

Maestría en

Máster en Gestión Estratégica de Cadena de Suministro

**Trabajo de investigación previo a la obtención del título de
Magíster en Gestión Estratégica de Cadena de Suministro**

AUTORES:

Bayas Ulloa Andrea Paola
Borja Caneppa Marjorie Jacqueline
Mora Zapata Christian Antonio
Ochoa Quezada Noemí Lissette
Ogonaga Atiencia Alexandra Estefania

TUTORES:

Director de maestría – Mgs José Francisco Garrido Casas
Coordinador de maestría – PhD(c) Carlos Luis Calderón Espinales

Título del Trabajo de Titulación

**Implementación de metodología Lean Six Sigma para proceso de mejora en el equipo de
Warehousing and Distribution en Wärtsilä Ecuador**

Quito, Julio 2026

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Certificación de autoría

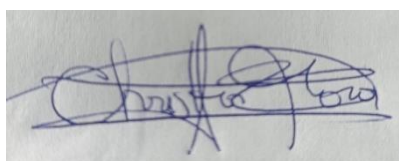
Nosotros, Bayas Ulloa Andrea Paola, Borja Caneppe Marjorie Jacqueline, Mora Zapata Christian Antonio, Ochoa Quezada Noemí Lisette, Ogonaga Atiencia Alexandra Estefania, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.



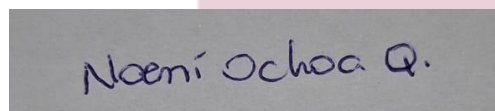
Firma del graduando
Bayas Ulloa Andrea Paola



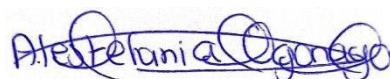
Firma del graduando
Borja Caneppe Marjorie Jacqueline



Firma del graduando
Mora Zapata Christian Antonio



Firma del graduando
Ochoa Quezada Noemí Lisette



Firma del graduando
Ogonaga Atiencia Alexandra Estefania

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Aprobación de dirección y coordinación del programa

Nosotros, Director Mgs José Francisco Garrido Casas y Coordinador PhD(c) Carlos Luis Calderón Espinales, declaramos que los graduandos: Bayas Ulloa Andrea Paola, Borja Canepa Marjorie Jacqueline, Mora Zapata Christian Antonio, Ochoa Quezada Noemí Lissette, Ogonaga Atencia Alexandra Estefania son los autores exclusivos de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal de ellos.

GARRIDO CASAS Firmado digitalmente
 JOSE por GARRIDO CASAS
 FRANCISCO - JOSE FRANCISCO - DNI
 DNI 13297636W 13297636W
 Fecha: 2026.09.08
 16:41:23 +02'00'

Mgs José Francisco Garrido Casas

Director de la
 Maestría en Gestión Estratégica de
 Cadena de Suministro



Validar únicamente en FirmaRC.
 Firmado electrónicamente por:
**CARLOS LUIS
 CALDERON ESPINALES**

PhD(c) Carlos Luis Calderón Espinales

Coordinador de la
 Maestría en Gestión Estratégica de
 Cadena de Suministro

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo, en primer lugar, a Dios, por ser mi guía y fortaleza en cada paso de este camino. A mi madre, por su amor incondicional, su apoyo constante y su sacrificio, siendo el pilar fundamental en mi crecimiento personal y profesional.

Paola Bayas Ulloa

Dedico este proyecto a Dios, por guiar mi camino y abrir cada puerta con sus bendiciones. A mis padres, por ser mi norte constante y recordarme siempre el valor de confiar en mí. A mis hermanos, por hacer mi vida más ligera, y a mis sobrinos, por llenarme de más alegrías. Pero, sobre todo, gracias familia por celebrar con el corazón cada uno de mis pasos.

Noemí Ochoa Quezada

Dedico este proyecto a mi esposa y a mis hijos, quienes han sido mi mayor inspiración y motivación para seguir adelante. Gracias por su amor y comprensión. A mis padres que siempre me han inculcado la superación el esfuerzo y la disciplina.

Christian Mora Zapata

Dedico este proyecto a Dios, sin él nada sería posible. A los amores de mi vida, a ti esposo por caminar a mi lado, por tu amor y paciencia, a ti hijo por llenar mis días de felicidad, por llenar mi corazón de amor y por transformar mi vida para siempre, eres mi mayor motivación y el mejor regalo que la vida me ha dado. A mis padres, cada logro que alcanzo lleva una parte de ustedes.

Marjorie Borja Caneppa

Dedico este proyecto a los amores de mi vida: mi esposo, quien me impulsó y ha sido pilar fundamental en este proceso, y a mi hijo, la luz de mis ojos, y quien constituye mi mayor fuente de inspiración y la razón principal para esforzarme cada día. A mis padres, hermano y abuelitas, por su amor, sacrificio y apoyo incondicional en mi vida; sin ustedes nada de esto habría sido posible

Estefania Ogonaga Atencia

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro sincero agradecimiento a la Universidad Internacional del Ecuador (UIDE) y a la Escuela Internacional de Gerencia (EIG), por brindarnos la oportunidad de reforzar nuestros conocimientos, desarrollar nuevas competencias y adquirir nuevas herramientas para nuestro crecimiento profesional dentro del ámbito de la logística y la cadena de suministro.

Extendemos también nuestro agradecimiento a nuestros profesores, tutores y demás personal administrativo, quienes, con su alto nivel de vocación, preparación, conocimientos, experiencia y compromiso, han sido un aporte fundamental durante el desarrollo del presente trabajo de titulación.

Finalmente, agradecemos a nuestras familias, por su apoyo y afecto incondicional, y por ser nuestra principal motivación, fuente de fortaleza y crecimiento diario, gracias por comprender nuestros horarios de estudio y alentarnos a culminar tan gran reto.

RESUMEN

La presente investigación evalúa la gestión de almacenamiento y distribución de Wärtsilä Ecuador S.A. con el propósito de identificar brechas operativas y proponer iniciativas de mejora orientadas a incrementar la eficiencia de los procesos, optimizar la gestión de inventarios, así como fortalecer los niveles de servicio. Esta problemática adquiere relevancia en el sector energético, donde la continuidad operativa depende de la disponibilidad oportuna de repuestos, la precisión de las operaciones logísticas y una adecuada gestión de costos. El estudio se sustenta en la metodología Lean Six Sigma, aplicando herramientas como el Mapeo de Flujo de Valor, el análisis de causa raíz y la evaluación de indicadores desempeño. Los resultados revelan cuellos de botella e ineficiencias estructurales, principalmente debido a tareas redundantes, falta de procesos estándar y una limitada toma de decisiones respaldada por datos. Estas debilidades afectan la productividad y el cumplimiento con el cliente final. Para revertir esta situación, se diseñó un plan de acción centrado en la estandarización de procesos bajo filosofía Lean, el rediseño del flujo logístico y la implementación del control de inventarios. Nuestro trabajo demuestra que la integración de Lean Six Sigma no solo reduce desperdicios operativos, sino que transforma la cadena de suministro en un motor de competitividad y desarrollo sostenible para la compañía.

Palabras Claves: Lean Six Sigma, control de inventarios, logística, desperdicio, cuello de botella, procesos.

ABSTRACT

This research evaluates the storage and distribution management of Wärtsilä Ecuador S.A. with the purpose of identifying operational gaps and proposing improvement initiatives aimed at increasing process efficiency, optimizing inventory management, and strengthening service levels. This issue is particularly relevant in the energy sector, where operational continuity depends on the timely availability of spare parts, the precision of logistical operations, and proper cost management. The study is based on the Lean Six Sigma methodology, applying tools such as Value Stream Mapping, root cause analysis, and the evaluation of key performance indicators. The results reveal bottlenecks and structural inefficiencies, mainly due to redundant tasks, a lack of standardized processes, and limited data-driven decision-making. These weaknesses affect productivity and customer satisfaction. To address this situation, an action plan was designed focusing on process standardization under Lean principles, redesigning the logistics flow, and implementing inventory control. Our working paper demonstrates that integrating Lean Six Sigma not only reduces operational waste but also transforms the supply chain into an engine of competitiveness and sustainable development for the company.

Keywords: Lean Six Sigma, inventory control, logistics, waste, bottleneck, processes.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. CAPÍTULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA E IMPORTANCIA DEL ESTUDIO	19
1.1. Definición del proyecto.....	19
1.2. Naturaleza o tipo de proyecto	19
1.3. Objetivos.....	19
1.3.1 Objetivo general	19
1.3.2 Objetivos específicos.....	19
1.4. Justificación e importancia del trabajo de investigación.....	20
2. CAPÍTULO 2. PERFIL DE LA ORGANIZACIÓN	21
2.1. Nombre, actividades, mercados servidos y principales cifras.....	21
2.1.1 Nombre de la empresa.....	21
2.1.2 Misión, visión y valores	22
2.1.3 Actividades, marcas, productos y servicios.....	22
2.1.4 Ubicación de la sede.....	22
2.1.5 Ubicación de las operaciones	22
2.1.6 Propiedad y forma jurídica.....	23
2.1.7 Mercados servidos o ubicación de sus actividades de negocio	23
2.1.8 Tamaño de la organización.....	23
2.1.9 Información sobre empleados y otros trabajadores	23
2.1.10 Procesos claves relacionados con el objetivo propuesto	23
2.1.11 Principales cifras, ratios y números que definen a la empresa	24
2.1.12 Modelo de negocio	27
2.1.13 Grupos de interés internos y externos	28
2.1.14 Otros datos de interés	28
2.1.15 Modelo Canvas de la organización	29

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

3.	CAPÍTULO 3. HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS	31
3.1.	Diagrama de Ishikawa (Análisis de causa raíz)	31
3.1.1	Objetivo de la herramienta	31
3.1.2	Metodología para la identificación de causas	31
3.1.3	Dimensiones de análisis de las causas potenciales	33
3.1.4	Interpretación de resultados	35
3.2.	Value Stream Mapping Actual	35
3.2.1	Objetivo de la herramienta	35
3.2.2	Metodología de levantamiento y construcción del Value Stream Mapping 36	
3.2.3	Value Stream Mapping del estado actual (anterior)	37
3.2.4	Dimensiones de análisis del flujo de valor	39
3.2.5	Interpretación de resultados	41
3.2.6	Diseño del estado futuro (mejorado)	42
3.2.7	Cuantificación de desperdicios identificados y mejora esperada	48
3.2.8	Interpretación de resultados	52
3.3.	Clasificación ABC	53
3.3.1	Objetivo de la herramienta	53
3.3.2	Metodología de clasificación	54
3.3.3	Resultados de la clasificación ABC	55
3.3.4	Dimensiones de análisis de la clasificación ABC	58
3.3.5	Interpretación de resultados	60
3.3.6	Estrategias de gestión derivadas de la clasificación ABC	61
3.3.7	Análisis cuantitativo de concentración de ventas y rentabilidad	66
3.4.	Diagrama DMAIC	71
3.4.1	Objetivos de la herramienta	71
3.4.2	Metodología de la aplicación	71
3.4.3	Dimensiones de análisis del DMAIC	75

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

3.4.4	Interpretación de resultados	76
4.	CAPÍTULO 4. DIAGNÓSTICO DEL PROCESO ACTUAL	78
4.1.	Descripción del proceso de Warehousing & Distribution	78
4.2.	Análisis del proceso actual – Enfoque Integrado	80
4.2.1	Mapeo de procesos actuales (AS-IS)	80
4.2.2	Alineación estratégica del proceso - Hoshin Kanri	81
4.2.3	Análisis de causas organizacionales (KMO Analysis)	83
4.2.4	Evaluación del entorno organizacional (Modelo 4C)	85
4.3.	IDENTIFICACIÓN DE DESPERDICIOS (MUDA)	86
4.4.	Análisis de causas raíz	88
4.5.	Evaluación de desempeño actual (KPIS)	90
4.5.1	Análisis de indicadores de desempeño	91
4.6.	Oportunidades de mejora	91
5.	CAPÍTULO 5. PROPUESTA DE MEJORA (LEAN IMPLEMENTATION) ...	93
5.1.	Diseño del modelo Lean propuesto	93
5.2.	Mapa de valor futuro (TO - BE)	95
5.3.	Aplicación de herramientas Lean	98
5.3.1	5S en almacén	98
5.3.2	Rediseño de Layout	99
5.3.3	Kanban / gestión visual	101
5.3.4	Implementación de visual Management y Kanban	102
5.4.	Plan de implementación	105
5.4.1	Estructura detallada de la Inversión Operating Expenses (Capex) y Capital Expenditure (Opex)	105
5.5.	Gestión del cambio (personas y cultura Lean)	106
5.6.	Riesgos y plan de mitigación	108
6.	IMPLEMENTACIÓN, RESULTADOS Y CONTROL	110
6.1.	Resultados esperados u obtenidos según el plan piloto	110

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

6.1.1	Análisis de la reducción del desperdicio (NVA).....	111
6.1.2	Incremento del valor agregado del proceso.....	112
6.1.3	Relación Valor Agregado versus desperdicio (VA/ NVA)	113
6.1.4	Impacto global del plan piloto.....	114
6.1.5	Comparación actual y futuro	115
6.2.	Impacto en los indicadores clave de desempeño	132
6.3.	Validación de resultados	134
6.3.1	Resultados claves obtenidos	134
6.3.2	Validación operativa	135
6.3.3	Validación financiera.....	135
6.3.4	Validación global de resultados.....	136
6.4.	Plan de control y sostenibilidad	137
6.4.1	Control de indicadores	137
6.4.2	Herramientas de control	138
6.4.3	Estandarización del proceso	138
6.4.4	Mejora continua.....	139
7.	Capítulo 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	139
7.1.	Conclusiones	139
7.2.	Recomendaciones para Wärtsilä Ecuador S.A.....	143
8.	REFERENCIAS	145
9.	ANEXOS	148

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resultados financieros de Wärtsilä Ecuador S.A	24
Tabla 2. Cifras y ratios financieros del periodo fiscal 2025	27
Tabla 3. Tabla comparativa de principales indicadores	52
Tabla 4. La clasificación ABC por venta y margen.....	55
Tabla 5. La Matriz ABC de SKU de Wärtsilä Ecuador S.A.....	57
Tabla 6. Participación porcentual de la matriz ABC	58
Tabla 7. Prioridad categórica por nivel de ventas	65
Tabla 8. Concentración por clasificación ABC de ventas	67
Tabla 9. Concentración por clasificación estratégica venta-margen	68
Tabla 10. Concentración acumulada	69
Tabla 11. Variables medidas	73
Tabla 12. Principales causas identificadas.....	73
Tabla 13. Indicadores para análisis.....	76
Tabla 14. Matriz AS -IS	80
Tabla 15. Matriz de análisis KMO	84
Tabla 16. Matriz 4C.....	86
Tabla 17. Matriz MUDA	87
Tabla 18. Matriz Causa Raíz	89
Tabla 19. Resumen de Indicadores KPIs.....	91
Tabla 20. Matriz de oportunidades de mejora	92

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Tabla 21. Matriz comparativa de operaciones	97
Tabla 22. Estructura de la inversión (CAPEX Y OPEX)	106
Tabla 22. Estrategias de mitigación de riesgos	109
Tabla 24. Matriz comparativa entre la situación actual y futura	116
Tabla 25. Matriz comparativa de ahorro por estrategia.....	122
Tabla 26. Estimación del ahorro anual resultado de la implementación del WMS....	124
Tabla 27. Estimación del ahorro anual por reducción del sobre inventario	125
Tabla 28. Estimación del ahorro anual por reducción de tiempos administrativos ...	126
Tabla 29. Beneficio económico total.....	127
Tabla 30. Matriz de impactos en KPIs	133
Tabla 31. Matriz de validación del modelo	136
Tabla 32. Control de indicadores.....	138

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Modelo Canvas	30
Figura 2. Diagrama de Ishikawa	32
Figura 3. Oportunidades de mejora en el área de Warehousing & Distribution.....	38
Figura 4. Flujo operativo optimizado de Warehousing & Distribution.....	43
Figura 5. Diagrama de Pareto – Clasificación ABC de SKU por venta y margen.....	56
Figura 6. Diagrama DMAIC	75
Figura 7. Matriz Hoshin Kanri	82
Figura 8. Mapa de Valor Futuro (TO - BE).....	96
Figura 9. Propuesta de rediseño de Layout	101
Figura 10. Propuesta ilustrativa de rediseño de Layout	102
Figura 11. Rutas de picking optimizadas.....	103
Figura 12. Ilustración del proceso de coordinación y logística.....	104

Glosario de siglas y acrónimos

Sigla / Acrónimo	Término original	Significado en español
SOP	Standard Operating Procedure	Procedimiento Operativo Estandarizado
KPI	Key Performance Indicators (Indicadores Clave de Desempeño)	Indicadores Clave de Desempeño
OPEX	Operating Expenses	Gastos Operativos
ROA	Return on Assets	Rentabilidad sobre los Activos
ROE	Return on Equity	Rentabilidad sobre el Patrimonio
GAP	Gap Analysis	Análisis de Brechas
DMAIC	Define, Measure, Analyze, Improve and Control	Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar
VSM	Value Stream Mapping	Mapeo del Flujo de Valor
PCM	Planning and Control of Materials	Planificación y Control de Materiales
VA	Value Added	Valor Agregado
NVA	Non -Value Added	No Valor Agregado
SKU	Stock Keeping Unit	Unidad de Mantenimiento de Existencias
DAI	Import Customs Declaration	Declaración Aduanera de Importación
ERP	Enterprise Resource Planning	Planificación de Recursos Empresariales
SAP	Systems, Applications and Products in Data Processing	Sistemas, Aplicaciones y Productos en Procesamiento de Datos
AS-IS	Current State	Estado Actual del Proceso
OTIF	On Time In Full	Entrega Completa y a Tiempo
KMO	Knowledge, Motivation, Organization	Conocimiento, Motivación y Organización
TO-BE	Future State	Estado Futuro del Proceso
CAPEX	Capital Expenditure	Gastos de Capital
WMS	Warehouse Management System	Sistema de Gestión de Almacenes.
ROI	Return on Investment	Retorno sobre la Inversión
ABC	ABC Classification	Clasificación ABC de inventarios
5S	Five S Methodology	Metodología cinco S
W&D	Warehousing & Distribution	Almacenamiento y Distribución
MUDA	Muda	Desperdicio o actividad sin valor agregado

Glosario de términos técnicos

Término	Definición
Picking	Proceso de localización y recolección de materiales.
Packing	Proceso de consolidación y embalaje de pedidos.
Inbound	Flujo de entrada de materiales al almacén.
Outbound	Flujo de salida de materiales hacia el cliente.
Lead Time	Tiempo total requerido para completar un proceso.
Layout	Distribución física del almacén.
Put-away	Ubicación de materiales en posiciones de almacenamiento.
Lean Six Sigma	Metodología de mejora continua orientada a la reducción de desperdicios y variabilidad.

1. CAPÍTULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA E IMPORTANCIA DEL ESTUDIO

1.1. Definición del proyecto

Transformar la operación logística en Wärtsilä Ecuador S.A. de manera reactiva y convertirla en un proceso robusto, estandarizado y eficiente, orientado a la mejora continua y a la reducción de variabilidad en los procesos de picking, packing e inventarios, elevando así el nivel de servicio al cliente.

1.2. Naturaleza o tipo de proyecto

Tipo: Mejoramiento

El problema corresponde a un enfoque de mejoramiento, debido a que la empresa ya cuenta con procesos logísticos establecidos, existe estructura organizacional y tecnológica. El reto no es crear algo nuevo, sino optimizar el proceso existente.

1.3. Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Reducir en un 15% los costos operativos directos del almacén mediante la optimización de procesos logísticos, control de inventarios y mejora en la gestión de recursos entre enero y diciembre de 2026, mediante la implementación de metodología Lean Six Sigma adaptada a la realidad de Wärtsilä Ecuador S.A.

1.3.2 Objetivos específicos

- Plantear una propuesta para estandarizar procesos críticos de picking, packing y outbound del área de Warehousing & Distribution de Wärtsilä Ecuador, aplicando

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Standar Operating Procedure (SOP) y metodología 5S para el periodo enero – abril 2026.

- Reducir en un 10% el capital inmovilizado en inventarios del área de Warehousing & Distribution, mediante la implementación de clasificación ABC y políticas de reposición, en un periodo de 6 meses (enero – junio 2026).
- Incrementar en un 15% la productividad del almacén del producto estrella mediante optimización de layout y rutas de picking, hasta diciembre de 2026.
- Implementar un sistema de al menos 5 Key Performance Indicators (KPIs) operativos y financieros (productividad, lead time, inventario, costos y servicio) para monitoreo mensual del desempeño, a partir de marzo 2026.

1.4. Justificación e importancia del trabajo de investigación

El presente trabajo de investigación se justifica en la necesidad de optimizar el desempeño operativo y financiero del área de Warehousing & Distribution de Wäertsilä Ecuador S.A., la cual presenta ineficiencias que impactan directamente en los costos operativos, la gestión de inventarios y la productividad del almacén.

A partir del análisis realizado, se evidencian problemáticas como altos niveles de inventario, procesos no estandarizados, variabilidad operativa y altos costos de aprovisionamiento, lo cual genera una afectación en la rentabilidad y en la eficiencia global de la operación logística. Estas brechas reflejan una desviación entre los objetivos estratégicos de la empresa y su ejecución operativa, especialmente en un entorno altamente competitivo como el sector energético.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

La implementación de la metodología Lean Six Sigma en Wärtsilä Ecuador adquiere relevancia, ya que permite abordar de manera estructurada la reducción de desperdicios, la mejora de procesos y el control de desviaciones, contribuyendo directamente al logro del objetivo general planteado: la reducción de costos operativos en un 15%.

La importancia de este estudio radica en que no solo propone mejoras operativas, sino que integra un enfoque estratégico y financiero, evidenciado en indicadores clave como productividad, rotación de inventarios, Operating Expenses (OPEX) y rentabilidad. De esta manera, el proyecto contribuye a fortalecer la toma de decisiones basada en datos, alineando la gestión operativa con los objetivos corporativos de crecimiento, eficiencia y sostenibilidad.

En conclusión, la investigación es relevante ya que responde a una problemática real, incorpora metodologías reconocidas a nivel internacional y propone soluciones concretas, medibles y sostenibles en el tiempo, orientadas a mejorar la eficiencia y el desempeño integral de Wärtsilä Ecuador.

2. CAPÍTULO 2. PERFIL DE LA ORGANIZACIÓN

Wärtsilä Ecuador S.A. es la filial ecuatoriana de la corporación finlandesa Wärtsilä, líder global en soluciones energéticas y tecnologías innovadoras para los mercados marino y de energía. La empresa opera desde 1996 en el país y desempeña un papel relevante en la provisión de equipos eléctricos industriales y servicios técnicos especializados.

2.1. Nombre, actividades, mercados servidos y principales cifras

2.1.1 *Nombre de la empresa*

Wärtsilä Ecuador S.A.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

2.1.2 *Misión, visión y valores*

Misión: Wärtsilä es un líder global en tecnologías innovadoras y soluciones de ciclo de vida para mercados marino y energético, con énfasis en innovación tecnológica y servicios sostenibles orientados a mejorar el rendimiento económico y ambiental (Wärtsilä , 2026).

Visión: Liderar la transición hacia un futuro energético 100% renovable y sostenible, impulsando la descarbonización en los sectores energético y marítimo mediante la innovación tecnológica, la digitalización y soluciones inteligentes que optimizan el rendimiento (Wärtsilä , 2026).

Valores: Éxito del cliente, Pasión y Desempeño.

2.1.3 *Actividades, marcas, productos y servicios*

Actividades: Venta al por mayor de equipos eléctricos industriales: Motores eléctricos, transformadores, bombas para líquidos, cables y conmutadores.

Marcas: Wärtsilä

Productos: Motores y equipos eléctricos industriales (motores, transformadores, bombas, cables y más).

2.1.4 *Ubicación de la sede*

Autopista E35 Km 24 1/2, Edificio Wärtsilä, Quito, Pichincha, Ecuador

2.1.5 *Ubicación de las operaciones*

Autopista E35 Km 24 1/2, Pasaje Pana Norte 2, Quito – Tababela

2.1.6 Propiedad y forma jurídica

Wärtsilä Ecuador S.A. es una sociedad con personería jurídica, perteneciente al sector privado ecuatoriano. Además, es una filial de Wärtsilä, multinacional finlandesa dedicada al sector energético.

2.1.7 Mercados servidos o ubicación de sus actividades de negocio

La empresa opera principalmente en el sector de energía eléctrica, con participación en proyectos y tecnologías como: energía térmica, hidroeléctrica, gas natural, combustibles fósiles y residuales.

2.1.8 Tamaño de la organización

A nivel regional en América Latina, Wärtsilä emplea más de 1.000 profesionales, lo cual refleja su presencia robusta y estructura organizacional amplia en el continente.

2.1.9 Información sobre empleados y otros trabajadores

En Ecuador, a la fecha de la elaboración del presente documento se estima que cerca de 200 empleados prestan sus servicios a tiempo completo a Wärtsilä Ecuador.

2.1.10 Procesos claves relacionados con el objetivo propuesto

Importación y aprovisionamiento: Importación y distribución de equipos eléctricos industriales, siguiendo estándares internacionales de la multinacional.

Almacenamiento y logística: Incluye almacenamiento, embalaje, clasificación, descarga y reembalaje para distribución en lotes menores, según prácticas del sector comercial mayorista.

Comercialización: Venta al por mayor de equipos eléctricos, maquinaria industrial y repuestos.

2.1.11 Principales cifras, ratios y números que definen a la empresa

Con el objetivo de analizar la situación financiera de Wärtsilä Ecuador S.A. y comprender los aspectos operativos y económicos, se detalla el estado financiero correspondiente al ejercicio fiscal 2025. A través de estos datos, buscamos comprender el comportamiento general de la organización y establecer un punto de partida para el análisis posterior de los indicadores en el presente trabajo.

Tabla 1.

Resultados financieros de Wärtsilä Ecuador S.A

En USD, 2025

Indicador	Valor
Ingresos anuales (Ventas)	68.613.873,07
Utilidad neta	5.962.047,34
Costo de ventas y producción	47.726.105,71
Gastos operativos y financieros	19.763.700,22
Activos totales	57.290.347,66
Pasivos totales	30.395.388,26
Patrimonio	26.894.959,40
Activos corrientes	54.254.711,13
Pasivos corrientes	25.164.436,62

Fuente: Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (2026) y (Wärtsilä, 2026)

Nota. La Tabla 1 evidencia ingresos anuales, utilidad neta y demás indicadores financieros en dólares (USD).

Estas cifras demuestran una capacidad financiera adecuada y un patrimonio que respalda las operaciones de la empresa; sin embargo, se encontró oportunidades en los gastos operativos lo cual está siendo evaluado en el proyecto.

Ratios de liquidez

$$\text{Razón corriente} = \frac{\text{Activos corrientes}}{\text{Pasivos Corrientes}} = \frac{54.254.711,13}{25.164.436,62} = 2,16 \text{ Veces}$$

La empresa dispone de USD 2,16 de activos corrientes por cada dólar de deuda de corto plazo.

Ratios de rentabilidad

$$\text{Margen neto} = \frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Ventas totales}} = \frac{5.962.047,34}{68.613.873,07} = 8,69\%$$

ROA (Return On Assets)

En esta investigación, se utiliza el *Return On Assets* (ROA) para conocer el retorno de la inversión en el periodo de análisis.

$$\text{ROA} = \frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Activos totales}} = \frac{5.962.047,34}{57.290.347,66} = 10,41\%$$

ROE (Return On Equity)

Se contempla el Return On Equity (ROE) para analizar la rentabilidad que genera Wärtasilä.

$$\text{ROE} = \frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Patrimonio}} = \frac{5,962,047,34}{26,894,959,40} = 22,17\%$$

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Cada USD 100 aportados por los accionistas generaron aproximadamente USD 22,17 de utilidad durante 2025.

Ratios de endeudamiento

$$\frac{\text{Deuda Total}}{\text{Activos totales}} = \frac{30.395.388,26}{57.290.347,66} = 53,05\%$$

$$\frac{\text{Deuda}}{\text{Patrimonio}} = \frac{30.395.388,26}{26.894.959,40} = 1,13 \text{ veces}$$

Por cada dólar de patrimonio Wärsilä Ecuador S.A. mantiene USD 1,13 de cuentas por pagar.

Ratios de eficiencia operativa

$$\text{Rotación de inventarios} = \frac{\text{Costo de ventas}}{\text{Inventario final}} = \frac{47.726.105,71}{10.238.904,82} = 4,66 \text{ Veces}$$

El inventario rota aproximadamente 4,7 veces al año.

$$\text{Rotación de cartera} = \frac{\text{Ventas totales}}{\text{Cuentas x C}} = \frac{68.613.873,07}{36.816.499,35} = 1,86$$

$$\text{Periodo promedio de cobro} = \frac{365}{1,86} = 196 \text{ días}$$

$$\text{Rotación de activos} = \frac{\text{Ventas totales}}{\text{Activos totales}} = \frac{68.613.873,07}{57.290.347,66} = 1,20$$

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Por cada dólar invertido en activos se generó USD 1,20 en ventas.

Tabla 2.

Cifras y ratios financieros del periodo fiscal 2025

Indicador	Valor
Razón corriente	2,16
Margen Neto	8,69%
ROA	10,41%
ROE	22,17%
Deuda/Activos	53,05%
Deuda/Patrimonio	1,13
Rotación de inventario	4,66 veces
Rotación de cartera	1,86 veces
Período promedio de cobro	196 días
Rotación de activos	1,20 veces

Fuente: Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (2026) y (Wärtsilä, 2026)

Nota. La Tabla 2 evidencia resumen de las principales cifras y ratios obtenidos del análisis de liquidez y rentabilidad.

Wärtsilä Ecuador S.A. presentó en 2025 una posición financiera sólida, con buena liquidez (2,16), una rentabilidad elevada sobre patrimonio (22,17%) y un nivel de endeudamiento moderado del 53% de los activos financiados con deuda. El principal punto por vigilar es la alta concentración de cuentas por cobrar, ya que reflejan un período promedio de cobro cercano a 196 días.

2.1.12 Modelo de negocio

Fabricación y comercialización de energía térmica, hidroeléctrica, gas natural, combustibles fósiles y residuales para el sector energético y petrolero.

2.1.13 Grupos de interés internos y externos

Internos: Empresa multinacional de capital externo (Wärtsilä Corporation and Wartsila Technology OY AB).

Externos: Empresas del sector energético y petrolero.

2.1.14 Otros datos de interés

- Wärtsilä Ecuador S.A. impulsa soluciones que reducen emisiones contaminantes y promueven el uso eficiente de los recursos energéticos. Con más de 418 MW de capacidad energética instalada y entregada en Ecuador y contratos activos de operación y mantenimiento con empresas estatales y privadas.
- La seguridad es una prioridad para la empresa, y está comprometida a crear y mantener un entorno laboral seguro y saludable para sus empleados y socios, donde quiera que operen. Esto se refleja en su compromiso con el objetivo de cero accidentes laborales, mediante la aplicación de altos estándares de salud y seguridad en el trabajo, y la implementación de programas y prácticas de seguridad orientados a la acción, como la cultura de seguridad ZeroMindset (cero accidentes) que es una forma de pensar, actuar, comportarse y cuidar de cada uno y de sus compañeros.
- En Ecuador, la empresa ha colaborado con proyectos energéticos que contribuyen al funcionamiento de industrias, plantas eléctricas y operaciones petroleras.
- La empresa invierte constantemente en investigación y desarrollo, buscando mejorar la eficiencia energética y reducir el impacto ambiental de sus soluciones.
- La compañía implementa tecnologías digitales que permiten monitorear el

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

rendimiento de motores y plantas de energía en tiempo real, facilitando el mantenimiento preventivo.

- En el 2025 se apertura en Ecuador un centro de entrenamiento de última generación.

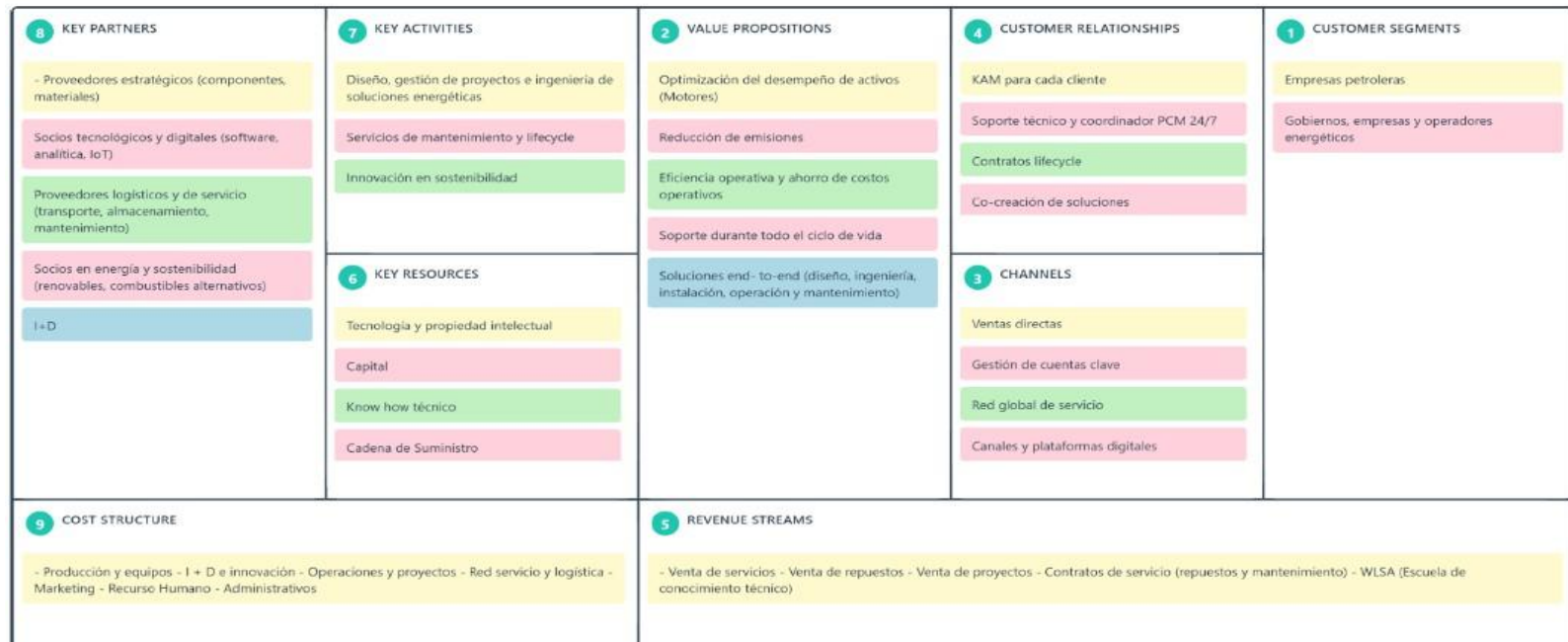
2.1.15 Modelo Canvas de la organización

A fin de comprender la estructura de *Wärtsilä Ecuador S.A.*, se integra la herramienta Canvas para visualizar lo elementos que contiene su modelo de negocio, identificando recursos, actividades, alianzas estratégicas y segmentos de mercado.

Con el objetivo de visualizar de una forma integral el modelo de negocio de Wärtsilä se utilizó el Modelo Canvas para facilitar la identificación de las partes interesadas de los procesos.

Figura 1.

Modelo Canvas



Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

La Figura 1 detalla en nueve bloques los aliados estratégicos, recursos, segmento de mercado, propuesta de valor, relaciones comerciales, canales, costos e ingresos, enfocados en la orientación de Wärtsilä Ecuador S.A hacia soluciones en el sector petrolero y energético.

3. CAPÍTULO 3. HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS

Tras ahondar la estructura organizacional y los procesos de Wärtsilä Ecuador S.A. en los capítulos 1 y 2, a continuación, se desarrolla la metodología basada en la filosofía Lean Six Sigma, utilizando herramientas de diagnóstico, análisis y mejora orientadas a la optimización de la gestión logística del área de Warehousing & Distribution.

La selección de las herramientas responde a la necesidad de identificar la causa raíz de las ineficiencias operativas detectadas, cuantificar su impacto económico y operacional, y diseñar propuestas de mejora alineadas con los objetivos estratégicos corporativos de eficiencia, rentabilidad y nivel de servicio.

3.1. Diagrama de Ishikawa (Análisis de causa raíz)

3.1.1 *Objetivo de la herramienta*

El principal objetivo del diagrama de Ishikawa es el identificar y estructurar las causas potenciales que generan un exceso de inventario, retrabajos, incremento de costos logísticos, incumplimiento del lead time (plazo de entrega) y baja visibilidad de indicadores operativos (Shook, 2008).

3.1.2 *Metodología para la identificación de causas*

Para la elaboración del diagrama se utilizaron los hallazgos obtenidos durante el diagnóstico organizacional, el análisis de brechas (GAPs), la revisión documental de procesos

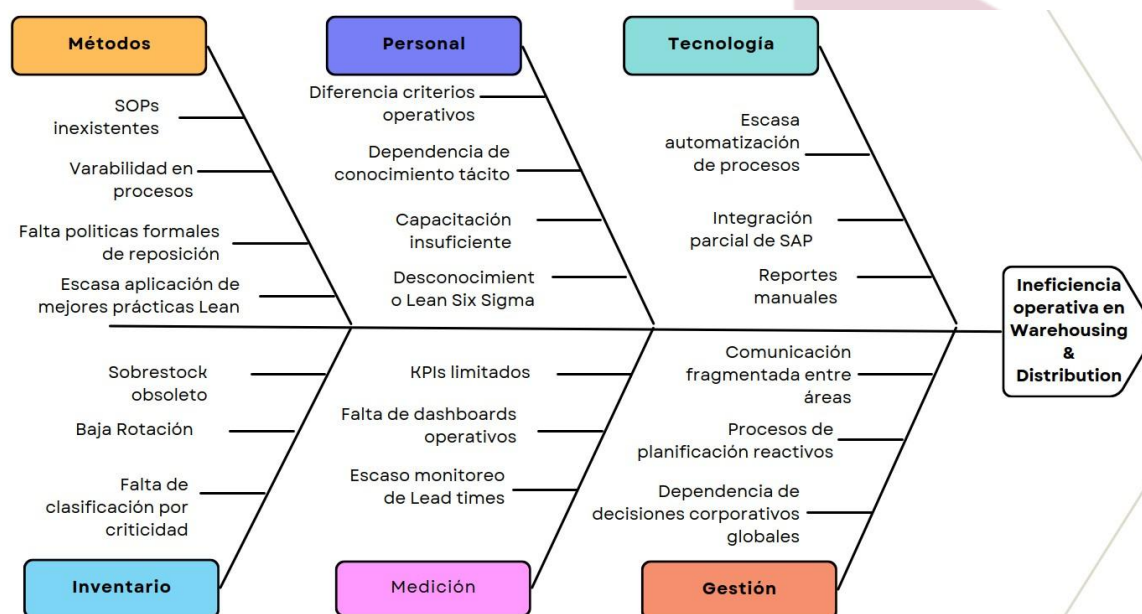
Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

internos, los indicadores operativos disponibles y las entrevistas realizadas a los responsables del equipo de Warehousing & Distribution. Las causas identificadas fueron agrupadas en seis categorías: Métodos, Personal, Tecnología, Inventario, Medición y Gestión.

Usamos el Diagrama de Ishikawa para identificar de una manera estructurada los factores principales que generan ineficiencia operativa en Warehousing & Distribution.

Figura 2.

Diagrama de Ishikawa



En la Figura 2 se puede visualizar la relación entre los efectos observados y sus posibles causas raíz, agrupándolas según las categorías clásicas de análisis que generan el problema analizado: Ineficiencia operativa en el área de Warehousing & Distribution que

genera exceso de inventario, costos operativos elevados y variabilidad en los procesos logísticos (Hirano, 1991).

3.1.3 Dimensiones de análisis de las causas potenciales

Con el fin de estructurar de manera sistemática las posibles causas asociadas a la ineficiencia operativa identificada en el área de Warehousing & Distribution de Wärtsilä Ecuador S.A., fueron agrupadas en seis dimensiones de análisis. Esta clasificación permite organizar los factores que inciden en el desempeño logístico, facilitando la identificación de relaciones causales y la posterior priorización de acciones de mejora dentro de la metodología Lean Six Sigma.

Las dimensiones seleccionadas responden a las características propias de los procesos de almacenamiento, gestión de inventarios y distribución de repuestos, considerando tanto factores operativos como organizacionales que pueden afectar la eficiencia, el nivel de servicio y el uso de los recursos.

Métodos

Con la estandarización de métodos, Wärtsilä Ecuador S.A. cuenta con oportunidades claves para mejorar su eficiencia operativa, reducir errores y fortalecer su gestión logística. Es así que, esta dimensión comprende políticas, prácticas y procedimientos que permiten demostrar que los procesos operativos estandarizados son de vital importancia para el correcto funcionamiento de sus operaciones.

Personal

Contempla los factores relacionados con las competencias, conocimientos y habilidades del talento humano involucrado en la operación logística, ya que las limitaciones en el desarrollo de competencias pueden generar errores operativos, retrabajos y una menor capacidad para adoptar iniciativas de mejora continua.

Tecnología

Incluye los recursos tecnológicos utilizados para la gestión de inventarios, control de operaciones y flujo de información dentro de la cadena de suministro. La adecuada utilización de la tecnología constituye un elemento fundamental para garantizar la visibilidad operativa y la toma de decisiones basada en datos.

Inventario

Agrupar las causas relacionadas con la gestión física y financiera de los inventarios de repuestos. Dado el alto valor económico de los repuestos comercializados por Wärtsilä Ecuador S.A., una gestión inadecuada de inventarios puede generar impactos significativos sobre el capital de trabajo, los costos de almacenamiento y la rentabilidad del negocio.

Medición

Esta dimensión comprende los mecanismos utilizados para evaluar el desempeño de los procesos logísticos y monitorear el cumplimiento de los objetivos operativos. La carencia de sistemas de medición efectivos dificulta la identificación temprana de desviaciones y limita la capacidad de implementar acciones correctivas oportunas.

Gestión

Mencionamos los aspectos relacionados con la coordinación organizacional, la comunicación interna y la planificación de las operaciones. Los factores organizacionales suelen tener un efecto transversal sobre el desempeño logístico, ya que influyen directamente en la coordinación de actividades, la toma de decisiones y la capacidad de respuesta frente a las necesidades del cliente.

3.1.4 Interpretación de resultados

El Diagrama de Ishikawa evidencia que las principales causas potenciales de la ineficiencia operativa se concentran en tres dimensiones críticas: gestión de inventarios, métodos de trabajo y tecnología. Particularmente, la existencia de inventario de baja rotación, la ausencia de procedimientos operativos estandarizados y la utilización parcial de las funcionalidades del sistema SAP generan desperdicios que impactan negativamente en el capital de trabajo, los tiempos de ciclo y el nivel de servicio al cliente.

Una vez encontrada la causa raíz de las desviaciones, procedemos a aplicar metodología Lean Six Sigma como el Value Stream Mapping (VSM), la clasificación ABC y el análisis Define, Measure, Analyze, Improve and Control (DMAIC) para validar estadísticamente las causas identificadas y diseñar acciones de mejora sostenible.

3.2. Value Stream Mapping Actual

3.2.1 Objetivo de la herramienta

El Value Stream Mapping (VSM) es una herramienta Lean utilizada para representar gráficamente el flujo de materiales e información requerida para entregar un producto o

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

servicio al cliente. Su principal propósito consiste en identificar actividades que agregan valor y actividades que no agregan valor dentro de un proceso, permitiendo visualizar desperdicios, cuellos de botella y oportunidades de mejora (Amador Gandia & García Cantó, 2019).

En el presente estudio, el VSM fue aplicado al proceso de Warehousing & Distribution de Wärtsilä Ecuador S.A., tomando como referencia el flujo logístico asociado al PAAE096884 – PISTON W46, producto estrella de la compañía.

La herramienta permitió analizar integralmente las actividades desarrolladas por las áreas de Customs, Compliance, Warehousing, Parts Coordination Management (PCM), Planner and Distribution, con el fin de identificar ineficiencias operativas que afectan el desempeño de la cadena de suministro.

3.2.2 Metodología de levantamiento y construcción del Value Stream Mapping

La construcción del mapa de flujo de valor se realizó mediante el análisis detallado de las actividades ejecutadas durante el proceso de recepción, almacenamiento, preparación y despacho de repuestos (López Cuevas, 2013).

Para la elaboración del Value Stream Mapping (VSM) se consideraron:

- Observación del flujo operativo actual.
- Revisión documental de procedimientos logísticos.
- Identificación de responsables por actividad.
- Levantamiento de tiempos de ciclo.
- Clasificación de actividades con Valor Agregado (VA) y Sin Valor Agregado (NVA).
- Identificación de puntos de espera, retrabajos y actividades redundantes.

- Evaluación del flujo de información entre las diferentes áreas involucradas.

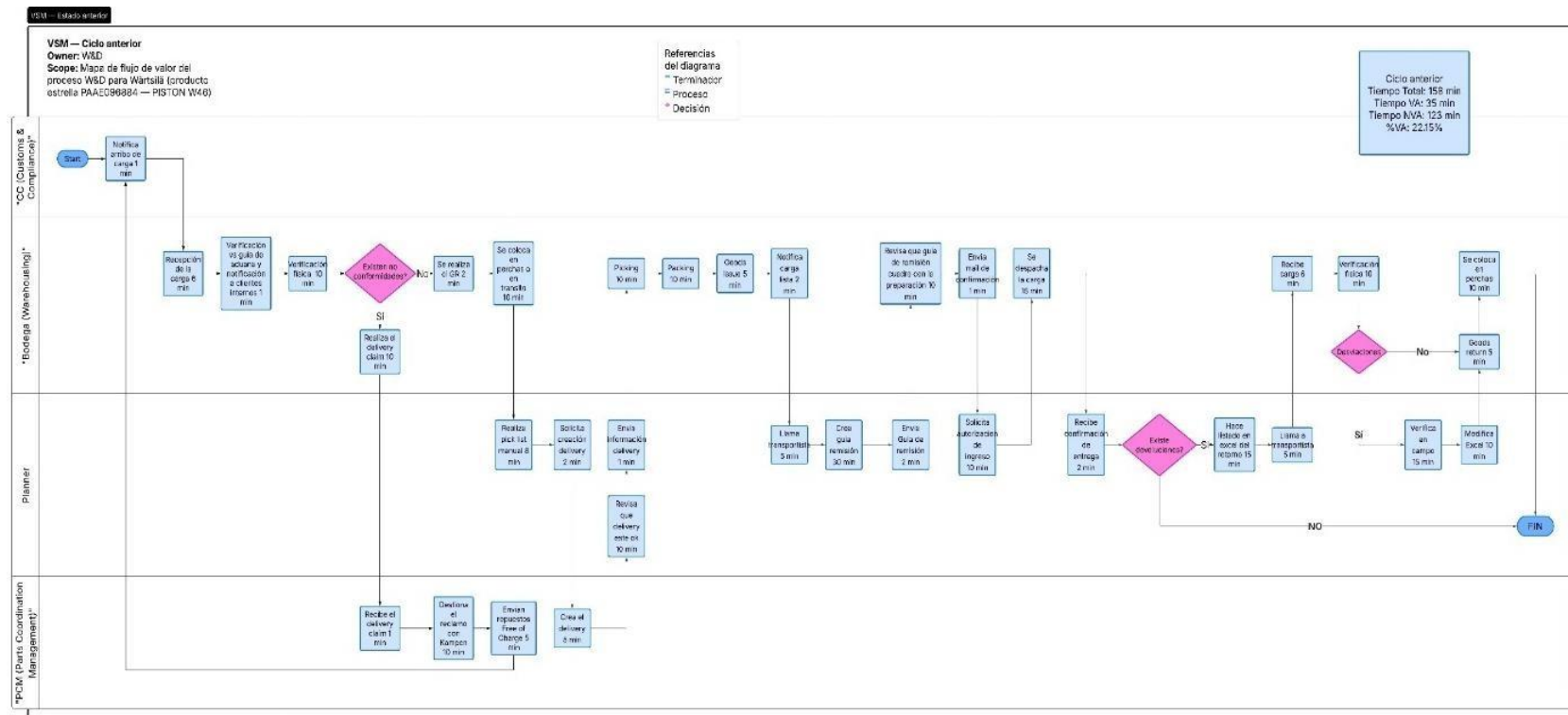
El análisis permitió representar gráficamente el proceso completo desde la notificación de arribo de la carga hasta la confirmación de entrega al cliente final, incluyendo los ciclos de devoluciones y gestión de producto no conforme.

3.2.3 Value Stream Mapping del estado actual (anterior)

Para detectar las oportunidades de mejora en el área de Warehousing & Distribution, se aplicará la herramienta VSM que es parte de la metodología Lean Six Sigma y que nos permite identificar actividades del proceso actual (ciclo anterior) de Warehousing & Distribution.

Figura 3.

Oportunidades de mejora en el área de Warehousing & Distribution



Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

La Figura 3 evidencia un proceso conformado por múltiples actividades administrativas y operativas distribuidas entre las áreas de Customs y Compliance, Warehousing, Planner y Planning and Control of Materials (PCM).

Entre las principales actividades identificadas se encuentran: recepción de carga, verificación documental, verificación física, gestión de reclamos (Delivery Claim), elaboración manual de pick lis, picking, packing, goods issue, coordinación de transporte, emisión de guía de remisión y confirmación de entrega.

El análisis del flujo permitió determinar que gran parte del tiempo total del proceso corresponde a actividades administrativas, esperas y validaciones que no agregan valor desde la perspectiva del cliente.

3.2.4 Dimensiones de análisis del flujo de valor

Con el propósito de evaluar integralmente el desempeño del proceso, el VSM fue analizado considerando cinco dimensiones fundamentales.

Flujo físico de materiales

Corresponde al movimiento de repuestos dentro de la cadena logística, desde la recepción de la carga hasta su despacho.

Se identificaron actividades de: recepción, verificación física, almacenamiento, picking, packing y despacho.

Aunque estas actividades constituyen el núcleo operativo del proceso y generan valor directo para el cliente, representan una proporción reducida del tiempo total del ciclo, lo que

sugiere una presencia significativa de actividades administrativas y tiempos de espera que limitan la eficiencia global del proceso.

Flujo de información

Incluye todas las actividades de comunicación y transferencia de información entre las áreas involucradas.

Se identificaron:

Notificaciones de arribo, envío de información del delivery, confirmaciones de entrega, coordinación de transporte y solicitudes de autorización.

El flujo evidencia múltiples puntos de transferencia de información que incrementan la complejidad operativa y generan tiempos de espera.

Actividades con Valor Agregado

Son aquellas actividades que transforman el producto o contribuyen directamente a satisfacer los requerimientos del cliente.

Entre ellas se encuentran: recepción física, verificación física, picking, packing, goods issue y despacho,

El tiempo total de valor agregado corresponde a 35 minutos.

Actividades Sin Valor Agregado

Corresponden a actividades que consumen recursos sin generar valor directo para el cliente.

Se identificaron: elaboración manual de documentos, validaciones redundantes, esperas de aprobación, coordinación manual de transporte, revisión repetitiva de información y gestión administrativa de devoluciones.

Estas actividades representan 123 minutos del tiempo total del proceso, evidenciando una elevada proporción de recursos y tiempo destinados a tareas que no generan valor directo para el cliente.

Interacción organizacional

El proceso involucra múltiples áreas funcionales: Customs & Compliance, Warehousing, Planner and Parts Coordination Management.

La elevada cantidad de transferencias entre áreas incrementa la probabilidad de errores, retrasos y pérdida de información, generando un entorno operativo altamente dependiente de la coordinación interdepartamental.

3.2.5 Interpretación de resultados

El análisis del VSM del estado actual evidencia importantes oportunidades de mejora dentro del proceso de Warehousing & Distribution.

En primer lugar, se observa que el tiempo total del ciclo asciende a 158 minutos, de los cuales únicamente 35 minutos corresponden a actividades que agregan valor. Esto significa que apenas el 22,15% del proceso genera valor para el cliente, mientras que el 77,85% restante corresponde a actividades sin valor agregado.

Este resultado evidencia la existencia de desperdicios significativos asociados principalmente a:

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Procesos administrativos manuales, duplicidad de validaciones, coordinación manual de transporte, elaboración de documentos, esperas entre áreas, retrabajos derivados de devoluciones y no conformidades.

Adicionalmente, el VSM permite identificar varios cuellos de botella críticos, entre los cuales destacan especialmente la creación de guías de remisión (30 minutos), la elaboración manual de listas de picking (8 minutos), las verificaciones repetitivas de información logística y los procesos de coordinación con transportistas, actividades que no generan valor directo para el cliente, pero consumen una proporción importante del tiempo total del ciclo.

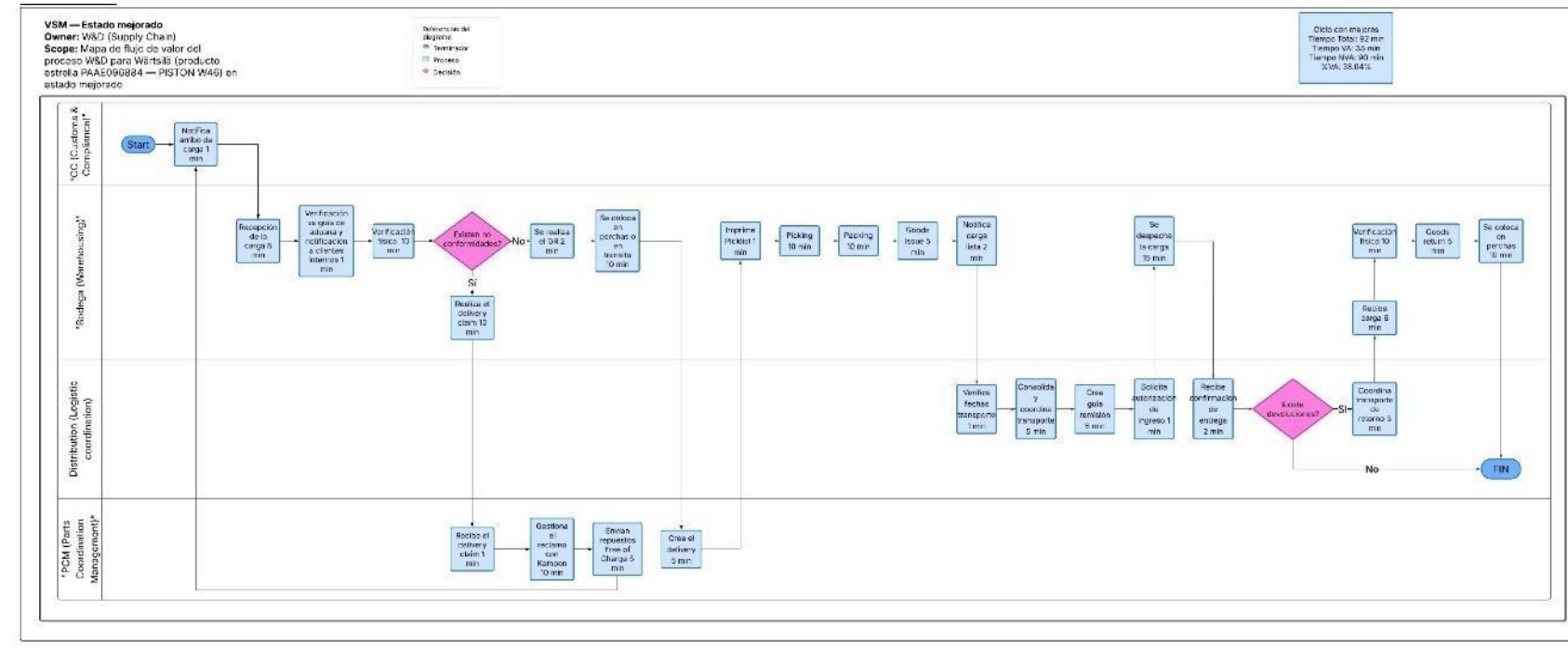
3.2.6 *Diseño del estado futuro (mejorado)*

A partir de los hallazgos obtenidos en el análisis del estado actual, se diseñó un mapa de flujo de valor futuro (estado mejorado), incorporando las oportunidades de mejora identificadas mediante la metodología Lean Six Sigma. El rediseño se enfocó principalmente en la eliminación de actividades sin valor agregado, la automatización de tareas administrativas, la simplificación del flujo documental y la optimización de la coordinación logística (Kaizen Institute, 2026).

Como resultado del análisis realizado en la sección 3.2.3 (estado anterior) del presente estudio, se elabora el flujo operativo optimizado (ciclo mejorado) de Warehousing & Distribution de Wärtsilä Ecuador S.A.

Figura 4.

Flujo operativo optimizado de Warehousing & Distribution



La refleja mejoras en los procesos de recepción, picking, packing y despacho, para las cuales se reducen los tiempos improductivos.

Principales mejoras incorporadas en el VSM futuro

El diseño del estado futuro se elaboró con base en los desperdicios identificados durante el análisis del Value Stream Mapping (VSM) actual. Las mejoras propuestas buscan reducir actividades sin valor agregado, optimizar el flujo de información y disminuir los tiempos de ciclo asociados a procesos administrativos y de coordinación logística.

Automatización de la generación de Pick List

En el proceso actual (anterior), la lista de picking era generada manualmente por el Planner, requiriendo posteriormente validaciones adicionales por parte de otras áreas. Esta actividad generaba tiempos de espera, duplicidad de trabajo y riesgo de errores de transcripción.

En el estado futuro se plantea la generación automática de la Pick List a partir de la información registrada en SAP mediante la creación previa del Delivery. Esta mejora elimina actividades manuales intermedias y permite que el personal de bodega inicie el proceso de preparación de pedidos de forma más rápida y estandarizada.

Beneficios esperados

- Reducción de tiempos administrativos.
- Disminución de errores de digitación.
- Mayor estandarización operativa.
- Mejor utilización de la información registrada en SAP.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Desperdicios Lean eliminados

- Sobreprocesamiento
- Esperas

Eliminación del control manual de retornos mediante hojas Excel

En el ciclo actual (anterior) se identificó la utilización de archivos Excel para gestionar devoluciones y retornos de materiales, lo que implicaba actividades adicionales de actualización, validación y seguimiento.

El estado futuro (esperado) contempla la eliminación de estos registros paralelos y el uso de la información directamente desde los sistemas corporativos, evitando duplicidad documental y reduciendo el riesgo de inconsistencias entre registros.

Beneficios esperados

- Eliminación de registros redundantes.
- Mayor confiabilidad de la información.
- Reducción de retrabajos administrativos.
- Mejor trazabilidad de devoluciones.
- Desperdicio Lean eliminado.
- Sobre procesamiento.
- Defectos administrativos.

Optimización de la coordinación de transporte

El VSM actual (anterior) evidencia múltiples actividades relacionadas con llamadas telefónicas, coordinación manual con transportistas, validaciones de disponibilidad y

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

seguimiento operativo, realizadas por equipos diferentes a Warehousing & Distribution y que no poseen la experiencia necesaria para optimizar estas tareas.

En el estado mejorado (esperado) estas actividades son sustituidas por una planificación anticipada del transporte, validación previa de fechas y consolidación de despachos mediante la contratación de un Coordinador Logístico perteneciente al equipo de Warehousing & Distribution, con la experiencia y competencias necesarias para gestionar eficientemente las actividades de distribución.

Beneficios esperados

- Menor dependencia de coordinación manual.
- Disminución de tiempos muertos.
- Mayor confiabilidad en los despachos.
- Mejor aprovechamiento de recursos logísticos.
- Desperdicio Lean eliminado.
- Menor tiempo de espera.
- Movimientos innecesarios de información.

Simplificación del proceso de emisión de guías de remisión

Uno de los principales cuellos de botella identificados en el Value Stream Mapping (VSM) actual (anterior) corresponde a la elaboración de la guía de remisión, actividad que consume aproximadamente 30 minutos del ciclo operativo.

El rediseño del proceso considera la simplificación de esta actividad mediante la utilización de información previamente validada dentro del sistema, eliminando revisiones y verificaciones innecesarias.

Beneficios esperados

- Reducción significativa del tiempo administrativo.
- Menor riesgo de inconsistencias documentales.
- Mayor rapidez en la liberación de despachos.

Desperdicio Lean eliminado

- Sobre procesamiento
- Esperas

Reducción de actividades de validación redundantes

El análisis del flujo actual (anterior) evidenció la existencia de múltiples verificaciones de información entre áreas antes de proceder con el despacho de materiales. El estado futuro propone consolidar estas validaciones en puntos específicos de control, evitando revisiones repetitivas que no generan valor desde la perspectiva del cliente.

Beneficios esperados

- Mayor fluidez operativa.
- Disminución del tiempo total del ciclo.
- Reducción de actividades administrativas.

Desperdicio Lean eliminado

- Sobre procesamiento

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

- Esperas

Integración funcional entre las áreas involucradas

El VSM actual refleja una elevada dependencia de transferencias de información entre Customs y Compliance, Warehousing & Distribution, Planner, y PCM. Cada transferencia representa un potencial punto de retraso o error.

El diseño futuro busca fortalecer la integración operativa entre las áreas involucradas, estableciendo flujos de información más directos y reduciendo actividades de coordinación innecesarias.

Beneficios esperados

- Mejor comunicación interdepartamental.
- Menor riesgo de errores.
- Incremento de la velocidad de respuesta.
- Mayor visibilidad del proceso logístico.

Desperdicio Lean eliminado

- Esperas
- Defectos por comunicación

3.2.7 Cuantificación de desperdicios identificados y mejora esperada

La comparación entre el Value Stream Mapping (VSM) del ciclo anterior y el VSM del estado mejorado permite cuantificar el impacto de las acciones de mejora propuestas sobre el proceso de Warehousing & Distribution. Para ello se analizan tres indicadores

principales: tiempo total del proceso, tiempo con Valor Agregado (VA) y No Valor Agregado (NVA).

Reducción del tiempo total del ciclo

Reducción absoluta = Tiempo actual – Tiempo mejorado

$$158 \text{ min} - 92 \text{ min} = 66 \text{ min}$$

Reducción absoluta: 66 minutos

$$\begin{aligned} \text{Reducción porcentual} &= \frac{66}{158} \times 100 \\ &= 41,77\% \end{aligned}$$

Por lo tanto, el estado mejorado (esperado) reduce el tiempo total del proceso en 66 minutos, equivalente a una mejora del 41,77% frente al ciclo anterior.

Reducción del tiempo Sin Valor Agregado

Reducción NVA = NVA actual – NVA mejorado

$$123 \text{ min} - 57 \text{ min} = 66 \text{ min}$$

Reducción absoluta del NVA: 66 minutos

$$\begin{aligned} \text{Reducción porcentual NVA} &= \frac{66}{123} \times 100 \\ &= 53,66\% \end{aligned}$$

Esto indica que las mejoras propuestas disminuyen las actividades NVA en 66 minutos, lo que representa una reducción del 53,66% del desperdicio operativo identificado en el proceso actual.

Comportamiento del tiempo con Valor Agregado

En ambos escenarios, el tiempo con valor agregado se mantiene en 35 minutos.

$$VA_{actual} = 35 \text{ min}$$

$$VA_{mejorado} = 35 \text{ min}$$

$$\Delta VA = 35 - 35 = 0 \text{ min}$$

Esto significa que la mejora no se basa en reducir actividades esenciales del proceso, sino en eliminar o disminuir actividades administrativas, esperas, verificaciones redundantes y tareas manuales que no agregan valor directo al cliente.

Incremento del porcentaje de valor agregado

$$\%VA = \frac{VA}{Tiempo \text{ total}} \times 100$$

Estado actual (anterior)

$$\begin{aligned} \%VA_{actual} &= \frac{35}{158} \times 100 \\ &= 22,15\% \end{aligned}$$

Estado mejorado (esperado)

$$\begin{aligned} \%VA_{mejorado} &= \frac{35}{92} \times 100 \\ &= 38,04\% \end{aligned}$$

Incremento en puntos porcentuales

$$38,04\% - 22,15\% = 15,89 \text{ puntos porcentuales}$$

Relación VA / NVA

Estado actual (anterior)

$$\frac{VA}{NVA} = \frac{35}{123}$$

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

$$= 0,28$$

Por cada minuto de actividad con valor agregado existen aproximadamente 3,51 minutos de actividad sin valor agregado.

$$\frac{NVA}{VA} = \frac{123}{35} = 3,51$$

Estado mejorado (esperado)

$$\frac{VA}{NVA} = \frac{35}{57}$$

$$= 0,61$$

Esto significa que por cada minuto de actividad con valor agregado existen aproximadamente 1,63 minutos de actividad sin valor agregado.

$$\frac{NVA}{VA} = \frac{57}{35} = 1,63$$

La relación NVA/VA disminuye de 3,51 a 1,63, evidenciando una reducción significativa de desperdicio operativo.

Para comprobar la mejora del ciclo anterior versus el ciclo mejorado, se presenta un resumen de los principales indicadores que demuestran que las iniciativas planteadas fueron efectivas.

Tabla 3.

Tabla comparativa de principales indicadores

Indicador	Ciclo anterior	Estado mejorado	Variación absoluta	Variación porcentual
Tiempo total	158 min	92 min	-66 min	-41,77%
Tiempo VA	35 min	35 min	0 min	0%
Tiempo NVA	123 min	57 min	-66 min	-53,66%
% Valor agregado	22,15%	38,04%	+15,89 %	+71,74%
Relación NVA/VA	3,51	1,63	-1,88	-53,56%

Nota. La Tabla 3 muestra la medición de cinco indicadores que evidencian la disminución en el tiempo de ciclo.

El análisis concluye que las iniciativas generaron reducción del 58% lo que demuestra la efectividad de las mejoras planteadas.

3.2.8 Interpretación de resultados

Las mejoras incorporadas permiten reducir el tiempo total del proceso de 158 a 92 minutos, disminuyendo las actividades sin valor agregado de 123 a 57 minutos y aumentando el porcentaje de valor agregado de 22,15% a 38,04%. Estos resultados evidencian que las oportunidades de optimización se concentran principalmente en la eliminación de desperdicios administrativos y en la mejora del flujo de información, más que en la modificación de las actividades operativas que generan valor para el cliente.

La reducción de 66 minutos en el tiempo total del proceso proviene íntegramente de la eliminación o simplificación de tareas administrativas, validaciones redundantes y actividades manuales presentes en el ciclo anterior.

Desde una perspectiva Lean, este resultado es relevante porque demuestra que el problema principal no se encuentra en las actividades operativas centrales: recepción, verificación física, picking, packing o despacho, sino en los desperdicios asociados al flujo de información, coordinación logística, elaboración documental y esperas entre áreas.

En consecuencia, el VSM mejorado permite incrementar la eficiencia del proceso, elevar el porcentaje de valor agregado de 22,15% a 38,04% y reducir en más de la mitad el tiempo sin valor agregado. Estos hallazgos justifican la implementación de acciones Lean Six Sigma orientadas a la estandarización documental, automatización parcial de procesos, mejora de la coordinación del transporte y fortalecimiento del control operativo del área de Warehousing & Distribution.

Además de las ineficiencias operativas detectadas, consideramos importante evaluar la gestión del inventario para mejorar el capital de trabajo inmovilizado, mismo que se estudiará en el numeral 3.3.

3.3. Clasificación ABC

3.3.1 Objetivo de la herramienta

La Clasificación ABC es una herramienta de gestión de inventarios basada en el principio de Pareto, la cual permite segmentar los artículos almacenados de acuerdo con su contribución al valor económico del negocio. Su aplicación facilita la priorización de recursos, el control de inventarios y la toma de decisiones orientadas a maximizar la disponibilidad de materiales críticos y minimizar el capital inmovilizado (Sutil, 2019).

En el presente estudio, la clasificación ABC fue aplicada a los Stock Keeping Unit (SKU) comercializados por Wärtsilä Ecuador S.A., con el propósito de identificar aquellos productos que generan mayor impacto sobre las ventas y la rentabilidad de la organización. Los resultados obtenidos constituyen una base para el diseño de estrategias diferenciadas de abastecimiento, almacenamiento y control de inventarios.

3.3.2 Metodología de clasificación

La metodología utilizada se fundamenta en el análisis combinado de dos variables estratégicas:

- Valor de ventas generado por cada SKU.
- Margen comercial asociado a cada SKU.

Inicialmente, los productos fueron ordenados de forma descendente según su nivel de ventas, calculándose posteriormente el porcentaje acumulado de participación sobre las ventas totales.

Posteriormente, se realizó una segmentación cruzada entre ventas y margen comercial, generando una matriz ABC-ABC que permite identificar no solamente qué productos venden más, sino también cuáles generan mayor rentabilidad para la compañía.

Es importante mencionar que el presente análisis está enfocado a las ventas de repuestos únicamente.

La clasificación considera nueve combinaciones posibles:

Tabla 4.*La clasificación ABC por venta y margen*

Clasificación	Interpretación
A-A	Alta venta y alto margen
A-B	Alta venta y margen medio
A-C	Alta venta y bajo margen
B-A	Venta media y alto margen
B-B	Venta media y margen medio
B-C	Venta media y bajo margen
C-A	Baja venta y alto margen
C-B	Baja venta y margen medio
C-C	Baja venta y baja rentabilidad

Nota. Segmentación para clasificación ABC.

Este enfoque permite incorporar criterios financieros y operativos en la gestión de inventarios, superando las limitaciones de una clasificación ABC tradicional basada exclusivamente en volumen de ventas.

3.3.3 Resultados de la clasificación ABC

El análisis realizado sobre la cartera de productos evidencia una alta concentración de ingresos en un grupo reducido de referencias, comportamiento consistente bajo el principio de Pareto (Anaya Tejero, 2011).

Entre los SKU con mayor contribución a las ventas se identifican en el top 5:

- Piston w46
- Rotor complete VTR354
- Piston crown VAASA32LN
- Cylinder head inlet and exhaust valve
- Nozzle ring for VTR354

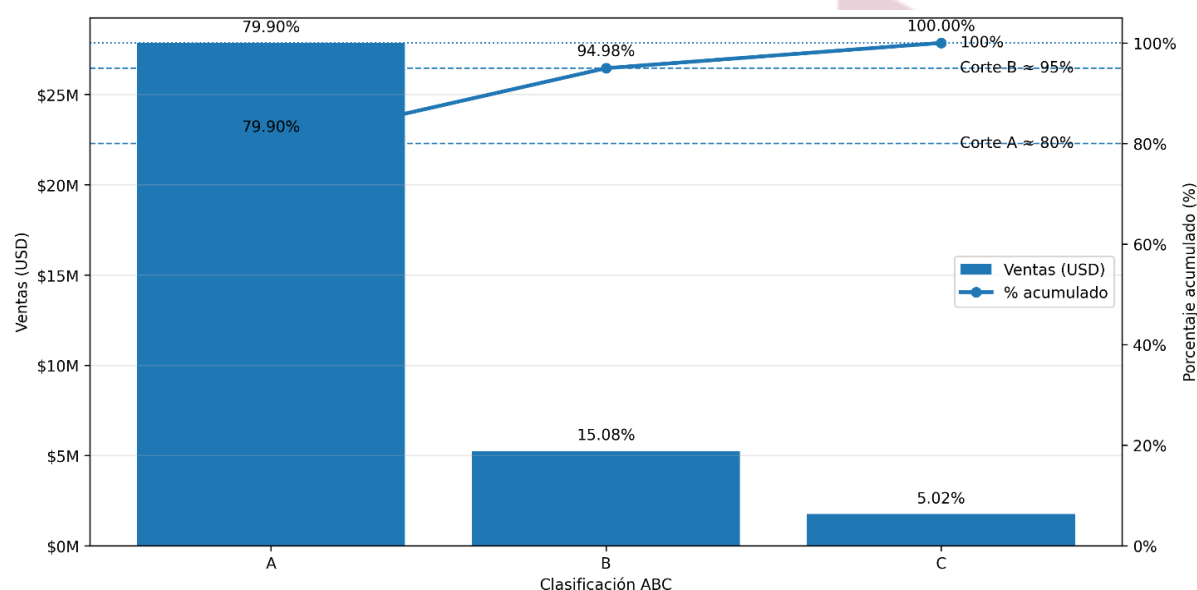
Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Estos productos representan una proporción significativa de las ventas acumuladas y constituyen materiales estratégicos para la operación de la compañía.

Se aplicó el Diagrama de Pareto – Clasificación ABC de SKU por venta y margen para identificar los SKUs con mayor relevancia económica.

Figura 5.

Diagrama de Pareto – Clasificación ABC de SKU por venta y margen



Nota. La Figura 5 muestra el Diagrama de Pareto respecto a la clasificación ABC.

La matriz ABC-ABC evidencia una alta concentración del valor económico del portafolio en la categoría A-A, la cual representa aproximadamente el 78,96% de las ventas totales. Esto significa que una proporción reducida de SKU concentra simultáneamente los mayores niveles de ventas y rentabilidad, convirtiéndose en productos estratégicos para la organización.

La categoría B-B concentra el 14,48% de las ventas, correspondiendo a productos con comportamiento intermedio tanto en volumen de ventas como en margen comercial. Estos productos requieren mecanismos de control estándar y revisiones periódicas de inventario.

Por su parte, la categoría C-C representa únicamente el 5,02% de las ventas totales, agrupando productos con baja rotación y baja rentabilidad. Desde una perspectiva de gestión de inventarios, estos materiales constituyen los principales candidatos para estrategias de reducción de stock, compras bajo pedido o racionalización del portafolio.

La Matriz ABC de SKU de Wärtsilä Ecuador S.A. se elaboró con el fin de determinar los productos con mayor impacto económico

Tabla 5.

La Matriz ABC de SKU de Wärtsilä Ecuador S.A.

Cifras en USD, 2025

Clasificación de Margen / Ventas	A	B	C
A	27,531,458.27 (A-A)	-	-
B	325,013.52 (A-B)	5,047,213.70 (B-B)	-
C	-	210,998.68 (B-C)	1,751,111.12 (C-C)

Nota. Matriz ABC de SKU de Wärtsilä Ecuador S.A. 2025.

La Tabla 5 identifica oportunidad de mejora en la categoría C con un posible impacto económico de USD 1,7 millones.

Tabla 6.*Participación porcentual de la matriz ABC**Cifras en USD y porcentajes, 2025*

Categoría	Ventas	Participación
A-A	27.531.458,27	78,96%
B-B	5.047.213,70	14,48%
C-C	1.751.111,12	5,02%
A-B	325.013,52	0,93%
B-C	210.998,68	0,61%
Total	34.865.795,29	100,00%

Nota. La Tabla 6 detalla el porcentaje de participación de cada una de las categorías.

Un hallazgo relevante es la ausencia de categorías A-C, B-A, C-A y C-B, lo que sugiere una correlación positiva entre ventas y rentabilidad dentro del portafolio analizado. En otras palabras, los productos con mayores niveles de ventas tienden también a presentar mayores márgenes comerciales, mientras que los productos de baja rotación muestran simultáneamente menores niveles de rentabilidad (Anaya Tejero, 2011).

3.3.4 Dimensiones de análisis de la clasificación ABC

Con el fin de interpretar adecuadamente los resultados obtenidos, la clasificación fue analizada desde cuatro dimensiones principales.

Contribución económica

Evalúa el impacto de cada SKU sobre los ingresos generados por la empresa.

Los productos clasificados como A concentran la mayor participación de rentas y representan los materiales con mayor influencia sobre los resultados financieros de la

organización. Por esta razón, requieren políticas de abastecimiento orientadas a minimizar riesgos de desabastecimiento.

Rentabilidad

Analiza la capacidad de cada producto para generar margen comercial. El análisis permite diferenciar productos de alto volumen, pero baja rentabilidad (A-C) de aquellos que, aun teniendo menor volumen de ventas, generan márgenes elevados (C-A). Esta dimensión resulta particularmente importante para la toma de decisiones relacionadas con portafolio de productos y estrategias comerciales.

Criticidad operativa

Considera el impacto que tendría la indisponibilidad de un material sobre el nivel de servicio al cliente. En empresas dedicadas al suministro de repuestos para generación energética, ciertos materiales pueden tener una importancia estratégica superior a la reflejada únicamente por su volumen de ventas. Por ello, la clasificación ABC debe complementarse con criterios de criticidad operacional.

Impacto sobre el capital de trabajo

La acumulación excesiva de inventario genera costos financieros y operativos asociados al almacenamiento, manejo y riesgo de obsolescencia. La segmentación ABC permite enfocar los esfuerzos de optimización sobre aquellos materiales que representan una mayor proporción del capital inmovilizado.

3.3.5 Interpretación de resultados

Los resultados obtenidos evidencian una concentración significativa del valor económico en un número reducido de materiales, situación consistente con la teoría de Pareto aplicada a la gestión de inventarios. La matriz ABC-ABC permitió identificar cuatro grupos estratégicos de productos:

Productos estrella (A-A)

Corresponden a productos con alta participación en ventas y alto margen comercial.

Estos productos constituyen los activos más relevantes del inventario y requieren:

- Monitoreo permanente.
- Altos niveles de disponibilidad.
- Revisión continua de demanda.
- Priorización en abastecimiento.

Productos de tráfico (A-C)

Presentan altos niveles de ventas, pero generan márgenes relativamente bajos.

Aunque contribuyen significativamente al volumen de negocio, requieren una revisión periódica de condiciones comerciales y costos logísticos para garantizar su rentabilidad.

Nichos rentables (C-A)

Son productos con baja frecuencia de venta, pero elevado margen comercial. Estos SKU representan oportunidades de rentabilidad que justifican estrategias específicas de abastecimiento y almacenamiento.

Candidatos a racionalización (C-C)

Corresponden a productos con baja participación en ventas y baja rentabilidad. Este grupo debe ser objeto de análisis para determinar posibles acciones como:

- Reducción de niveles de stock.
- Compras bajo pedido.
- Consolidación de materiales.
- Eliminación gradual.

Según el análisis y lo mencionado anteriormente, los esfuerzos de gestión y control de inventarios deberían concentrarse prioritariamente en los SKU clasificados como A-A, ya que cualquier interrupción en su disponibilidad tendría un impacto directo sobre los ingresos, la rentabilidad y el nivel de servicio de Wärtsilä Ecuador S.A.

3.3.6 Estrategias de gestión derivadas de la clasificación ABC

Los resultados de la clasificación ABC-ABC permitieron identificar diferentes grupos de productos según su contribución a las ventas y a la rentabilidad de Wärtsilä Ecuador S.A. A partir de esta segmentación se definieron estrategias específicas de gestión orientadas a optimizar la administración de inventarios, reducir capital inmovilizado y fortalecer el nivel de servicio al cliente (KanbanRocket, 2026).

Categoría A-A: Productos estratégicos

Esta categoría concentra aproximadamente el 78,96% de las ventas totales y corresponde a productos con alta participación tanto en ventas como en margen comercial.

Debido a su importancia económica y operativa, estos productos constituyen la principal prioridad para la gestión logística y financiera de la organización.

Estrategias de gestión

- Monitoreo permanente de niveles de inventario.
- Revisión semanal de existencias.
- Definición de stocks de seguridad específicos.
- Priorización en procesos de abastecimiento y reposición.
- Seguimiento continuo de demanda y consumo.
- Aplicación de pronósticos de demanda más precisos.
- Control riguroso de quiebres de stock.
- Priorización en auditorías de inventario.

Categoría A-B: Productos de alto volumen con rentabilidad media

Esta categoría representa aproximadamente el 0,93% de las ventas totales y agrupa productos con alta participación en ventas, pero con márgenes comerciales intermedios.

Aunque su contribución económica es menor que la de los productos A-A, continúan siendo materiales relevantes para la operación.

Estrategias de gestión

- Seguimiento periódico de niveles de inventario.
- Evaluación continua de costos logísticos asociados.
- Optimización de condiciones de compra.
- Revisión de precios de venta y márgenes comerciales.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

- Reposición planificada según demanda histórica.
- Monitoreo de tendencias de consumo.

Categoría B-B: Productos de importancia intermedia

Esta categoría concentra aproximadamente el 14,48% de las ventas totales y corresponde a productos con niveles medios de ventas y rentabilidad. Representan una porción considerable del portafolio y requieren controles estándar de inventario.

Estrategias de gestión

- Revisión mensual de inventarios.
- Reposición basada en puntos de pedido.
- Ajuste periódico de niveles de stock.
- Monitoreo de rotación de inventarios.
- Control de obsolescencia.
- Seguimiento de desempeño comercial.

Categoría B-C: Productos de venta media y baja rentabilidad

Esta categoría representa aproximadamente el 0,61% de las ventas totales y agrupa productos con rentabilidad reducida respecto a su nivel de ventas. Estos productos requieren especial atención desde el punto de vista financiero debido a su limitada contribución al margen.

Estrategias de gestión

- Evaluación periódica de rentabilidad.
- Revisión de condiciones de compra y negociación con proveedores.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

- Reducción de inventarios excedentes.
- Compras más ajustadas a la demanda real.
- Seguimiento de costos logísticos asociados.

Categoría C-C: Productos de baja rotación y baja rentabilidad

Esta categoría concentra aproximadamente el 5,02% de las ventas totales y corresponde a productos con baja contribución tanto en ventas como en margen comercial. Desde la perspectiva de gestión de inventarios, constituyen el grupo con mayor potencial para la optimización de recursos.

Estrategias de gestión

- Implementación de compras bajo pedido (Make-to-Order).
- Minimización de niveles de stock.
- Evaluación de discontinuación de referencias.
- Consolidación de SKU similares.
- Revisión de inventario obsoleto.
- Análisis de criticidad operativa antes de mantener existencias permanentes.

Priorización estratégica de las categorías

Con base en los resultados obtenidos, las categorías pueden ordenarse según su prioridad de gestión de la siguiente manera:

Tabla 7.

Prioridad categórica por nivel de ventas

Cifras en porcentajes

Prioridad	Categoría	Participación
Muy alta	A-A	78,96%
Alta	B-B	14,48%
Media	A-B	0,93%
Media-Baja	B-C	0,61%
Baja	C-C	5,02%

Nota. La Tabla 7 detalla las categorías del inventario considerando la participación porcentual.

Implicaciones para la gestión de inventarios

Los resultados evidencian que la mayor parte del valor económico del portafolio se concentra en los productos clasificados como A-A, por lo que las políticas de inventario deben orientarse prioritariamente a garantizar su disponibilidad. Por otro lado, los productos C-C representan una oportunidad para reducir capital inmovilizado y costos operativos mediante estrategias de racionalización y abastecimiento bajo demanda.

En consecuencia, la clasificación ABC-ABC proporciona una base objetiva para la asignación diferenciada de recursos, permitiendo enfocar los esfuerzos de control y mejora sobre aquellas referencias que generan el mayor impacto económico para Wärsilä Ecuador S.A., en concordancia con los principios de eficiencia y optimización promovidos por la metodología Lean Six Sigma.

3.3.7 *Análisis cuantitativo de concentración de ventas y rentabilidad*

El análisis ABC aplicado a la base de SKU de Wärtsilä Ecuador S.A. se realizó sobre 1.425 materiales, con ventas totales de USD 34.865.795,29 y margen total de USD 15.060.177,87; considerando que para el análisis ABC se contempló únicamente la venta de repuestos.

a) **Cálculo del total de ventas**

$$\text{Ventas totales} = \sum \text{Venta por SKU}$$

$$\text{Ventas totales} = \text{USD } 34.865.795,29$$

Este valor representa la suma de ventas de todos los SKU incluidos en la base analizada.

b) **Cálculo del margen total**

$$\text{Margen total} = \sum \text{Margen por SKU}$$

$$\text{Margen total} = \text{USD } 15.060.177,87$$

El margen total corresponde a la diferencia acumulada entre venta y costo de cada SKU.

c) **Margen promedio global**

$$\text{Margen \%} = \frac{\text{Ventas totales}}{\text{Margen total}} \times 100$$

$$\text{Margen \%} = \frac{15.060.177,87}{34.865.795,29} \times 100$$

$$\text{Margen \%} = 43,19\%$$

Esto significa que, en promedio, por cada dólar vendido, la empresa genera aproximadamente USD 0,43 de margen bruto en la venta de repuestos.

Tabla 8.

Concentración por clasificación ABC de ventas

Categoría	N.º SKU	Ventas USD	Ventas %	Margen USD	Margen %	Margen sobre ventas
A	114	27.856.471,79	79,90%	12.223.217,47	81,16%	43,88%
B	255	5.258.212,38	15,08%	2.179.668,33	14,47%	41,45%
C	1.056	1.751.111,12	5,02%	657.292,07	4,36%	37,54%
Total	1.425	34.865.795,29	100%	15.060.177,87	100%	43,19%

Nota. La Tabla 8 presenta la distribución de ventas y margen por categoría ABC.

d) Cálculo de participación de ventas por categoría

Ejemplo para categoría A:

$$\begin{aligned} \% \text{ Ventas A} &= \frac{27.856.471,79}{34.865.795,29} \times 100 \\ \% \text{ Ventas A} &= 79,90\% \end{aligned}$$

La categoría A agrupa apenas 114 SKU, equivalentes al 8,00% del total de los materiales, pero concentra el 79,90% de las ventas.

$$\begin{aligned} \% \text{ SKU A} &= \frac{114}{1.425} \times 100 = 8,00\% \end{aligned}$$

Podemos observar que existe una fuerte concentración comercial: un grupo reducido de productos explica casi el 80% del valor vendido.

e) Cálculo de participación de margen por categoría

Ejemplo para categoría A:

$$\% \text{ Margen A} = \frac{12.223.217,47}{15.060.177,87} \times 100$$

$$\% \text{ Margen A} = 81,16\%$$

La categoría A no solo concentra la mayor parte de las ventas, sino también la mayor proporción del margen. Esto indica que los SKU de mayor venta también son estratégicos desde el punto de vista de rentabilidad.

Tabla 9.

Concentración por clasificación estratégica venta-margen

Categoría	N.º SKU	Ventas USD	Ventas %	Margen USD	Margen %	Margen sobre ventas
A-A	108	27.531.458,27	78,96%	12.046.633,67	79,99%	43,76%
A-B	6	325.013,52	0,93%	176.583,80	1,17%	54,33%
B-B	230	5.047.213,70	14,48%	2.083.556,15	13,83%	41,28%
B-C	25	210.998,68	0,61%	96.112,18	0,64%	45,55%
C-C	1.056	1.751.111,12	5,02%	657.292,07	4,36%	37,54%
Total	1.425	34.865.795,29	100%	15.060.177,87	100%	43,19%

Nota. La Tabla 9 resume la clasificación estratégica venta – margen y se identifica una oportunidad en la categoría C-C.

f) Cálculo de concentración de productos A-A

$$\% \text{ Ventas A-A} = \frac{27.531.458,27}{34.865.795,29} \times 100$$

$$\% \text{ Ventas A-A} = 78,96\%$$

$$\% \text{ Margen A-A} = \frac{12.046.633,67}{15.060.177,87} \times 100$$

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

%Margen A-A=79,99%

Los productos A-A representan el grupo más crítico del portafolio, ya que concentran simultáneamente la mayor proporción de ventas y margen. Estos SKU deben ser considerados como productos estratégicos y requieren control prioritario.

g) Análisis de concentración acumulada

Tabla 10.

Concentración acumulada

Cifras en USD y porcentajes

Top SKU por ventas	Ventas acumuladas	Ventas acumuladas	Margen acumulado	Margen acumulado
Top 5 SKU	8.348.127,64	23,94%	4.696.420,02	31,18%
Top 10 SKU	11.355.079,64	32,57%	5.755.023,91	38,21%
Top 20 SKU	15.658.490,17	44,91%	7.509.527,27	49,86%
Top 50 SKU	22.144.031,67	63,51%	9.844.298,28	65,37%
Top 114 SKU	27.856.471,79	79,90%	12.223.217,47	81,16%

Nota. Segmentación del 80% de participación de ventas concentrada en 114 SKU's.

h) Ejemplo de cálculo del Top 5

$$\% \text{ Ventas Top 5} = \frac{8.348.127,64}{34.865.795,29} \times 100$$

$$\% \text{ Ventas Top 5} = 23,94\%$$

$$\% \text{ Margen Top 5} = \frac{4.696.420,02}{15.060.177,87} \times 100$$

$$\% \text{ Margen Top 5} = 31,18\%$$

Esto evidencia que solo los 5 SKU más vendidos generan aproximadamente una cuarta parte de las ventas y un tercio del margen total.

Los resultados muestran una concentración marcada del valor económico en un número reducido de SKU. La categoría A representa solo el 8,00% de los productos, pero concentra el 79,90% de las ventas y el 81,16% del margen total. Este comportamiento valida la aplicación del principio de Pareto dentro del portafolio de repuestos de Wäertsilä Ecuador S.A.

Desde una perspectiva operativa, estos resultados indican que la empresa debe priorizar los SKU clase A y especialmente los A-A, ya que cualquier quiebre de stock en estos productos tendría un impacto directo en ingresos, margen comercial y nivel de servicio. Por el contrario, los SKU C-C, aunque representan el 74,11% del total de materiales, apenas contribuyen con el 5,02% de las ventas y el 4,36% del margen, por lo que deben evaluarse bajo políticas de reducción, compra bajo pedido o racionalización de inventario.

En términos Lean Six Sigma, este análisis permite enfocar los esfuerzos de mejora en las referencias con mayor impacto económico, evitando distribuir recursos de control de forma homogénea sobre todo el inventario. Así, la clasificación ABC se convierte en una herramienta clave para reducir capital inmovilizado, optimizar niveles de stock y mejorar la eficiencia del área de Warehousing & Distribution.

Una vez identificados y priorizados los productos mediante la clasificación ABC, enfocaremos nuestro análisis con la metodología DMAIC para definir acciones de mejora.

3.4. Diagrama DMAIC

3.4.1 *Objetivos de la herramienta*

DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve and Control) constituye la metodología estructurada utilizada en Lean Six Sigma para la resolución sistemática de problemas y la mejora continua de procesos. Su aplicación permite identificar causas raíz, cuantificar el desempeño actual, diseñar soluciones basadas en datos y establecer mecanismos de control que garanticen la sostenibilidad de las mejoras implementadas (Shankar, 2009).

En el presente proyecto, DMAIC se emplea como marco metodológico para abordar las ineficiencias identificadas en el área de Warehousing & Distribution de Wärtsilä Ecuador S.A., relacionadas con altos niveles de inventario, procesos no estandarizados, baja visibilidad operativa y oportunidades de mejora en productividad y costos logísticos.

Su utilización permite integrar los hallazgos obtenidos mediante el Diagrama de Ishikawa, el VSM y la Clasificación ABC, transformándolos en acciones concretas de mejora orientadas al cumplimiento de los objetivos estratégicos del proyecto.

3.4.2 *Metodología de la aplicación*

La metodología DMAIC fue desarrollada siguiendo las cinco etapas establecidas por Lean Six Sigma:

Fase Define (Definir)

En esta etapa se estableció el alcance del proyecto, se identificó el problema principal y se definieron los objetivos de mejora.

Problemas identificados:

- Altos niveles de inventario.
- Procesos de picking y packing no estandarizados.
- Baja visibilidad de indicadores operativos.
- Variabilidad en la ejecución de actividades logísticas.
- Incremento de costos operativos.

Objetivo general del proyecto: Reducir en un 15% los costos operativos directos del almacén mediante la optimización de procesos logísticos, control de inventarios y mejora en la gestión de recursos.

Fase Measure (Medir)

Esta fase consistió en recopilar información cuantitativa y cualitativa sobre el desempeño actual de la operación logística.

Herramientas utilizadas:

- Levantamiento de procesos.
- Value Stream Mapping (Estado Actual).
- Clasificación ABC.
- Indicadores operativos.
- Información financiera e inventarios.

Tabla 11.*Variables medidas*

Variable	Unidad
Lead Time	Horas
Tiempo de Picking	Minutos
Tiempo de Packing	Minutos
Nivel de Inventario	USD
Rotación de Inventarios	Veces/año
Productividad	Líneas/hora
Exactitud de Inventario	%

Nota. La Tabla 11 muestra los indicadores para medición del desempeño.

Fase Analyze (Analizar)

En esta fase se determinaron las causas raíz que generan las ineficiencias operativas identificadas.

Herramientas utilizadas:

- Diagrama de Ishikawa.
- Análisis de desperdicios Lean.
- Clasificación ABC.
- Análisis de flujo de valor.

Tabla 12.*Principales causas identificadas*

Categoría	Hallazgos
Métodos	Ausencia de SOP estandarizados
Personal	Capacitación insuficiente
Tecnología	Uso parcial de SAP
Inventario	Sobrestock y baja rotación
Medición	KPIs limitados
Gestión	Planeación reactiva

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Nota. La Tabla 12 muestra los hallazgos detectados en cada uno de los procesos de Warehousing & Distribution.

Estas causas explican gran parte de la variabilidad observada en la operación logística.

Fase Improve (Mejorar)

A partir de los hallazgos anteriores se diseñaron las iniciativas de mejora.

Principales acciones propuestas:

- Implementación de SOP para picking y packing.
- Aplicación de metodología 5S.
- Optimización de diseño del almacén (layout).
- Implementación de clasificación ABC para gestión de inventarios.
- Definición de políticas de reposición.
- Automatización de reportes.

Fase Control (Controlar)

La fase de control busca asegurar la sostenibilidad de las mejoras implementadas.

Mecanismos propuestos:

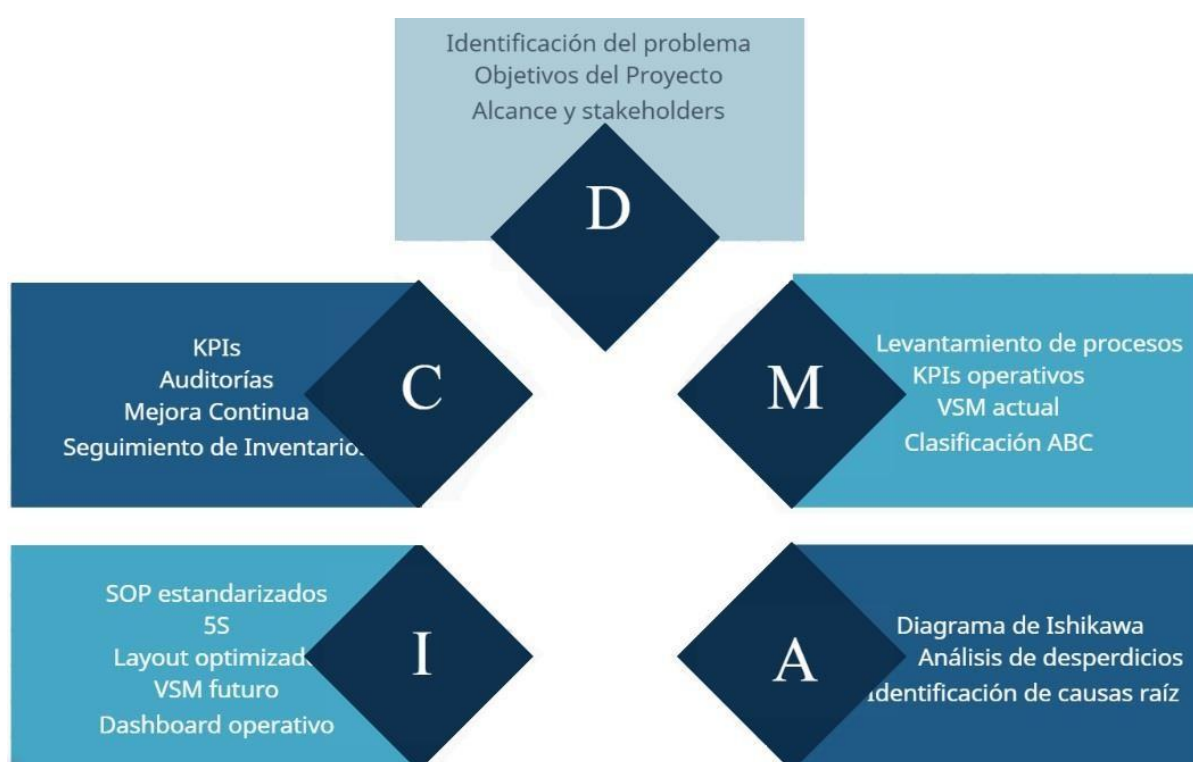
- Auditorías periódicas de cumplimiento de SOP.
- Monitoreo mensual de KPIs.
- Revisión continua de inventarios ABC.
- Seguimiento de productividad.
- Actualización periódica del VSM.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

- Tablero de control operativo.

Figura 6.

Diagrama DMAIC



Nota. La Figura 6 muestra la metodología aplicada a Wärtsilä Ecuador S.A.

La metodología DMAIC demuestra la capacidad de combinar herramientas de análisis, medición y mejora continua para los procesos de Warehousing & Distribution, identificando así las principales causas de ineficiencia.

3.4.3 Dimensiones de análisis del DMAIC

Para evaluar la efectividad de la metodología DMAIC se establecieron cinco dimensiones de análisis alineadas con los objetivos del proyecto.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Tabla 13.*Indicadores para análisis*

Dimensión	Descripción	Indicadores
Desempeño operativo	Analiza la eficiencia de los procesos de almacenamiento, picking, packing y despacho.	- Productividad - Tiempo de ciclo - Lead Time
Gestión de inventarios	Evalúa el uso eficiente del capital invertido en inventario.	- Rotación de inventarios - Nivel de inventario - Inventario obsoleto - Exactitud de inventario
Costos operativos	Mide el impacto financiero de las iniciativas de mejora.	- Costos de almacenamiento - Costos de operación - OPEX logístico
Calidad del proceso	Analiza la reducción de errores y variabilidad operativa	- Exactitud de picking - Exactitud de inventario - Incidencias operativas
Nivel de servicio	Evalúa la capacidad de respuesta al cliente interno y externo.	- Entregas a tiempo - Cumplimiento de pedidos - Disponibilidad de inventario

Nota. La Tabla 13 muestra los indicadores asociados al desempeño operativo, gestión de inventarios, costos, calidad y nivel de servicio.

A partir de las metodologías desarrolladas en los capítulos 2 y 3, integraremos DMAIC para asegurar la evaluación objetiva del estudio.

3.4.4 Interpretación de resultados

La aplicación del enfoque DMAIC permitió estructurar de forma sistemática el diagnóstico y la propuesta de mejora para el área de Warehousing & Distribution de Wärtsilä Ecuador S.A.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Los resultados obtenidos mediante el Diagrama de Ishikawa, el VSM y la Clasificación ABC evidenciaron que las principales oportunidades de mejora se concentran en la estandarización de procesos, la optimización de inventarios y el fortalecimiento de los mecanismos de control operativo.

La fase de medición permitió cuantificar la situación actual y establecer una línea base para el proyecto. Posteriormente, el análisis de causas raíz evidenció que las ineficiencias no responden a un único factor, sino a una combinación de elementos relacionados con métodos, personal, tecnología, inventarios y gestión.

Por ende, se puede resumir que el Diagrama de Ishikawa, VSM y ABC se ubican dentro de las fases de medida y análisis. Las iniciativas definidas en la fase de mejora buscan reducir desperdicios, incrementar la productividad y disminuir el capital inmovilizado en inventarios, mientras que la fase Control garantiza la sostenibilidad de los resultados mediante indicadores y mecanismos de seguimiento continuo.

En consecuencia, DMAIC constituye el eje integrador de la metodología propuesta, permitiendo transformar los hallazgos diagnósticos en acciones concretas orientadas al cumplimiento del objetivo general de reducción de costos operativos y mejora del desempeño logístico de Wärsilä Ecuador S.A., lo cual es el input para validar las acciones que realizaremos en el proceso actual, mismo que se presenta en el capítulo 4.

4. CAPÍTULO 4. DIAGNÓSTICO DEL PROCESO ACTUAL

4.1. Descripción del proceso de Warehousing & Distribution

El área de Warehousing & Distribution es un eslabón muy importante en la cadena de suministro de Wärtsilä Ecuador S.A., sus principales funciones y responsabilidades son: manejo de un correcto stock, almacenamiento óptimo y distribución a tiempo hacia los distintos clientes del sector energético e industrial para garantizar la correcta gestión, permitiendo aportar a la continuidad operativa de los clientes con un correcto nivel de servicio y eficiencia interna de la organización.

Inbound logistics: El proceso logístico inicial comprende:

- Recepción física de insumos internacionales, contemplando control físico de calidad y cantidad.
- Verificación documental (factura o invoice, Declaración Aduanera de Importación (DAI), lista de empaque (packing list), órdenes de compra), asegurando conformidad de los ítems recibidos.
- Registro en el sistema Enterprise Resource Planning (ERP) Systems, Applications and Products in Data Processing (SAP) que genera trazabilidad de inventario y actualización de stock disponible.
- Posterior ubicación en posiciones de almacenamiento definidas (put-away), siguiendo criterios logísticos, rotación de inventarios, características técnicas del producto, nivel de criticidad y restricciones de almacenamiento.

Order fulfillment: Una vez generada la demanda, inicia:

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

- Proceso de picking: localización, extracción y consolidación de ítems desde las ubicaciones de almacenamiento (proceso que puede implicar recorridos no optimizados dentro del layout del almacén, lo cual afecta directamente la eficiencia operativa).
- Proceso de packing: los productos son consolidados, verificados, etiquetados y embalados, considerando estándares de seguridad, manipulación y transporte, especialmente relevantes para equipos o repuestos críticos del sector energético.

Outbound logistics: el proceso concluye con la fase de validación final del pedido, generación de documentos de despacho, coordinación con transporte y liberación de la mercancía, garantizando el cumplimiento de condiciones de entrega.

Se evidencia que el área de Warehousing & Distribution Wärtsilä Ecuador S.A. cumple con una operación robusta; sin embargo, en la práctica existen cuellos de botella asociados a: reprocesos, exceso de manipulación de materiales, falta de estandarización de procesos, conocimiento tácito del personal y baja visibilidad de KPI, todos estos afectan a la continuidad del correcto flujo logístico deseado.

Por todo lo antes detallado, el análisis de este proceso es clave para identificar oportunidades de mejora a través de la metodología Lean Six Sigma la cual está orientada a la optimización del flujo, eliminación de desperdicio y aplicación de mejoras a la productividad del sistema logístico.

4.2. Análisis del proceso actual – Enfoque Integrado

4.2.1 Mapeo de procesos actuales (AS-IS)

El área de Warehousing & Distribution de Wärsilä Ecuador S.A., presenta su mapeo de procesos actual, la cual permite visualizar de manera estructurada el proceso operativo, tiempos asociados, actividades que generan y otras que no aportan directamente valor al cliente (OBS Business School, 2026).

Tabla 14.

Matriz AS-IS

Etapas	Actividad principal	Tipo de actividad	Tiempo (min)	Problemas identificados
Inbound	Recepción y verificación de materiales	No valor agregado (control)	25	Esperas, validación manual
Put-away	Ubicación en almacén	No valor agregado	30	Desplazamientos largos, layout no optimizado
Storage	Almacenamiento en rack	No valor agregado (necesario)	—	Exceso de inventario (USD 10,2 millones)
Picking	Localización y recolección de ítems	Valor agregado parcial	45	Rutas ineficientes, reprocesos
Packing	Consolidación y embalaje	Valor agregado	20	Falta de estandarización
Outbound	Verificación y despacho	No valor agregado (control)	38	Duplicidad de controles
Total			158 min	

Nota. La Tabla 14 permite visualizar las etapas en la estructura del proceso actual del Wärsilä Ecuador S.A.

El proceso actual de Warehousing & Distribution se estructura por medio de un flujo secuencial que inicia en la recepción de materiales con flujos que incluyen: etapas de

recepción, almacenamiento (put-away), picking, packing, despacho y finaliza con la entrega al cliente mediante el proceso de salida (Escudero Serrano, 2014).

En este sentido, los principales resultados del proceso actual son:

- Lead time: alcanza los 158 minutos → proceso extenso con múltiples interrupciones.
- Porcentaje de valor agregado: 22,15% que refleja que una pequeña proporción de las actividades genera valor directo para el cliente.
- Productividad del ciclo: 0,38 ciclos por hora → baja capacidad de procesamiento dentro del sistema.
- Gestión de inventarios: el nivel de inventario asciende a USD 10.238.904,82, lo que evidencia un alto capital inmovilizado.
- Rotación de inventario: calculada en 4,66 veces, indica una dinámica moderada que sugiere oportunidades de optimización en la gestión de stock.

Por otra parte, en la estructura del flujo, se evidencia indicadores de desempeño operativos como: exactitud de inventario 92%, exactitud de picking 90% y On time in full (OTIF) 92,89%, los cuales cuentan con una medición muy por debajo de los estándares de operaciones logísticas esperadas y se ratifica la necesidad de reestructurar el proceso bajo herramientas Lean Six Sigma.

4.2.2 Alineación estratégica del proceso - Hoshin Kanri

La metodología Hoshin Kanri es una herramienta de gestión estratégica que permite empalmar los objetivos corporativos de la organización con las operaciones diarias de la empresa, por lo que al aplicar en Wärtsilä Ecuador S.A., permite alinear su estrategia

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Figura 7.

Proyectos										Indicadores de Rendimiento										Recursos									

Esta herramienta de diagnóstico se diferencia de otras, al no solo detallar el proceso sino, analizar la coherencia entre objetivos, indicadores, procesos y resultados; factor clave en el estudio actual de este trabajo que permitirá establecer un vínculo claro entre la

QUITO – ECUADOR | 2026

estrategia y operación, identificar brechas que permita la justificación de la aplicación de Lean Six Sigma.

Objetivos estratégicos: enfocados en la reducción de costos, mejora de la eficiencia, optimización de inventarios y fortalecimiento del nivel de servicio.

Objetivos operativos: como la estandarización de procesos, reducción de inventarios, incremento de productividad e implementación de KPIs.

Proyectos de mejora: como Lean Six Sigma, optimización de picking y rediseño de layout, representan las iniciativas necesarias para alcanzar dichos objetivos.

Indicadores: permiten medir el desempeño del proceso, destacando variables como Lead Time, productividad, nivel de inventario y nivel de servicio.

Y las relaciones representadas en la matriz evidencian la conexión directa entre estrategia, ejecución y resultados, permitiendo identificar las brechas existentes y orientar las acciones de mejora.

4.2.3 *Análisis de causas organizacionales (KMO Analysis)*

La herramienta Knowledge, Motivation, Organization (KMO) identifica las causas estructurales que afectan directamente al desempeño del sistema, en el caso de la empresa permite detectar las ineficiencias en el proceso de Warehousing & Distribution, tales como: altos tiempos de ciclo, baja productividad y falta de control que no solo recae en fallas operativas, sino también a factores relacionados con la gestión del conocimiento, el comportamiento del personal y la estructura organizacional (Robbins & Judge, 2017). El análisis KMO profundiza las causas raíz del problema, una vez detectadas permite abordarlas

mediante iniciativas de mejora enfocadas no solo en el proceso, sino también en la capacidad de la empresa.

Tabla 15.

Matriz de análisis KMO

Dimensión	Diagnóstico actual	Impacto en el proceso	Brecha identificada
Conocimiento (K)	Limitada aplicación de indicadores operativos, no formulación de análisis y gestión de datos	Sin métrica de eficiencia y falta de visibilidad del desempeño.	Formación empírica, ausencia de cultura basada en datos y métricas
Motivación (M)	Dependencia empírica de personal y baja adopción de metodologías de mejora continua en la operación	Sin lineamientos en la ejecución de tareas y presencia de retrabajos	Débil cultura de mejora continua y estandarización de buenas prácticas
Organización (O)	No aplicación de SOPs, layout no optimizado y flujo operativo fragmentado	Incremento en tiempos de ciclo, ineficiencia operativa y movimientos innecesarios	Estructura operativa no alineada a principios Lean

Nota. La Tabla 15 muestra el análisis de conocimiento, motivación y organización de Wärtsilä Ecuador S.A.

En la matriz KMO se detecta que las ineficiencias del proceso logístico no solo se generan por la ejecución de todas las actividades del área de Warehousing & Distribution; existen factores estructurales de la organización como el conocimiento impartido, motivación a su personal y estructura de sus procesos que contribuyen directamente a dichas ineficiencias, por lo que en particular se identifica:

- Carencia de aplicación de indicadores y análisis que limitan la capacidad de control

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

del proceso.

- Ausencia de estandarización por lo consiguiente se genera variabilidad y reprocesos.
- La estructura organizacional no robusta, impacta a un flujo continuo y eficiente.
- Por lo antes detallado, las herramientas de la metodología Lean Six Sigma permitirán implementar un proceso integral de mejora para que no solo optimice procesos, sino también fortalezca a la organización.

4.2.4 Evaluación del entorno organizacional (Modelo 4C)

El modelo 4C contempla cuatro aristas: Comunicación, Colaboración, Creatividad y Competencia, que al ser aplicadas para complementar al análisis operativo y organizacional del proceso de Warehousing & Distribution, permite evaluar su entorno corporativo y las capacidades que influyen en el correcto desempeño logístico (Porter, 2008).

Se pretende analizar factores internos y externos que influyen en la eficiencia del proceso, identificando problemas operativos y condiciones estratégicas. Con el modelo 4C es posible identificar oportunidades de mejora alineando en paralelo la operación logística con las exigencias del mercado y los objetivos estratégicos de Wärtsilä Ecuador S.A.

El análisis 4C ratifica que a pesar de que la organización cuenta con capacidades estratégicas relevantes, las mismas no se evidencian plenamente en el desempeño netamente operativo, tal y como se visualizarán durante este capítulo en los indicadores de servicio, calidad y productividad los cuales se encuentra por debajo de los estándares definidos en la organización.

Tabla 16.*Matriz 4C*

Dimensión	Diagnóstico actual	Impacto en el proceso	Oportunidad / Brecha
Comunicación	Comunicación técnica alineada a lineamientos globales, pero con limitada adaptación operativa local	Falta de claridad en ejecución y dependencia de interpretación del personal	Necesidad de estandarización de procesos y comunicación operativa (SOPs)
Colaboración	Interacción entre áreas, pero con limitada coordinación en la operación logística	Tiempos de respuesta elevados y procesos fragmentados	Mejorar integración del flujo logístico y coordinación entre etapas
Creatividad	Alta orientación a innovación tecnológica, pero baja aplicación en procesos logísticos	Poca optimización del flujo operativo y de recursos	Aplicar metodologías Lean para innovación operativa
Competencia	Entorno altamente competitivo con exigencia de eficiencia, reducción de costos y alto nivel de servicio	Presión sobre tiempos de entrega, costos y calidad operativa	Necesidad de optimización integral del proceso logístico

Nota. En la Tabla 16 se logra identificar el impacto que puede tener el proceso actual, así como las oportunidades de mejora en sus cuatro dimensiones.

4.3. IDENTIFICACIÓN DE DESPERDICIOS (MUDA)

Después del análisis de procesos AS-IS, los indicadores de desempeño reflejaron una operación con alto nivel de ineficiencia en el proceso de Warehousing & Distribution de Wärtsilä Ecuador S.A., por lo que a través de la identificación de desperdicios: Muda, será posible detectar a profundidad aquellas actividades que no agregar valor y afectan la eficiencia operativa de la organización (Sánchez, 2015).

En este contexto, se identifican los principales desperdicios presentes en el proceso, con el fin de establecer las bases para su eliminación futura.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Tabla 17.
Matriz MUDA

Tipo de desperdicio	Descripción en el proceso	Evidencia (KPIs / AS-IS)	Impacto operativo
Esperas	Tiempos muertos: coordinación entre áreas	Lead Time: 158 min	Incremento del tiempo de ciclo
Movimientos innecesarios	Desplazamientos extensos en <i>picking</i> por <i>layout</i> no optimizado	Productividad: 0,38 ciclos/h	Reducción de eficiencia operativa
Exceso de inventario	Acumulación de stock en almacén	Inventario: USD 10.238.904,82	Capital inmovilizado - costos financieros
Retrabajos – defectos	Errores en <i>picking</i> y necesidad de correcciones	Exactitud <i>picking</i> : 90%	Incremento de tiempos y reprocesos
Sobre procesamiento	Dobles verificaciones en la recepción y despacho	% valor agregado: 22,15%	Aumento de actividades sin valor
Transporte innecesario	Movilizaciones internas adicionales de materiales	<i>Layout</i> no optimizado	Ineficiencia en flujo y manipulación
Talento no utilizado	Dependencia de experiencia sin procesos estandarizados	Exactitud inventario: 92%	Variabilidad en ejecución y errores
Nivel de servicio insuficiente (crítico agregado)	Entregas no totalmente a tiempo o completas	OTIF: 92,89% (< estándar ≥95%)	Impacto en satisfacción del cliente

Nota. La Tabla 17 muestra las oportunidades de mejora que tenemos por concepto de muda o desperdicios en los procesos de Wärtsilä Ecuador S.A.

La MUDA o desperdicio detectado, corrobora las múltiples ineficiencias que presenta el proceso actual de Warehousing & Distribution, distribuidas a lo largo de flujo logístico. Entre los principales hallazgos destacan:

- Actividades que no agregan valor: representan cerca del 78% del tiempo total del proceso.
- Desbalance en el flujo operativo con interrupciones y tiempos muertos.
- Exceso de inventario que impacta en costos y capital de trabajo.
- Falta de control y estandarización, lo que genera errores y retrabajos.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Estos desperdicios se encuentran interrelacionados, ya que, por ejemplo, un *layout* no optimizado genera movimientos innecesarios, los cuales afectan el tiempo de ciclo y reducen la productividad.

Generando una relación con los KPIs, los desperdicios identificados explican directamente los resultados de desempeño:

- Lead time elevado → generado por esperas y reprocesos
- Bajo % valor agregado 22,15% → desperdicio predominante
- Baja productividad 0,38 → movimientos innecesarios
- Errores 90% en exactitud → retrabajos
- Bajo OTIF 92,89% → impacto en nivel de servicio

Estos resultados constituyen la base para el diseño de la propuesta de mejora bajo el enfoque Lean Six Sigma que será desarrollado en los capítulos 5 y 6.

4.4. Análisis de causas raíz

De manera consecutiva, después de identificar los desperdicios (MUDA) del proceso de Warehousing & Distribution, es indispensable profundizar las causas estructurales que los originan, a fin de garantizar que las propuestas de mejora eliminen el problema de raíz y no únicamente sus efectos (Ishikawa, 1986).

El análisis de causa raíz permite profundizar los factores que interfieren en las ineficiencias operativas evidenciadas en indicadores como Lead Time elevado 158 minutos, limitada productividad del proceso 0,38 c/h y bajo porcentaje de valor agregado 22,15.

Tabla 18.
Matriz Causa Raíz

Problema identificado	Causa Raíz	Tipo (KMO)	Impacto en KPIs
Alto tiempo de ciclo (158 min)	Layout del almacén no optimizado	Organización	Aumenta <i>Lead Time</i> y reduce productividad
Alto tiempo de ciclo	Validaciones duplicadas y controles manuales	Organización	Reduce % valor agregado 22,15%
Baja productividad (0,38 ciclos/h)	Falta de rutas de <i>picking</i> definidas	Organización	Disminuye eficiencia operativa
Bajo valor agregado	Exceso de actividades sin valor (esperas y reprocesos)	Organización	Incrementa desperdicio del proceso
Retrabajos y errores	Ausencia de estandarización (SOPs)	Organización / Conocimiento	Reduce exactitud <i>picking</i> 90%
Errores en inventario	Falta de control sistemático	Conocimiento	Exactitud inventario baja 92%
Nivel de servicio inferior	Falta de coordinación operativa entre áreas	Organización / Motivación	OTIF bajo 92,89%
Exceso de inventario USD 10,2M	Deficiente planificación y control de stock	Organización	Baja rotación 4,66 y capital inmovilizado
Variabilidad operativa	Dependencia del conocimiento del personal	Motivación / Conocimiento	Inconsistencia en resultados

Nota. La Tabla 18 muestra el análisis de causa raíz de los principales factores de MUDA en Wärtsilä Ecuador S.A.

Con el objetivo de implementar un estudio mucho más robusto, en la siguiente matriz se integra los hallazgos previamente obtenidos en los puntos que anteceden: matriz AS-IS, MUDA, KMO y 4C. El análisis en conjunto permite identificar de manera integral las causas críticas que afectan el desempeño del sistema logístico.

El análisis de causas raíz confirma que el desempeño deficiente del proceso de Warehousing & Distribution no responde únicamente a problemas operativos, sino a fallas

estructurales en el diseño del proceso, falta de estandarización y ausencia de control mediante indicadores.

En este sentido, las oportunidades de mejora deben enfocarse en:

- Rediseñar el flujo operativo: layout no optimizado, flujo fragmentado, falta de rutas no definidas.
- Implementar estándares de trabajo: ausencia de SOPs, dependencia de personal.
- Establecer un sistema de medición y control: indicadores no gestionados de forma estructurada, ausencia de seguimiento continuo.

Por lo tanto, con esta última matriz de análisis actual del área de Warehousing & Distribution, se justifica la implementación de un enfoque integral de mejora basado en Lean Six Sigma, orientado a un rediseño en el proceso, fortalecimiento del sistema de medición y control y estandarización de operaciones.

4.5. Evaluación de desempeño actual (KPIS)

La evaluación del desempeño del proceso de Warehousing & Distribution se realiza mediante indicadores clave de rendimiento: KPIs, los cuales permiten cuantificar de manera objetiva el nivel de eficiencia, productividad, calidad y servicio del sistema logístico (Chopra & Meindl, 2016).

Estos indicadores constituyen una herramienta fundamental dentro del enfoque Lean Six Sigma, ya que permiten identificar brechas entre la situación actual y el desempeño esperado, estableciendo una base sólida para la toma de decisiones y el diseño de acciones de mejora.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

4.5.1 Análisis de indicadores de desempeño

La Tabla 19 presenta un resumen de los principales indicadores en estado actual, donde se visualiza oportunidad en el tiempo de ciclo que actualmente está en 158 minutos y un OTIF del 92,89%

Tabla 19.

Resumen de Indicadores KPIs

Dimensión	Indicador	Fórmula	Actual
Desempeño operativo	Lead Time / Tiempo de ciclo	Tiempo total del proceso	158 min
Desempeño operativo	% Valor Agregado	$VA / \text{Tiempo total} \times 100$	$35/158 = 22,15\%$
Desempeño operativo	Productividad del ciclo	$60 / \text{Tiempo ciclo}$	0,38 ciclos/h
Inventarios	Nivel de inventario	$\text{Inventario final} = \text{Valor inicial} + \text{Compras} - \text{Costos de Ventas}$	USD 10.238.904,82
Inventarios	Reducción capital inmovilizado	$\text{Inventario} \times 10\%$	USD 10.238.904,82* 10%
Inventarios	Rotación inventario	$\text{Costo ventas} / \text{Inventario}$	$USD 47.726.105,71 / 10.238.904,82$
Costos operativos	Reducción costos operativos	$\text{Costo base} \times 15\%$	\$331.733,27
Calidad del proceso	Exactitud inventario	$\text{Unidades correctas} / \text{unidades sistema} \times 100$	$25.804 / 28.671 \text{ PCs} = 92\%$
Calidad del proceso	Exactitud picking	$\text{Pedidos sin error} / \text{pedidos totales} \times 100$	$479/532 * 100 = 90\%$
Nivel de servicio	OTIF	$\text{Pedidos a tiempo y completos} / \text{pedidos totales} \times 100$	$495/532 * 100 = 92,89\%$

4.6. Oportunidades de mejora

A partir del diagnóstico integral del proceso de Warehousing & Distribution, desde el análisis del estado actual de procesos AS-IS, la identificación de desperdicios MUDA, el

análisis de causas raíz y la evaluación del desempeño mediante indicadores KPIs, se identifican diversas oportunidades de mejora orientadas a optimizar la eficiencia operativa del sistema logístico (Antony, 2014).

Tabla 20.

Matriz de oportunidades de mejora

Área de mejora	Problema identificado	Oportunidad de mejora	Impacto Esperado
Procesos operativos	Falta de estandarización - ausencia de SOPs	Implementación de procedimientos operativos estandarizados SOPs y metodología 5S	Reducción de errores y retrabajos, mejora de exactitud
Flujo logístico	Layout no optimizado y movimientos innecesarios	Rediseño del layout del almacén y optimización de rutas de picking	Reducción de tiempo de ciclo y aumento de productividad
Gestión de inventarios	Alto nivel de inventario USD 10,2 M y baja rotación 4,66	Implementación de clasificación ABC y políticas de reposición	Reducción de capital inmovilizado -10%
Control del desempeño	Uso limitado y no estructurado de KPIs	Implementación de sistema de indicadores (KPIs)	Mejora en toma de decisiones y control del proceso
Calidad operativa	Exactitud de inventario (92%) y picking (90%) por debajo del estándar	Mejora en controles operativos y capacitación del personal	Incremento de calidad operativa meta $\geq 98\%$
Nivel de servicio	OTIF 92,89% inferior al estándar $\geq 95\%$	Optimización del proceso de despacho y coordinación logística	Mejora del nivel de servicio al cliente
Costos operativos	Ineficiencias en el proceso y falta de control de costos	Aplicación de Lean Six Sigma para eliminación de desperdicios	Reducción de costos operativos -15%

Nota. La Tabla 20 muestra un resumen de las oportunidades de mejora.

Estas oportunidades se sustentan en la evidencia cuantitativa obtenida, donde se destacan un Lead Time elevado 158 minutos, un bajo porcentaje de valor agregado 22,15%,

niveles de productividad reducidos 0,38 ciclos/h y resultados inferiores a los estándares en indicadores de calidad y servicio, como la exactitud de picking 90% y el OTIF 92,89%.

En este contexto, las oportunidades de mejora se enfocan en eliminar desperdicios, reducir la variabilidad del proceso y fortalecer el control operativo, alineándose con los principios de la metodología Lean Six Sigma.

Las oportunidades identificadas están directamente alineadas con los objetivos del proyecto, permitiendo alcanzar:

- Reducción del tiempo de ciclo en - 41,77%.
- Incremento del valor agregado en + 15,89 puntos porcentuales.
- Mejora de la productividad en + 71,05%.
- Reducción del inventario en - 10%.
- Mejora de indicadores de calidad y servicio.

El análisis de oportunidades de mejora evidencia que el proceso de Warehousing & Distribution presenta un alto potencial de optimización, estas oportunidades constituyen la base para el desarrollo de la propuesta de mejora, la cual será abordada en el siguiente capítulo bajo el enfoque de la metodología Lean Six Sigma.

5. CAPÍTULO 5. PROPUESTA DE MEJORA (LEAN IMPLEMENTATION)

5.1. Diseño del modelo Lean propuesto

El diseño del modelo Lean propuesto para el área de Warehousing & Distribution de Wärtsilä Ecuador S.A. se fundamenta en la eliminación sistemática de la muda o desperdicios identificados de forma rigurosa en el diagnóstico operativo; tales como, los traslados

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

excesivos de personal, inventarios inmovilizados sin rotación, duplicidad de controles de calidad y tareas administrativas manuales (González Suárez, Cata Salgado, & Pedraza, 2007).

El objetivo principal es la reestructuración operativa, migrando de una gestión reactiva y empírica hacia un proceso robusto, ágil, predictivo y completamente sincronizado con las exigencias del sector energético de alta criticidad.

Para gestionar de manera metódica la transformación de los procesos logísticos, el modelo propuesto se soporta estratégicamente a través de tres pilares metodológicos basados en la filosofía Lean Six Sigma y la estrategia corporativa:

- **Pilar operativo (Estabilidad y estandarización):** Enfocado directamente en crear condiciones de trabajo seguras, limpias y predecibles mediante el despliegue de las 5S y la creación de procedimientos operativos estandarizados SOP.
- Este pilar resuelve de raíz la alta variabilidad operativa provocada por la dependencia del conocimiento del personal.
- **Pilar táctico (Flujo y optimización de recursos):** Centrado en la modificación física del layout del almacén y el establecimiento de ubicación por clasificación ABC-ABC.
- El propósito fundamental es acortar los recorridos de picking y optimizar al máximo el aprovechamiento volumétrico del espacio disponible.
- **Pilar de control y sostenibilidad:** Dirigido a formalizar la gestión operativa mediante herramientas de gestión visual Kanban y tableros automatizados para la toma de decisiones, asegurando que las mejoras implementadas perduren en el tiempo.

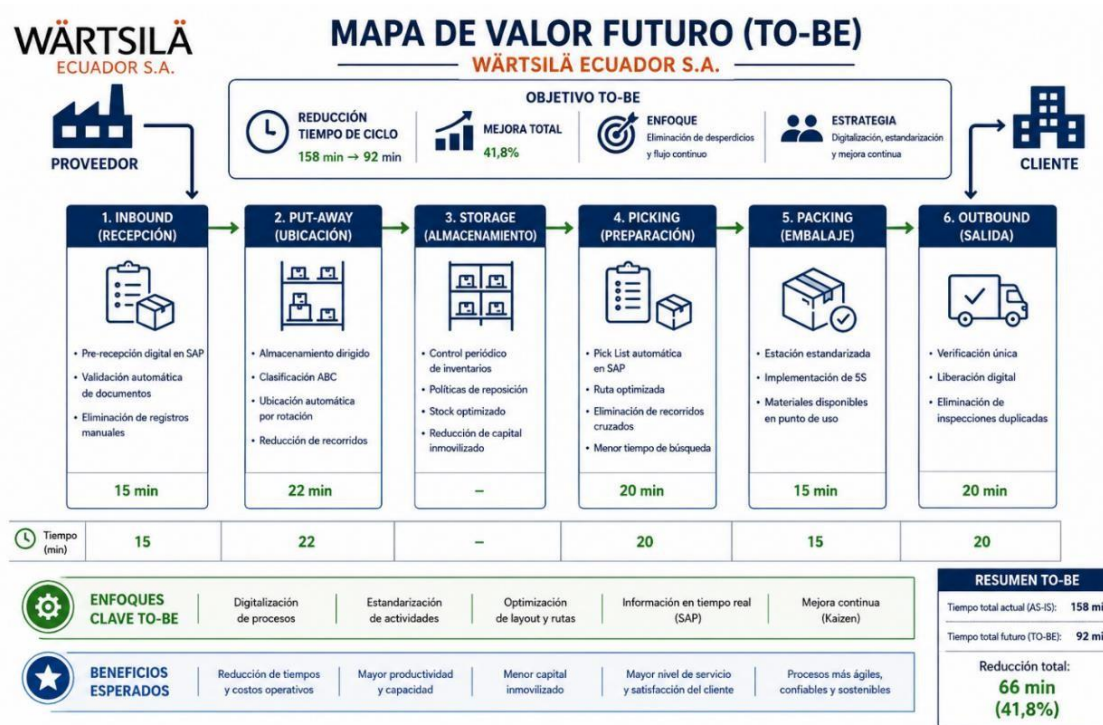
Todo este ecosistema operativo propuesto interactúa de manera transversal y obligatoria con la filosofía corporativa global ZeroMindset de Wärtsilä, garantizando que cada cambio o modificación operativa resguarde y potencie la seguridad, salud ocupacional y mitigación de riesgos ambientales de los trabajadores logísticos.

5.2. Mapa de valor futuro (TO - BE)

El mapa de valor futuro (TO-BE) se ha diseñado a partir de la reingeniería de las actividades administrativas y del flujo físico de la cadena interna de Wärtsilä Ecuador S.A. Las optimizaciones claves introducidas para modelar el estado futuro incluyen la automatización de pick list a través del sistema SAP, eliminando por completo su elaboración manual en hojas de cálculo; la supresión de la duplicidad en los controles operativos de la salida de mercancía, unificando Goods Issue y Outbound Verification, y la simplificación de los flujos de comunicación con el área de transportes externos (Manotas & Rivera, 2007).

Figura 8.

Mapa de Valor Futuro (TO - BE)



Nota. La Figura 8 muestra el proceso ideal de Wärtsilä Ecuador S.A.

A continuación, compartimos la matriz comparativa de operaciones que detalla la transición del flujo y justifica los cambios cuantitativos reflejados en el VSM futuro:

Tabla 21.*Matriz comparativa de operaciones*

Etapas operativas	Actividad principal AS-IS	Problema asociado	Enfoque de mejora Lean TO-BE	Tiempo AS-IS (min)	Tiempo TO-BE (min)
Inbound (entrada)	Recepción y verificación manual de documentos y carga.	Esperas administrativas y validaciones redundantes.	Digitalización previa y pre-recepción en sistema.	25	15
Put-away (ubicación)	Ubicación aleatoria y recorridos largos en estanterías.	Layout no optimizado; asignación empírica.	Almacenamiento dirigido por matriz ABC en zonas de alta rotación.	30	22
Storage (almacenamiento)	Almacenamiento masivo estático.	Capital inmovilizado excesivo (USD 10,2 millones).	Políticas de control periódico de stock y reposición.	—	—
Picking (preparación de pedidos)	Localización manual de repuestos y rutas cruzadas.	Rutas de extracción ineficientes y reprocesos.	Extracción secuencial optimizada guiada por Pick List automática en SAP.	45	20
Packing (embalaje)	Consolidación y embalaje heterogéneo.	Falta de estandarización en materiales y puestos.	Estación de embalaje estandarizada con insumos a la mano (5S).	20	15
Outbound (salida)	Inspección duplicada y coordinación de guías manual.	Doble control de despacho e ineficiencia en transporte.	Unificación de la verificación física y liberación en un único paso digitalizado.	38	20
Total (minutos)			Reducción global de tiempos de ciclo	158	92

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

La Tabla 21 detalla la comparación entre el estado actual (AS-IS) y el estado futuro (TO BE), reflejando una disminución significativa respecto al tiempo de ciclo del 41,77% a través de la implementación de herramientas Lean Six Sigma en el área de Warehousing & Distribution.

5.3. Aplicación de herramientas Lean

5.3.1 5S en almacén

La metodología de las 5S se aplicará directamente en las zonas críticas de recepción, almacenamiento y las estaciones de preparación de pedidos para erradicar el desorden y reducir drásticamente las pérdidas de tiempo de la siguiente manera:

Seiri (Clasificar):

- Identificación y segregación inmediata de herramientas dañadas, embalajes obsoletos y repuestos retenidos sin movimiento comercial permanente.
- Eliminación de materiales obsoletos y de baja rotación.

Seiton (Ordenar):

- Reubicación de herramientas de embalaje bajo el principio de “un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”.
- Codificación visual de ubicaciones.
- Señalización de pasillos y zonas de almacenamiento.
- Ubicación preferencial para productos tipo A.

Seiso (Limpiar):

- Establecimiento de rutinas obligatorias de limpieza 5 minutos al término de cada

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

turno.

- Eliminación de desperdicios y materiales innecesarios.

Seiketsu (Estandarizar):

- Procedimientos de inspección.
- Checklists diarios.
- Auditorías internas mensuales.

Shitsuke (Disciplina):

- Incorporación de auditorías cruzadas semanales utilizando listas de verificación (checklists) estandarizadas.
- Evaluación mediante indicadores de cumplimiento.
- Programas de reconocimiento al personal.
- Capacitación permanente.

Beneficios esperados:

- Reducción en tiempos de búsqueda.
- Disminución de errores de picking.
- Mayor seguridad operacional.
- Mejor utilización del espacio físico.

5.3.2 Rediseño de Layout

El rediseño considera un principio de zonificación basado en los resultados de la matriz de concentración económica y rotación ABC-ABC desarrollada en el capítulo 3:

- **Zona A-A o productos estrella:** Se ubican los SKUs críticos de alta rotación y alto

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

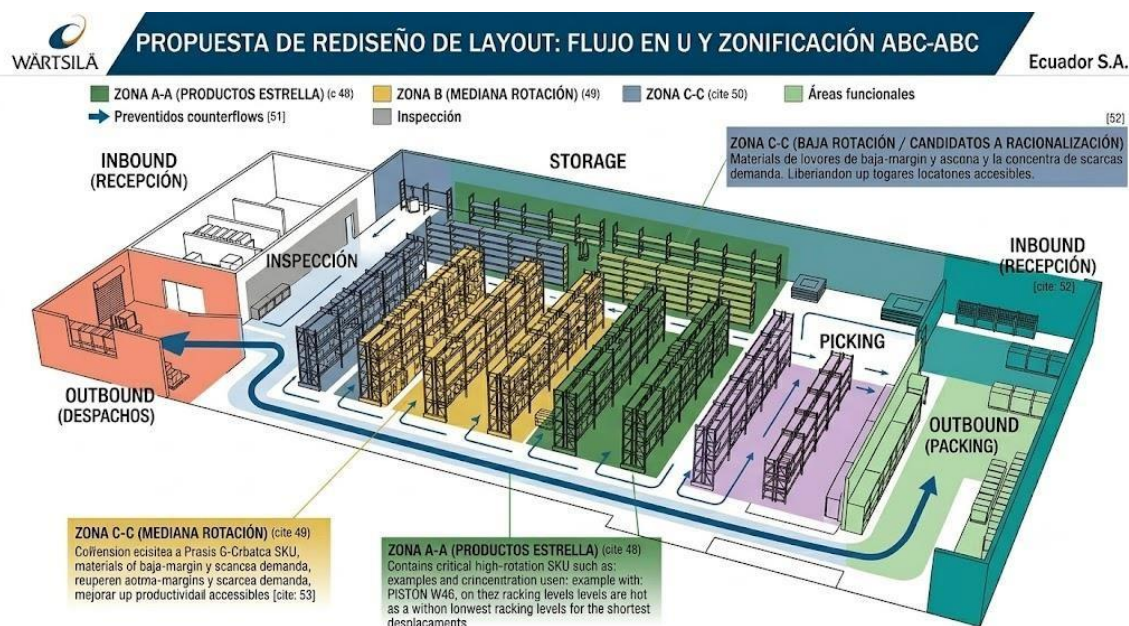
margen comercial, como los pistones PISTON W46 y componentes de alta frecuencia de demanda, en los racks más bajos y cercanos a los muelles de despacho, acortando los desplazamientos.

- **Zona B o de mediana rotación:** Posicionados en los niveles intermedios de las estanterías convencionales.
- **Zona C-C o de baja rotación y candidatos a descatalogación:** Aloja los materiales de bajo margen y escasa demanda en las posiciones superiores o zonas traseras del almacén, liberando las ubicaciones con mayor accesibilidad.
- **Flujo en U:** Se implementa un circuito cerrado que evita los contraflujos y la interferencia entre las fases de Inbound o recepción y Outbound o despachos, optimizando el tránsito vehicular interno.

Adicional, nuestro rediseño contempla definir zonas específicas para recepción, inspección, almacenamiento, picking, packing y despacho; mismo que permitirá disminuir recorridos internos, reducir tiempos de desplazamiento y mejorar la productividad del personal.

Figura 9.

Propuesta de rediseño de Layout



Nota. La Figura 9 ilustra del diseño del layout para Wärtsilä Ecuador S.A con su respectivo diagrama de flujo en U y estratificación ABC.

5.3.3 Kanban / gestión visual

Se propone implementar un sistema Kanban apoyado en herramientas visuales para controlar el flujo de materiales como detallaremos a continuación:

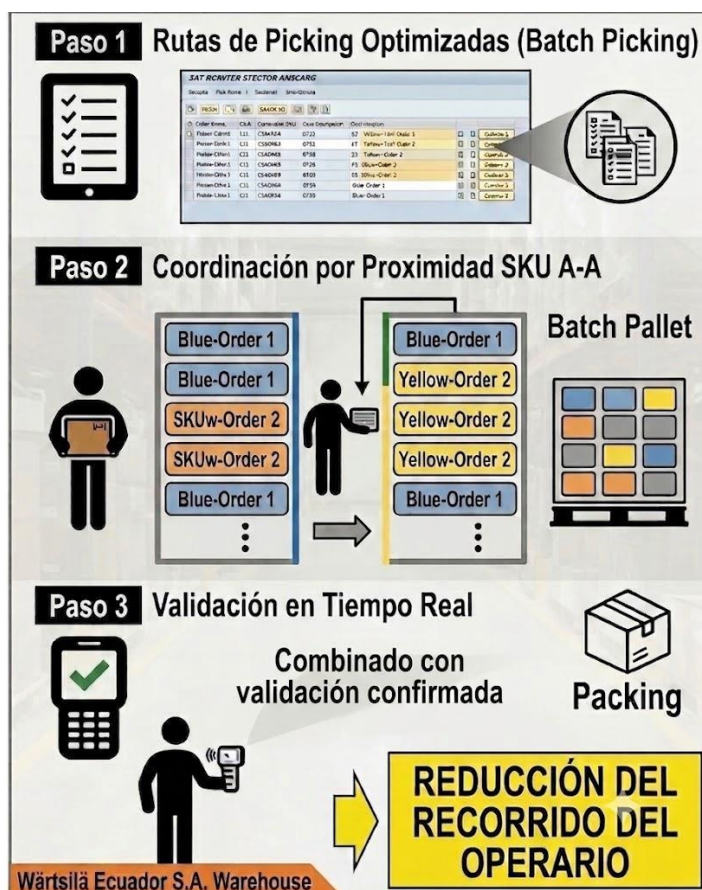
- **Tablero Kanban para despacho:** Un panel visual físico y digital en el almacén segmentado en tres columnas: 1) por procesar, 2) en picking/packing y 3) despachado, alimentado en tiempo real para nivelar la carga de trabajo diaria.
- **Tarjetas Kanban de reabastecimiento:** Implementación de tarjetas de inventario mínimo en insumos críticos de embalaje, garantizando la compra bajo demanda antes de generar un quiebre en la estación de packing.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

SOP de Picking: Detalla el uso obligatorio de pick list secuencial provista por el ERP SAP, regulando la extracción de ítems desde las ubicaciones de estanterías asignadas de abajo hacia arriba y de atrás hacia adelante.

Figura 11.

Rutas de picking optimizadas



Nota. La Figura 11 muestra la optimización de rutas de picking.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

SOP de Packing: Define el patrón estándar de embalaje, pesaje y etiquetado para repuestos según su criticidad técnica y peso, asegurando el cumplimiento de las normativas internacionales exigidas por los clientes del sector energético.

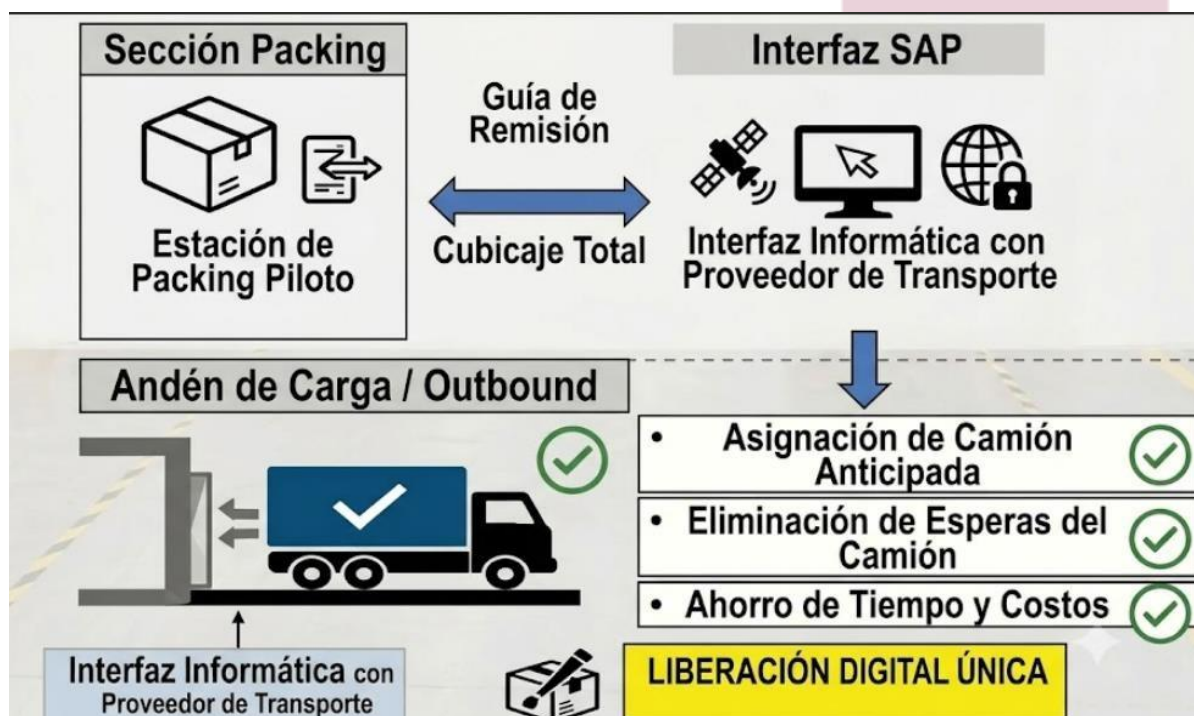
Optimización de picking / distribución

La estrategia de optimización considera:

Rutas de picking optimizadas: Sustitución del recorrido libre por la recolección por oleadas o batch picking coordinado. El operario recolecta múltiples pedidos en un solo viaje por pasillo basándose en la proximidad de los SKU de tipo A-A.

Figura 12.

Ilustración del proceso de coordinación y logística



Nota. La Figura 12 muestra gráficamente nuestro proceso de logístico.

Coordinación logística y distribución: Sincronización directa mediante una interfaz con los proveedores estratégicos de transporte externo. La guía de remisión y los datos de cubicaje se transmiten al transportista de manera anticipada durante la fase de embalaje, eliminando los cuellos de botella y esperas físicas del camión en andén.

Se espera incrementar la productividad del almacén en un 15%, reducir errores de preparación de pedidos y disminuir el tiempo de despacho al cliente.

5.4. Plan de implementación

Para garantizar un despliegue controlado y mitigar la interrupción de la operación diaria del almacén, el plan de implementación se estructurará de forma secuencial en un cronograma detallado de 24 semanas, alineado con las metas temporales planteadas en los objetivos específicos del proyecto.

5.4.1 Estructura detallada de la Inversión Operating Expenses (Capex) y Capital Expenditure (Opex):

La inversión de USD 17,200 se recupera de forma acelerada al viabilizar el objetivo financiero corporativo del proyecto: reducir en 15% los costos operativos directos del almacén y liberar un 10% del capital actualmente inmovilizado en el inventario total de USD 10,2 millones.

Tabla 22.
Estructura de la inversión (CAPEX Y OPEX)

Rubro de Gasto / Inversión	Descripción	Tipo de Costo	Costo Estimado (USD)
Materiales de demarcación visual	Pintura de tráfico industrial epóxica, cintas delimitadoras, tarjetas Kanban y tableros acrílicos.	Capex	1.500,00
Capacitación y entrenamiento	Talleres prácticos presenciales en Lean Manufacturing para los operarios y líderes del área de W&D.	Opex	2.000,00
Dispositivos electrónicos	Adquisición de 2 terminales de radiofrecuencia (Handhelds) adicionales para escaneo en tiempo real de códigos de barras.	Capex	3.000,00
Adecuación de racks	Reconfiguración de niveles de vigas y estanterías convencionales pesadas para optimizar el layout.	Capex	4.200,00
Consultoría funcional SAP	Parametrización del módulo WM (Gestión de almacenes) en SAP para asignación automática de ubicaciones por regla ABC y generación de pick list directa.	Opex	6.500,00
Total inversión			17.200,00

5.5. Gestión del cambio (personas y cultura Lean)

Considerando qué, cualquier reestructuración operativa basada en la metodología Lean Six Sigma fracasará si el equipo de trabajo muestra resistencia o si la cultura organizacional se mantiene estática frente a los nuevos métodos, y que el análisis KMO o knowledge, motivation, organization del diagnóstico en el capítulo 4 demostró que las brechas logísticas no se limitaban a factores de procesos, sino a una formación empírica y a

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

una débil cultura de estandarización, definimos que la estrategia de gestión del cambio se estructurará bajo el modelo de 8 pasos del autor John Kotter, adaptado a Wärtsilä Ecuador S.A.

- a) **Crear el sentido de urgencia:** Presentar de forma abierta al equipo los indicadores de deficiencia del diagnóstico actual, como la exactitud de picking del 90% y el OTIF del 92,89% frente al estándar superior esperado, concientizando al personal sobre el riesgo competitivo.
- b) **Formar una gestión de guía:** Es de vital importancia estructurar un comité de cambio Lean integrado por el Gerente de Operaciones Logísticas, un supervisor de almacén y dos operarios clave reconocidos como líderes informales.
- c) **Desarrollar visión y estrategia:** Declarar de forma transparente las metas operativas con el objetivo de simplificar el esfuerzo físico del operario mediante un almacén ordenado y seguro.
- d) **Comunicar la visión del cambio:** Realizar reuniones diarias de cinco minutos al inicio de turno, utilizando carteleras de gestión visual para explicar cómo se implementará cada etapa y disipar temores sobre la automatización.
- e) **Empoderar a los empleados para la acción:** Modificar las descripciones de cargo formales e incentivar la proactividad. Otorgar autonomía a los operarios para detener temporalmente una línea de embalaje si identifican un riesgo crítico de calidad o de seguridad.
- f) **Generar éxitos a corto plazo:** Priorizar el rediseño físico y la aplicación de 5S

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

exclusivamente en la estación piloto de packing durante las primeras semanas. Al evidenciar de forma palpable la desaparición del desorden, el personal se convertirá en promotor natural.

g) **Consolidar los triunfos y producir más cambio:** Extender los principios validados en el piloto hacia las áreas de recepción o inbound y almacenamiento en estanterías convencionales o put-away.

h) **Anclar los nuevos enfoques en la cultura corporativa:** Vincular formalmente las evaluaciones de desempeño anuales del personal logístico con el cumplimiento de las auditorías de 5S y el seguimiento estricto de los estándares SOP.

Asimismo, el liderazgo deberá fomentar la participación activa de los colaboradores, promoviendo la comunicación abierta y la toma de decisiones basada en datos. La cultura Lean deberá consolidarse como parte de la estrategia organizacional, orientada a la eliminación permanente de desperdicios y a la creación de valor para el cliente.

5.6. Riesgos y plan de mitigación

Para asegurar la ejecución exitosa de la propuesta Lean, se ha estructurado una matriz de gestión de riesgos operativos que identifica las amenazas latentes y define planes de acción inmediatos:

Tabla 23.*Plan de mitigación de riesgos*

Identificación del riesgo	Nivel de impacto	Probabilidad	Plan de mitigación preventivo	Plan de contingencia / Acción
Resistencia activa del personal operativo a documentar tareas mediante SOPs o a someterse a auditorías cruzadas de 5S.	Alto	Media	Involucrar a los operarios de base en las mesas de trabajo para redacción de los estándares.	Aplicar programas de incentivos y/o reconocimientos públicos mensuales al andén con mejor puntaje en auditorías.
Errores de integración en SAP al migrar las reglas de ubicación automática e impresión digital de pick list.	Crítico	Baja	Realizar pruebas técnicas previas en un entorno informático de desarrollo controlado (W4Q – S/4 Quality System) antes de trasladar los cambios al entorno productivo.	Mantener activa una plantilla de contingencia manual simplificada durante un periodo de convivencia tecnológica de 1 mes.
Interrupción o desaceleración del flujo de despachos diarios a clientes críticos durante la reconfiguración física del layout.	Crítico	Media	Planificar el movimiento físico de estructuras pesadas de racks y la reubicación de SKU de tipo A-A en horarios de baja demanda operativa o fines de semana.	Duplicar temporalmente los recursos de picking durante los días de transición física para absorber retrasos.
Falta de sostenibilidad en el tiempo de las 5S, provocando que el almacén regrese gradualmente a su estado de desorden inicial.	Alto	Media	Automatizar las listas de verificación digitales y programar las auditorías semanales en las agendas de los supervisores de forma obligatoria.	Intervención del comité Lean y reentrenamiento inmediato del área afectada si el indicador de cumplimiento desciende por debajo del 85%.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

En la Tabla 23 se presentan los riesgos existentes en la operación del departamento de Warehousing & Distribution con su respectivo plan de mitigación, así como también el nivel de impacto.

Con la aplicación de este portafolio de herramientas Lean, el área de Warehousing & Distribution de Wärtsilä Ecuador S.A. logrará estabilizar sus operaciones logísticas, reducir la variabilidad del servicio al cliente y asegurar el cumplimiento de la meta corporativa de eficiencia y optimización de costos directos. Lo cual se logrará con seguimiento y control, variables que estaremos abordando en el siguiente capítulo.

6. IMPLEMENTACIÓN, RESULTADOS Y CONTROL

6.1. Resultados esperados u obtenidos según el plan piloto

La implementación de la metodología Lean Six Sigma en el área de Warehousing & Distribution de Wärtsilä Ecuador S.A. se fundamenta en la comparación estructurada entre el estado actual y el estado futuro, obtenidos mediante la aplicación del VSM.

En el estado actual, el proceso presenta un tiempo total de ciclo de 158 minutos, compuesto por 35 minutos de actividades con VA y 123 minutos de NVA.

$$\% VA = \frac{\text{Tiempo VA}}{\text{Tiempo total}} \times 100$$

$$\% VA = \frac{35}{158} \times 100 = 22,15\%$$

Este resultado indica que solo el 22,15% del proceso genera valor para el cliente, lo que evidencia una operación altamente ineficiente, con predominio de actividades administrativas, esperas y retrabajos.

En el escenario futuro después del plan piloto el proceso reduce el tiempo total a 92 minutos, manteniendo constante el tiempo de VA (35 minutos) y disminuyendo el tiempo NVA a 57 minutos.

$$\text{Reducción} = 158 - 92 = 66 \text{ min}$$

$$\text{Reducción porcentual} = \frac{66}{158} \times 100 = 41,77\%$$

El proceso reduce su duración en un 41,77%, lo que implica una mejora en la eficiencia operativa sin modificar las actividades que generan valor. Se obtendría como resultado:

- Mayor velocidad operativa.
- Reducción de tiempos de respuesta al cliente.
- Incremento en capacidad de procesamiento.

6.1.1 *Análisis de la reducción del desperdicio (NVA)*

El principal objetivo del plan piloto es la reducción de actividades sin valor agregado.

$$\text{Reducción absoluta NVA} = \text{NVA Actual} - \text{NVA futuro} \times 100 = 66 \text{ min}$$

$$\text{Reducción absoluta NVA} = 123 - 57 = 66 \text{ min}$$

$$\text{Reducción porcentual NVA} = \frac{66}{123} \times 100 = 53,66\%$$

El plan piloto logra eliminar el 53,66% del desperdicio operativo, lo que constituye uno de los resultados más relevantes del estudio.

Este resultado confirma que la mejora del proceso no depende de acelerar las operaciones, sino de reducir la carga administrativa y eliminar ineficiencias estructurales, lo cual es consistente con los principios Lean.

Además, evidencia que los principales problemas del sistema se encontraban en:

- Procesos manuales.
- Sistemas no integrados.
- Falta de estandarización.

6.1.2 Incremento del valor agregado del proceso

Cálculo del nuevo porcentaje VA

$$\% \text{ VA Futuro} = \frac{\text{Tiempo con VA}}{\text{Tiempo total del proceso}} \times 100$$

$$\% \text{ VA Futuro} = \frac{35}{92} \times 100 = 38,04\%$$

El resultado de 38,04% indica que, en el escenario mejorado, una mayor proporción del tiempo del proceso se destina a actividades que aportan valor directo al cliente, lo que refleja una mejora significativa en la eficiencia operativa del sistema.

Incremento en puntos porcentuales

$$\text{Valor futuro \%} - \text{Valor actual \%} = 15,89 \text{ puntos porcentuales}$$

$$38,04\% - 22,15\% = 15,89 \text{ puntos porcentuales}$$

La diferencia entre el porcentaje de valor agregado futuro y el actual, es de 15,89 puntos porcentuales, lo que indica que el proceso incrementa de forma directa la proporción de actividades que generan valor dentro del flujo operativo.

Incremento relativo

$$\text{Incremento relativo \%} = \frac{\text{Valor futuro} - \text{Valor actual}}{\text{Valor actual}} \times 100$$

$$\text{Incremento relativo \%} = \frac{15,89}{22,15} \times 100 = 71,74\%$$

El proceso incrementa significativamente su eficiencia, ya que ahora una mayor proporción del tiempo está destinada a actividades que realmente generan valor para el cliente. Podemos decir que el proceso ha tenido cambios más eficientes, balanceados y que generan más valor con los mismos recursos, considerándose así una mejora estructural y sostenible.

6.1.3 Relación Valor Agregado versus desperdicio (VA/NVA)

$$\text{Relación} \frac{VA}{NVA} = \frac{\text{Tiempo con valor agregado}}{\text{Tiempo sin valor agregado}}$$

Estado actual:

$$\text{Relación } \frac{Va}{NVA} = \frac{35}{123} = 0,28$$

$$\text{Relación desperdicio} = \frac{\text{Tiempo NVA}}{\text{Tiempo VA}} = \frac{123}{35} = 3,51$$

Por cada minuto de valor agregado existen 3,51 minutos de desperdicio.

Estado Futuro:

$$\text{Relación } \frac{Va}{NVA} = \frac{35}{57} = 0,61$$

$$\text{Relación desperdicio} = \frac{\text{Tiempo NVA}}{\text{Tiempo VA}} = \frac{57}{35} = 1,63$$

Por cada minuto de valor agregado existen 1,63 minutos de desperdicio.

La reducción de la relación entre desperdicio y VA (de 3,51 a 1,63) evidencia una mejora significativa en la estructura del proceso, indicando que el sistema reduce considerablemente la carga de actividades que no aportan valor, logrando un flujo más eficiente y equilibrado.

6.1.4 Impacto global del plan piloto

Los resultados obtenidos a través del plan piloto no solo generan mejoras a nivel operativo, sino que impactan de manera directa en la eficiencia integral de la cadena de suministro.

Desde una perspectiva sistémica, la reducción de tiempos de ciclo y la eliminación de actividades sin valor agregado permiten:

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

- Incrementar la velocidad de respuesta del sistema logístico.
- Mejorar la confiabilidad en los despachos.
- Reducir la variabilidad operativa entre procesos.

Esto implica que la mejora no se limita al área de Warehousing & Distribution, sino que genera un efecto positivo en etapas posteriores y previas de la cadena, contribuyendo a un flujo más estable y sincronizado. Desde una perspectiva Lean Six Sigma, estos resultados confirman que la mejora del sistema no se basa en la intensificación del trabajo, sino en la eliminación sistemática de desperdicios y en la optimización del flujo de valor, lo cual permite aumentar la eficiencia operativa sin requerir recursos adicionales.

En consecuencia, el plan piloto valida la viabilidad técnica de las mejoras propuestas y establece una base sólida para su implementación a nivel organizacional.

6.1.5 Comparación actual y futuro

Tiempo de ciclo

El tiempo de ciclo representa la duración total del proceso, desde el inicio hasta la finalización de la operación logística.

- Estado actual: 158 minutos
- Estado futuro: 92 minutos

$$\text{Reducción absoluta} = \text{tiempo actual} - \text{tiempo futuro}$$

$$\text{Reducción absoluta} = 158 - 92 = 66 \text{ mins}$$

Tabla 24.

Matriz comparativa entre la situación actual y futura

Dimensión	Indicador	Fórmula	Actual (AS-IS)	Futuro (TO-BE)	Variación	Interpretación
Desempeño operativo	Tiempo de ciclo	Tiempo total	158 min	92 min	-41,77%	Reducción significativa del tiempo del proceso
Desempeño operativo	% Valor Agregado	$\frac{VA}{Tiempo\ total} \times 100$	$\frac{35}{158} = 22,15\%$	$\frac{35}{92} = 38,04\%$	+15,89 p.p.	Mayor eficiencia del proceso
Desempeño operativo	Productividad	$\frac{60}{Tiempo\ ciclo}$	0,38 ciclos/h	0,65 ciclos/h	+71,05%	Mayor capacidad operativa
Desempeño operativo	Relación NVA/VA	$\frac{NVA}{VA}$	$\frac{123}{35} = 3,51$	$\frac{57}{35} = 1,63$	↓ mejora	Menor carga de desperdicio
Inventarios	Nivel inventario	Inv = Inicial + Compras – Ventas	USD 10.238.904,82	USD 9.215.014,34	-10%	Reducción de capital inmovilizado
Inventarios	Rotación inventario	$\frac{Costo\ ventas}{Inventario}$	4,66	5,17 (aprox.)	↑	Mejor gestión de inventario
Costos	Reducción costos	Base × 15%	—	USD 333.173,27	↓	Disminución de costos operativos
Calidad	Exactitud inventario	$\frac{Correcto}{Total} \times 100$	92%	≥98%	+6 p.p.	Mayor confiabilidad
Calidad	Exactitud picking	$\frac{Pedidos\ correctos}{Total} \times 100$	90%	≥98%	+8 p.p.	Menos errores operativos
Servicio	OTIF	$\frac{Atiempo}{Total} \times 100$	92,89%	≥95–98%	+5,11 p.p.	Mejora del nivel de servicio

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Como se presenta en la Tabla 24, se refleja un comparativo de los indicadores de la situación actual y futura por cada dimensión con su respectiva fórmula e interpretación

Reducción Porcentual

$$\text{Reducción \%} = \frac{\text{Reducción absoluta}}{\text{Tiempo actual}} \times 100$$

$$\text{Reducción \%} = \frac{66}{158} \times 100 = 41,77\%$$

El tiempo de ciclo del proceso se reduce en un 41,77%, lo que evidencia una mejora significativa en la eficiencia operativa, permitiendo acelerar el flujo logístico y reducir los tiempos de respuesta al cliente.

Valor Agregado

El porcentaje de Valor Agregado (%VA) mide la proporción del tiempo total del proceso que realmente aporta valor al cliente.

Estado actual:

$$\text{VA actual \%} = \frac{\text{Tiempo Va}}{\text{Tiempo total actual}} \times 100$$

$$\text{VA actual \%} = \frac{35}{158} \times 100 = 22,15\%$$

Estado futuro:

$$\text{VA futuro \%} = \frac{\text{Tiempo Va}}{\text{Tiempo total futuro}} \times 100$$

$$\text{VA actual \%} = \frac{35}{92} \times 100 = 38,04\%$$

Variación en puntos porcentuales

$$38,04\% - 22,15\% = 15,89 \text{ puntos porcentuales}$$

El porcentaje de valor agregado del proceso se incrementa en 15,89 puntos porcentuales, lo que indica que una mayor proporción del tiempo total se destina a actividades que generan valor para el cliente, reflejando una mejora significativa en la eficiencia operativa.

Productividad del proceso

La productividad mide la capacidad del sistema para procesar ciclos (pedidos) por unidad de tiempo, generalmente expresada en ciclos por hora.

Estado actual:

$$Productividad\ actual = \frac{60\ min}{Tiempo\ de\ ciclo}$$

$$Productividad\ actual = \frac{60\ min}{158} = 0,38\ ciclos\ x\ hora$$

Estado futuro:

$$Productividad\ actual = \frac{60\ min}{Tiempo\ de\ ciclo\ futuro}$$

$$Productividad\ actual = \frac{60\ min}{92} = 0,65\ ciclos\ x\ hora$$

Variación en puntos porcentuales

$$Incremento = Productividad\ futuro - productividad\ actual$$

$$\text{Incremento} = 0,65 - 0,38 = 0,27$$

$$\text{Incremento \%} = \frac{\text{Incremento}}{\text{Productividad actual}} \times 100$$

$$\text{Incremento \%} = \frac{0,27}{0,38} \times 100 = 71,05 \%$$

La productividad del proceso se incrementa en un 71,05%, lo que indica que el sistema puede procesar significativamente más ciclos por hora en el escenario futuro, evidenciando una mejora sustancial en la capacidad operativa.

Nivel de inventarios

El nivel de inventario representa el valor monetario del stock disponible en la empresa, el cual constituye capital inmovilizado dentro de la operación logística.

Estado actual:

$$\text{Inventario final} = \text{Inventario inicial} + \text{compras} - \text{costo de ventas}$$

$$\text{Inventario final} = 10.238.904,82$$

Estado futuro:

$$\text{Inventario futuro} = \text{Inventario actual} - (\text{inventario actual} \times \% \text{ reducción})$$

$$\text{Inventario futuro} = 10.238.904,82 - (10.238.904,82 \times 0.10)$$

$$\text{Inventario futuro} = 10.238.904,82 - (1.0238.890,48)$$

$$\text{Inventario futuro} = 9.215.014,34$$

El nivel de inventario se reduce en un 10%, lo que representa una liberación de USD 1.023.890,48 de capital inmovilizado, permitiendo mejorar la eficiencia financiera.

Rotación de inventarios

La rotación de inventario mide la cantidad de veces que el inventario se renueva en un periodo determinado, reflejando la eficiencia en la gestión del stock.

Estado actual:

$$\text{Rotación actual} = \frac{\text{Costo de ventas}}{\text{inventario promedio}}$$

$$\text{Rotación actual} = \frac{\text{USD } 47.726.105,71}{10.238.904,82} = 4,66$$

Estado futuro:

$$\text{Rotación actual} = \frac{\text{Costo de ventas}}{\text{inventario futuro}}$$

$$\text{Rotación actual} = \frac{\text{USD } 47.726.105,71}{9.215.014,34} = 5,17$$

Variación:

$$\text{Variación} = 5,17 - 4,66 = 0,51$$

$$\text{Variación} = \frac{0,51}{4,66} \times 100 = 10,94 \%$$

La rotación de inventario incrementa de 4,66 a 5,17 veces por periodo, lo que indica una mejora en la velocidad de renovación del inventario, reduciendo el tiempo de permanencia de los productos en bodega. Este resultado evidencia que:

- El inventario se gestiona de manera más eficiente.
- Se reduce el capital inmovilizado.

- Existe una mayor sincronización entre demanda y abastecimiento.
- Se disminuye el riesgo de obsolescencia.

Reducción costos

La reducción de costos operativos refleja el impacto económico de la optimización del proceso, considerando la disminución de gastos asociados a ineficiencias, reprocesos y actividades sin valor agregado.

Estado actual:

$$\text{Costo actual} = 331.733,27$$

Estado futuro:

$$\text{Reducción} = \text{Costo actual} \times \text{reducción \%}$$

$$\text{Reducción} = 331.733,27 \times 0.15 = 49.759,99$$

$$\text{Costo futuro} = 331.733,27 - 49.759,99 = 281.973,28$$

La implementación del plan piloto permite reducir los costos operativos en un 15%, lo que representa un ahorro estimado de USD 49.759,99, disminuyendo el costo total del proceso a USD 281.973,28. Desde una perspectiva operativa, la reducción de costos se encuentra directamente relacionada con:

- La disminución de tiempos improductivos.
- La eliminación de reprocesos.
- La optimización del flujo de trabajo.
- La mejora en la utilización de la capacidad instalada.

El ahorro proyectado del 15% sobre los costos operacionales corresponde a USD 49.759,99; tomando el costo operacional anual de USD 331.733,27 reportado en el año 2025. Esta estimación se fundamenta en la mejora del flujo logístico identificada mediante el VSM del producto estrella PAAE096884 – PISTON W46, donde el tiempo total del ciclo se reduce de 158 a 92 minutos, equivalente a una disminución de 66 minutos, equivalente a 41,77%.

Dado que el análisis VSM corresponde a un producto piloto, la reducción de tiempo no se interpreta como un ahorro aislado del pistón, sino como una referencia operativa para proyectar mejoras sobre el proceso general de Warehousing & Distribution. El ahorro esperado se atribuye principalmente a dos iniciativas: implementación de un Warehouse Management System (WMS), responsable del 65% del ahorro proyectado, equivalente a USD 32.343,99; y contratación de un coordinador logístico, responsable del 35%, equivalente a USD 17.416,00.

Tabla 25.

Matriz comparativa de ahorro por estrategia

Estrategia	Ahorro (%)	Ahorro USD
Implementación WMS	65%	32.343,99
Coordinador logístico	35%	17.416,00
Total ahorro esperado	100%	49.759,99

Nota. En la Tabla 25 se presenta un desglose del ahorro esperado.

Ahorro por implementación de WMS

Del VSM las actividades impactadas por la implementación de Warehouse

Management System se presenta:

- Generación manual de Pick List.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

- Validaciones documentales.
- Búsqueda de materiales.
- Actualización manual de inventario.
- Reportes manuales.
- Coordinación documental.

Estas actividades representan aproximadamente el 65% de los 66 minutos eliminados según consta en el VSM mejorado.

El análisis del VSM evidenció que la implementación del sistema de gestión de almacenes WMS permite eliminar diversas actividades manuales que no agregan valor al proceso logístico. Entre estas actividades se encuentran la generación de documentación física, la búsqueda de materiales, la actualización manual de inventarios y el seguimiento operativo de las órdenes de transferencia.

De acuerdo con el VSM futuro, la reducción total estimada es de 66 minutos por operación. Considerando que las actividades directamente impactadas por la implementación del WMS representan aproximadamente el 65% de dicha mejora, se estima una reducción efectiva de 42,9 minutos por operación, es decir 0,72 horas.

Asimismo, se proyecta un promedio de cinco operaciones diarias de Transfer Orders. Considerando un calendario operativo de 250 días laborables al año, el volumen anual asciende a 1.250 operaciones. A partir de estos supuestos, se calculó el ahorro anual de tiempo y su impacto económico, tal como se presenta en la Tabla 26.

Tabla 26.

Estimación del ahorro anual resultado de la implementación del WMS

Concepto	Cálculo	Resultado
Tiempo optimizado por operación	$66 \times 65 \%$	42,9 min
Tiempo optimizado por operación	$42,9 / 60$	0,715 horas
Operaciones anuales	5×250	1.250
Horas ahorradas al año	$1.250 \times 0,715$	893,75 horas
Costo horario total	$12,06 \times 3$	USD 36,19
Ahorro anual estimado	$893,75 \times 36,19$	USD 32.343,81

Nota. En la Tabla 26 se resume la estimación anual de ahorro proyectado por la

implementación de Warehouse Management System.

Los resultados indican que la implementación del WMS generaría un ahorro estimado de 893,75 horas de trabajo al año, lo que equivale a una reducción de costos operativos de USD 32.343,81 anuales. Estos beneficios provienen principalmente de la automatización de actividades administrativas y operativas, la mejora en la trazabilidad de los materiales y la eliminación de tareas redundantes dentro del proceso de almacenamiento y distribución.

Beneficio económico asociado a la incorporación de un Coordinador Logístico

En la situación actual, las actividades de coordinación logística son ejecutadas por el equipo de contratos, cuyos perfiles están orientados a funciones vinculadas directamente al negocio de Wärtsilä Ecuador S.A. Debido al nivel de especialización requerido para dichas posiciones, su costo laboral es superior al de un Coordinador Logístico orientado exclusivamente a la gestión operativa de almacenamiento y distribución.

Desde una perspectiva de eficiencia organizacional, la incorporación de un Coordinador Logístico permitiría reasignar responsabilidades operativas a un perfil

especializado, liberando capacidad del equipo de contratos para concentrarse en actividades de mayor valor estratégico para la empresa.

Considerando que la contratación de un Coordinador Logístico representa un costo anual estimado de USD 23.760, los beneficios económicos derivados de esta medida se presentan en la siguiente sección.

Reducción del sobre inventario

Una de las principales responsabilidades del Coordinador Logístico consiste en fortalecer la gestión y el control de inventarios mediante una mejor planificación de compras, el seguimiento de materiales de baja rotación, la administración de inventarios bajo criterios ABC y la identificación oportuna de materiales con riesgo de obsolescencia.

Bajo un escenario conservador, se asume que estas acciones permitirían reducir el VA del inventario en un 0,25%. Considerando un inventario valorizado en USD 10.238.904,82, el ahorro potencial se estima en USD 25.597,26, conforme se presenta en la Tabla 27.

Tabla 27.

Estimación del ahorro anual por reducción del sobre inventario

Concepto	Cálculo	Resultado
Valor actual del inventario	-	USD 10.238.904,82
Reducción estimada	0,25 %	-
Ahorro anual proyectado	$10.238.904,82 \times 0,25 \%$	USD 25.597,26

Nota. El valor actual del inventario se tomó del Balance de situación del año 2025 obtenido de la Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros, según consta en el Anexo 2.

Reducción de tiempos administrativos

El análisis del VSM identificó una reducción total potencial de 66 minutos por operación. Se estima que el Coordinador Logístico contribuiría a capturar aproximadamente el 35% de esta mejora mediante la eliminación de actividades administrativas que no agregan valor, tales como retrabajos, coordinaciones manuales, seguimiento operativo de transportistas y validaciones redundantes.

En consecuencia, la reducción equivale a 23,1 minutos por operación, o 0,39 horas. Considerando un volumen anual de 1.250 Transfer Orders, el ahorro total de tiempo se estima en 481,25 horas al año.

Tabla 28.

Estimación del ahorro anual por reducción de tiempos administrativos

Concepto	Cálculo	Resultado
Tiempo optimizado identificado en el VSM	-	66 min
Participación atribuible al Coordinador Logístico	35 %	23,1 min
Tiempo optimizado por operación	23,1 / 60	0,39 horas
Transfer Orders anuales	-	1.250
Horas ahorradas al año	$1.250 \times 0,385$	481,25 horas
Costo promedio por hora	-	USD 20,00
Ahorro económico anual	$481,25 \times 20$	USD 9.625,00

Nota. En la Tabla 28 se resume la estimación anual de ahorro proyectado por la contratación del Coordinador de Logística.

Asumiendo un costo promedio de USD 20,00 por hora para las actividades administrativas involucradas, el beneficio económico anual proyectado asciende a USD 9.625,00.

Reducción de errores logísticos

La incorporación de un Coordinador Logístico también contribuiría a disminuir incidencias operativas relacionadas con errores de despacho, inconsistencias documentales y fallas de coordinación entre las actividades de almacenamiento y distribución. Estas incidencias generan costos asociados a retrabajos, transporte adicional, utilización ineficiente de recursos y afectaciones en el nivel de servicio al cliente.

Bajo un escenario conservador, se estima que la reducción de estas incidencias generaría un ahorro anual de USD 5.954, conforme a las proyecciones operativas de la organización.

Tabla 29.

Beneficio económico total

Concepto	Ahorro anual (USD)
Reducción de inventario	25.597
Reducción de tiempos administrativos	9.625
Reducción de errores operativos	5.954
Beneficio bruto anual	41.176

En la Tabla 29 se muestran los beneficios derivados de la reducción del inventario, la optimización de tiempos administrativos y la disminución de errores logísticos constituyen una fuente de generación de valor que contribuye a justificar económicamente la incorporación de un Coordinador Logístico especializado para las operaciones de almacenamiento y distribución de Wärtsilä Ecuador S.A.

Cálculo del ahorro neto

$$\text{Ahorro neto} = \text{Beneficio bruto} - \text{Costo anual}$$

$$\text{Ahorro neto} = 41.176 - 23.760$$

$$\text{Ahorro neto} = 17.416$$

Retorno sobre la Inversión (ROI)

Al analizar el ROI de la contratación coordinador logístico, obtenemos:

$$\text{ROI} = \frac{\text{Beneficio bruto} - \text{costo anual}}{\text{costo anual}} * 100$$

$$\text{ROI} = \frac{41.176 - 23.760}{23.760} * 100 = 73,30\%$$

La contratación del Coordinador Logístico presenta un ROI estimado de 73,30%, lo que indica que por cada dólar invertido en el cargo la organización obtiene aproximadamente USD 1,73 en beneficios económicos derivados de la optimización de inventarios, reducción de desperdicios operativos y mejora en la coordinación logística.

Exactitud de inventario

La exactitud de inventario mide el grado de coincidencia entre el inventario físico y el registrado en el sistema, siendo un indicador clave de la calidad y confiabilidad de la información logística.

Estado actual:

$$\text{Exactitud} = \frac{\text{Unidades correctas}}{\text{Unidades registradas en sistema}} * 100$$

$$\text{Exactitud} = \frac{25.804}{28.671} * 100 = 92\%$$

Estado futuro:

$$\text{Exactitud futura} \geq 98\%$$

Variación:

$$\text{Exactitud} = \text{Exactitud futura} - \text{Exactitud actual}$$

$$\text{Exactitud} = 98 - 92 = 6 \text{ puntos porcentuales}$$

La exactitud del inventario se incrementa en 6 puntos porcentuales, alcanzando niveles superiores al 98%, lo que refleja una mejora significativa en la confiabilidad de los registros y en el control del inventario. Este resultado evidencia que:

- La mejora del proceso reduce errores en el registro y control del inventario.
- Se elimina la dependencia de procesos manuales susceptibles a fallas.
- Se fortalece la confiabilidad de la información para la toma de decisiones.
- Además, una mayor exactitud del inventario permite:
- Reducir quiebres de stock.
- Evitar sobre inventario.
- Mejorar la planificación logística.
- Incrementar la calidad del servicio al cliente.

Exactitud de picking

La exactitud de picking mide el porcentaje de pedidos preparados sin errores durante el proceso de recolección, siendo un indicador clave de la calidad operativa y precisión en la preparación de pedidos.

Estado actual:

$$\text{Exactitud picking} = \frac{\text{Pedidos sin error}}{\text{Pedidos totales}} \times 100$$

$$\text{Exactitud picking} = \frac{479}{532} \times 100 = 90\%$$

Estado futuro:

$$\text{Exactitud futura} \geq 98\%$$

Variación:

$$\text{Exactitud} = \text{Exactitud futura} - \text{Exactitud actual}$$

$$\text{Exactitud} = 98 - 90 = 8 \text{ puntos porcentuales}$$

La exactitud de picking se incrementa en 8 puntos porcentuales, alcanzando niveles superiores al 98%, lo que refleja una mejora significativa en la precisión del proceso de preparación de pedidos y en la calidad del servicio logístico. Este resultado evidencia que:

- Se reduce significativamente el número de errores en la preparación de pedidos.
- Se mejora la confiabilidad del proceso logístico.
- Se optimiza la coordinación entre sistema y operación.
- Además, una mayor exactitud en el picking permite:
- Disminuir devoluciones y reclamos de clientes.
- Reducir costos por reprocesos.
- Mejorar el indicador OTIF (entregas completas y a tiempo).
- Incrementar la satisfacción del cliente.

On Time In Full (OTIF)

El indicador OTIF mide el porcentaje de pedidos entregados completos y a tiempo, siendo uno de los principales indicadores del nivel de servicio al cliente.

Estado actual:

$$OTIF = \frac{\text{Pedidos entregados a tiempo y completos}}{\text{Pedidos totales}} \times 100$$

$$OTIF = \frac{495}{532} \times 100 = 92,89\%$$

Estado futuro:

$$OTIF \text{ futuro} \geq 95\% - 98\%$$

Variación:

$$OTIF = OTIF \text{ futuro} - OTIF \text{ actual}$$

$$OTIF = 98\% - 92,89\% = 5,11\%$$

El indicador OTIF presenta un incremento de 5,11 puntos porcentuales, alcanzando niveles superiores al 95%, lo que refleja una mejora significativa en la capacidad del sistema para cumplir con las entregas completas y dentro de los tiempos establecidos. Este resultado evidencia que:

- La reducción del tiempo de ciclo permite acelerar la entrega de pedidos.
- La mejora en la exactitud de picking reduce errores en despacho.
- La optimización del proceso incrementa la confiabilidad en las entregas.

- Asimismo, un mayor nivel de OTIF tiene impactos directos en:
- La satisfacción del cliente.
- La reducción de reclamos y devoluciones.
- La fidelización de clientes.
- La imagen y competitividad de la organización.

6.2. Impacto en los indicadores clave de desempeño

La implementación del plan piloto sobre los principales KPIs, evidenciando mejoras significativas en dimensiones operativas, de calidad y de servicio.

A diferencia del análisis cuantitativo presentado anteriormente, este enfoque permite interpretar los resultados desde una perspectiva estratégica, destacando cómo la optimización del proceso no solo reduce tiempos y costos, sino que también mejora la confiabilidad, eficiencia y capacidad de respuesta del sistema logístico. De manera integral, los resultados evidencian que la mejora del proceso no se limita a la optimización de un único indicador, sino que genera un efecto sistémico, impactando simultáneamente en la productividad, calidad y nivel de servicio.

Esto confirma que la implementación de Lean Six Sigma permite transformar el proceso logístico en un sistema más eficiente, equilibrado y orientado al cliente, alineándose con los objetivos estratégicos de mejora continua y excelencia operativa.

Tabla 30.*Matriz de impactos en KPIs*

Dimensión	KPI	Impacto observado	Interpretación estratégica
Desempeño operativo	Tiempo de ciclo	Reducción significativa del tiempo total del proceso	La disminución del tiempo de ciclo permite mejorar la velocidad operativa, incrementando la capacidad de respuesta ante la demanda y reduciendo tiempos improductivos dentro del flujo logístico.
Desempeño operativo	Productividad	Incremento sustancial en ciclos por hora	El aumento en la productividad evidencia una mejor utilización del tiempo y recursos, permitiendo procesar más operaciones sin necesidad de incrementar la capacidad instalada.
Servicio	OTIF	Mejora en el cumplimiento de entregas completas y a tiempo	El incremento del nivel de servicio refleja una mayor confiabilidad del sistema logístico, generando impacto positivo en la satisfacción del cliente y reducción de incumplimientos.
Calidad	Exactitud de inventario	Mayor precisión en registros físicos vs sistema	La mejora en la exactitud reduce incertidumbre operativa, fortalece la toma de decisiones y optimiza la planificación de inventarios.
Calidad	Exactitud de <i>picking</i>	Disminución de errores en preparación de pedidos	La reducción de errores operativos implica menor retrabajo, menos devoluciones y mejora en la calidad del proceso de despacho.
Desempeño operativo	Lead Time	Reducción del tiempo total del flujo logístico	La disminución del lead time incrementa la competitividad del proceso, permitiendo responder rápidamente a los requerimientos del cliente.

La Tabla 30 resume el análisis de los impactos generados en los principales indicadores clave de desempeño (KPIs), evidenciando avances en la eficiencia operativa,

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

calidad de procesos y el cumplimiento de niveles de servicios que fortalecen al desempeño logístico integral.

6.3. Validación de resultados

La validación de los resultados obtenidos mediante la implementación del plan piloto se realiza con el objetivo de verificar la consistencia, confiabilidad y pertinencia de las mejoras proyectadas en el proceso logístico.

Este proceso de validación se fundamenta en el análisis comparativo de los KPIs, así como en la coherencia entre los resultados obtenidos y los principios de la metodología Lean Six Sigma.

6.3.1 Resultados claves obtenidos

- Reducción del tiempo de ciclo: 41,77%
- Incremento de productividad: 71,05%
- Incremento del valor agregado: +15,89 puntos porcentuales
- Reducción del desperdicio (NVA): 53,66%
- Mejora del OTIF: +5,11 puntos porcentuales
- Incremento en exactitud de inventario: +6 puntos porcentuales

Estos puntos representan la coherencia de:

- La reducción del tiempo de ciclo genera incremento en productividad
- La reducción del NVA explica el incremento del %VA
- La mejora en picking impacta directamente en OTIF

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Esto demuestra que los indicadores no se comportan de manera aislada, sino que responden a una lógica sistémica, lo cual valida la consistencia del modelo propuesto.

6.3.2 Validación operativa

La validación operativa consiste en analizar si las mejoras propuestas son aplicables en la operación real. Se ha validado los elementos:

- Eliminación de actividades sin valor agregado identificadas en VSM.
- Reducción de tiempos administrativos y operativos.
- Mejora en la secuencia del flujo logístico.
- Disminución de reprocesos y errores.

Las mejoras no requieren cambios estructurales complejos ni inversión significativa, lo que facilita su implementación en condiciones reales. Esto garantiza que los resultados no son únicamente teóricos, sino que tienen viabilidad práctica, lo cual es clave en proyectos Lean Six Sigma.

6.3.3 Validación financiera

La validación financiera permite analizar el impacto económico de las mejoras propuestas, nuestra propuesta de reducción del 15% nos permite tener un ahorro estimado de USD 7.158.915,86. El impacto financiero es consistente con la mejora operativa, lo que valida que el modelo propuesto no solo mejora el proceso, sino que genera beneficios económicos sostenibles.

Tabla 31.*Matriz de validación del modelo*

Relación entre KPIs	Comportamiento observado	Explicación	Interpretación estratégica
↓ Tiempo de ciclo → ↑ Productividad	Reducción del tiempo total del proceso e incremento de ciclos por hora.	Al disminuir el tiempo requerido por ciclo, se incrementa la cantidad de operaciones que pueden ejecutarse en el mismo periodo.	El proceso mejora su capacidad operativa sin necesidad de aumentar recursos, optimizando la eficiencia del sistema.
↓ NVA → ↑ %VA	Reducción del tiempo sin valor agregado y aumento del valor agregado relativo.	La eliminación de actividades que no generan valor reduce el tiempo total, incrementando la proporción de actividades productivas.	Se optimiza el flujo de valor, logrando un proceso más eficiente y enfocado en las necesidades del cliente.
↑ Exactitud <i>picking</i> → ↑ OTIF	Mejora en la precisión del <i>picking</i> y reducción de errores en pedidos.	La disminución de errores en la preparación de pedidos incrementa el cumplimiento de entregas completas y a tiempo.	Se fortalece el nivel de servicio y la confiabilidad del sistema logístico.
↓ Inventario → ↑ Rotación	Reducción del nivel de inventario y aumento en la frecuencia de reposición.	Un menor inventario con el mismo nivel de demanda incrementa la rotación, mejorando el flujo de materiales.	Se optimiza el uso del capital y se mejora la eficiencia financiera y operativa.

Nota. La Tabla 31 relaciona los principales KPIs del proceso y sus efectos operativos y estratégicos del área de Warehousing & Distribution.

6.3.4 Validación global de resultados

Los resultados obtenidos permiten validar que:

- Existe coherencia entre los cálculos realizados.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

- Las mejoras son operativamente viables.
- Los beneficios financieros son consistentes.
- El modelo genera impacto integral.

La validación de los resultados permite evidenciar que la implementación del plan piloto presenta consistencia desde el punto de vista técnico, operativo y financiero, demostrando que las mejoras propuestas mediante la metodología Lean Six Sigma generan un impacto positivo en el desempeño del proceso logístico.

6.4. Plan de control y sostenibilidad

La sostenibilidad de las mejoras implementadas mediante el plan piloto requiere el establecimiento de un sistema estructurado de control que permita asegurar la continuidad de los resultados obtenidos en el tiempo.

En este contexto, el plan de control se fundamenta en la fase Control del ciclo DMAIC, la cual tiene como objetivo mantener el desempeño del proceso dentro de los niveles esperados, evitando la regresión a las condiciones iniciales.

6.4.1 Control de indicadores

El monitoreo periódico de estos indicadores permite detectar desviaciones de manera oportuna y aplicar acciones correctivas antes de que afecten el desempeño del proceso.

Tabla 32.*Control de indicadores*

KPI	Frecuencia	Responsable	Objetivo
Tiempo de ciclo	Diario	Supervisor de operaciones	Mantener ≤ 92 min
Productividad	Semanal	Jefe de bodega	$\geq 0,65$ ciclos/h
OTIF	Semanal	Coordinador logístico	$\geq 95\%$
Exactitud inventario	Mensual	Control de inventarios	$\geq 98\%$
Exactitud picking	Semanal	Supervisor picking	$\geq 98\%$

Nota. La Tabla 32 evidencia el objetivo que tiene cada uno de los KPI's establecidos en el capítulo 5, considerando la frecuencia de seguimiento y el responsable.

6.4.2 Herramientas de control

Para asegurar la sostenibilidad del proceso, se implementan herramientas de seguimiento y control:

- Indicadores visuales en operación (gestión visual).
- Auditoría del proceso en julio 2027.

Estas herramientas permiten garantizar la transparencia de la información, facilitando la toma de decisiones basada en datos y reduciendo la dependencia de controles manuales.

6.4.3 Estandarización del proceso

La estandarización constituye un elemento clave para mantener la estabilidad del proceso en el tiempo. Las acciones implementadas serían:

- Documentación de procedimientos operativos (SOPs).
- Definición de roles y responsabilidades.
- Estandarización de tareas de picking y despacho.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

- Uso de SAP como fuente única de información.

La estandarización reduce la variabilidad del proceso y asegura que las actividades se ejecuten de manera consistente, independientemente del operador.

6.4.4 Mejora continua

Esto permite que el proceso evolucione constantemente, adaptándose a cambios en la demanda y evitando la obsolescencia operativa. Implementamos las siguientes acciones:

- Revisión periódica de KPIs (mensual).
- Actualización del VSM.
- Identificación continua de desperdicios (MUDA).
- Implementación de acciones correctivas.

7. Capítulo 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

Conclusiones generales

El presente estudio permitió identificar que el área de Warehousing & Distribution de Wärtsilä Ecuador S.A. presenta oportunidades significativas de mejora relacionadas con la estandarización de procesos, la gestión de inventarios, la productividad operativa y la medición del desempeño. El diagnóstico realizado evidenció la existencia de actividades que no agregan valor, altos niveles de capital inmovilizado en inventarios, procesos ejecutados de forma reactiva y una limitada utilización de indicadores para la toma de decisiones.

La aplicación de herramientas Lean Six Sigma permitió identificar las principales causas raíz de las ineficiencias operativas y estructurar una propuesta integral de mejora

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

orientada a incrementar la eficiencia logística, reducir desperdicios y fortalecer la gestión basada en datos. El análisis realizado demostró que las oportunidades de optimización se concentran principalmente en la eliminación de actividades administrativas sin valor agregado, la estandarización operativa y la mejora del flujo de información entre las áreas involucradas.

Asimismo, se concluye que la implementación de la metodología Lean Six Sigma constituye una alternativa viable para transformar la operación logística de un modelo reactivo hacia una gestión estructurada, estandarizada y orientada a la mejora continua, alineándose con los objetivos estratégicos de eficiencia, rentabilidad y nivel de servicio de la organización.

Conclusiones específicas

Análisis del cumplimiento de los objetivos de la investigación

Los resultados obtenidos evidencian que la propuesta desarrollada contribuye directamente al cumplimiento del objetivo general de reducir en un 15% los costos operativos directos del almacén mediante la optimización de procesos logísticos, control de inventarios y mejora en la gestión de recursos. La implementación de herramientas Lean Six Sigma permite establecer una ruta clara para alcanzar dicha meta mediante la eliminación sistemática de desperdicios y la mejora del desempeño operativo.

De igual manera, los objetivos específicos planteados fueron abordados mediante iniciativas concretas como la implementación de Procedimientos Operativos Estandarizados (SOP), metodología 5S, clasificación ABC para la gestión de inventarios, optimización del

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

layout del almacén y establecimiento de indicadores de gestión que facilitan el control permanente de la operación.

La propuesta permite proyectar una reducción del 10% del capital inmovilizado en inventarios, un incremento del 15% en la productividad del almacén y la implementación de un sistema integral de KPIs para el seguimiento continuo de la gestión logística.

Contribución a la gestión empresarial

Desde la perspectiva empresarial, la investigación aporta una metodología estructurada para mejorar la eficiencia operativa y financiera del área de Warehousing & Distribution. La propuesta fortalece la capacidad de planificación, control y toma de decisiones mediante indicadores confiables, procesos estandarizados y herramientas de gestión visual que permiten incrementar la visibilidad de la operación.

Adicionalmente, la aplicación de la clasificación ABC permite enfocar los recursos organizacionales en aquellos materiales que generan mayor impacto económico, optimizando el uso del capital de trabajo y mejorando los niveles de disponibilidad de inventario para los productos estratégicos del negocio.

La propuesta también contribuye a elevar los niveles de servicio al cliente mediante la reducción de tiempos de ciclo, mejora de la exactitud de inventarios, incremento de la productividad y fortalecimiento de la coordinación logística interna.

Contribución a nivel académico

A nivel académico, el presente trabajo evidencia la aplicabilidad de la metodología Lean Six Sigma en procesos logísticos asociados a la gestión de almacenes y distribución

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

dentro del sector energético. La integración de herramientas como Ishikawa, VSM, Clasificación ABC y DMAIC permitió desarrollar un análisis integral que combina aspectos operativos, financieros y estratégicos de la cadena de suministro.

La investigación constituye una referencia para futuros estudios relacionados con optimización logística, mejora continua y gestión de inventarios, demostrando cómo las metodologías de excelencia operacional pueden generar beneficios cuantificables y sostenibles en organizaciones con operaciones de alta criticidad.

Resumen de indicadores y principales objetivos

La propuesta desarrollada proyecta resultados relevantes para la operación logística de Wärtsilä Ecuador S.A., entre los cuales destacan:

- Reducción del tiempo total del proceso de 158 a 92 minutos, equivalente a una mejora del 41,77%.
- Disminución de actividades sin valor agregado en un 53,66%.
- Incremento del porcentaje de valor agregado de 22,15% a 38,04%.
- Reducción del capital inmovilizado en inventarios en un 10%.
- Implementación de indicadores de desempeño orientados a productividad, inventarios, costos, calidad y nivel de servicio.
- Fortalecimiento de la exactitud de inventario, exactitud de picking y cumplimiento OTIF mediante mecanismos permanentes de control y seguimiento.

En conjunto, estos resultados permiten concluir que la propuesta presentada es técnica, operativa y financieramente viable, generando beneficios sostenibles para la

organización y contribuyendo al fortalecimiento de la competitividad logística de Wärtsilä Ecuador S.A.

7.2. Recomendaciones para Wärtsilä Ecuador S.A

- a) Implementar de manera progresiva la metodología Lean Six Sigma dentro del área de Warehousing & Distribution, iniciando por los procesos con mayor impacto en costos, productividad y nivel de servicio.
- b) Formalizar y documentar los procedimientos operativos estándar (SOP) para los procesos de recepción, almacenamiento, picking, packing y despacho, asegurando su cumplimiento mediante auditorías periódicas y programas de capacitación continua.
- c) Consolidar la gestión de inventarios mediante la aplicación permanente de la clasificación ABC-ABC y políticas de reposición diferenciadas que permitan optimizar el capital de trabajo sin afectar la disponibilidad de materiales críticos.
- d) Potenciar el uso de SAP y sus funcionalidades logísticas para automatizar procesos, mejorar la trazabilidad de inventarios y reducir actividades manuales que generan retrabajos y errores operativos.
- e) Implementar un sistema integral de indicadores de desempeño (KPIs) que permitan monitorear en tiempo real la productividad, exactitud de inventarios, costos logísticos, nivel de servicio y cumplimiento de objetivos.
- f) Desarrollar una cultura organizacional orientada a la mejora continua mediante programas permanentes de capacitación, liderazgo operativo y participación activa

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

de los colaboradores en iniciativas de optimización de procesos.

- g) Realizar revisiones periódicas del VSM para identificar nuevas oportunidades de mejora y asegurar que los beneficios alcanzados se mantengan en el tiempo mediante un proceso continuo de control y seguimiento.
- h) Considerar la expansión de la metodología Lean Six Sigma hacia otras áreas de la cadena de suministro, como planificación, abastecimiento, transporte y servicio al cliente, con el fin de maximizar los beneficios obtenidos a nivel organizacional y fortalecer la competitividad de la compañía.

8. REFERENCIAS

- Amador Gandia, A., & García Cantó, M. (2019). Cómo aplicar “Value Stream Mapping” (VSM). *3C Tecnología*, 68-83.
- Amplon. (24 de 10 de 2025). *Matriz X de Hoshin Kanri*. Obtenido de <https://amplon.io/es/guia-definitiva-de-la-matriz-x-de-hoshin-kanri/>
- Anaya Tejero, J. (2011). *Logística integral: La gestión operativa de la empresa*. Madrid: ESIC Editorial.
- Antony, J. (2014). *Readiness Factors for Lean Six Sigma*. International Journal.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2016). *Administración de la Cadena de Suministro*. Ciudad de México: Pearson Education.
- Escudero Serrano, J. (2014). *Logística de almacenamiento*. Madrid: Paraninfo.
- González Suárez, E., Cata Salgado, Y., & Pedraza, G. (2007). Interconexión entre estrategia operaciones y Lean Manufacturing. *Revista Universidad EAFIT*, 147.
- Hirano, H. (1991). *Poka-Yoke: Mejorando la calidad del producto evitando los defectos*. Productivity Press.
- Ishikawa, K. (1986). *Guía de control de calidad*. Asian Productivity Organization. Tokyo: Productivity Organization.
- Kaizen Institute. (Marzo de 2026). *Kaizen Institute*. Obtenido de Warehousing & Distribution Consulting: <https://kaizen.com/>

KanbanRocket. (2026). *Cuándo NO usar Kanban: errores comunes que se deben evitar*.

Obtenido de <https://www.kanbanrocket.com/>

López Cuevas, B. (2013). *Mapeo de la Cadena de Valor” (VSM) como Estrategia de Reducción de Costos*. Tijuana: Universidad Autónoma de Baja California .

Manotas, E., & Rivera, L. (2007). Lean manufacturing e investigación de operaciones: una fructífera relación. *Estudios Gerenciales*, 104.

OBS Business School. (11 de 02 de 2026). Obtenido de ¿Qué es un mapa de procesos AS IS?:

<https://www.obsbusiness.school/blog/que-es-un-mapa-de-procesos>

Porter, M. (2008). *Estrategia competitiva*. New York: Free Press.

Robbins, S., & Judge, T. (2017). *Comportamiento organizacional* . Ciudad de México: Pearson Education Inc.

Sánchez, A. (2015). *Lean Seis Sigma para la mejora de procesos*. Editorial Universitat Miguel Hernández.

Shankar, R. (2009). *Process Improvement Using Six Sigma A DMAIC Guide*. Milwaukee: American Society for Quality, Quality Press.

Shook, J. (2008). *Managing to Learn: Using the A3 Management Process*. Lean Enterprise Institute.

Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros. (2026). *Portal de Información*. Obtenido de Consulta de Compañías:

<https://appscvsgen.supercias.gob.ec/consultaCompanias/societario/busquedaCompanias.jsf>

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Sutil, E. (2019). *Lean Change Management: Las claves para gestionar el cambio en tu organización*. Xeridia.

Wärtsilä . (2026). *Sobre Nosotros*. Obtenido de <https://www.wartsila.com/latinamer/es/sobre-nosotros>

9. ANEXOS

Anexo 1

Estado de resultados de Wärtsilä Ecuador S.A. para el ejercicio fiscal 2025

**CUENTA DE RESULTADOS
WÄRTSILÄ ECUADOR S.A.
1 DE ENERO DE 2024 AL 31 DE DICIEMBRE 2025**

	2025	2024	Variación 2025 Vs 2024
VENTAS NETAS	\$ 68.613.873,07	\$ 54.537.791,87	↑ 25,81%
VENTAS BIENES	\$ 25.617.443,47	\$ 13.749.020,58	↑ 86,32%
VENTAS SERVICIOS	\$ 42.996.429,60	\$ 40.788.717,39	↑ 5,41%
INGRESOS FINANCIEROS	\$ -	\$ 53,90	↓ -100,00%
COSTO DE VENTAS	\$ 47.726.105,71	\$ 38.253.450,50	↑ 24,76%
APROVISIONAMIENTO	\$ 36.740.265,40	\$ 28.733.754,96	↑ 27,86%
MANO DE OBRA DIRECTA	\$ 9.473.663,46	\$ 8.153.220,43	↑ 16,20%
DEPRECIACION PROPIEDAD PLANTA Y EQUIPO	\$ 155.205,63	\$ 169.844,63	↓ -8,62%
MANTENIMIENTO Y REPARACIONES	\$ 7.482,37	\$ 96.008,50	↓ -92,21%
OTROS COSTOS DE PRODUCCIÓN	\$ 1.349.488,85	\$ 1.100.621,98	↑ 22,61%
UTILIDAD BRUTA	\$ 20.887.767,36	\$ 16.284.341,37	↑ 28,27%
GASTOS OPERACIONALES	\$ 3.810.461,75	\$ 3.439.616,14	↑ 10,78%
GASTOS DE VENTA	\$ -	\$ 124.645,98	↓ -100,00%
GASTOS DE EXPLOTACIÓN	\$ 3.590.261,42	\$ 2.863.340,16	↑ 25,39%
GASTOS FINANCIEROS	\$ 220.200,33	\$ 451.630,00	↓ -51,24%
UTILIDAD OPERATIVA (EBIT)	\$ 17.077.305,61	\$ 12.844.725,23	↑ 32,95%
OTROS INGRESOS (INGRESOS NO OPERACIONALES)	\$ 95.420,11	\$ 44.792,95	↑ 113,02%
OTROS GASTOS (NO OPERACIONALES)	\$ 7.866.519,07	\$ 5.740.881,22	↑ 37,03%
UTILIDAD ANTES DE PARTICIPACIÓN LABORAL	\$ 9.306.206,65	\$ 7.148.636,96	↑ 30,18%
15% DE PARTICIPACIÓN LABORAL	\$ 1.395.931,00	\$ 1.072.295,54	↑ 30,18%
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO A LA RENTA	\$ 7.910.275,65	\$ 6.076.341,42	↑ 30,18%
IMPUESTO A LA RENTA (28% + IMPUESTO DIFERIDO)	\$ 2.380.721,03	\$ 1.879.639,51	↑ 26,66%
UTILIDAD NETA	\$ 5.529.554,62	\$ 4.196.701,91	↑ 31,76%

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Anexo 2

Balance de situación Financiera de la Empresa Wärtsilä Ecuador S.A.

 SUPERINTENDENCIA DE COMPAÑÍAS, VALORES Y SEGUROS	RAZÓN SOCIAL	WÄRTSILÄ ECUADOR S.A.
	DIRECCIÓN	AUTOPISTA E35 Y PASAJE PANÁ NORTE 2 No. SN BARRIO: OYAMBARRILLO
	EXPEDIENTE	49645
	RUC	1791315278001
	AÑO	2025
	FORMULARIO	SCV-NIF-49645-2025-1
	FECHA DE LA JUNTA QUE APROBÓ LOS ESTADOS FINANCIEROS (DD/MM/AAA)	Abr 2, 202
ESTADO DE SITUACIÓN FINANCIERA		
CUENTA	CÓDIGO	VALOR (En USD\$)
ACTIVO	1	57290347.66
ACTIVO CORRIENTE	101	54254711.13
EFFECTIVO Y EQUIVALENTES DE EFFECTIVO	10101	1585751.51
CAJA	1010101	0.00
INSTITUCIONES FINANCIERAS PÚBLICAS	1010102	0.00
INSTITUCIONES FINANCIERAS PRIVADAS	1010103	1585751.51
ACTIVOS FINANCIEROS	10102	38095123.34
ACTIVOS FINANCIEROS A VALOR RAZONABLE CON CAMBIOS EN RESULTADOS	1010201	2128755.2
RENTA VARIABLE	101020101	2128755.2
ACCIONES Y PARTICIPACIONES	10102010101	0.00
CUOTAS DE FONDOS COLECTIVOS	10102010102	0.00
VALORES DE TITULARIZACIÓN DE PARTICIPACIÓN	10102010103	0.00
UNIDADES DE PARTICIPACIÓN	10102010104	0.00
INVERSIONES EN EL EXTERIOR	10102010105	0.00
OTROS	10102010106	2128755.2
RENTA FIJA	101020102	0.00
ÁVALES	10102010201	0.00
BONOS DEL ESTADO	10102010202	0.00
BONOS DE PRENDA	10102010203	0.00
CÉDULAS HIPOTECARIAS	10102010204	0.00
CERTIFICADOS FINANCIEROS	10102010205	0.00
CERTIFICADOS DE INVERSIÓN	10102010206	0.00
CERTIFICADOS DE TESORERÍA	10102010207	0.00
CERTIFICADOS DE DEPÓSITO	10102010208	0.00
CUPONES	10102010209	0.00
DEPÓSITOS A PLAZO	10102010210	0.00
LETRAS DE CAMBIO	10102010211	0.00
NOTAS DE CRÉDITO	10102010212	0.00
OBLIGACIONES	10102010213	0.00
FACTURAS COMERCIALES NEGOCIABLES	10102010214	0.00
OVERNIGHTS	10102010215	0.00
OBLIGACIONES CONVERTIBLES EN ACCIONES	10102010216	0.00
PAPEL COMERCIAL	10102010217	0.00
PAGARES	10102010218	0.00
PÓLIZAS DE ACUMULACIÓN	10102010219	0.00
TÍTULOS DEL BANCO CENTRAL	10102010220	0.00
VALORES DE TITULARIZACIÓN	10102010221	0.00
INVERSIONES EN EL EXTERIOR	10102010222	0.00
OTROS	10102010223	0.00
DERIVADOS	101020103	0.00
FORWARD	10102010301	0.00
FUTUROS	10102010302	0.00
OPCIONES	10102010303	0.00
OTROS	10102010304	0.00
ACTIVOS FINANCIEROS A VALOR RAZONABLE CON CAMBIOS EN OTRO RESULTADO INTEGRAL	1010202	0.00
RENTA VARIABLE	101020201	0.00
ACCIONES Y PARTICIPACIONES	10102020101	0.00
CUOTAS DE FONDOS COLECTIVOS	10102020102	0.00

Nota. Información financiera e inventario para cálculos de rotación, obtenida de la Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (2026).

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Anexo 3

Notas aclaratorias de los Estados Financieros comparativo 2024-2025

Conciliación tributaria

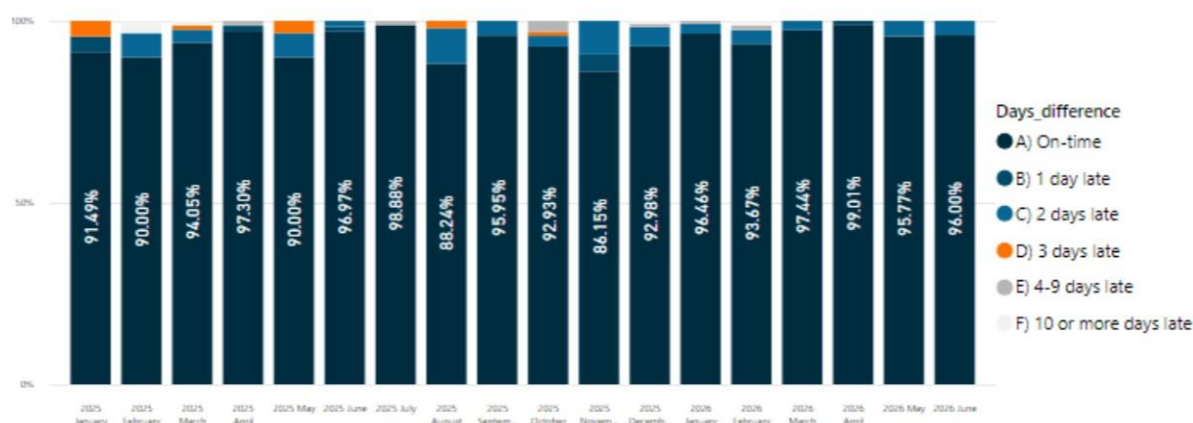
Una reconciliación entre el resultado según estados financieros y la base imponible de impuesto a la renta es como sigue:

Descripción	2025	2024
Utilidad según libros antes de impuesto a la renta	7.910.275	6.076.341
Más gastos no deducibles	907.722	1.583.125
Menos ingresos exentos	(291.684)	(329.280)
Deducciones adicionales	(252.053)	(90.686)
Generación y reversión de diferencias temporarias	1.248.623	279.060
Base imponible	9.522.883	7.518.560
Impuesto a la renta registrado en resultados	2.380.721	1.879.640

Nota. Los resultados estimados en el presente documento se sustentan en balances financieros proveniente de la Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (2026)., la cual fue utilizada como fuente de referencia para su elaboración.

Anexo 4

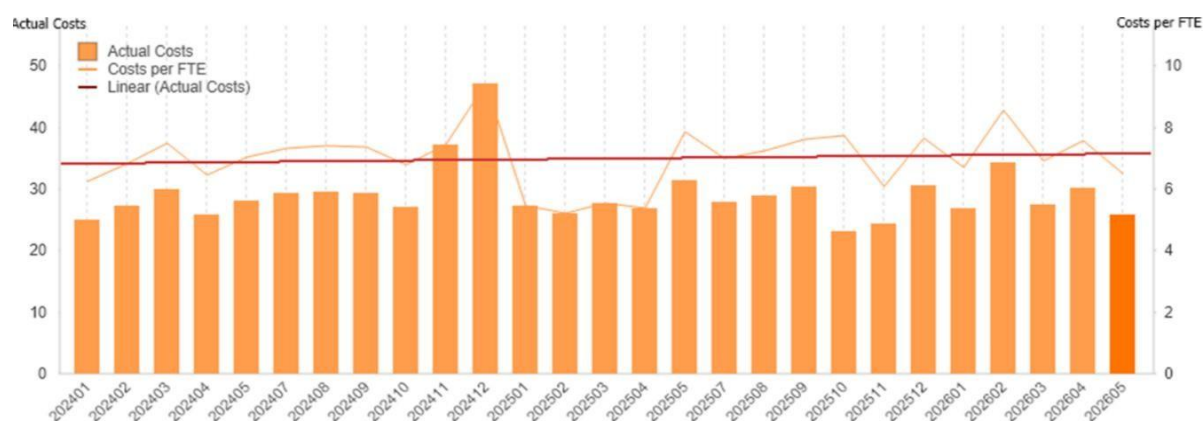
On Time Delivery



Fuente: (Wärtsilä , 2026)

Anexo 5

Actual Cost



Fuente: (Wärtsilä , 2026)

Anexo 6

Originalidad y rigor científico

El presente estudio se fundamenta en una revisión bibliográfica especializada, integrada por libros académicos y publicaciones relacionadas con gestión de la cadena de suministro, logística, Lean Six Sigma, gestión de inventarios y mejora continua, alineado con la realidad operativa de Wärtsilä Ecuador S.A.

La investigación adopta un enfoque analítico y aplicado, orientado a evaluar el desempeño del proceso de Warehousing & Distribution y desarrollar propuestas de mejora sustentadas en evidencia operativa real. Para ello, la información fue obtenida mediante el análisis de procesos internos, registros operativos, reportes generados desde el sistema ERP SAP, indicadores de desempeño, información financiera y datos de inventario proporcionados por la organización y por paginas oficiales como la Superintendencia de Compañías de Ecuador.

La selección de la metodología Lean Six Sigma responde a la necesidad de contar con un enfoque estructurado para identificar desperdicios, reducir la variabilidad y mejorar la eficiencia de los procesos logísticos. En este contexto, se utilizaron herramientas como Value Stream Mapping (VSM), análisis de desperdicios (MUDA), clasificación ABC, análisis de causas raíz, Hoshin Kanri, KMO y evaluación de indicadores de desempeño, las cuales permitieron analizar el proceso desde perspectivas operativas, organizacionales y estratégicas.

La originalidad del estudio radica en la aplicación integrada de estas herramientas dentro del contexto de la industria energética ecuatoriana, específicamente en la gestión de almacenamiento y distribución de repuestos críticos, donde la disponibilidad de inventario y la continuidad operativa constituyen factores estratégicos para los clientes. Si bien las metodologías empleadas han sido ampliamente utilizadas en distintos sectores industriales, su adaptación a las características operativas de Wärtsilä Ecuador permite generar una propuesta ajustada a las necesidades particulares de la organización.

Asimismo, el estudio no solo se basa en el análisis de inventarios o reducción de costos, sino que incorpora variables de productividad, nivel de servicio, calidad operativa y alineación estratégica, permitiendo evaluar integralmente el desempeño del proceso. De esta forma facilitamos la identificación de oportunidades de mejora que contribuyen tanto a la eficiencia logística.

La validez de los resultados se sustenta en la comparación entre la situación actual del proceso (AS-IS) y el escenario futuro propuesto (TO-BE), apoyado en los siguientes indicadores tiempo de ciclo, valor agregado, productividad, inventarios, exactitud operativa y nivel de servicio.

En resumen, existe coherencia entre el problema planteado, los objetivos de investigación, las herramientas metodológicas seleccionadas y los resultados obtenidos, garantizando la consistencia técnica y metodológica del estudio.