5. Inspección visual de tornillos sueltos, guías desalineadas o vibraciones extrañas.		

-
6. Anotación de cualquier tipo de derrame de aceite que no sea habitual.
 7. Anotación de atascos o incidentes ocurridos en el transcurso del turno.
-

3.5.3 Indicadores clave de desempeño para el proceso de cierre

Además, también se adjunta los indicadores clave y quién se encarga de registrarlos y analizarlos en el taller:

Tabla 17.

Indicadores clave del sistema Canco 400 + transportador y responsables

Indicador	Qué mide	Quién lo registra	Quién lo analiza / usa para decisiones
Merma de líquido de cobertura	Porcentaje de aceite perdido respecto al dosificado por envase.	Operario de cierre (registro por turno en formato de merma).	Responsable de producción (comparación con rango 2–8% y definición de acciones correctivas).
Velocidad de línea (envases/min)	Ritmo de producción efectivo de la Canco 400 con transportador.	Operario de cierre (lecturas por turno, anotadas en hoja de control).	Responsable de producción (ajuste de velocidades objetivo y evaluación de cumplimiento de órdenes).

OEE (Eficiencia Global del Equipo)	Disponibilidad, rendimiento y calidad del proceso de cierre.	Técnico de mantenimiento / responsable de producción (cálculo periódico a partir de datos de producción y paros).	Dirección de producción / responsable de producción (seguimiento de mejora y priorización de proyectos).
MTBF (Tiempo medio entre fallas)	Tiempo promedio de operación entre fallas del sistema Canco 400 + transportador.	Técnico de mantenimiento (bitácora de fallas e intervenciones).	Técnico de mantenimiento y responsable de producción (planificación de mantenimiento preventivo y reposición de componentes).
Tasa de rechazo por defectos de cierre	Porcentaje de latas que no cumplen especificación de cierre.	Personal de control de calidad / operario (registro de unidades rechazadas por lote).	Responsable de producción (evaluación de impacto de ajustes y mantenimiento sobre la calidad del cierre).

3.5.4 *Uso de los indicadores para la mejora continua*

La configuración del sistema de indicadores determinado en los indicadores de Canco 400 y transportador lineal (merma, velocidad de línea, OEE, MTBF, tasa de rechazo) no está ideada como un registro estadístico sino como el motor en la mejora del taller. En esta línea, la propuesta consiste en juntar estos indicadores al ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar,

Actuar) para que el dato recogido derive en decisiones de operación, mantenimiento y capacitación.

Planificar: definición de metas y rangos aceptados

- El responsable de producción, con el apoyo del técnico de mantenimiento, define las pautas de las metas a conseguir para cada uno de los indicadores: rango de merma aceptable (p.e, 2–8%), velocidad de línea a conseguir, OEE a conseguir de forma mínima y MTBF esperado.
- Estos valores son útiles como referencia de los números que se miden en planta. Para no quedar fuera de las metas, se interpretan como la oportunidad de hacer un análisis y de tomar acciones.

Hacer: registro estandarizado de datos en planta

- El operario destinado a los cierres registra diariamente de forma sistemática las mermas visibles las velocidades de línea y las incidencias operativas de las fichas y checklists a tal efecto.
- El técnico de mantenimiento también alimenta la bitácora de fallas y mantenimientos, que es mediante la cual se puede calcular el MTBF y el análisis del OEE complementario.

Verificar: análisis periódico de las desviaciones

- En cada reunión breve semanal el responsable de producción revisa las tendencias de mermas, de velocidad y de tasa de rechazo comparando resultados con las metas.
- Cuando se observa que un indicador se aleja de su rango aceptable (por ejemplo, cuando una merma cercana de un 8% o cuando el OEE cae por debajo del valor objetivo) se identifican causas potenciales en operaciones, desalineación del transportador, desgaste de componentes, limpieza o lubricación.

Actuar: acciones correctivas y estandarización del procedimiento

- En función del análisis se definen acciones de mejora: velocidad de la banda para las mermas, recalibración de guías, refuerzo de rutinas de limpieza, capacitación del operario o adelanto de mantenimiento preventivo.
- Si las acciones son capaces de volver a recuperar los indicadores dentro de sus rangos establecidos entonces dicha acción queda estandarizada en los POE y en el plan de mantenimiento; si no se consigue, se revisa la acción y se definen nuevas intervenciones, reiniciando así el ciclo de la mejora continua.

3.6 Evaluación técnica esperada de la propuesta

Este apartado finaliza el capítulo, estableciendo como línea base los resultados obtenidos en el Capítulo 2 (merma, tiempos, paros, OEE), y proyecta, de una forma fundamentada, el escenario esperado a una vez aplicado el transportador lineal y los POE definidos en este capítulo. Es importante también recordar que los valores relativos al escenario que se propone son estimaciones técnicas y que deben ser contrastadas a posteriori, cuando se haya producido la mejora.

3.6.1 Comparación entre el estado actual y el escenario propuesto

El diagnóstico de campo (Capítulo 2) presentó una línea base bien definida: una merma media de cobertura del 45%, muy lejos del rango técnico aceptable de un 2 a un 8%; un OEE total de 61,5% (en contraposición al referente de clase mundial del 85%); un acumulado de 581 minutos de paro no programado al mes (9,7 horas productivas perdidas) generados esencialmente por limpieza de aceite derramado y ajustes mecánicos de emergencia y fallos de los componentes. La siguiente tabla sintetiza la comparativa entre el estado actual (línea base) y el esperado gracias al transportador lineal y los POE aplicados:

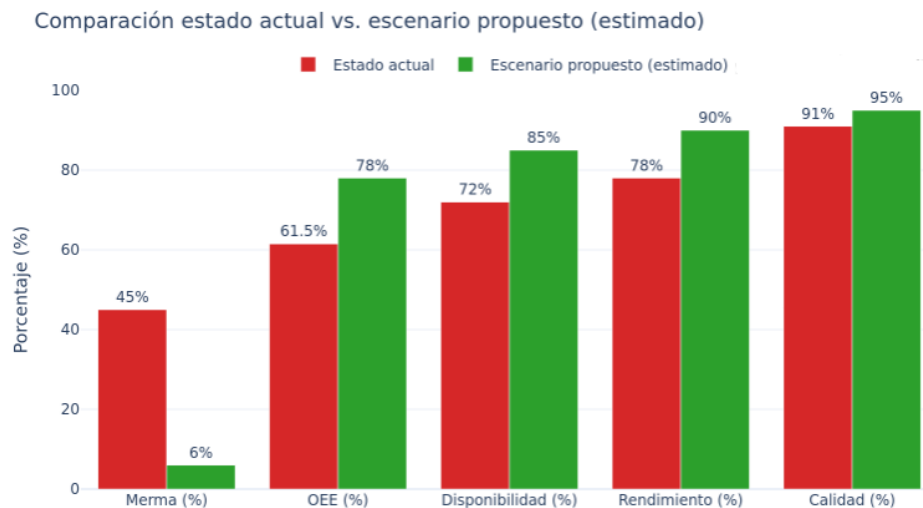
Tabla 18.*Comparación entre el estado actual y el escenario propuesto (estimado)*

Indicador	Estado actual (línea base)	Escenario propuesto (estimado)	Fuente / referencia técnica
Merma de líquido de cobertura	45%	4% – 8%	FILTEC, 2023
OEE total	61,5%	≈ 75% – 80%	Referente clase mundial 85% (Mecalux, 2025)
Disponibilidad del equipo	72%	≈ 82% – 88%	Referente 90%
Rendimiento operativo	78%	≈ 88% – 92%	Referente 95% (OxMaint, 2026)
Calidad (envases conformes)	91%	≈ 94% – 96%	Referente 99%
Paros no programados por limpieza de aceite	126 min/mes (21,7% del total)	Reducción significativa, al eliminarse el derrame previo al cierre	Estimación propia
Tiempo de ciclo (elemento E1, alimentación)	Alta dispersión: 5,2 a 12,4 seg	Menor variabilidad, al sincronizar velocidad de transportador con el cabezal	Estimación propia

El gráfico siguiente ilustra visualmente esta comparación para los indicadores porcentuales principales:

Ilustración 7.

Comparación de indicadores



Nota. Como se observa, la brecha más marcada corresponde a la merma de líquido de cobertura, cuya reducción constituye el efecto más directo de controlar el ingreso de envases al cabezal mediante el transportador lineal.

3.6.2 Alcance y validación de los resultados proyectados

Es necesario precisar que los valores presentados en este apartado incremento del OEE hacia un rango de 75–80% y reducción de la merma de líquido de cobertura a un rango de 4–8% corresponden a un escenario técnico simulado y proyectado, construido a partir del diagnóstico de campo del Capítulo 2, de referentes bibliográficos técnicos (FILTEC, 2023; Mecalux, 2025; OxMaint, 2026) y del comportamiento esperado del transportador lineal descrito en el diseño de la propuesta. Estos resultados no provienen de una medición directa en planta tras la implementación del equipo, dado que dicha implementación no forma parte del alcance de este trabajo de titulación. En consecuencia, se recomienda que, en una fase posterior de implementación física del transportador lineal, se ejecute un nuevo levantamiento de datos (observación directa, estudio de tiempos y análisis de registros) siguiendo la misma

metodología aplicada en el Capítulo 2, con el fin de validar o ajustar los valores proyectados de merma, velocidad de línea, OEE y MTBF aquí presentados

3.6.3 Impacto esperado sobre merma, velocidad y OEE

3.6.3.1 La reducción de mermas al rango técnico (4–8%).

La causa raíz que encuentra repartido a lo largo del diagnóstico es que las latas llegan al cabezal enrollador y la tapa con el líquido de cobertura ya en movimiento debido a que la alimentación es realizada manualmente y sin guías ni sincronización del movimiento. Con la introducción de un transportador lineal a velocidad constante, guías laterales y entrega alineada en el plato soporte se elimina la principal fuente de caída de producto antes del sellado. Esto hace anticipar que la merma se reduzca por efecto de dicha mejora de un 45% actual para llevarla a una horquilla de un 4% a un 8% coherente con el rango técnico de referencia establecido por FILTEC (2023).

3.6.3.2 Operación más cerca de la velocidad nominal.

En la actualidad, el operario es la persona que, en el solo uso disponible para contener la cantidad de aceite derramado, efectúa la reducción de la velocidad de alimentación, lo que implica un deterioro de la capacidad productiva de la Canco 400. Por la resolución de la causa de derrame del aceite a través del transportador, no será necesario mantener bajas velocidades por seguridad debido al aceite, de tal forma que el sistema entrará en un rango de velocidades sobre las cuales podemos trabajar apuntando más cerca a la velocidad nominal de la Canco 400, sin peligro de comprometer la calidad del cierre. Esto se traduce, por tanto, en una mejora de la reducción de la variabilidad del elemento de ciclo considerado como el más crítico (E1 – alimentación al cabezal), que en la fase del diagnóstico presentó el mayor rango de dispersión entre lecturas (5,2 a 12,4 segundos).

3.6.3.3 Mejora de disponibilidad y rendimiento del equipo.

- Disponibilidad: la reducción de la merma permite que baje el número de paradas no programadas por limpieza de aceite, que representa el 21,7% (126 minutos/mes) del total de paradas registradas. También, el plan de mantenimiento autónomo y planificado definido en el capítulo reduce las fallas de componentes (actualmente es el 36,1% del tiempo de paro), lo que impacta en el componente de disponibilidad del OEE.
- Rendimiento: trabajar más cerca de la velocidad nominal y no generar merma permite mejorar el rendimiento del proceso (relación velocidad real/velocidad de diseño), acercándolo al 95% que señala OxMaint (2026).
- Calidad: la mayor estabilidad del envase durante el transporte y la entrega alineada al cabezal permiten reducir las variaciones en la geometría de la zona de cierre, lo que se espera que se traduzca en una ligera disminución de la tasa de envases conformes que actualmente es del 91%.

Combinando el menor derroche, mayor rapidez operativa sostenible y mayor disponibilidad y rendimiento del equipo permiten proyectar que la OEE total del proceso, pase del 61,5% a una proyección aproximada del 75% al 80%, acortando considerablemente la distancia respecto a la OEE de clase mundial del 85%. Estos valores deberán ser confirmados mediante mediciones reales a una vez puesta en marcha la propuesta.

3.7 Viabilidad técnica y operativa de la propuesta

La alternativa de implantar un transportador lineal y de homogeneizar los POE en el entorno de la Canco 400 se muestra explícitamente como técnica y operativamente viable dentro de los límites que impone el taller de Manta en relación a la oferta de materiales, a la disponibilidad de capacidades locales no convencionales de ser, a la preparación de la gente

dispuesta a trabajar en el mismo y a la posibilidad de replicar la misma en otros talleres de capacidad mediana.

3.7.1 *Materiales e infraestructura disponibles*

- El diseño del transportador lineal hace uso de materiales industriales ordinarios (acero al carbono, acero inoxidable en partes críticas, bandas y componentes comerciales) que se encuentran existentes en el mercado local y nacional explicando, en este sentido, que no debe conllevar importaciones complicadas.
- La estructura del equipo puede ser construida con perfiles y placas que normalmente son utilizados por los talleres metalmecánicos de la zona, lo que además de reducir el tiempo y el coste a la hora de fabricarla, permitirá conseguir su construcción a partir de proveedores locales.

3.7.2 *Capacidad de talleres metalmecánicos locales*

- La zona de Manta tiene una base de talleres metalmecánicos que ya están realizando trabajos para la industria conservera (fabricación de estructuras, soportes, tanques, adecuación de equipos) y por lo tanto tiene capacidad instalada para fabricar el transportador lineal con planos de diseño.
- La utilización de geometrías simples (en términos de estructura en perfiles, guías rectas, banda o rodillos estándar, soportes regulables) permite que talleres metalmecánicos medianamente equipados puedan hacer el proyecto sin necesidad de maquinaria especializada de alta precisión.

3.7.3 *Facilidad de capacitación del personal*

- El taller ya opera con un marco de manufactura esbelta y mejora continua; y el personal está acostumbrado a trabajar con indicadores y rutinas de mantenimiento básico.

- Los cambios operativos introducidos por el transportador lineal y los nuevos POE (alimentación controlada, autocuidado, checklists diarios, ...) se basan en prácticas sencillas a seguir: seguir secuencias de arranque/parada, ir registrando datos en formatos breves, y ejecutar tareas de limpieza e inspección visual.
- De esta forma, la capacitación a disposición es de baja complejidad técnica; hasta el punto que la lógica de mejora que hay detrás de la práctica se basa en sesiones cortas de entrenamiento práctico en planta y en la explicación de dicha lógica de mejora (pueden verse horas de merma, más velocidad, mayor seguridad).

3.7.4 Replicabilidad en otros talleres

- La Canco 400 y equipos similares de mediana velocidad están presentes en múltiples talleres de la provincia de Manabí y la región, en condiciones operativas similares: alimentación manual de envases, alta merma de líquido de cobertura, y dependencia de la experiencia del operario.
- La propuesta de solución (transportador lineal + POE + autocuidado) se ofrece como un modelo replicable, requiere para ello materiales en conjunto de tipo estándar, capacidades metalmecánicas de tipo local y formación de tipo básico para que se pueda realizar tanto operación como mantenimiento; estos elementos son proporcionados en el resto de los talleres.
- La lógica del sector tiene como resultado que la propuesta adquiera el carácter de modelo potencial para otros entornos con problemas similares, permitiendo así el impacto potencial que exceda el caso específico.

La siguiente tabla resume estos aspectos de viabilidad:

Tabla 19.*Factores de viabilidad técnica y operativa de la propuesta*

Aspecto	Descripción resumida
Materiales	Uso de acero al carbono/inoxidable, bandas y componentes comerciales disponibles localmente.
Fabricación	Posible en talleres metalmecánicos de la región con equipamiento estándar.
Capacitación	Requiere entrenamiento práctico básico en POE, mantenimiento autónomo y uso de indicadores.
Alineación con cultura	Coherente con principios de Lean Manufacturing y mejora continua ya presentes en el taller.
Replicabilidad	Aplicable a otros talleres con Canco 400 o equipos similares, sin grandes inversiones de capital.

Conclusiones

Una vez finalizado el proyecto de tesis titulado “Propuesta de mejoramiento de la eficiencia en el proceso de cierre de tapas de Máquina Canco 400 en un taller del Cantón Manta”, se concluye lo siguiente:

- Se identificaron de una manera bastante gráfica los cuellos de botella y fallas recurrentes en la Canco 400: una pérdida de líquido de cobertura estimada en término de un 45 % del volumen dosificado, muy superior al rango técnico aceptado del 2–8 %; una significativa disminución de la velocidad de línea respecto a la capacidad nominal de cierre de la cerradora de mediana velocidad; numerosos paros no programados que en su conjunto suman muchas horas de detención mensual, principalmente como consecuencia de la alimentación manual de envases y del desgaste de componentes clave en la operación de cierre.
- Se constató que el objetivo de diseñar una propuesta técnica de mejora mediante un transportador lineal y los POE asociados, que integren criterios de mismas dimensiones del envase, velocidad de transporte, comportamiento del líquido de cobertura con condiciones reales del taller, que además avance en la merma hacia un rango de tipo técnico próximo a un 4 a 8%, así como una operación más estable y más próxima a la velocidad nominal esperada para la Canco 400, era verificado.
- Se estableció un plan de continuidad operativa fundamentado en el mantenimiento autónomo, el mantenimiento preventivo y el housekeeping, con rutinas diarias, semanales y mensuales, así como con checklists para el operario, lo que permite sostener en el tiempo la mejora esperada en lo relacionado con la merma, la velocidad de línea o sobre indicadores compuestos como el OEE, que actualmente se sitúa entorno al 60-65% y que podría mejorar hasta valores próximos al 75-80%.

- La propuesta se considera viable desde el punto de vista técnico y operativo, ya que utiliza materiales estándar disponibles en la región (aceros estructurales, componentes comerciales), porque trata de un diseño que seguramente puede ser fabricado por los talleres metalmecánicos de la zona que tengan una suficiente capacidad, ya que se considera que requiere una fácil capacitación basada en la aplicación de POE junto con checklists y que es replicable en otros talleres de capacidad media que operan con Canco 400, u otros equipos de características similares.
- El estudio presenta importantes limitaciones: se basa en un único taller y en un periodo de análisis corto, la proyección de resultados sobre merma, velocidad u OEE todavía no se ha validado en una implementación real, y además la mejora efectiva dependerá del grado de cumplimiento futuro de los POE, del plan de mantenimiento y de la autodisciplina en el registro sistemático de indicadores.

Recomendaciones

Una vez finalizado el proyecto de tesis titulado “Propuesta de mejoramiento de la eficiencia en el proceso de cierre de tapas de Máquina Canco 400 en un taller del Cantón Manta”, se recomienda lo siguiente:

- Implementar los procedimientos operativos estándar (POE) de forma gradual en los siguientes aspectos: arranque, parada, alimentación de envases y limpieza de la zona de cierre, asegurando la capacitación práctica del operario y supervisando satisfactoriamente para asegurar el cumplimiento de los POE
- Dar prioridad a la reducción de la merma de líquido de cobertura como objetivo inmediato del taller, estableciendo metas intermedias claramente definidas (por ejemplo, reducir el actual 45% hacia valores próximos al 15–20% en una primera fase), mediante un mejor control de la velocidad, un manejo ordenado de envases y una limpieza oportuna.
- Aumentar el foco en el mantenimiento preventivo y en el mantenimiento autónomo de la Canco 400, particularmente el mantenimiento preventivo centrado en el mandril, rulinas, plato de soporte y en los sistemas de transmisión, para disminuir el riesgo de aparición no programada de paros, aumentando la disponibilidad y, por lo tanto, el OEE del equipo.
- Definir y validar desarrollar un prototipo piloto del transportador lineal en el taller combinado con un seguimiento proactivo de indicadores relevantes (merma, velocidad de línea, OEE, MTBF, tasa de rechazo) antes y una vez el resultado de la implementación, para validar la solución y ajustarla progresivamente.
- Profundizar en el análisis del tiempo de ciclo y del comportamiento del líquido de recubrimiento bajo distintas condiciones de operación y formatos de envase, con el fin

de ajustar los parámetros de velocidad, de fórmulas de guía y de rutinas del trabajo asociados al transportador.

- Evaluar el impacto económico de la propuesta (ahorro por reducción de merma, mejora de capacidad productiva, disminución de mantenimiento correctivo) y construir un caso de negocio que respalde la decisión de implantar definitivamente el sistema Canco 400 + transportador lineal.
- Replicar la metodología de diagnóstico, mejora y seguimiento de indicadores en talleres de media capacidad con equipos similares, comprobar los resultados obtenidos y registrar las experiencias vividas, para consolidar un referente de buenas prácticas sobre el proceso de cierre de conservas de pescado.

Bibliografía

Andreu, I. (2024, October 1). *Lean Manufacturing: ¿qué es y cuáles son sus principios?*

APD. <https://www.apd.es/lean-manufacturing-que-es/>

Autoridad Portuaria de Manta. (2021). *Terminal Pesquero de Manta, referente*

económico para la industria atunera. <https://www.puertodemanta.gob.ec/terminal-pesquero-de-manta-referente-economico-para-la-industria-atunera/>

BW Packaging. (1953). *CONTINENTAL Can Seaming Technology*.

<https://www.bwfillingclosing.com/products/can-seamers-continental>

Chávez, S. (2015, January). *Cerradoras de Latas en la Industria Conservera*. Scribd.

<https://es.scribd.com/presentation/723690595/Control-de-Cierres-Conservas-2019>

Del Solar, M. (2025). *MTBF: Tiempo medio entre fallos de maquinaria industrial*.

Sistemas OEE. <https://www.sistemasoe.com/mtbf-tiempo-entre-fallos-maquinaria-industrial/>

Devantech. (2023, September 2). *Mantenimiento preventivo y correctivo: diferencias*

clave. . <https://devantech.com.mx/mantenimiento-preventivo-correctivo-diferencias/>

Emaint. (2026). *Your Guide to Maintenance KPIs in 2026*.

<https://www.emaint.com/es/portafolio/gmao-indicador-clave-de-rendimiento/>

EPIM. (2024, April 21). *¿Qué son los KPI's? - Indicadores de mantenimiento o de*

calidad. <https://epim-educacion.com/indicadores-mantenimiento/>

Esquivel, S. F., & Aranda, J. R. (2023). Mantenimiento Productivo Total. Mejoras de la producción de aceite en una empresa pesquera. *Religación Press*.

<https://doi.org/10.46652/RELIGACIONPRESS.28>

FAO. (2018). *Progresos en la lucha contra la pérdida y el desperdicio de alimentos* .

<https://www.fao.org/interactive/state-of-food-agriculture/2019/es/>

FILTEC. (2023). *Top Three Reasons to Add Efficiency to Food and Beverage Filling Lines*. <https://www.filtec.com/company/blog/three-reasons-to-add-efficiency-to-filling-lines/>

Fracttal. (2020). *Los 5 indicadores clave en el departamento de mantenimiento*.

<https://www.fracttal.com/es/guias-mantenimiento/indicadores-de-mantenimiento>

Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Manabí. (2022). *Plan de*

Fomento Productivo de Manabí 2023-2027. [https://www.manabi.gob.ec/wp-](https://www.manabi.gob.ec/wp-content/uploads/2026/03/PLAN-DE-FOMENTO-PRODUCTIVO-DE-MANABI.pdf)

[content/uploads/2026/03/PLAN-DE-FOMENTO-PRODUCTIVO-DE-MANABI.pdf](https://www.manabi.gob.ec/wp-content/uploads/2026/03/PLAN-DE-FOMENTO-PRODUCTIVO-DE-MANABI.pdf)

Gobierno de Argentina. (2023). *Codex Alimentarius*.

<https://www.argentina.gob.ar/anmat/regulados/alimentos/portafolio-educativo-control-de-la-inocuidad-de-los-alimentos/codex>

Gómez, C. A., Alva, N. Y., Chucuya, R. C., & Rojas, S. B. (2021). Evaluación de la

productividad en el subproceso de envasado de conservas de pescado aplicando

Six Sigma. *INGnosis*, 7(2), 14–25. <https://doi.org/10.18050/INGNOSIS.V7I2.2181>

Gondor Machinery. (2025). *Línea de producción de llenado de líquidos*.

<https://gondormachinery.com/es/product/liquid-filling-production-line/>

He, F., Shen, K., Lu, L., & Tong, Y. (2018). Model for improvement of overall equipment effectiveness of beerfilling lines. *Advances in Mechanical Engineering*, 10(8).

<https://doi.org/10.1177/1687814018789247>

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2013). *Metodología de la investigación* (6th ed.). McGraw-Hill.

https://apiperiodico.jalisco.gob.mx/api/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf

IBM. (2025a). *¿Qué es el tiempo medio entre fallas (MTBF)?* . <https://www.ibm.com/mx-es/think/topics/mtbf>

IBM. (2025b). *¿Qué es la OEE (eficacia global del equipamiento)?* .

<https://www.ibm.com/mx-es/think/topics/oeo>

Inga, J. C. (2018). *Mejora de la eficiencia global de los equipos en líneas de envasado usando metodología TPM en industria de productos lácteos*.

https://cris.utec.edu.pe/ws/portalfiles/porta/21816299/Inga_Jean_Carlos.pdf

IONOS. (2023, September 12). *Diagrama de Ishikawa: técnica de resolución de problemas*. <https://www.ionos.es/digitalguide/startup/productividad/diagrama-de-ishikawa/>

Jackson, J. M., & Shinn, B. M. (2021). *Fundamentals of food canning technology*.

https://archive.org/details/fundamentalsoffo0000unse_y1t2/page/n5/mode/2up

Kaizen Institute. (2023). *Como medir y mejorar el OEE* . <https://kaizen.com/es/insights-es/oeo-mejorar-eficiencia-equipos/>

Levapack. (2022). *Guía completa sobre el doble engatillado*.

<https://www.levapack.com/es/guia-de-doble-costura/>

López, C. (2019, June 9). *El estudio de tiempos y movimientos. Definición y objetivos*.

Gestiopolis. https://www.gestiopolis.com/el-estudio-de-tiempos-y-movimientos/#google_vignette

MAPEX. (2024). *5 KPIs de mantenimiento industrial para reducir costes*.

<https://mapex.io/news/kpis-mantenimiento-industrial-imprescindibles/>

Martínez, C., Hernández, J., Medina, G., & Galván, D. (2024). Estudio de tiempos y movimientos para mejorar el proceso de producción en una pastelería. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(5), 14070–14083.

https://doi.org/10.37811/CL_RCM.V8I5.14967

Martins, J. (2023, August 15). *Qué es un KPI, para qué sirve y cómo utilizarlo en tu proyecto*. Asana. <https://asana.com/es/resources/key-performance-indicator-kpi>

Mecalux. (2025, September 15). *OEE: qué es y cómo calcularlo*.

<https://www.mecalux.com.mx/blog/oeo>

Mordor Intelligence. (2024). *Informe del mercado de envases de alimentos enlatados en América Latina 2030*. <https://www.mordorintelligence.ar/industry-reports/latin-america-canned-food-packaging-market>

Mosquera, S., Duque, R., & Villada, D. (2008). Estudio de Métodos y Tiempos en una Planta de Alimentos. *Temas Agrarios*, 13(2). <https://doi.org/10.21897/rta.v13i2.669>

MUNDOLATAS. (2023, March 8). *Doble cierre Concepto basico*.

<https://mundolatas.com/doble-cierre-concepto-basico/>

Nakajima, S. (1986). *Introduction to TPM: Total Productive Maintenance*. Productivity Press. Scribd. <https://es.scribd.com/document/535428942/Introduction-to-TPM-Total-Productive-Maintenance>

Narciso, B., Navarrete, N., & Quiliche, R. (2020). Aplicación de la metodología PHVA para incrementar la productividad en una empresa conservera de pescado.

INGnosis Revista de Investigación Científica, 5(2), 92–105.

<https://doi.org/10.18050/INGNOSIS.V5I2.2330>

OIT. (1994). *Introducción al estudio del trabajo (4a. edición revisada)* . International Labour Organization. <https://www.ilo.org/es/publications/introduccion-al-estudio-del-trabajo-4a-edicion-revisada-0>

OxMaint. (2026). *OEE Optimization for Food Production Lines: A Practical Guide*.

<https://oxmaint.com/industries/food-manufacturing/oeo-optimization-food-production-lines-practical-guide>

Pack Peru. (2023). *Importancia del “doble cierre” para asegurar la hermeticidad en los enlatados*. <https://packperuexpo.com/packnews/importancia-del-doble-cierre-para-asegurar-la-hermeticidad-en-los-enlatados-263/>

Panchana, A. (2026, February 18). *Atún: sector crece 15% y consolida a Manta como su capital*. El Diario. <https://www.eldiario.ec/ecuador/atun-sector-crece-15-y-consolida-a-manta-como-capital-pesquera-19022026/>

Producción Lean. (2023). *Mantenimiento Productivo Total*.

<https://www.leanproduction.com/tpm/>

Quihue, L. L. (2021). *Informe 5-6: Evaluación y Control de Cierres en Envases Metálicos*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

<https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-mayor-de-san-marcos/empaquete-y-embalaje/informe-5-6-control-de-envases-metalicos-evaluacion-de-cierres/21773658>

Sampieri, R. (2019). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill.

http://www.biblioteca.cij.gob.mx/archivos/materiales_de_consulta/drogas_de_abuso/articulos/sampierilasrutas.pdf

Singh, K. (2017). *Fundamental of Research Methodology and Statistics*. New Age International Publishers. <https://www.manaraa.com/upload/9a121d7b-65eb-4e5a-b465-e69a7f4e3a76.pdf>

Su, Y. Y., & Quiliche, R. M. (2018). Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad de una empresa pesquera. *INGnosis Revista de Investigación Científica*, 4(1), 64–77. <https://doi.org/10.18050/INGNOSIS.V4I1.2062>

Tamayo, M. (2016). *El proceso de la investigación científica* (5th ed.). Editorial Limusa. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/227860/El_proceso_de_la_investigacion_cientifica_Mario_Tamayo.pdf

- Teknia Group. (2025). *Lean Manufacturing: el camino hacia la eficiencia operativa*.
<https://www.tekniagroup.com/es/lean-manufacturing-el-camino-hacia-la-eficiencia-operativa/>
- Tello, P., & Herrera, M. (2020). Diseño conceptual de un banco de pruebas para la evaluación de la calidad de cierre en latas de conserva | Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación. ISSN: 2697-3693. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología E Investigación*.
<https://journalingeniar.org/index.php/ingeniar/article/view/27>
- Tovar, E. (2025, May 16). *Manufactura esbelta: definición, principios y herramientas*. Modern Machine Shop Mexico. <https://www.mms-mexico.com/columnas/que-es-manufactura-esbelta-o-lean-manufacturing>
- Tuesta, G. P., Chihuahua, G., & Calla, V. (2020). Incremento de la productividad en una empresa conservera de pescado. *INGnosis Revista de Investigación Científica*, 6(1), 36–46. <https://doi.org/10.18050/INGNOSIS.V6I1.2559>
- USDA. (2022). *Seguridad Alimentaria de Comida No Perecedera*.
<https://www.fsis.usda.gov/food-safety/safe-food-handling-and-preparation/food-safety-basics/seguridad-alimentaria-de-comida-0>
- Valencia, J. L., Gutierrez, G. A., & Flores, V. M. (2025). Lean Manufacturing en el mejoramiento continuo de la productividad. *Revista InveCom*, 5(2), 1–8.
<https://doi.org/10.5281/ZENODO.14002915>

- Womack, J., & Jones, D. (1997). Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in your Corporation. *Journal of the Operational Research Society*, 48(11), 1148–1148. <https://doi.org/10.1038/SJ.JORS.2600967>
- Zambrano, J., & Zambrano, L. (2020). Análisis de la industria atunera: Clúster, cadena de valor productiva y productividad. *593 Digital Publisher CEIT*, 5(5), 263–271. <https://doi.org/10.33386/593dp.2020.5-1.358>
- Zixin, Y., & Zhiwei, B. (2024, August 19). *Envasado en Aceite o en Agua: ¿Cuál es la Mejor Opción de Envasado y Llenado para el Enlatado de Atún?* | *ÉLITER Packaging Machinery*. ELITER. <https://es.eliter-packaging.com/atun-claro-aceite>

Anexos

Anexo 1.

Ficha de observación

Instrumento de diagnóstico del proceso de cierre de tapas – Máquina Canco 400

Fecha:		Turno: ☐ Primero ☐ Segundo	Operario observado:
Hora de inicio:		Hora de finalización:	Observador:
Orden de producción N°:		Formato de envase:	Producto:

SECCIÓN A – Alimentación de envases al cabezal

N°	Ítem a observar	SI	NO	Observaciones
1	¿Las latas llegan al cabezal con flujo continuo sin interrupciones?			
2	¿El operario regula manualmente el ingreso de latas?			
3	¿Se observa separación irregular entre latas al ingresar al cabezal?			
4	¿Se producen derrames de líquido de cobertura durante el ingreso de la lata?			
5	¿El pequeño transportador mantiene posición estable de los envases?			

SECCIÓN B – Comportamiento de la merma de líquido de cobertura

N°	Ítem a observar	SI	NO	Observaciones
6	¿Se observa acumulación visible de aceite en la zona de cierre?			
7	¿El operario detiene la máquina para limpiar el aceite acumulado?			
8	¿Se registra derrame de aceite sobre el plato de soporte/mandril?			

9	¿El aceite derramado llega a los componentes móviles del cabezal?			
10	¿La zona de trabajo presenta superficie resbaladiza por aceite?			

Frecuencia de limpieza no programada observada en el turno: _ veces

Duración promedio de cada limpieza: _ minutos

SECCIÓN C – Operación y ajustes de la máquina

Nº	Ítem a observar	SI	NO	Observaciones
11	¿El operario reduce la velocidad de la línea para contener la merma?			
12	¿Se realizan ajustes no programados durante el turno?			
13	¿Se observan vibraciones anormales en el cabezal de cierre?			
14	¿El cambio de formato de envase se realiza con checklist documentado?			
15	¿Se utiliza algún POE durante la operación del equipo?			

Tipo de ajuste realizado (si aplica): _

SECCIÓN D – Paros no programados

Nº	Tipo de paro	Hora inicio	Hora fin	Duración (min)	Causa observada
1	Limpieza de aceite				
2	Ajuste mecánico				
3	Falla de componente				
4	Cambio de formato				
5	Otros				

Total tiempo de paro no programado en el turno: _ minutos

SECCIÓN E – Condiciones del área de trabajo y del equipo

N°	Ítem a observar	SI	NO	Observaciones
16	¿El operario usa EPP adecuado en la zona de cierre?			
17	¿Se observan desgastes visibles en rulinas o mandril?			
18	¿La iluminación del área es adecuada para la tarea?			
19	¿El equipo opera con ruido o vibración anormal?			
20	¿Se evidencian condiciones de riesgo derivadas del aceite derramado?			

SECCIÓN F – Notas del observador

Observaciones generales del turno:

Condición general del proceso al inicio del turno:

☐ Normal ☐ Con novedades previas

Condición general del proceso al cierre del turno: ☐ Normal ☐ Con novedades

Firma del observador: _ **Fecha:** _

Anexo 2.

Hoja de registro (Estudio de tiempos con cronómetro)

Proceso de cierre de tapas – Máquina Canco 400

Fecha:	Turno: ☐ Primero ☐ Segundo
Operario:	Observador:
Orden de producción N°:	Formato de envase:
Producto:	Velocidad nominal del equipo (env/min):
Hora de inicio de observación:	Hora de finalización:

SECCIÓN A – Descripción de elementos del ciclo

Antes de cronometrar, se definen los elementos que componen el ciclo de cierre de tapas:

N° elemento	Descripción del elemento	Punto de inicio	Punto de término
E1	Toma y desplazamiento de lata desde transportador hasta cabezal	Operario toma la lata	Lata posicionada en plato de soporte
E2	Elevación del plato y sujeción tapa–cuerpo bajo el mandril	Inicio de elevación del plato	Contacto tapa–mandril confirmado
E3	Primera operación de cierre (formación de ganchos)	Entrada de la rulina de 1ª operación	Fin del primer recorrido de la rulina
E4	Segunda operación de cierre (compresión del doble cierre)	Entrada de la rulina de 2ª operación	Fin del segundo recorrido de la rulina
E5	Descenso del plato y retiro del envase cerrado	Descenso del plato	Lata fuera del cabezal
E6	Tiempo de ciclo total (E1 + E2 + E3 + E4 + E5)	Inicio E1	Fin E5

SECCIÓN B – Registro de tiempos (en segundos)

Lectura N°	E1 (seg)	E2 (seg)	E3 (seg)	E4 (seg)	E5 (seg)	Ciclo total (seg)	Observaciones
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							

22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
Σ Total							
Promedio							
Valor mín.							
Valor máx.							

Nota: Las lecturas con valores atípicos ($\pm 20\%$ del promedio) se descartarán y se reemplazarán por nuevas mediciones.

SECCIÓN C – Cálculo del Tiempo Normal y Tiempo Estándar

Concepto	Fórmula	Resultado
Tiempo observado promedio (TO)	$\Sigma \text{ ciclos} \div N \text{ lecturas válidas}$	_ seg
Factor de calificación del operario (FC)	Criterio OIT (escala 0–1,30)	_
Tiempo Normal (TN)	$TO \times FC$	_ seg
Suplemento por fatiga y necesidades personales (S)	Según tabla OIT (%)	_ %
Tiempo Estándar (TE)	$TN \times (1 + S)$	_ seg
Capacidad estándar (env/hora)	$3.600 \div TE$	_ env/h
Capacidad estándar (env/turno de 8 h)	$Capacidad/hora \times 8 \text{ h}$	_ env/turno

SECCIÓN D – Registro de paros durante el estudio de tiempos

N°	Tipo de paro	Duración (min)	Causa identificada
1			
2			
3			
4			
5			
Total paros (min):			

Tiempo total disponible del turno (min): _

Tiempo productivo neto (min): Tiempo disponible – Total paros = _

Disponibilidad observada (%): $\text{Tiempo productivo neto} \div \text{Tiempo disponible} \times 100 = _ \%$

SECCIÓN E – Velocidad operativa real vs. nominal

Indicador	Valor
Velocidad nominal de la Canco 400 (env/min)	_
Velocidad real observada en este turno (env/min)	_
Rendimiento (%) = $\text{Vel. real} \div \text{Vel. nominal} \times 100$	_ %

SECCIÓN F – Observaciones del analista

Condiciones especiales observadas durante el estudio:

¿Se presentaron interrupciones que afecten la validez de las lecturas? ☐ Sí ☐ No

En caso afirmativo, describa: _

Firma del analista: _ Fecha: _

Anexo 3.

Bitácora de Mantenimiento y Registro de fallas

Máquina Canco 400 – Proceso de cierre de tapas

Mes/Período registrado:		Responsable del registro:
Taller:		Área: Línea de cierre

SECCIÓN A – Datos generales del equipo

Dato	Descripción
Equipo	Cerradora de latas Canco 400
Código de equipo	—
Año de fabricación aproximado	—
Tiempo de operación acumulado (horas)	—
Última revisión general realizada	—
Responsable de mantenimiento actual	—

SECCIÓN B – Registro mensual de fallas e intervenciones correctivas

N°	Fec ha	Tur no	Hor a de par o	Hora de reinic io	Duraci ón paro (min)	Compone nte afectado	Descripc ión de la falla	Acción correcti va ejecuta da	Técnico responsa ble
1									
2									
3									

4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
TOT AL					Σ _ min				

SECCIÓN C – Clasificación de fallas por componente

Componente	Nº de fallas en el período	Tiempo total de paro (min)	% del total de paros
Rulina de 1ª operación			
Rulina de 2ª operación			
Mandril			
Plato de soporte			
Sistema de transmisión			
Guía de entrada de latas			
Sistema de lubricación			
Otros componentes			
TOTAL			100%

SECCIÓN D – Cálculo del MTBF (Tiempo Medio entre Fallas)

Concepto	Fórmula	Resultado
Tiempo total de operación en el período (min)	Días hábiles × min/turno × turnos/día	_ min
Total de fallas registradas en el período	Conteo sección B	_ fallas
MTBF	Tiempo total operación ÷ N° de fallas	_ min/falla
MTBF en horas	MTBF (min) ÷ 60	_ h/falla

SECCIÓN E – Registro de mantenimientos preventivos ejecutados

N°	Fecha	Actividad preventiva realizada	Componente intervenido	Técnico	¿Cumplió con lo programado?
1					☐ Sí ☐ No
2					☐ Sí ☐ No
3					☐ Sí ☐ No
4					☐ Sí ☐ No
5					☐ Sí ☐ No

Relación correctiva/preventivo del período:

- Total intervenciones correctivas: _
- Total intervenciones preventivas: _
- **Índice correctivo/preventivo:** _ (valor > 1 indica predominio reactivo)

SECCIÓN F – Registro de consumo de líquido de cobertura por lote

N° lote	Fec ha	Tur no	Produ cto	Envases produci dos	Vol. dosifica do (ml/env)	Vol. total dosifica do (L)	Vol. incorpor ado al producto (L)	Mer ma (L)	% Mer ma
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
Prome dio									

Nota. El % de merma promedio de esta tabla corresponde al indicador principal de la variable dependiente definido en la operacionalización.

SECCIÓN G – Resumen del período para cálculo del OEE

Componente OEE	Fórmula	Datos del período	Resultado
Disponibilidad	$(\text{Tiempo operación} - \text{Tiempo paros}) \div \text{Tiempo operación} \times 100$	Paros totales: _ min	_ %
Rendimiento	$(\text{Env. producidos reales} \div \text{Env. teóricos a vel. nominal}) \times 100$	Prod. real: _ env	_ %
Calidad	$(\text{Env. conformes} \div \text{Env. totales producidos}) \times 100$	Rechazos: _ env	_ %
OEE	Disponibilidad $\times$ Rendimiento $\times$ Calidad		_ %

Referencia técnica: OEE $\geq$ 85% = clase mundial / OEE entre 65–75% = rendimiento bajo con oportunidades de mejora (Mecalux, 2025)

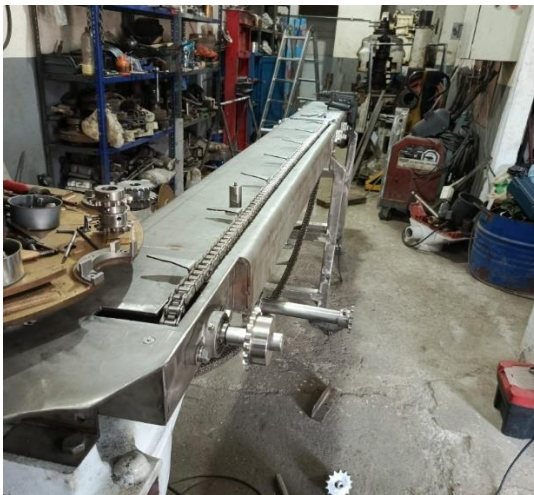
SECCIÓN H – Firma y validación

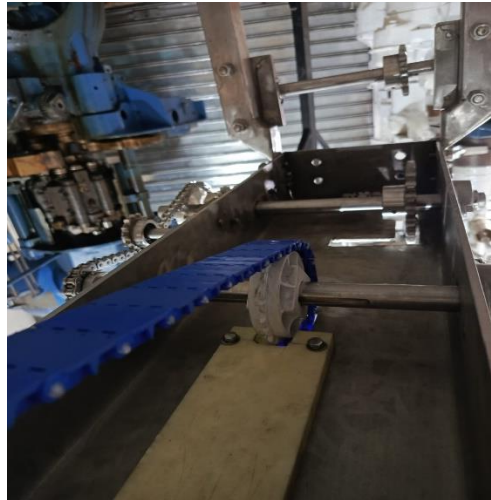
Rol	Nombre	Firma	Fecha
Técnico de mantenimiento			
Jefe de producción			
Investigador			

Anexo 4.

Componentes principales del transportador







Anexo 5.

Diagrama de proceso del esquema operativo

