

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

Reducción del tiempo promedio de gestión de devoluciones en una empresa de
venta de productos de consumo masivo

INGE-2815

Proyecto Integrador

Previo la obtención del Título de:

Ingenieros Industriales

Presentado por:

Triviño Tigrero Gianfranco Alejandro

Vélez Oyola Anthony Alfredo

Guayaquil - Ecuador

Año: 2025

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado a mis padres, mi hermana y mi mascota, quienes han sido un pilar constante a lo largo de estos años. Su compañía, comprensión y consejos me han sostenido en cada etapa, en los momentos buenos y en los difíciles. También agradezco profundamente a mi novia, quien me acompañó desde el inicio de esta aventura; tus palabras de aliento fueron siempre una fuente de motivación. Sin ustedes, este camino habría sido mucho más complejo. Gracias por estar.

Gianfranco Alejandro Triviño Tigrero

Dedicatoria

El presente proyecto lo dedico a mis padres porque durante todos estos años fueron mi pilar y siempre me motivaron a no rendirme, a mis hermanos que me han ayudado siempre, a Akira, a Rocco que me acompaño desde el comienzo y ahora lo hace desde el cielo, desde lo más profundo de mi corazón con mucho cariño esto es para ustedes.

Anthony Alfredo Vélez Oyola

Agradecimientos

Agradezco a Dios por haber guiado cada paso en este camino académico. A mis padres, por su apoyo incondicional y constante presencia en todo momento. A mi compañero de tesis, por su compromiso y colaboración durante el desarrollo del proyecto. Y a las amistades que logré formar en la universidad, quienes estuvieron ahí para brindarme su apoyo cuando más lo necesité.

Gianfranco Alejandro Triviño Tigrero

Agradecimientos

Mi más sincero agradecimiento a Dios en primer lugar, a mis padres porque sin ellos no podría haber logrado esto, a mi compañero de tesis quien siempre estuvo comprometido y que se convirtió en mi amigo, a Rigoberto Román, Yuma Álvarez, Carlos Moreno, Mario Sandoval, Mario Wong, Cecilia León, Jahir Marín, Josué Salas y demás amigos que hice en el camino, sin ellos tampoco estaría aquí.

Anthony Alfredo Vélez Oyola

Declaración Expresa

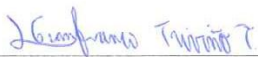
Nosotros Gianfranco Alejandro Triviño Tigrero y Anthony Alfredo Vélez Oyola acordamos y reconocemos que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá a los autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores.

La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por mí/nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de nuestra innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique a los autores que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 29 de mayo del 2025.



Gianfranco Alejandro
Triviño Tigrero



Anthony Alfredo Vélez
Oyola

Evaluadores

MSc. María Laura Retamales García

Profesora de Materia

PhD. Jenny Pilar Gutiérrez López

Tutora de proyecto

Resumen

Las empresas distribuidoras de fármacos son esenciales por su rol en el acceso oportuno a soluciones de salud y bienestar. Su eficiencia logística impacta directamente en la calidad de vida del consumidor. Este proyecto se desarrolló en el área de logística inversa de una empresa farmacéutica, con el objetivo de reducir los tiempos excesivos en el proceso de devolución. Se aplicó la metodología DMAIC para identificar causas raíz, solucionadas mediante cinco acciones integradas: rediseño del flujo operativo, capacitación del personal, definición de roles y tiempos clave, uso de un tablero interactivo de indicadores y automatización del seguimiento. Estas mejoras fortalecieron la eficiencia y trazabilidad del proceso. Como resultado, el tiempo promedio de devoluciones se redujo de 93 a 27 días, generando impactos positivos en los ámbitos económico, social y ambiental. Al integrar sostenibilidad y rendimiento, la empresa consolida un modelo de gestión responsable y orientado a la mejora continua.

Palabras clave: Logística inversa, DMAIC, Trazabilidad, Sostenibilidad

Abstract

Pharmaceutical distribution companies are essential due to their role in providing timely access to health and wellness solutions. Their logistical efficiency directly impacts consumers' quality of life. This project was developed in the reverse logistics area of a pharmaceutical company, with the goal of reducing excessive time in the returns process. The DMAIC methodology was applied to identify root causes, which were resolved through five integrated actions: redesign of operational flow, staff training, definition of key roles and times, use of an interactive dashboard, and automation of tracking. These improvements strengthened the process's efficiency and traceability. As a result, the average return time was reduced from 93 to 27 days, generating positive economic, social, and environmental impacts. By integrating sustainability and performance, the company consolidates a responsible management model focused on continuous improvement.

Keywords: Reverse logistics, DMAIC, Traceability, Sustainability.

Índice general

Resumen.....	I
Abstract	II
Índice general.....	III
Abreviaturas.....	VII
Índice De Figuras.....	VIII
Índice de Tablas	XII
Índice de Ecuaciones.....	XIII
Capítulo 1	I
1.1 Introducción	2
1.2 Descripción del Problema	3
1.3 Justificación del Problema	4
1.4 Objetivos.....	6
1.4.1 Objetivo General:.....	6
1.4.2 Objetivos específicos	6
1.5 Marco teórico.....	6
1.5.1 Metodología DMAIC.....	6
1.5.2 Definir	6
1.5.3 VOC	7
1.5.4 CTQ.....	7
1.5.5 SIPOC	7
1.5.6 Medir.....	8
1.5.7 Analizar.....	8

1.5.8 Lluvia de ideas	8
1.5.9 Ishikawa	8
1.5.10 Prueba U de Mann-Whitney	9
1.5.11 Test de normalidad.....	9
1.5.12 Coeficiente de correlación de Spearman.....	9
1.5.13 Mejorar.....	10
1.5.14 Controlar	10
Capítulo 2.....	11
2.1 Metodología.	12
2.2 Definir	12
2.2.1 S.I.P.O.C	12
2.2.2 Cadena de suministro	13
2.2.3 Necesidades del cliente	14
2.2.4 CTQ TREE (Crítico para la Calidad).....	15
2.2.4.1 Precisión Operacional (Operational Accuracy)	16
2.2.4.2 Eficiencia Operacional (Operational Efficiency).....	16
2.2.4.3 Buena Gestión Financiera (Good Financial Management).....	17
2.2.5 Definición de la variable “Y”	17
2.2.6 Definición del problema	18
2.2.7 Métricas de sostenibilidad.....	18
2.2.8 Plan de recolección de datos	19
2.3 Medir.....	20
2.3.1 Recolección de datos y estadística descriptiva	20
2.3.2 Test Normalidad.....	21
2.3.3 Confiabilidad de los datos.....	23

2.3.4 Análisis de capacidad.....	24
2.3.5 Problema enfocado.....	26
2.4 Análisis	32
2.4.1 Lluvia de ideas	32
2.4.2 Diagrama de Ishikawa.....	32
2.4.3 Causas potenciales	33
2.4.4 Plan de verificación de causas	36
2.4.4.1 Verificación de largos tiempos de validación.....	37
2.4.4.2 Verificación de aumento de la carga de trabajo duran cierre de mes	38
2.4.5 Cinco ¿Por qué?	39
Capítulo 3.....	41
3.1 Resultados y análisis	42
3.1.1 Mejora.....	42
3.1.1.1 Posibles Soluciones.....	42
3.1.1.2 Análisis financiero inicial	42
3.1.1.3 Matriz de priorización Impacto-Esfuerzo	43
3.1.1.4 Análisis financiero final.....	44
3.1.1.5 Plan de Implementación.....	44
3.1.2 Implementación de soluciones	46
3.1.2.1 Rediseño integral del proceso de logística inversa con foco en la eficiencia operativa. ..	46
3.1.2.2 Definir roles críticos y establecer tiempos objetivo para cada etapa del proceso	50
3.1.2.3 Desarrollo de un tablero interactivo para el monitoreo de KPIs en el proceso de logística inversa.....	51
3.1.2.4 Sistema de seguimiento automatizado y comunicación proactiva en la trazabilidad de procesos.....	55

3.1.2.5 Capacitación técnica del personal para la adopción de las soluciones propuestas.	57
3.1.3 Resultados de la implementación.....	57
3.1.3.1 Impacto económico.....	66
3.1.3.2 Impacto Social	67
3.1.3.3 Impacto ambiental.....	67
3.1.4 Plan de control	68
Capítulo 4.....	56
4.1 Conclusiones y recomendaciones	71
4.1.1 Conclusiones.....	71
4.1.2 Recomendaciones	72
Referencias.....	74
Apéndice A	76

Abreviaturas

CRM	Customer Relationship Management
CTQ	Critical to Quality
DMAIC	Define, Measure, Analysis, Improve and Control
NDM	Nota de Devolución de Mercadería
OT	Orden de Transporte
SIPOC	Suppliers, Inputs, Process, Outputs and Customers
VOC	Voice of Customer

Índice De Figuras

Figura 1: <i>SIPOC</i>	12
Figura 2: <i>Mapeo de procesos del alcance del proyecto</i>	13
Figura 3: <i>Cadena de suministro de la compañía</i>	14
Figura 4: <i>Mapa de actores</i>	14
Figura 5: <i>VOC</i>	15
Figura 6: <i>CTQ</i>	16
Figura 7: <i>Serie de tiempo</i>	17
Figura 8: <i>Uso de 3W+2H para la definición del problema</i>	18
Figura 9 : <i>Plan de recolección de datos</i>	20
Figura 10: <i>Recolección de datos y estadística descriptiva</i>	21
Figura 11: <i>Test de normalidad de datos de la compañía</i>	22
Figura 12: <i>Test de normalidad de base de datos externa</i>	22
Figura 13: <i>Valor p Prueba Mann-Whitney</i>	23
Figura 14: <i>Diagrama de cajas</i>	24
Figura 15: <i>Prueba de bondad de ajuste variable Y</i>	25
Figura 16: <i>Gráficas de análisis de capacidad</i>	26
Figura 17: <i>Pareto variable tiempo para recoger el producto del almacén del cliente</i>	27
Figura 18: <i>Pareto variable tiempo para que el producto llegue al centro de distribución</i>	27
Figura 19: <i>Pareto variable tiempo para inspeccionar los productos y enviar un correo a Calidad</i>	28
Figura 20: <i>Pareto variable Tiempo para que calidad genere un registro de disposición y notifique al gerente de logística inversa</i>	28
Figura 21: <i>Pareto variable tiempo para que el gerente de logística inversa apruebe la decisión de calidad</i>	29
Figura 22: <i>Pareto variable tiempo para generar la orden de transporte</i>	29
Figura 23: <i>Pareto variable tiempo para almacenar el producto</i>	30
Figura 24: <i>Pareto variable tiempo procesamiento de nota de crédito</i>	30
Figura 25: <i>Pareto por proceso</i>	31
Figura 26: <i>Lluvia de ideas</i>	32
Figura 27: <i>Diagrama de Ishikawa</i>	33

Figura 28: <i>Causas ponderadas</i>	34
Figura 29: <i>Causas con mayor impacto</i>	35
Figura 30: <i>Diagrama de impacto control</i>	36
Figura 31: <i>Diagrama matriz de tiempo de validaciones</i>	38
Figura 32: <i>Técnica 5 porque</i>	40
Figura 33: <i>Causa raíz con sus respectivas propuestas de solución</i>	42
Figura 34: <i>Estimación económica de las soluciones propuestas</i>	43
Figura 35: <i>Priorización de las soluciones propuestas con una Matriz Impacto-Control</i>	43
Figura 36: <i>Estimación económica final de las soluciones propuestas</i>	44
Figura 37: <i>Plan de Implementación</i>	45
Figura 38: <i>Flujo inicial de la empresa</i>	46
Figura 39: <i>Flujo rediseñado del proceso al tratarse del proveedor externo 1</i>	48
Figura 40: <i>Flujo rediseñado del proceso al tratarse del proveedor externo 2</i>	49
Figura 41: <i>Tiempos objetivos por etapa</i>	50
Figura 42: <i>Columnas de Tabla interactiva en Excel de registro de información de devoluciones</i>	52
Figura 43: <i>Columnas de Tabla interactiva en Excel de registro de fechas de devoluciones</i>	52
Figura 44: <i>Indicadores del proceso de devolución</i>	54
Figura 45: <i>Canal de comunicación de la empresa (listas)</i>	55
Figura 46: <i>Canal de comunicación de la empresa (carpetas)</i>	56
Figura 47: <i>Configuración del flujo para automatización de correos</i>	56
Figura 48: <i>Sesión de capacitación de personal</i>	57
Figura 49: <i>Valor P Mann-Whitney del tiempo de espera para recoger el producto del almacén del cliente antes y después de la implementación</i>	58
Figura 50: <i>Gráfica de caja del tiempo de espera para recoger el producto del almacén del cliente antes y después de la implementación</i>	59
Figura 51: <i>Valor P Mann-Whitney del Tiempo de espera para que el producto llegue al centro de distribución antes y después de la implementación</i>	60
Figura 52: <i>Gráfica de caja del Tiempo de espera para que el producto llegue al centro de distribución antes y después de la implementación</i>	60

Figura 53: <i>Valor P Mann-Whitney del Tiempo de espera para inspeccionar los productos y enviar un correo electrónico a Calidad antes y después de la implementación</i>	60
Figura 54: <i>Gráfica de caja del Tiempo de espera para inspeccionar los productos y enviar un correo electrónico a Calidad antes y después de la implementación</i>	61
Figura 55: <i>Valor P Mann-Whitney del Tiempo de espera para que el Gerente de Logística Inversa apruebe la decisión de Calidad antes y después de la implementación</i>	61
Figura 56: <i>Gráfica de caja del Tiempo de espera para que el Gerente de Logística Inversa apruebe la decisión de Calidad antes y después de la implementación</i>	62
Figura 57: <i>Valor P el tiempo de procesamiento para la emisión de notas de crédito antes y después de la implementación</i>	63
Figura 58: <i>Estimación de la diferencia del tiempo de procesamiento para la emisión de notas de crédito antes y después de la implementación</i>	63
Figura 59: <i>Gráfica de caja del tiempo de procesamiento para la emisión de notas de crédito antes y después de la implementación</i>	64
Figura 60: <i>Gráfico de barras que muestra los tiempos promedio antes y después de la Y y los tiempos de espera de las variables críticas</i>	65
Figura 61: <i>Análisis de capacidad del tiempo de procesamiento para la emisión de notas de crédito antes y después de la implementación</i>	66
Figura 62: <i>Costos de almacenamiento antes y después de la implementación</i>	66
Figura 63: <i>Cantidad de producto donado antes y después de la implementación</i>	67
Figura 64: <i>Toneladas de producto incinerado antes y después de la implementación</i>	68
Figura 65: <i>Plan de control</i>	69
Figura 66: <i>Prueba de bondad de ajuste tiempo para recoger el producto del almacén del cliente (X1)</i>	77
Figura 67: <i>Prueba de bondad de ajuste tiempo para que el producto llegue al centro de distribución (X2)</i>	77
Figura 68: <i>Prueba de bondad de ajuste tiempo para inspeccionar los productos y enviar un correo electrónico a Calidad (X3)</i>	78
Figura 69: <i>Prueba de bondad de ajuste tiempo para que Calidad genere un registro de disposición y notifique al Gerente de Logística Inversa (X4)</i>	78

Figura 70: <i>Prueba de bondad de ajuste tiempo para que el Gerente de Logística Inversa apruebe la decisión de Calidad (X5)</i>	79
Figura 71: <i>Prueba de bondad de ajuste tiempo para generar la orden de transporte (X6)</i>	79
Figura 72: <i>Prueba de bondad de ajuste tiempo para almacenar el producto (X7)</i>	80

Índice de Tablas

Tabla 1: Plan de verificación de causas	37
Tabla 2: Valor p Prueba Mann-Whitney entre tiempos de espera fin de mes vs resto del mes....	39

Índice de Ecuaciones

Ecuación 1: Ecuación de costo mensual asociado a las posiciones de pallets	19
Ecuación 2: Total de productos donados por mes	19
Ecuación 3: Total de productos incinerados por año	19

Capítulo 1

1.1 Introducción

En Ecuador el sector farmacéutico desempeña un rol fundamental tanto en la protección de la salud pública como en el impulso de la economía nacional. A nivel de salud, proporciona medicamentos esenciales para el tratamiento y prevención de enfermedades, mientras que, a nivel económico, es un generador de empleo y divisas, contribuyendo al Producto Interno Bruto. Dentro de esta industria se puede encontrar procesos que siguen una línea logística tanto directa como inversa. Ahora bien, en el proceso de logística inversa ocurren varios desafíos, desde la recolección del producto, la validación de datos y demás, se suele generar re trabajos, sobretiempos en las devoluciones y demás situaciones que generan problemas económicos y acuerdos comerciales hacia la empresa.

La empresa de nuestro caso, es una empresa reconocida por su gran distribución de productos farmacéuticos, dermocosmética, cuidado personal, entre otros y la cual opera con una red de proveedores internacionales localizados en México, Colombia, Alemania y Perú, y abastece a una amplia gama de clientes locales, incluyendo farmacias, supermercados y distribuidores, presenta problemas en el área de logística inversa, ya que se reporta un tiempo demasiado alto en las emisiones de notas de crédito a sus clientes. Esto tiene un impacto negativo en la parte económica de la compañía porque existe una retención de ingresos, debido a que mientras la nota de crédito no sea emitida, muchos clientes optan por retener los pagos de facturas pendientes asociadas a la devolución. Además, en cuanto a la relación con el cliente, las demoras en la gestión de devoluciones generan una clara insatisfacción y en lo interno, un proceso de devoluciones lento revela una clara descoordinación entre las áreas involucradas. Esta falta de sincronización dificulta el seguimiento de los productos devueltos y el avance de cada solicitud

Este proyecto propone optimizar el proceso de devoluciones de productos farmacéuticos en el área de logística inversa, con el objetivo principal de reducir el tiempo promedio de emisión de notas de crédito, respondiendo a las necesidades previamente mencionadas. Además, el proyecto se alinea con una visión de triple impacto (económico, ambiental y social), proponiendo acciones que también mejoren el uso de recursos, eviten reprocesos innecesarios y consideren medidas responsables como la donación de productos no comercializables. En conjunto, esta propuesta se enmarca en la metodología DMAIC que permite abordar la mejora de procesos de forma estructurada, basada en datos y orientada a resultados sostenibles.

1.2 Descripción del Problema

Una gestión eficiente en el área de devoluciones en una empresa, asegura que se mantengan las buenas relaciones de la misma con sus clientes. En la empresa de nuestro caso uno de los problemas que se han encontrado es el elevado tiempo de ciclo en su proceso de logística inversa. Actualmente, el tiempo promedio de gestión de devoluciones alcanza los 93 días, lo cual sobrepasa los requerimientos de los clientes, quienes esperan recibir su nota de crédito en un plazo inferior a 30 días.

Esta diferencia de tiempo genera consecuencias tanto operativas y también estratégicas. En primer lugar, la prolongación de los tiempos de respuesta afecta la percepción del servicio al cliente, bajando el nivel de satisfacción y la fidelización, especialmente de las farmacias, supermercados y distribuidores que constituyen la cartera principal de clientes. En segundo lugar, las demoras dificultan la disponibilidad de información crítica generando distorsiones y dificultades en la planificación de inventarios o en la evaluación de indicadores de devoluciones

Adicionalmente, se ha detectado que la empresa incurre en costos logísticos innecesarios durante la recolección de productos devueltos, lo cual se relaciona con un diseño ineficiente del

proceso actual. Uno de los principales hallazgos ha sido la existencia de retrabajos frecuentes, particularmente en el mal conteo de los productos devueltos, además en el proceso de aprobaciones y validaciones debido a numerosos correos electrónicos, lo cual ralentiza el flujo y evidencia una falta de estandarización y automatización. Estas actividades hacen que el proceso sea más complejo afectando la eficiencia del mismo.

El reto de este proyecto consiste en reducir el tiempo promedio del proceso de devoluciones, sin comprometer el cumplimiento de las normativas ni los estándares de calidad requeridos en la industria farmacéutica. Debido a esto se establece como prioridad la necesidad de mantener los controles de calidad vigentes, operar dentro de las capacidades del sistema SAP utilizado por la empresa, y garantizar la trazabilidad documental de los productos retornados. Además, se debe considerar los diferentes criterios u opiniones que tengan las diferentes áreas involucradas en el proceso, como logística, calidad y transporte, así como las limitaciones en recursos humanos y tecnológicos actualmente disponibles.

Por lo tanto, en este trabajo se propone optimizar el proceso de logística inversa, con el objetivo de alinear los tiempos de devolución con las expectativas del cliente, mejorar la eficiencia operativa y reducir costos asociados.

1.3 Justificación del Problema

Con el siguiente proyecto se busca abordar un tema relevante dentro de la empresa farmacéutica y a su vez buscar mejorar la satisfacción del cliente y la sostenibilidad económica del proceso logístico. La reducción del tiempo promedio de gestión de devoluciones representa una necesidad urgente en la empresa de nuestro caso, ya que permitirá no solo cumplir con las expectativas del cliente quien requiere la emisión de su nota de crédito en menos de 30 días, sino

también evitar perder la confianza en el servicio postventa, un factor clave en el sector farmacéutico y de consumo masivo.

Al mejorar los tiempos de respuesta, la empresa podrá incrementar la confiabilidad y profesionalismo en su relación con farmacias, supermercados y distribuidores. Esto se traduce en una mayor satisfacción, fidelización de los clientes y posicionamiento competitivo dentro del mercado. Además, la reducción del ciclo de devoluciones permite liberar recursos logísticos, disminuir los re trabajos y eliminar actividades que no agregan valor, contribuyendo a una mayor eficiencia operativa.

Desde el punto de vista financiero, la optimización del proceso contribuirá a la disminución de los costos logísticos asociados a la recolección y almacenamiento de productos devueltos, ya que se evitará trabajos como conteos múltiples, excesiva validación por correos y flujos poco automatizados. Asimismo, permitirá mejorar la disponibilidad y precisión de la información, lo cual es esencial para la toma de decisiones operativas y estratégicas, tales como la planificación de inventarios, la gestión de almacenes, el control de calidad y la proyección de demanda.

En resumen, esta investigación no solo busca resolver una ineficiencia puntual del proceso, sino que apunta a fortalecer la cadena de suministro en su conjunto, haciendo más fluido, económico y confiable el flujo de productos retornados. Con ello, la empresa de nuestro caso podrá destacar en su proceso logístico estando alineado a las mejores prácticas del sector y a las crecientes exigencias del mercado.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General:

Reducir el tiempo promedio de procesamiento para devoluciones de productos de 93 a 30 días calendario dentro de un período de 3 meses en 2025.

1.4.2 Objetivos específicos

- Documentar el proceso actual de logística inversa, identificando todos los pasos, las partes responsables y los plazos en el mismo.
- Identificar las causas raíz que están generando tiempos elevados en la emisión de notas de crédito, utilizando la metodología DMAIC.
- Cuantificar la reducción en los tiempos de devolución y analizar el impacto de las soluciones implementadas en relación con los tres ejes fundamentales de la sostenibilidad: económico, social y ambiental.

1.5 Marco teórico

1.5.1 Metodología DMAIC

El modelo DMAIC es un enfoque estructurado para el análisis y la optimización de los procesos empresariales. Se trata de una metodología de mejora continua fundamentada en el uso de datos, asociada a la filosofía Six Sigma. Este modelo se desarrolla a través de cinco fases principales las cuales son Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar, estas fases orientan de forma sistemática la mejora de los procesos (Selvi & Majumdar, 2014).

1.5.2 Definir

En esta fase inicial, es fundamental identificar con precisión el problema que se desea abordar. Para ello, se realiza un análisis detallado de cada componente del proceso, incluyendo

sus entradas y salidas, los equipos utilizados, el personal involucrado y cualquier otro elemento que pueda influir en su funcionamiento. Esta exploración profunda permite reconocer los posibles factores que podrían estar generando la problemática observada (Donderis, Martínez, Nagrani, Zachrisson, & Barría, 2019).

1.5.3 VOC

El análisis profundo de las verdaderas expectativas del cliente, conocido como Voz del Cliente (VOC), constituye una estrategia clave para definir procesos efectivos de desarrollo de productos o servicios. A través de métodos o encuestas VOC, es posible traducir las necesidades del consumidor en requisitos funcionales y emocionales que orientan el diseño y la creación del producto o servicio (Carulli, Bordegoni, & Cugini, 2013).

1.5.4 CTQ

Dentro del enfoque *Six Sigma*, el método CTQ se presenta como una herramienta que permite interpretar y convertir las demandas del cliente, como sus necesidades, expectativas y requisitos, en características técnicas específicas del producto o servicio. Esta conversión facilita el paso de ideas abstractas y difíciles de cuantificar hacia atributos concretos que pueden ser medidos y gestionados. Los elementos CTQ representan los aspectos clave de calidad que deben cumplirse para satisfacer los requerimientos del cliente (Knop, 2016).

1.5.5 SIPOC

El diagrama SIPOC constituye una herramienta preliminar valiosa para realizar el mapeo detallado del proceso que se desea analizar. En el contexto de la metodología *Six Sigma*, el SIPOC se emplea para representar de manera estructurada el proceso empresarial que se busca optimizar (Sabir, Touri, Bergadi, & Moussetad, 2015).

1.5.6 Medir

Durante esta fase, se seleccionan y definen indicadores cuantificables clave como la calidad o la seguridad del proceso. Para ello, es necesario recopilar información que sirva como punto de referencia, estableciendo métricas iniciales. Los datos obtenidos de fuentes agregadas deben ser examinados cuidadosamente para asegurar su exactitud. Además, es fundamental que estos datos puedan representarse gráficamente para facilitar su interpretación (Monday, 2022).

1.5.7 Analizar

Esta etapa integra el conocimiento disponible sobre el proceso junto con información de referencia, con el objetivo de detectar y confirmar las causas de fallos, variaciones, demoras, pérdidas u otros factores que originan defectos en el desarrollo del proceso (Monday, 2022).

1.5.8 Lluvia de ideas

La técnica de lluvia de ideas consiste en una dinámica grupal orientada a estimular la generación de propuestas originales dentro de un entorno informal. Fue desarrollada en 1941 por Alex Osborn, quien observó que el intercambio libre y espontáneo de ideas en grupo superaba en cantidad y calidad a las ideas obtenidas de manera individual. Este método permite que los participantes aporten sugerencias sobre un tema específico, aprovechando al máximo su potencial creativo (Montoya Ríos & Aguilar Zambrano, 2013).

1.5.9 Ishikawa

El diagrama de causa y efecto, conocido también como diagrama de Ishikawa, es una herramienta que permite visualizar de manera estructurada las múltiples relaciones de causa y efecto entre las distintas variables involucradas. En este esquema, el efecto o problema principal se ubica en la parte frontal, mientras que en el cuerpo del diagrama se representan las causas y

sub-causas que influyen en el desarrollo del proceso analizado (Mendoza, Campo, Quiñones, Álvarez, & Palacio, 2020).

1.5.10 Prueba U de Mann-Whitney

Esta prueba es considerada una técnica estadística para comparar dos grupos independientes en una escala continua y también compara la mediana entre las muestras. Además, es una prueba para datos no paramétricos. Cabe recalcar que para el uso de esta prueba los grupos a analizar deben ser independientes (Milenović, 2011).

1.5.11 Test de normalidad

El test de normalidad es una herramienta estadística fundamental para verificar si los datos se ajustan a una distribución normal, la cual es central en el análisis estadístico. Muchas pruebas estadísticas se basan en el supuesto de que las variables de salida o los residuos del modelo presentan una distribución normal. Para evaluar esta condición, se emplean métodos gráficos y numéricos que permiten determinar la validez de dicho supuesto. (Kwak & Park, 2019).

1.5.12 Coeficiente de correlación de Spearman

La correlación de Spearman constituye una técnica estadística no paramétrica utilizada para evaluar el grado de asociación entre dos variables cuantitativas. Este método se basa en los rangos de los datos y permite identificar relaciones monotónicas sin requerir que las variables sigan una distribución normal (Barrera, 2014).

1.5.13 Mejorar

La fase de mejora implica la ejecución de acciones orientadas a optimizar los procesos existentes, mediante la implementación de soluciones que permitan corregir las deficiencias previamente detectadas (Huayapa, Mamani, San Román, Casapino, & Bellido, 2023).

1.5.14 Controlar

La fase de control se enfoca en la aplicación de mecanismos de monitoreo y supervisión del proceso, con el propósito de asegurar la sostenibilidad de las mejoras implementadas y evitar la repetición de fallos previamente identificados. (Huayapa, Mamani, San Román, Casapino, & Bellido, 2023).

Capítulo 2

2.1 Metodología.

Para el desarrollo de este proyecto se implementó la metodología DMAIC, que abarcó las fases de Definir, Medir, Analizar, Mejora del proceso y Control. A continuación, se dio inicio a la etapa de Definir.

2.2 Definir

En esa etapa, el primer paso fue conocer los antecedentes de la empresa, definir los objetivos, identificar el problema a solucionar y establecer el alcance del proyecto.

2.2.1 SIPOC

Se realizó el SIPOC para el mapeo de forma macro del proceso en el área de logística inversa esto para conocer más sobre el proceso (ver Figura 1).

Figura 1

SIPOC

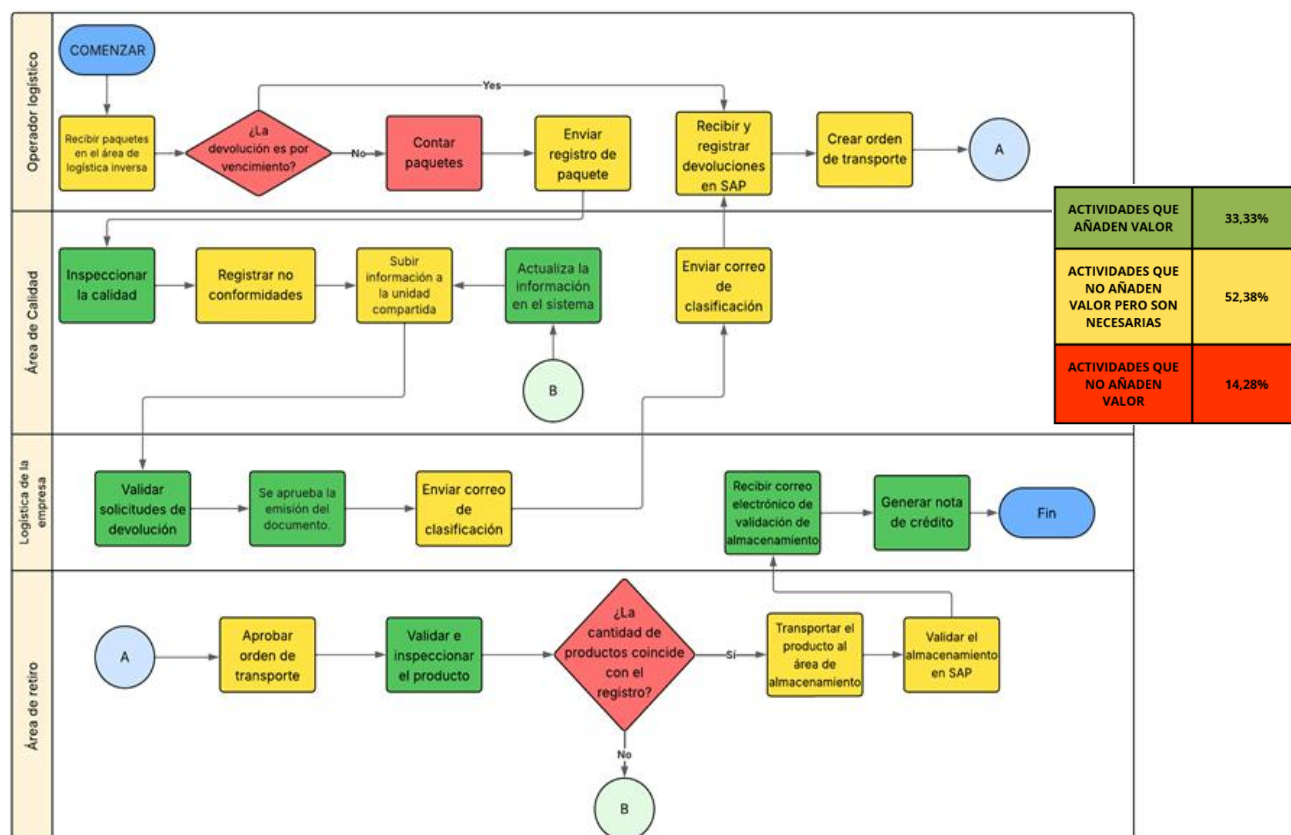
Proveedor	Entrada	Proceso	Salida	Cliente
Cliente	Solicitud de devolución e información.	Recibir y revisar la solicitud de devolución	Solicitud registrada	KAM(Área Comercial)
KAM(Comercial Area)	Política de devoluciones	Validar el cumplimiento de la política de devoluciones	Solicitud aprobada o rechazada	Gerente de País Operador Logístico
	Solicitud de excepción	Solicitar aprobación de excepción (si es necesario)	Instrucción para logística	
Gerente de País	Decisión de aprobación	Aprobar/rechazar solicitud de excepción	Autorización de devolución	Logística de la empresa
Logística de la empresa	Plan logístico	Planificar y ejecutar la retirada del producto	Producto recuperado	Operador de logística inversa
	Producto a devolver	Entregar producto al área de Logística Inversa	Producto en área de logística inversa	
Reverse logistics operator	Validación del sistema	Validar códigos y cantidades, inspeccionar y devolver el producto al almacén.	Datos verificados	Logística de la empresa
Logística de la empresa	Documentación	Generar nota de crédito	Nota de crédito emitida	Cliente

El SIPOC permitió visualizar el proceso de devolución y definir el alcance analizado (de la retirada del producto a la nota de crédito), buscando mayor precisión y reducción de tiempos.

Se elaboró un diagrama de flujo del proceso (ver Figura 2), mostrando el porcentaje de actividades que agregan valor, no lo agregan, pero son necesarias, y las que no agregan valor, cada una con color específico y calculadas sobre el total de actividades.

Figura 2

Mapeo de procesos del alcance del proyecto



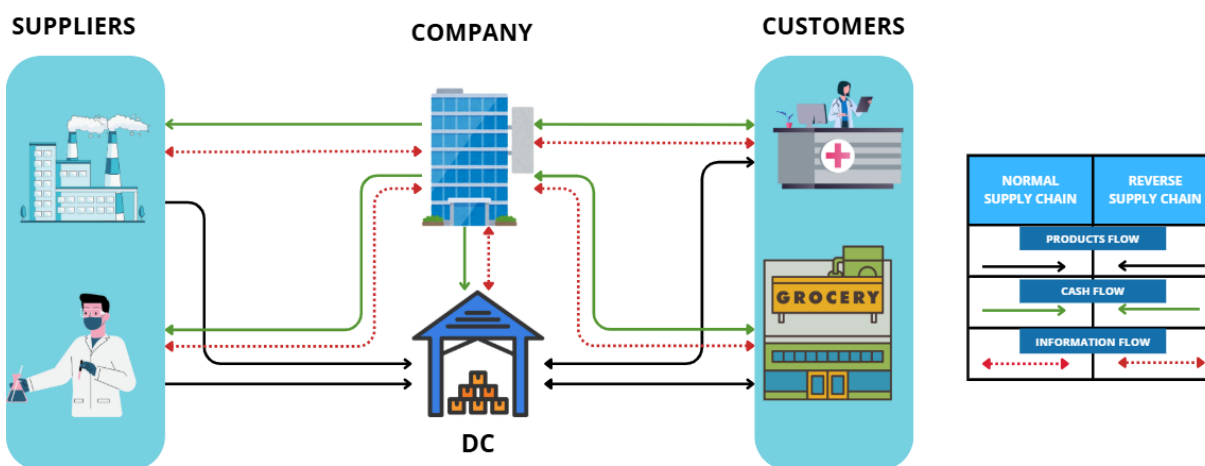
2.2.2 Cadena de suministro

En la Figura 3 se observa la cadena de suministro de la distribuidora farmacéutica, cuyos proveedores envían los productos al centro de distribución de la empresa. Este centro, operado por un proveedor logístico externo, se encarga tanto de entregar los productos a los clientes como de recoger las devoluciones directamente en sus puertas para retornarlas al mismo centro. En

cuanto a la logística inversa, el flujo de productos se da desde los clientes hacia el centro de distribución, el flujo de dinero ocurre entre la empresa y los clientes, y el flujo de información involucra a los tres actores: la empresa, el centro logístico y los clientes.

Figura 3

Cadena de suministro de la compañía



2.2.3 Necesidades del cliente

Para empezar con la identificación del problema se tuvieron reuniones con las partes interesadas de la empresa (ver Figura 4).

Figura 4

Mapa de actores



Después de escuchar sus necesidades, estas fueron registradas y segmentadas aplicando la metodología VOC (ver Figura 5).

Figura 5

VOC



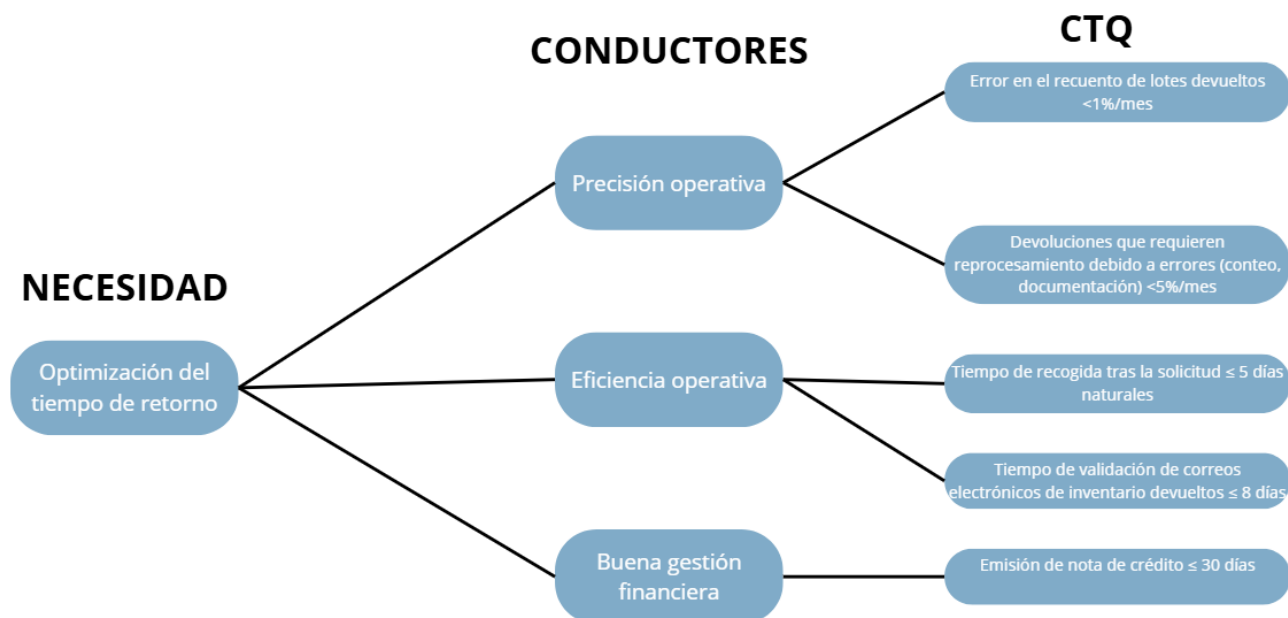
Cabe recalcar que las necesidades del Gerente de la compañía y del Coordinador de Logística y Operaciones estuvieron estrechamente relacionadas. Gracias a la información recibida de cada actor involucrado, y después de haberla agrupado, se pudieron definir los drivers en el CTQ.

2.2.4 CTQ TREE (Crítico para la Calidad)

Se realizó el árbol de la calidad, en el cual se establecieron la necesidad del cliente, los drivers y los medidores de calidad (ver Figura 6).

Figura 6

CTQ



Luego de recolectar y agrupar las necesidades y la información de la base de datos, se establece la Y, es decir la necesidad principal de optimizar el tiempo de devoluciones en la empresa. Para lograrlo, se identificaron tres drivers clave que impactan directamente en el rendimiento del proceso:

2.2.4.1 Precisión Operacional (Operational Accuracy)

Se enfoca en minimizar errores durante el conteo y documentación de los productos devueltos.

2.2.4.2 Eficiencia Operacional (Operational Efficiency)

Apunta a reducir los tiempos en las etapas operativas del proceso de devolución.

2.2.4.3 Buena Gestión Financiera (Good Financial Management)

Se refiere a la rapidez y eficacia en la generación de compensaciones económicas al cliente.

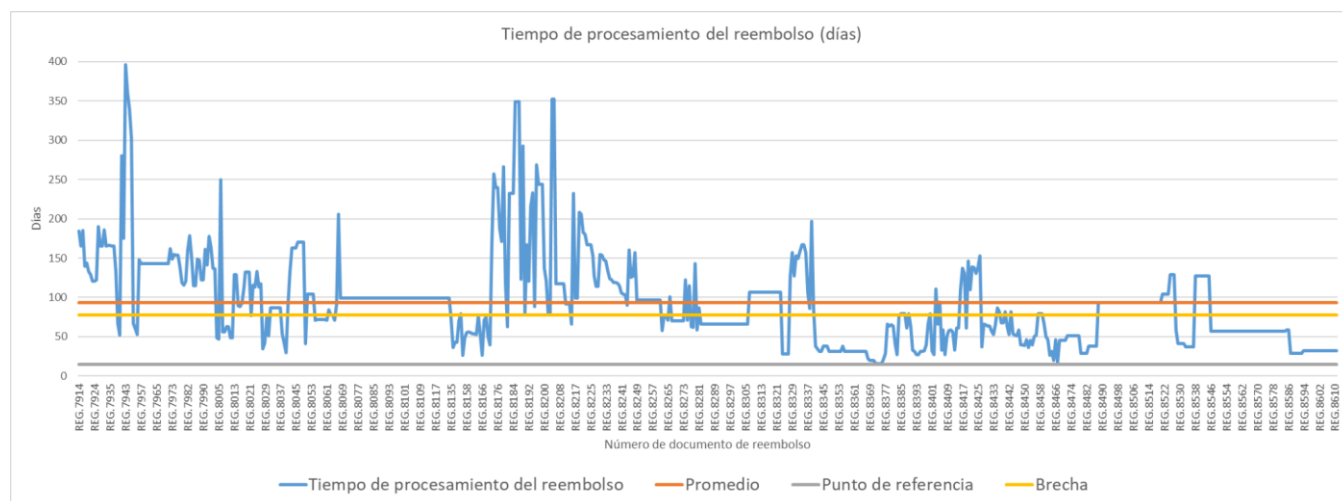
2.2.5 Definición de la variable “Y”

Como variable Y se decidió tomar el tiempo de procesamiento para la emisión de la nota de crédito, es decir, el número de días transcurridos desde que el cliente registró la solicitud de devolución hasta que se generó la nota de crédito.

Se puede observar en la Figura 7 los tiempos que se han recolectado desde marzo del 2024 hasta abril del 2025. El eje X representa el número del documento, ya que varias solicitudes de devolución llegan en el mismo día. El proceso de emisión de la nota de crédito actualmente tiene un promedio de 93 días, con un punto de referencia de 15 días y una brecha de 78 días.

Figura 7

Serie de tiempo



Por ende, nuestra variable Y será el *Tiempo de procesamiento para la emisión de notas de crédito*, la cual está conformada por una serie de variables que representan los tiempos específicos dentro del proceso logístico: **X1**, los días que toma recolectar el producto desde el

almacén del cliente; **X2**, los días que demora en llegar el producto al centro de distribución; **X3**, el tiempo que tarda en inspeccionarse el producto y enviarse un correo al área de Calidad; **X4**, el período requerido para que Calidad genere un registro con las acciones a tomar y lo comunique al Gestor de Logística Inversa; **X5**, el tiempo que este gestor demora en aprobar la decisión de calidad; **X6**, el lapso necesario para generar una orden de transporte; y finalmente **X7**, el tiempo que toma almacenar el producto.

2.2.6 Definición del problema

De acuerdo a la herramienta 3W+2H (ver Figura 8) se declara: “Desde marzo de 2024, en el área de logística inversa de la Empresa de Consumo Masivo de Guayaquil, el ciclo de retorno promedio es muy alto, de 93 días. Debería ser de 15 días en promedio, según las necesidades del cliente.”

Figura 8

Uso de 3W+2H para la definición del problema

Enunciado del problema (3W+2H)	
¿QUÉ?	El ciclo de retorno promedio es muy alto
¿DÓNDE?	En el área de la logística inversa
¿CUÁNDO?	Desde marzo de 2024
¿CUÁNTO?	El promedio es de 93 días.
¿CÓMO LO SABES?	Deberían ser 15 días

2.2.7 Métricas de sostenibilidad

2.2.7.1 Pilar económico. Reducir el coste económico mensual asociado a las posiciones de pallets ocupadas por los productos almacenados en el almacén.

$$\text{Costo mensual} = \text{Número de posiciones ocupadas} \times \text{Costo por posición de pallet (\$)} \quad (1)$$

2.2.7.2 Pilar social. Donar productos vencidos a distribuidores necesitados, de este modo la empresa obtiene una perspectiva positiva por parte de personas externas.

$$(\text{Unidades}) = \sum \text{Productos donados por mes} \quad (2)$$

2.2.7.3 Pilar ambiental. Reducir la huella de carbono producida por año

$$\text{Productos incinerados (unidades)} = \sum \text{Número de Productos No Recuperables en un Año} \quad (3)$$

2.2.8 Plan de recolección de datos

Se estableció un plan de recolección de datos, mediante el cual se solicitó información directamente desde la base de datos. A partir de esta información, se definieron las variables que permitieron caracterizar el problema (ver Figura 9).

Figura 9*Plan de recolección de datos*

VARIABLE	QUE			DÓNDE	CUANDO	CÓMO	POR QUÉ	Quien	ESTADO	ESTRATIFICACIÓN
	Medición operativa	Unidad de medida	Tipo de datos	¿Dónde recolectar?	¿Cuándo se recogió?	Método de recolección	Why to collect?	¿Persona que recogió?		
Y	Tiempo de procesamiento para la emisión de notas de crédito	Días	Continuo	Base de datos	Desde julio de 2024	Base de datos del responsable	Para medir la duración total del proceso de retorno	Equipo de trabajo interno	En curso	Tipo de cliente
X1	Tiempo de recoger el producto del almacén del cliente.	Días	Continuo	Base de datos	Q2 2025	Base de datos del responsable	Para evaluar el retraso en la recogida del producto devuelto	Equipo de trabajo interno	En curso	Tipo de cliente
X2	Tiempo para que el producto llegue al centro de distribución	Días	Continuo	Base de datos	Q2 2025	Base de datos del responsable	Para medir el tiempo de transporte	Equipo de trabajo interno	En curso	Tipo de cliente
X3	Tiempo para inspeccionar los productos y enviar un correo electrónico a Calidad	Días	Continuo	Base de datos	Q2 2025	Base de datos del responsable	Para medir el tiempo de inspección inicial y escalada	Equipo de trabajo interno	En curso	Tipo de cliente
X4	Tiempo para que Calidad genere un registro de disposición y notifique al Gerente de Logística Inversa	Días	Continuo	Base de datos	Q2 2025	Base de datos del responsable	Para rastrear el tiempo de toma de decisiones desde la calidad	Equipo de trabajo interno	En curso	Tipo de cliente
X5	Tiempo para que el Gerente de Logística Inversa apruebe la decisión de Calidad	Días	Continuo	Base de datos	Q2 2025	Base de datos del responsable	Para evaluar la velocidad de aprobación de decisiones	Equipo de trabajo interno	En curso	Tipo de cliente
X6	Tiempo para generar la orden de transporte	Días	Continuo	Base de datos	Q2 2025	Base de datos del responsable	Para evaluar el tiempo de generación de la orden de transporte	Equipo de trabajo interno	En curso	Tipo de cliente
X7	Tiempo para almacenar el producto	Días	Continuo	Base de datos	Q2 2025	Base de datos del responsable	Para evaluar el tiempo de transporte entre áreas	Equipo de trabajo interno	En curso	Tipo de cliente
X8	Total de producto donado al mes	Unidades	Discreto	Base de datos	Marzo de 2023-Junio de 2025	Base de datos del responsable	Para cuantificar las contribuciones sociales a través de donaciones	Equipo de trabajo interno	En curso	Tipo de producto
X9	Costo mensual de los puestos ocupados	Dólares (USD)	Continuo	Base de datos	Enero de 2023 - mayo de 2025	Base de datos del responsable	Para monitorear el impacto económico del espacio utilizado para devoluciones e impulsar la eficiencia en el uso del almacén	Equipo de trabajo interno	En curso	Tipo de producto / Zona de almacén
X10	Productos incinerados por mes	Unidades	Continuo	Base de datos	Abril-mayo de 2025	Base de datos del responsable	Para monitorear el impacto ambiental de los residuos no valorizables	Equipo de trabajo interno	En curso	Tipo de producto

Nota. Variables medidas para conocer los puntos críticos del proceso donde más tiempo hay.

2.3 Medir

2.3.1 Recolección de datos y estadística descriptiva

En la Figura 10 se presentan las estadísticas descriptivas de cada una de las variables que conforman el proceso de logística inversa, desde la recolección del producto hasta su almacenamiento final. Estas variables (X1 a X7) fueron medidas individualmente, y con base en ellas se construyó la variable Y, que representa el tiempo total de procesamiento para la emisión de la nota de crédito.

Figura 10*Recolección de datos y estadística descriptiva*

Información/ variable	Tiempo para recoger el producto del almacén del cliente (X1)	Tiempo para que el producto llegue al centro de distribución (X2)	Tiempo para inspeccionar los productos y enviar un correo electrónico a Calidad (X3)	Tiempo para que Calidad genere un registro de disposición y notifique al Gerente de Logística Inversa (X4)	Tiempo para que el Gerente de Logística Inversa apruebe la decisión de Calidad (X5)	Tiempo para generar la orden de transporte (X6)	Tiempo para almacenar el producto (X7)	Tiempo de procesamien to para la emisión de notas de crédito (Y)
Tipo de dato	Continuo	Continuo	Continuo	Continuo	Continuo	Continuo	Continuo	Continuo
¿Cómo se mide?	Base de datos del responsable	Base de datos del responsable	Base de datos del responsable	Base de datos del responsable	Base de datos del responsable	Base de datos del responsable	Base de datos del responsable	Base de datos del responsable
Tamaño de la muestra	72	72	72	72	72	72	72	72
Nivel de confianza	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
Error	15,37%	12,94%	9,39%	9,67%	13,39%	8,16%	6,99%	5,95%
Promedio	10,22	6,67	4,63	2,72	5,68	1,63	2,89	34,44
Desviación estándar	13,29	7,32	3,68	2,22	6,45	1,13	1,71	17,41

Si bien es cierto que tres de las variables individuales, como el tiempo de recolección (X1), la llegada al centro de distribución (X2) y la aprobación por parte del gestor (X5), presentan errores de muestreo superiores al 10%, al consolidar todas estas etapas en una sola variable Y, se obtuvo un **error de tan solo 5.95%**, con un nivel de confianza del 95%. Este resultado indica que, aunque los subprocesos tienen cierta variabilidad, el análisis del tiempo total del ciclo resulta estadísticamente confiable y puede ser utilizado para orientar decisiones y establecer mejoras dentro del proyecto.

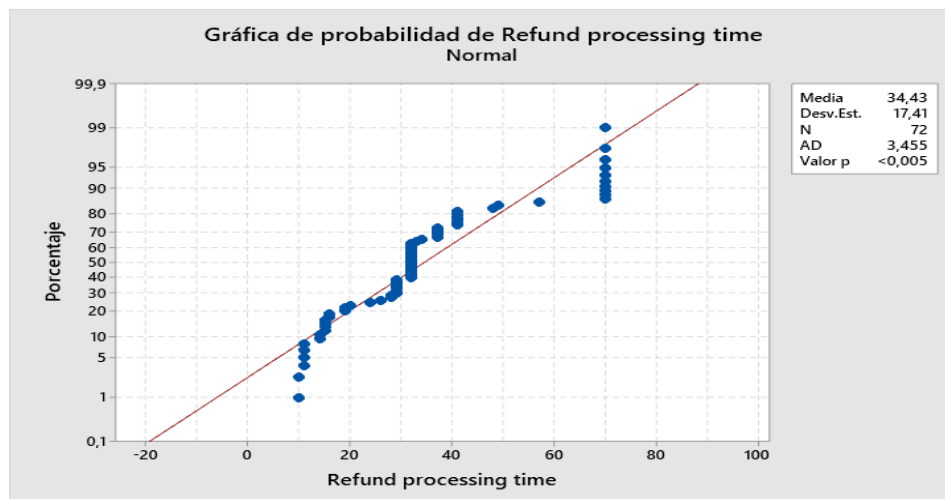
2.3.2 Test Normalidad

Se realizó una prueba de normalidad para los datos correspondientes al periodo de abril a junio de la variable Y1 que fueron obtenidos por la empresa del caso.

En la Figura 11 Se observa que el valor p es menor a 0,05, lo que proporciona evidencia suficiente para rechazar la hipótesis de que los tiempos de procesamiento para generar la nota de crédito siguen una distribución normal, se concluyó que los datos no siguen una normalidad.

Figura 11

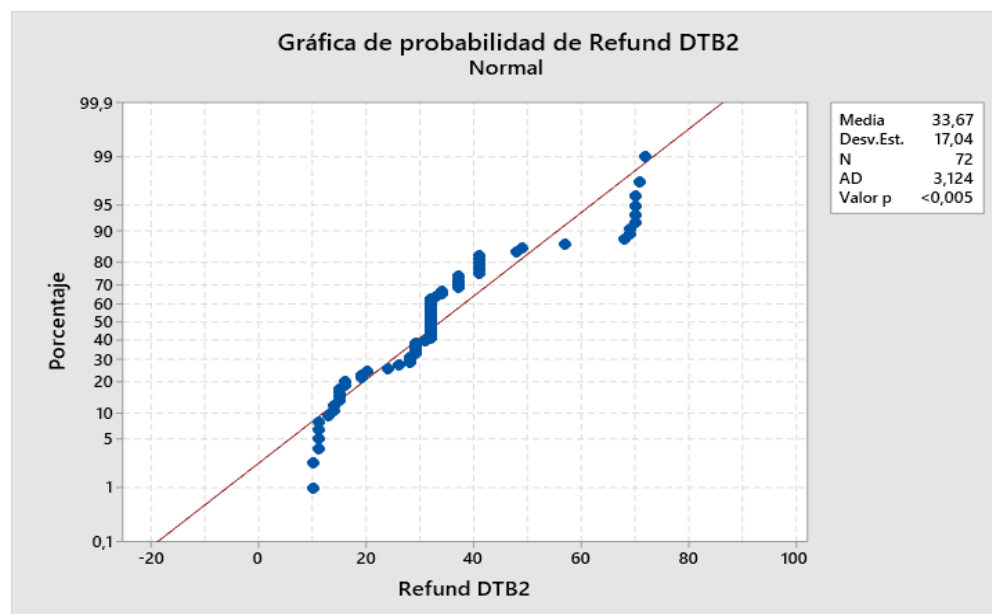
Test de normalidad de datos de la compañía



Este mismo procedimiento se aplicó para Y2 una base de datos externa administrada por el responsable de logística inversa (ver Figura 12).

Figura 12

Test de normalidad de base de datos externa



También en este caso, el valor “p” obtenido fue inferior a 0,05, por lo que se concluyó que estos datos tampoco siguen una distribución normal por lo que se necesita una corrección en el proceso para que estos datos sigan una distribución normal.

Se concluyó que los datos de la compañía del caso y también de la base de datos externa presentan variabilidad y posibles asimetrías que deben ser consideradas en el análisis.

2.3.3 Confiabilidad de los datos

Dado que los datos no siguen una distribución normal, recurrimos a métodos no paramétricos. Para evaluar la confiabilidad de los datos, aplicamos la prueba de Mann-Whitney, comparando los grupos Y1 y Y2.

Como podemos observar en la Figura 13 el valor p obtenido fue mayor que el nivel de significancia (0.05), se cuenta con evidencia suficiente para no rechazar la hipótesis nula. En consecuencia, no existen diferencias significativas entre ambos grupos, lo que respalda la consistencia y confiabilidad de los datos analizados.

Figura 13

Valor p Prueba Mann-Whitney

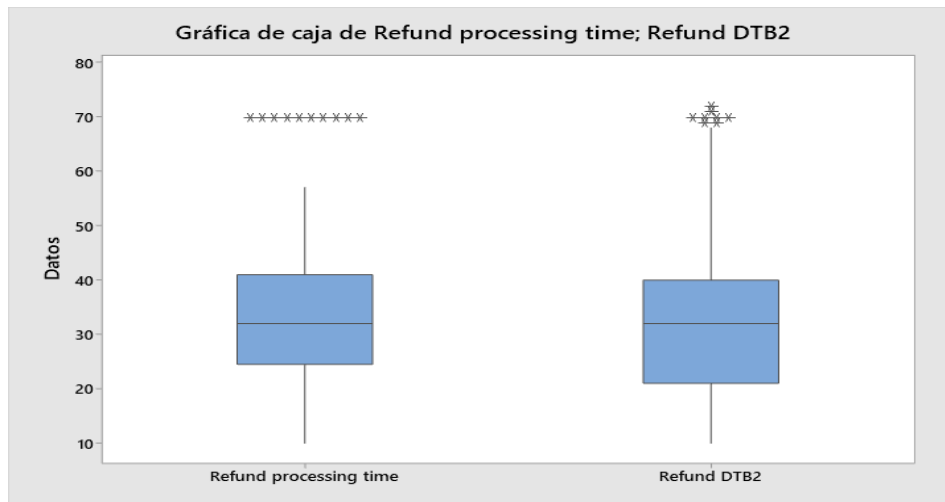
Prueba

Hipótesis nula $H_0: \eta_1 - \eta_2 = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \eta_1 - \eta_2 \neq 0$

Método	Valor W	Valor p
No ajustado para empates	5276,50	0,823
Ajustado para empates	5276,50	0,821

Además, gracias al diagrama de cajas representado en la Figura 14, se observa que los datos presentan poca variabilidad. Las medidas de dispersión son consistentes entre los grupos Y1 base de datos que de la empresa del caso y Y2 base de datos externa administrada por el responsable de logística inversa, lo que refuerza la conclusión de que no existen diferencias significativas.

Figura 14*Diagrama de cajas*

2.3.4 Análisis de capacidad

Dado que la variable Y no pudo ajustarse satisfactoriamente a ninguna distribución conocida, como se observa en la Figura 15 la prueba de bondad de ajuste, ningún valor p supera el umbral de significancia de 0.05, se procederá a analizar de forma individual los distintos componentes que la conforman (X1 a X7), con el fin de evaluar si cumplen con el supuesto de normalidad.

Figura 15*Prueba de bondad de ajuste variable Y***Prueba de bondad del ajuste**

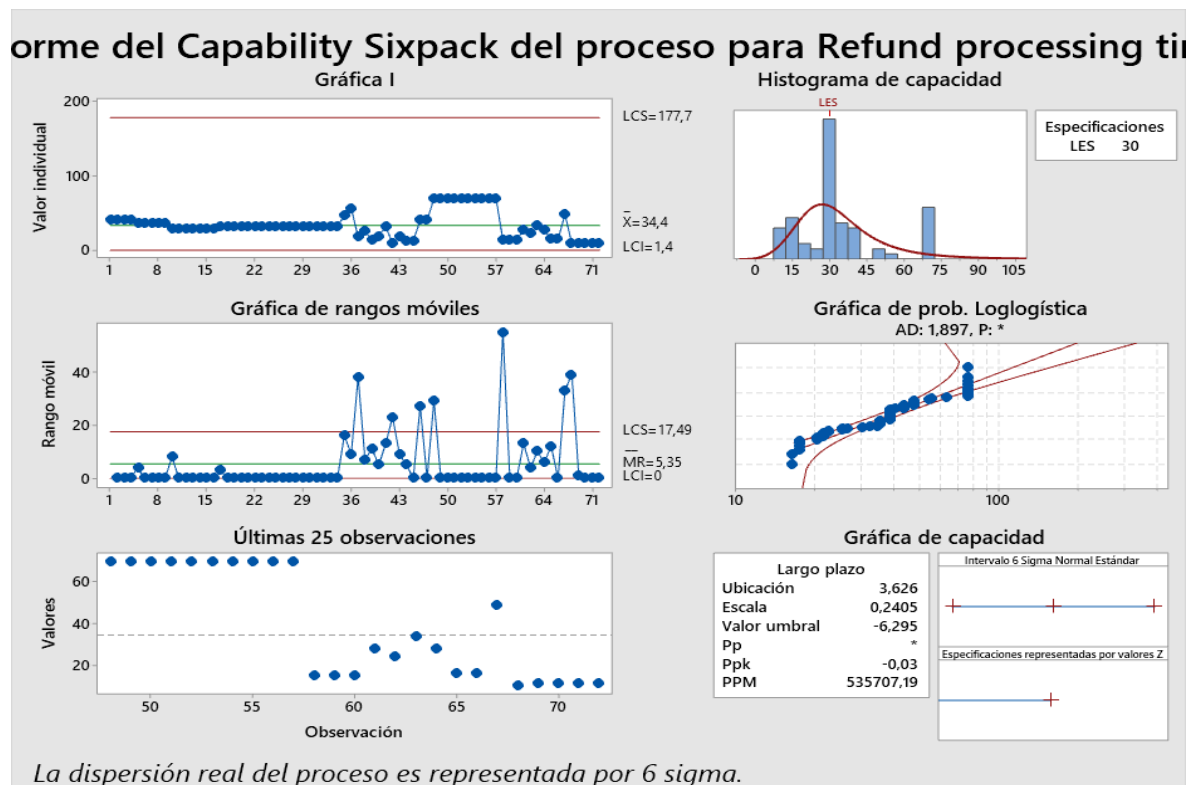
Distribución	AD	P	LRT	P
Normal	3,455	<0,005		
Transformación Box-Cox	3,455	<0,005		
Lognormal	2,178	<0,005		
Lognormal de 3 parámetros	2,030	*	0,352	
Exponencial	9,534	<0,003		
Exponencial de 2 parámetros	3,829	<0,010	0,000	
Weibull	2,433	<0,010		
Weibull de 3 parámetros	2,251	<0,005	0,010	
Valor extremo más pequeño	5,843	<0,010		
Valor extremo por máximos	2,034	<0,010		
Gamma	2,073	<0,005		
Gamma de 3 parámetros	2,216	*	0,276	
Logística	2,739	<0,005		
Loglogística	2,020	<0,005		
Loglogística de 3 parámetros	1,897	*	0,500	

Las pruebas de bondad de ajuste aplicadas a las variables componentes X1 a X7 se encuentran documentadas en el Apéndice A, desde la Figura 66 hasta la Figura 72. Al igual que con la variable Y, los resultados indican que ninguna de estas variables sigue una distribución normal, lo cual se evidencia en los valores p inferiores a 0.05 registrados en la tabla de bondad de ajuste.

Dado que los datos no se ajustaron a distribuciones conocidas ni pudieron transformarse, se aplicó un análisis de capacidad por percentiles, útil sin asumir normalidad. Se eligió la distribución log-logística de tres parámetros por su mejor ajuste ($AD = 1.897$). Como podemos observar en la Figura 16 el valor $Ppk = -0.03$ indica que el proceso está fuera del estándar y requiere mejoras sustanciales.

Figura 16

Gráficas de análisis de capacidad

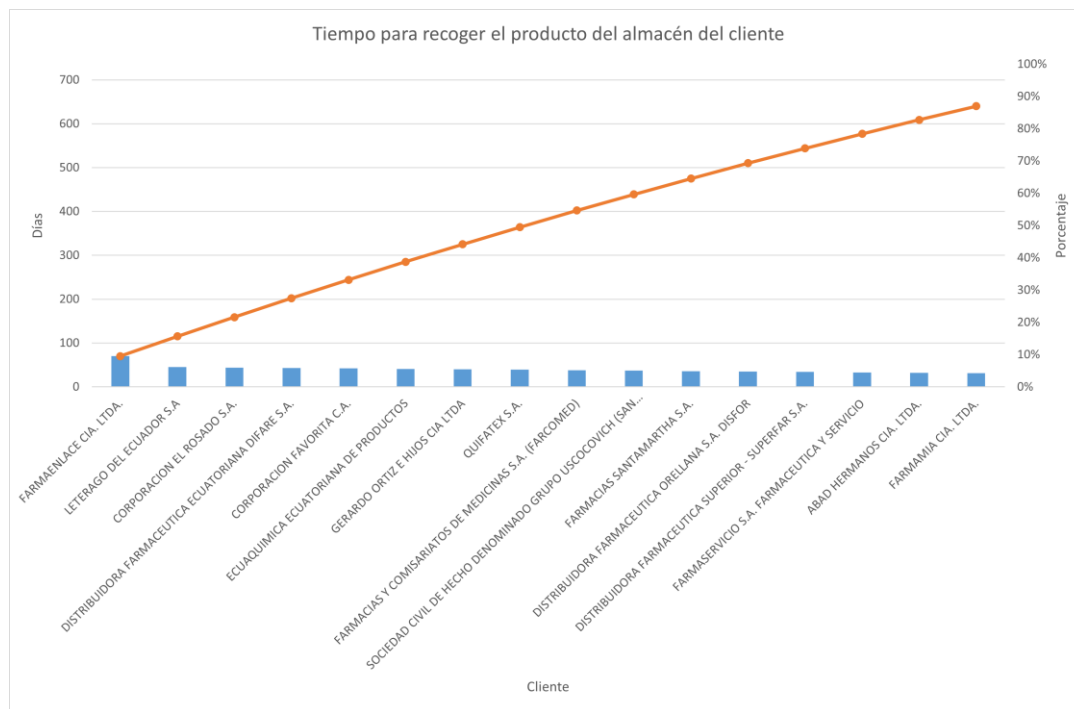


2.3.5 Problema enfocado

Para definir nuestro problema enfocado, se consideró las variables X1 a X7 con su respectiva estratificación del plan de recolección de datos. Se realizó un Pareto para cada variable como se puede observar desde la Figura 17 hasta la Figura 24.

Figura 17

Pareto variable tiempo para recoger el producto del almacén del cliente

**Figura 18**

Pareto variable tiempo para que el producto llegue al centro de distribución

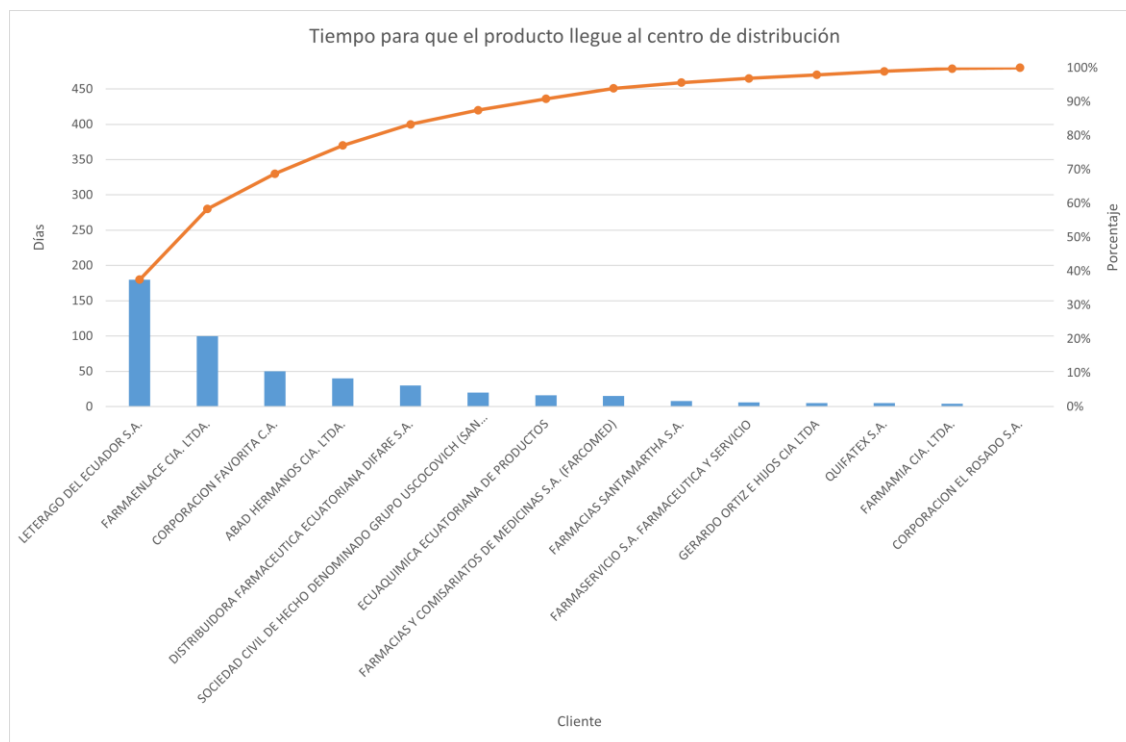
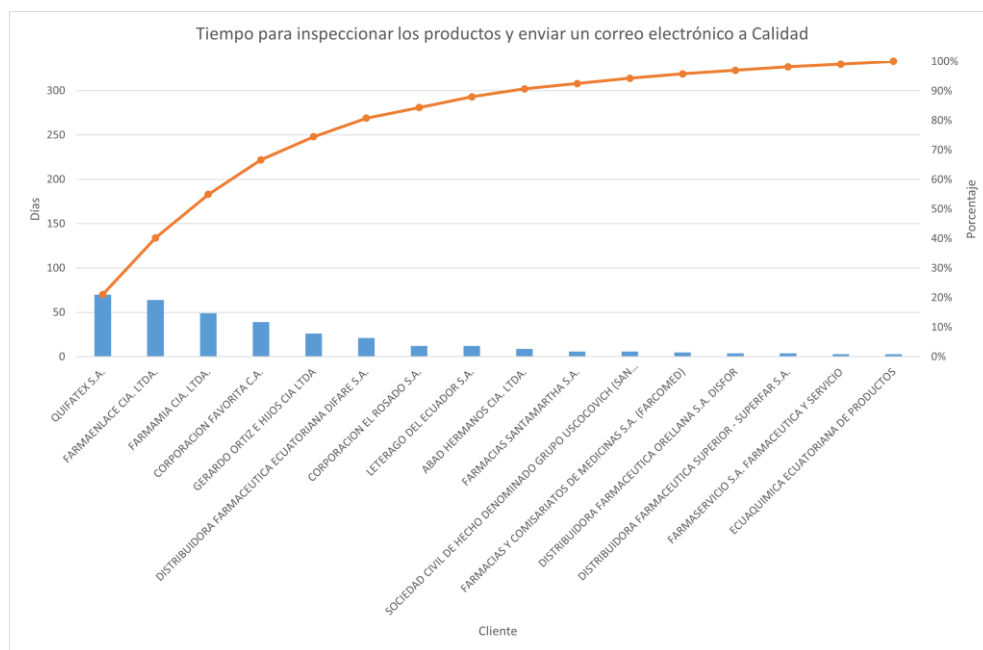


Figura 19

Pareto variable tiempo para inspeccionar los productos y enviar un correo a Calidad

**Figura 20**

Pareto variable Tiempo para que calidad genere un registro de disposición y notifique al gerente de logística inversa

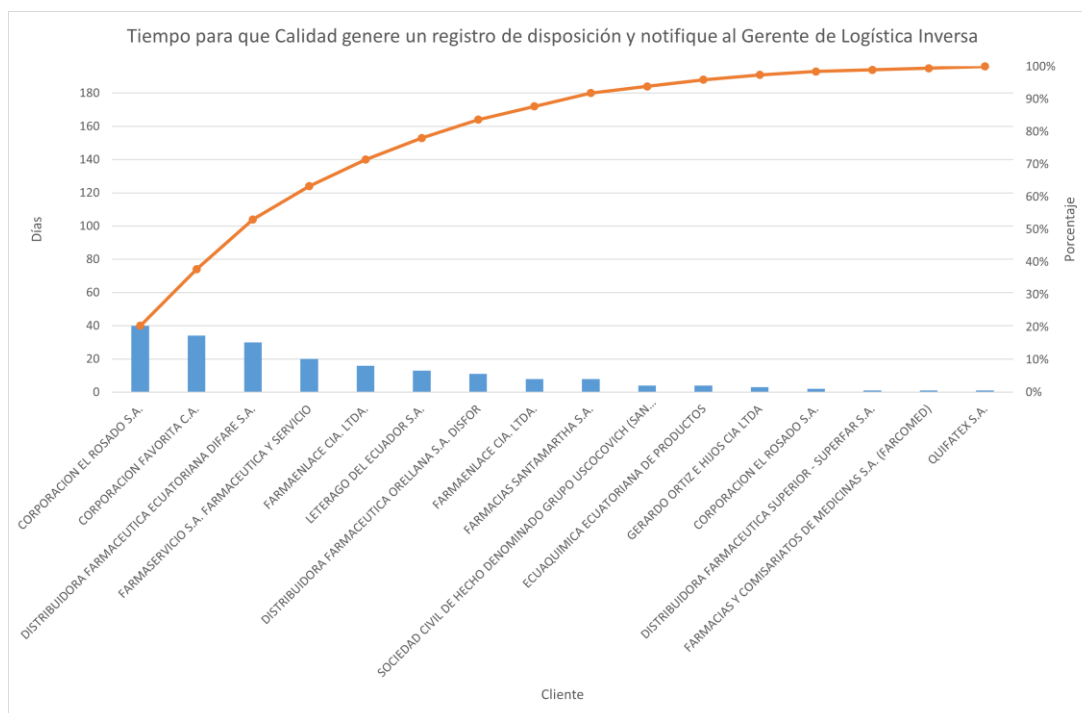
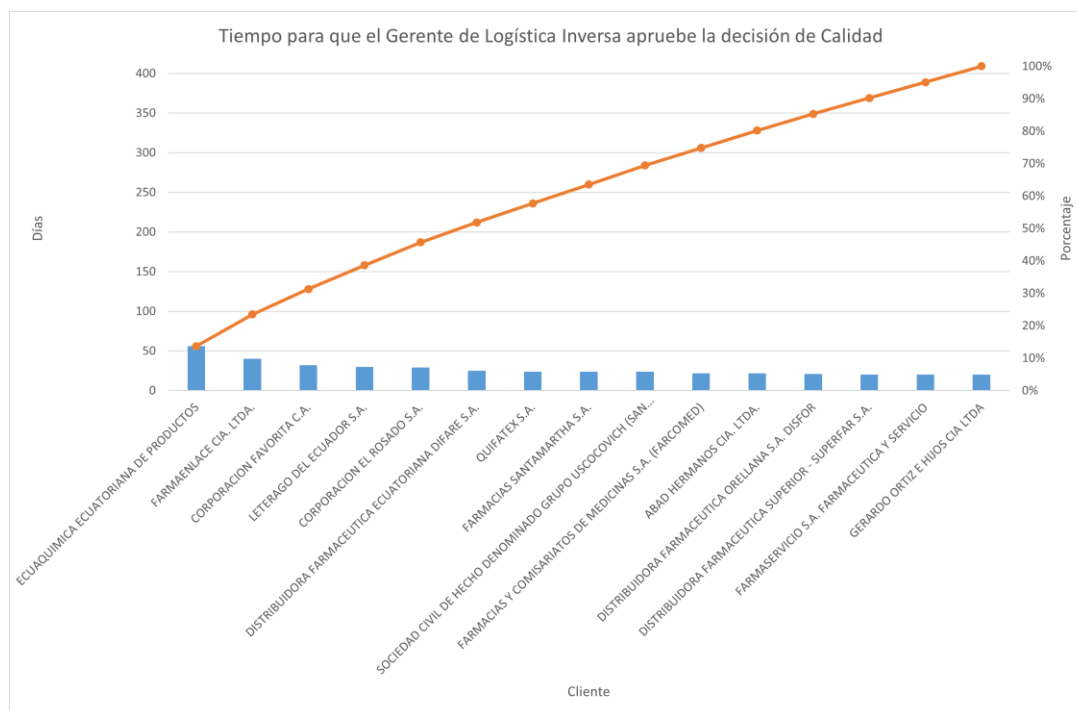


Figura 21

Pareto variable tiempo para que el gerente de logística inversa apruebe la decisión de calidad

**Figura 22**

Pareto variable tiempo para generar la orden de transporte

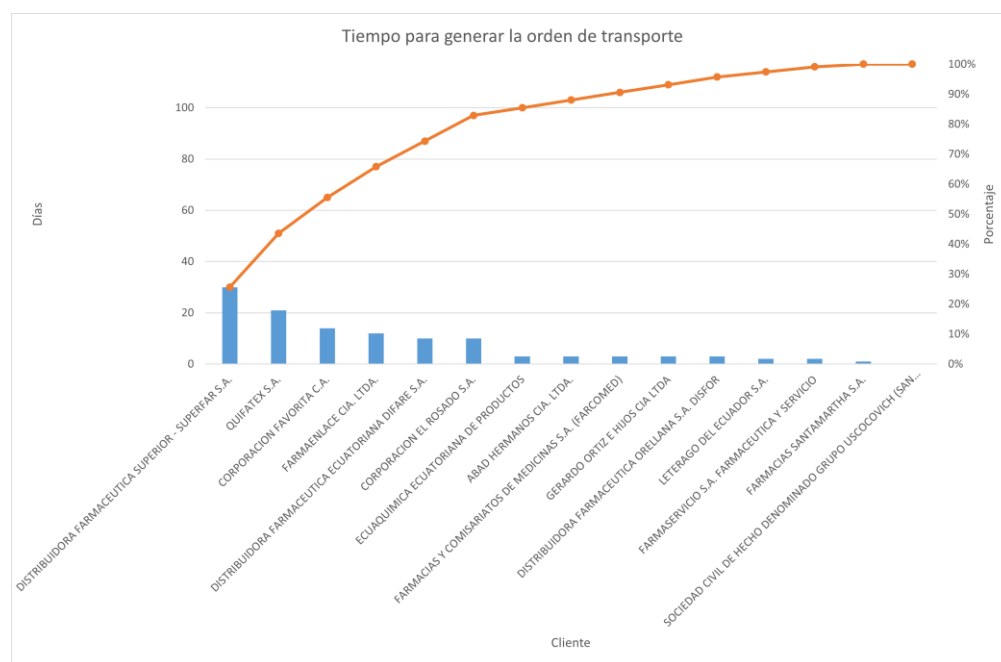
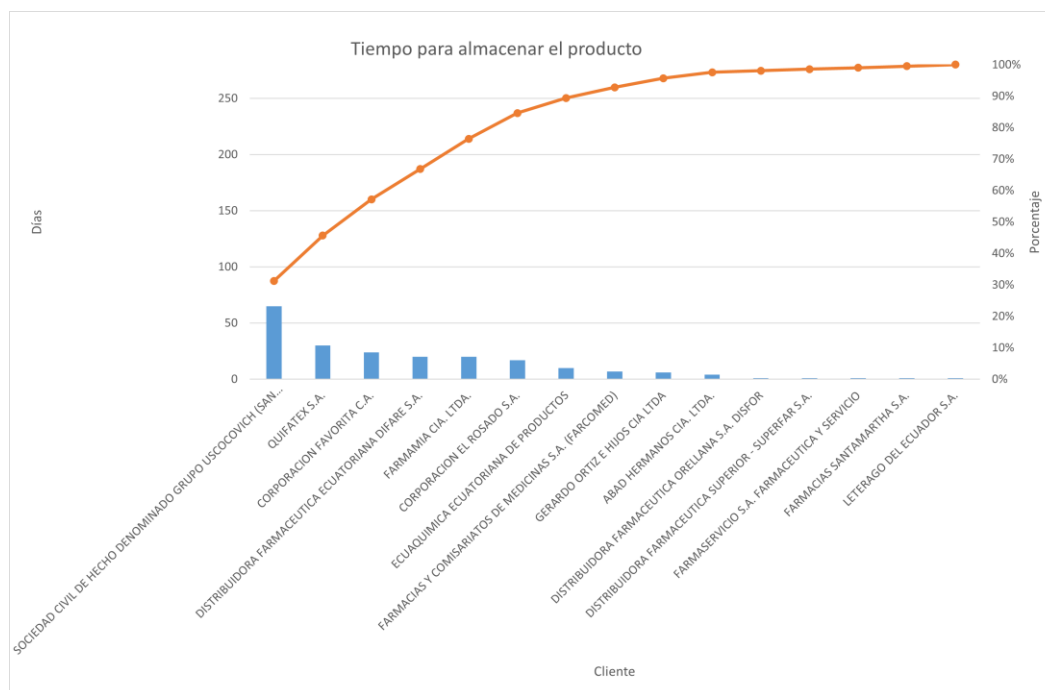
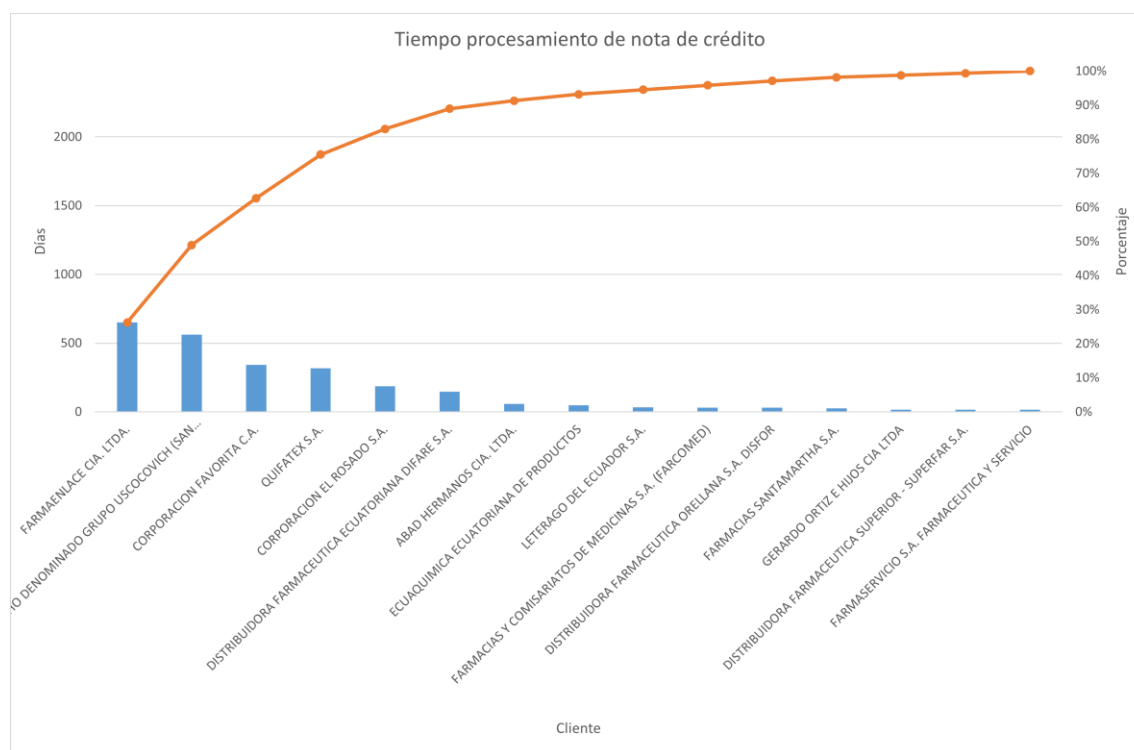


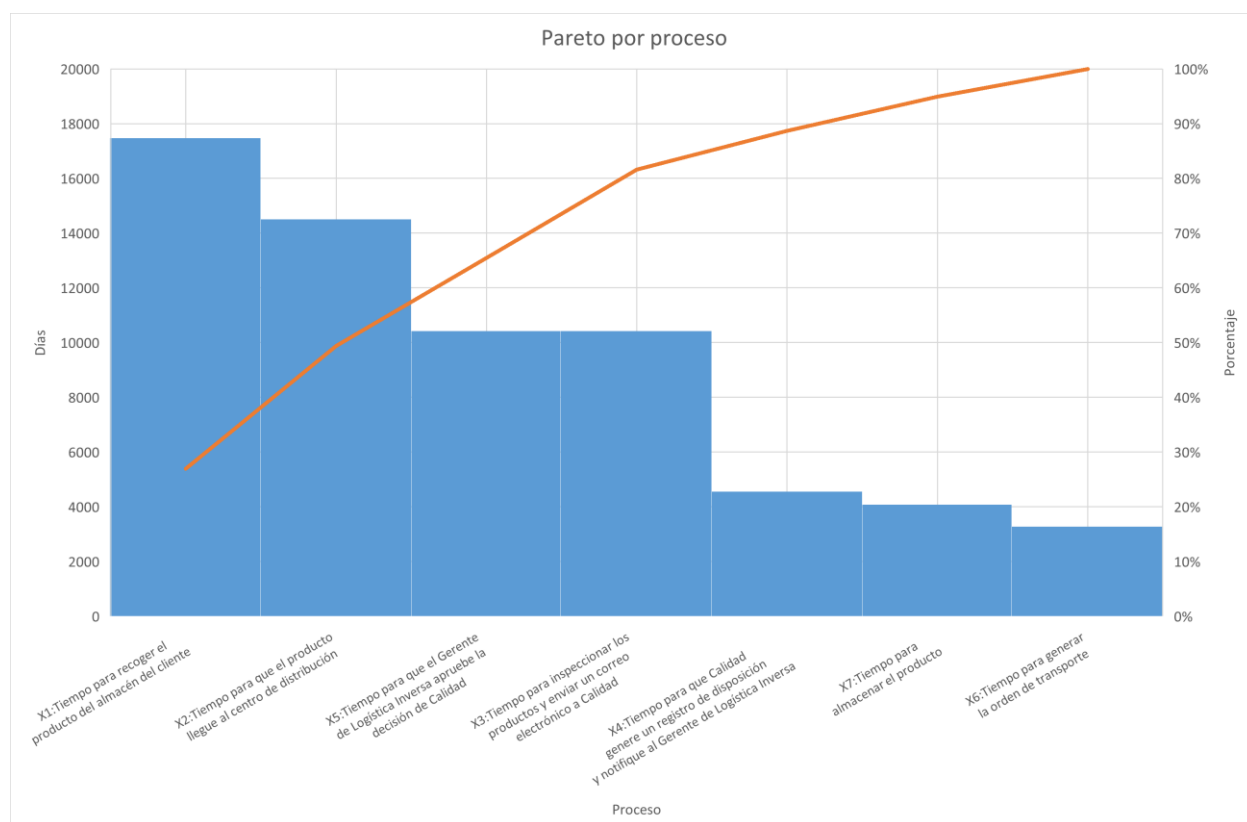
Figura 23*Pareto variable tiempo para almacenar el producto***Figura 24***Pareto variable tiempo procesamiento de nota de crédito*

Aunque inicialmente se planteó estratificar por tipo de cliente, la dispersión de los datos dificultó encontrar patrones. Por eso, se optó por estratificar por proceso, donde se observó mayor concentración de impacto, en línea con el principio de Pareto.

Como se muestra en la Figura 25, el análisis de Pareto evidencia que el 80 % del tiempo total se concentra en cuatro etapas: transporte, recolección del producto, validaciones e inspecciones.

Figura 25

Pareto por proceso



Por medio del método 3W+2H, identificamos el siguiente problema enfocado: Desde marzo de 2024, en el área de logística inversa, los procesos de recolección, transporte, inspección y aprobación de productos han experimentado largos tiempos de procesamiento, alcanzando un

promedio total de 83 días. Este retraso se debe principalmente a los tiempos de espera en cada una de estas etapas. El tiempo combinado de estos cuatro procesos debería ser, en promedio, inferior a 24 días, según los estándares de servicio esperados.

2.4 Análisis

2.4.1 Lluvia de ideas

Para la recolección de las posibles causas se realizó una lluvia de idea (ver Figura 26) con los involucrados en la empresa:

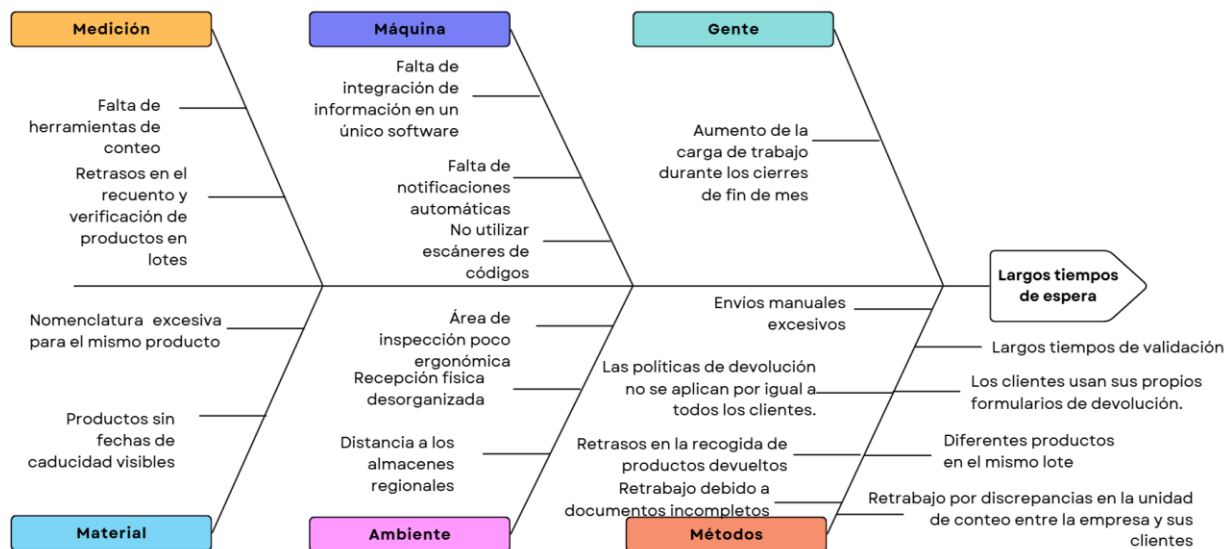
Figura 26

Lluvia de ideas



2.4.2 Diagrama de Ishikawa

Luego de obtener varias ideas junto a los involucrados se procedió a organizar y clasificar las mismas en el diagrama de Ishikawa (Ver Figura 27)

Figura 27*Diagrama de Ishikawa*

2.4.3 Causas potenciales

Luego de establecer las causas, procedimos con la ponderación de cada una, esto junto a los involucrados en la organización (Ver Figura 28).

Figura 28

Causas ponderadas

#	Causa	Operation Manager/Logistics & Operations Coordinator	Gerente de calidad	Manager de logística inversa	Proveedor Externo	Score Promedio
Métodos						
1	Exceso de correos manuales	6	9	9	6	2916
2	Diferentes productos en un mismo bulto	1	3	3	9	81
3	Políticas de devolución que no aplican igual para todos los clientes	6	6	3	3	324
4	Clientes usan formatos propios	6	9	6	9	2916
5	Demoras en retirar productos	1	3	6	3	54
6	Reproceso por documentos incompletos	3	3	1	3	27
7	Reproceso por discrepancia en unidad de conteo	6	3	3	9	486
8	Largos tiempos para validaciones	6	6	9	9	2916
Gente						
9	Aumento de la carga laboral durante los cierres de mes.	6	6	9	9	2916
Máquina						
10	Falta de integración de información en un mismo software	6	6	9	9	2916
11	Falta de notificaciones automáticas	6	3	9	9	1458

#	Causa	Operation Manager/Logistics & Operations Coordinator	Gerente de calidad	Manager de logística inversa	Proveedor Externo	Score Promedio
12	No se usan escáneres de códigos	3	3	9	9	729
Materiales						
13	Exceso de nomenclatura para el mismo producto	9	6	9	9	4374
14	Productos sin fecha de caducidad visibles	3	6	6	6	648
Medición						
15	Escasez de herramientas de conteo	3	3	6	9	486
16	Demoras en recuento y verificación	6	9	9	9	4374
Entorno						
17	Distancia a almacenes regionales	3	6	9	3	486
18	Recepción física desorganizada	3	6	6	6	648
19	Zona de inspección poco ergonómica	3	3	3	3	81

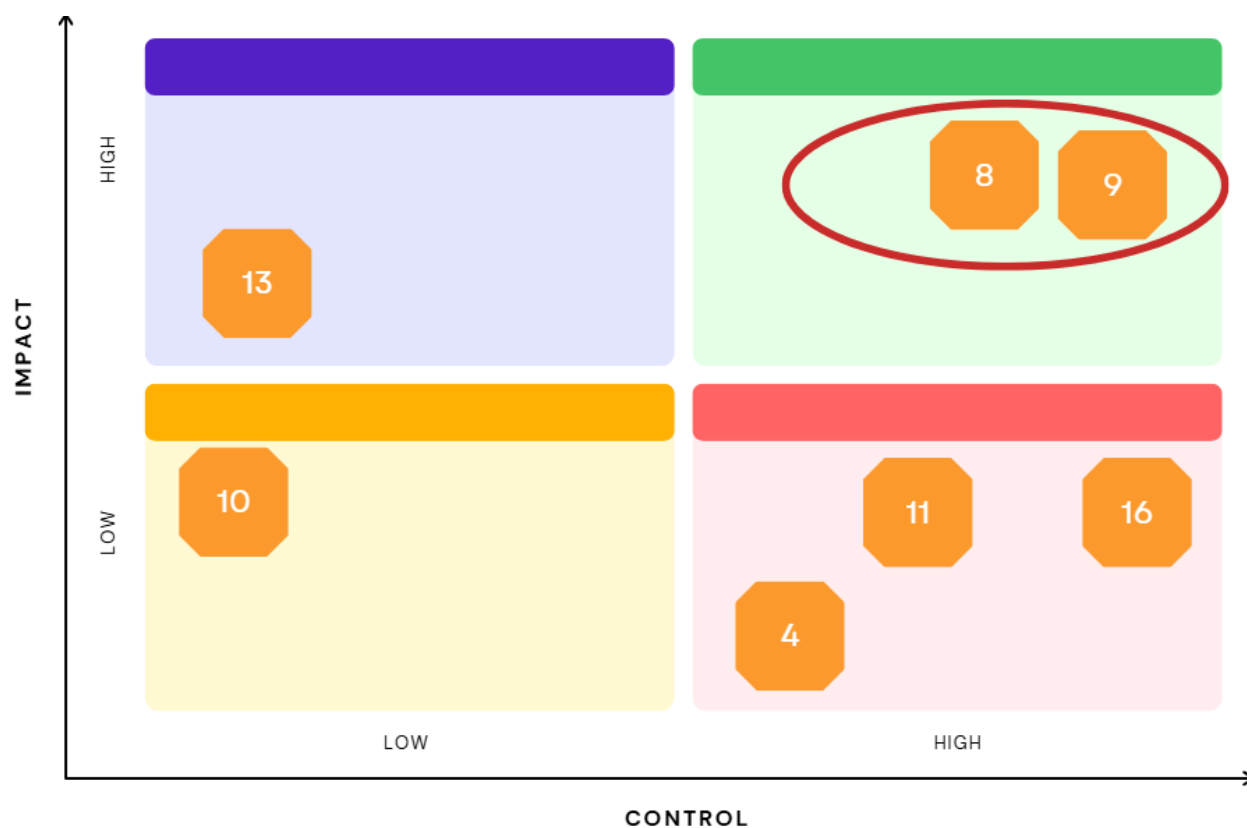
La tabla de ponderaciones se construyó con los valores de 1 (Causa con impacto muy bajo), 3 (Causa con impacto bajo), 6 (Causa con Impacto Alto), 9 (Causa con Impacto muy Alto). Luego de asignar los valores para cada causa en base a la consideración de cada involucrado, se multiplican en cada fila y así se obtiene el resultado final, siendo los que mayor impacto tienen los que tengan un valor mayor (Ver Figura 29).

Figura 29

Causas con mayor impacto

#	Causa	Operation Manager/Logistics & Operations Coordinator	Quality Manager	Reverse Logistics Lead	Proveedor Externo	Score Promedio
Métodos						
1	Exceso de correos manuales	6	9	9	6	2916
4	Clientes usan formatos propios	6	9	6	9	2916
8	Largos tiempos para validaciones	6	6	9	9	2916
Gente						
9	Aumento de la carga laboral durante los cierres de mes.	6	6	9	9	2916
Máquina						
10	Falta de integración de información en un mismo software	6	6	9	9	2916
11	Falta de notificaciones automáticas	6	3	9	9	1458
Materiales						
13	Exceso de nomenclatura para el mismo producto	9	6	9	9	4374
Medición						
16	Demoras en recuento y verificación de productos en los lotes	6	9	9	9	4374

Luego de definir las causas potenciales consideradas con mayor impacto se procede a la realización del diagrama de dificultad vs control en donde se ubican las causas con mayor control y mayor impacto (Ver Figura 30).

Figura 30*Diagrama de impacto control*

Si bien se identificaron varias causas con alto puntaje, se decidió priorizar únicamente dos: los largos tiempos de validación de procesos y el aumento de la carga laboral durante los cierres de mes las cuales son la causa 8 y 9. La elección se justifica porque, además de tener un elevado impacto en los resultados, son las causas que presentan un mayor nivel de control interno, lo que las hace más factibles de gestionar en el corto plazo sin depender de factores externos.

2.4.4 Plan de verificación de causas

A continuación, se realizaron diferentes pruebas para medir el impacto que tendrían estas causas en el problema y así priorizarlas. El plan se puede observar en la Tabla 1.

Tabla 1*Plan de verificación de causas*

Causa Potencial	Teoría sobre el impacto	¿Cómo verificarlo?
Largos tiempos de validación	Cuando los tiempos de validación son largos, se produce un retraso en la emisión de la nota de crédito, lo que afecta la percepción del cliente. Esto impacta directamente en el proceso de reembolso, ya que la validación se realiza manualmente por correo o documentos físicos, tanto de la compañía del caso como del departamento de calidad, lo que ralentiza todo el proceso.	Prueba de Spearman, entre los tiempos de validación y el tiempo total de retorno
Aumento de la carga de trabajo durante los cierres de fin de mes	Durante los cierres de mes, la carga operativa aumenta significativamente debido a la acumulación de devoluciones, lo que genera cuellos de botella en el conteo, la validación y el procesamiento de lotes. Esto genera retrasos adicionales en la gestión de devoluciones y aumenta la duración del ciclo.	Mann Whitney entre los tiempos de retorno a fin de mes versus el resto del mes

2.4.4.1 Verificación de largos tiempos de validación

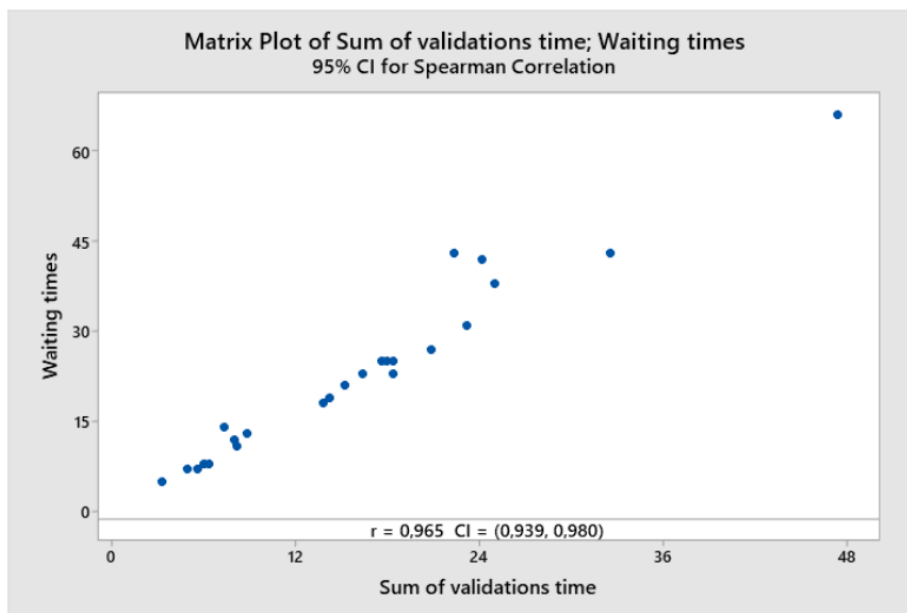
Al no haber normalidad en los datos, se aplicó Spearman en lugar de Pearson. Este método no paramétrico permite evaluar relaciones sin asumir distribución normal, ideal para procesos con alta variabilidad.

Para identificar la causa potencial de los largos tiempos de validación, se agruparon las actividades que requieren validación (X1, X2, X3 y X5) y se analizaron sus tiempos de ejecución frente a los tiempos de espera directamente asociados. Esta comparación permitió evaluar si el mayor impacto proviene de la carga operativa o de los retrasos en el flujo de trabajo.

Como se muestra en la Figura 31 se obtuvo un coeficiente de correlación de Spearman $r = 0.965$. Al ser mayor a 0.7, se considera una correlación fuerte, lo que indica que existe una relación significativa.

Figura 31

Diagrama matriz de tiempo de validaciones



2.4.4.2 Verificación de aumento de la carga de trabajo duran cierre de mes

Se compararon los tiempos de espera de fin de mes con el resto del periodo usando Mann-Whitney, prueba no paramétrica adecuada para datos sin distribución normal. El objetivo fue detectar diferencias significativas en la mediana entre ambos grupos.

Tabla 2*Valor p Prueba Mann-Whitney entre tiempos de espera fin de mes vs resto del mes*

Prueba		
Hipótesis nula H_0:	$\eta_1 - \eta_2 = 0$	
Hipótesis alterna H_1:	$\eta_1 - \eta_2 > 0$	
Método	Valor W	Valor p
No ajustado para empates	1109,50	0,997

El valor p fue mayor a 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula. No hay evidencia de que los tiempos en cierres de mes sean mayores, descartando esta causa como principal del retraso.

2.4.5 Cinco ¿Por qué?

Para cada causa potencial que resultó con un efecto significativo en las variables, se utilizó la herramienta de los cinco ¿por qué? Los detalles de los hallazgos y causas raíz se aprecian en la Figura 32.

Figura 32

Técnica 5 porque

¿Por qué 1?	Hipótesis	¿Por qué 2?	Hipótesis	¿Por qué 3?	Hipótesis	¿Por qué 4?	Hipótesis	¿Por qué 5?	Hipótesis
¿Por qué los tiempos de validación son largos?	Porque el responsable del área de calidad no valida puntualmente.	¿Por qué el responsable de control de calidad no valida a tiempo?	Porque hay aprobaciones que deben realizarse con comprobante de un documento físico que no se entrega a tiempo.	¿Por qué algunas aprobaciones requieren comprobante de un documento físico?	Porque cada persona involucrada en el área de devoluciones tiene su propio método de trabajo.	¿Por qué cada persona tiene su propio método de trabajo?	Porque no existe una estandarización clara del proceso de devoluciones que establezca pasos, tiempos y responsabilidades definidos.	¿Por qué no existe una estandarización clara del proceso?	Porque el proceso de devoluciones de la empresa carece de un procedimiento documentado que establezca claramente los pasos, tiempos y responsabilidades.
	Porque los responsables del proceso no supervisan continuamente el estado de las devoluciones.	¿Por qué no supervisan continuamente el estado de las devoluciones?	Porque no tienen una visibilidad clara del progreso de cada caso ni de dónde se encuentran los cuellos de botella.	¿Por qué no tienen visibilidad del progreso ni de los cuellos de botella?	Porque la información no se recopila ni se organiza de forma centralizada ni visual.	¿Por qué no se recopila ni se organiza la información de forma centralizada?	Porque no se ha definido un sistema de seguimiento operativo para el proceso de devoluciones.	¿Por qué no se ha definido un sistema de seguimiento operativo?	La información de seguimiento de las devoluciones está dispersa en múltiples sistemas y documentos, lo que impide una visión centralizada del progreso y las métricas.
	Porque las aprobaciones llegan por correo electrónico y, a menudo, no se atienden a tiempo.	¿Por qué no se responde a los correos electrónicos de aprobación a tiempo?	Porque las bandejas de entrada están saturadas y no hay una prioridad clara para esos mensajes.	¿Por qué esos correos electrónicos están sobrecargados y se les da poca prioridad?	Porque cada solicitud se envía en un correo electrónico independiente y no hay un único punto de seguimiento.	¿Por qué no hay un único punto de seguimiento para las solicitudes?	Las solicitudes de aprobación de devoluciones se gestionan de forma dispersa en varias direcciones de correo electrónico, sin un único punto de seguimiento.		

Capítulo 3

3.1 Resultados y análisis

3.1.1 Mejora

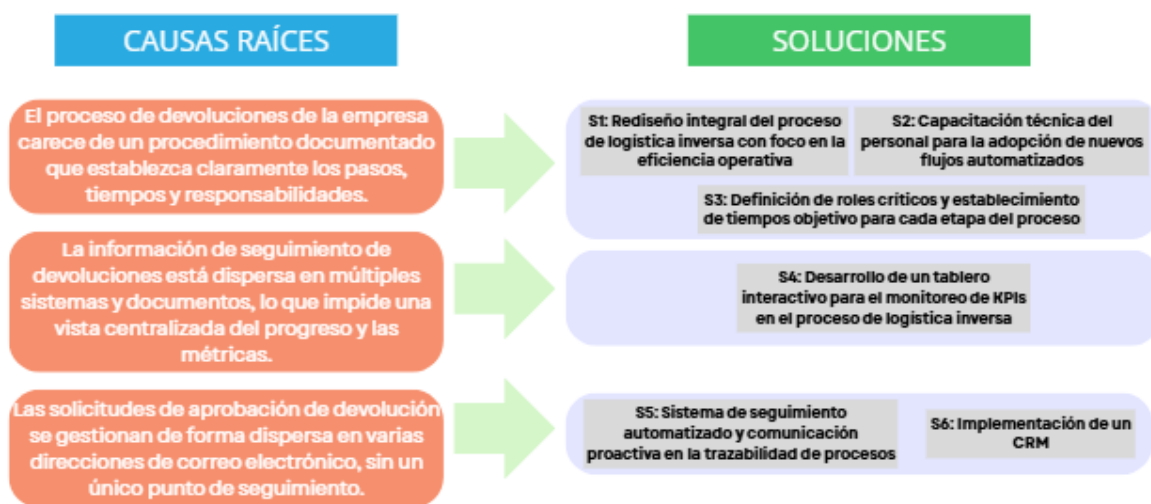
A partir de las causas raíz identificadas en la sección anterior, se plantearon propuestas de mejora para el proceso. Estas fueron analizadas y priorizadas considerando la viabilidad de cada una y los recursos disponibles en la empresa, con el fin de reducir los tiempos de espera.

3.1.1.1 Posibles Soluciones

Con base en las causas identificadas y validadas, se definieron las siguientes soluciones, las cuales se presentan en la Figura 33 de acuerdo a cada causa raíz.

Figura 33

Causa raíz con sus respectivas propuestas de solución



3.1.1.2 Análisis financiero inicial

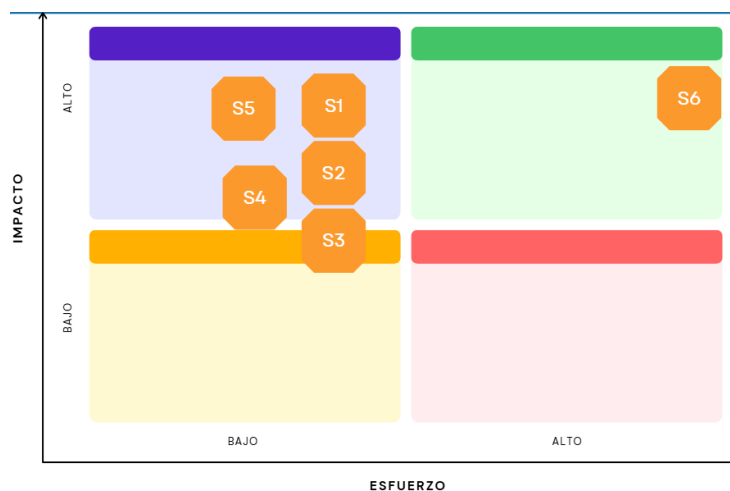
Para cada solución se estimó los costos, partiendo desde la capacitación, software y demás. El costo total de todas las soluciones estimadas fue de \$ 3491.48 (ver Figura 34).

Figura 34*Estimación económica de las soluciones propuestas*

SOLUCIONES		Implementación (Desarrollo y puesta en marcha)	Costo de materiales (\$)	Implementación (\$) Puesta en marcha	Costo Total (\$)
S1	Rediseño integral del proceso de logística inversa con foco en la eficiencia operativa	16 Días	\$0,00 LucidChart (La empresa ya cuenta con estos softwares)	\$0,00	\$0,00
S2	Capacitación técnica del personal para la adopción de las soluciones propuestas	2 Días(2 horas por día)	\$0 Power Point, Teams (La empresa ya cuenta con estos softwares)	\$131,48	\$131,48
S3	Definir roles críticos y establecer tiempos objetivo para cada etapa del proceso	10 Días	\$0 Excel (La empresa ya cuenta con estos softwares)	\$0,00	\$0
S4	Desarrollo de un tablero interactivo para el monitoreo de KPIs en el proceso de logística inversa	10 Días	\$0 Excel (La empresa ya cuenta con estos softwares)	\$0,00	\$0
S5	Sistema de seguimiento automatizado y comunicación proactiva en la trazabilidad de procesos	10 Días	\$0 Sharepoint (La empresa ya cuenta con estos softwares)	\$0,00	\$0
S6	Implementación de un CRM	>3 meses	\$3360 10 trabajadores/ Por año	\$0,00	\$3360

3.1.1.3 Matriz de priorización Impacto-Esfuerzo

Para priorizar las soluciones propuestas se llevó a cabo una matriz de impacto-esfuerzo (Ver Figura 35) en donde tomamos como esfuerzo los costos asociados e impacto los resultados de las soluciones.

Figura 35*Priorización de las soluciones propuestas con una Matriz Impacto-Control*

3.1.1.4 Análisis financiero final

Se volvieron a calcular los costos asociados, pero de las soluciones más factibles según la tabla de priorización previamente mostrada. Este costo fue alrededor de \$131,48 (Ver Figura 36).

Figura 36

Estimación económica final de las soluciones propuestas

SOLUCIONES		Implementación (Desarrollo y puesta en marcha)	Costo de Material(\$)	Implementación (\$) Puesta en marcha	Costo Total(\$)
S1	Rediseño integral del proceso de logística inversa con foco en la eficiencia operativa	16 Días	\$0,00 LucidChart (La empresa ya cuenta con estos softwares)	\$0,00	\$0,00
S2	Capacitación técnica del personal para la adopción de nuevos flujos automatizados	2 Días (2 horas por Día)	\$0 Power Point, Teams (La empresa ya cuenta con estos softwares)	\$131,48	\$131,48
S3	Definir roles críticos y establecer tiempos objetivo para cada etapa del proceso	15 Días	\$0,00 Excel (La empresa ya cuenta con estos software)	\$0,00	\$0
S4	Desarrollo de un tablero interactivo para el monitoreo de KPIs en el proceso de logística inversa	10 Días	\$0,00 Excel (La empresa ya cuenta con estos software)	\$0,00	\$0
S5	Sistema de seguimiento automatizado y comunicación proactiva en la trazabilidad de procesos	10 Días	\$0,00 Sharepoint (La empresa ya cuenta con estos software)	\$0,00	\$0

3.1.1.5 Plan de Implementación

Una vez definida las soluciones, se desarrolló un plan de implementación para cada una (Ver Figura 37)

Figura 37

Plan de Implementación

SOLUCIONES		¿POR QUÉ??	¿CÓMO?	¿DÓNDE?	CUANDO?	RESPONSABLE	COSTO
S1	Rediseño integral del proceso de logística inversa con foco en la eficiencia operativa	Porque el flujo actual está fragmentado, con redundancias y cuellos de botella manuales que incrementan el tiempo de validación y retrabajo.	Mediante el uso de software de diagramas de flujo	Área de logística inversa-empresa	Del 1 al 29 de agosto	Gianfranco Triviño-Anthony Velez	\$0,00
S2	Capacitación técnica del personal para la adopción de las soluciones propuestas.	Porque sin una capacitación adecuada, los cambios no se adoptarán correctamente, aumentando la resistencia al cambio, los errores o la ejecución inconsistente.	Mediante el uso de plataformas virtuales para reuniones con el personal y proporcionando materiales de capacitación.	Área de logística inversa-empresa	Del 1 al 29 de agosto	Gianfranco Triviño-Anthony Velez	\$131,48
S3	Fortalecer el cumplimiento de roles críticos y establecer tiempos objetivo para cada etapa del proceso	Porque establecer plazos definidos para cada etapa promueve el compromiso de los empleados, fomenta la disciplina operativa y permite la rápida detección de puntos de retraso.	Atravez de una tabla en excel	Área de logística inversa-empresa	Del 1 al 29 de agosto	Gianfranco Triviño-Anthony Velez	\$0,00
S4	Desarrollo de un tablero interactivo para el monitoreo de KPIs en el proceso de logística inversa	Porque permite monitorear en tiempo real cada etapa del proceso, detectando proactivamente retrasos y garantizando que los responsables cumplan con los plazos establecidos.	A través de Excel, permitiendo la visualización de datos con sus indicadores de desempeño	Área de logística inversa-empresa	Del 1 al 29 de agosto	Gianfranco Triviño-Anthony Velez	\$0,00
S5	Seguimiento automatizado y comunicación confiable.	Porque esta solución, busca prevenir errores como envío de correos incompletos, correos conteniendo información incorrecta, que combinados pueden llevar a reprocesamientos, demoras y falta de confiabilidad en la comunicación interna y externa.	A través de un software que se conecta a los servidores de cada integrante involucrado en el proceso.	Área de logística inversa-empresa	Del 1 al 29 de agosto	Gianfranco Triviño-Anthony Velez	\$0,00

3.1.2 Implementación de soluciones

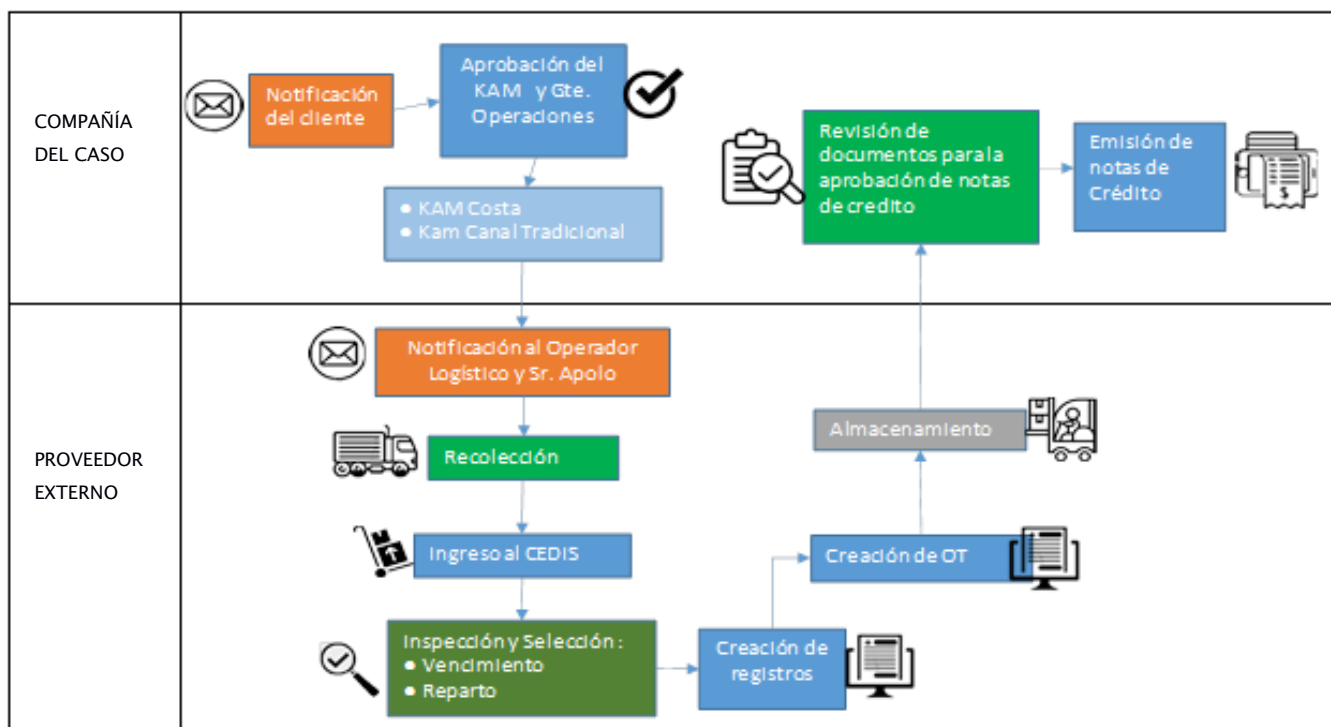
De acuerdo al plan se procedió con la implementación de las soluciones. Los detalles serán descritos en los siguientes puntos.

3.1.2.1 Rediseño integral del proceso de logística inversa con foco en la eficiencia operativa.

Se comenzó con el rediseño del flujo de proceso, esto debido a que la empresa seguía un flujo muy simple y muy poco detallado (ver Figura 38); esta falta de claridad y control en las operaciones generaba duplicidad de tareas, omisiones, retrasos y baja eficiencia.

Figura 38

Flujo inicial de la empresa



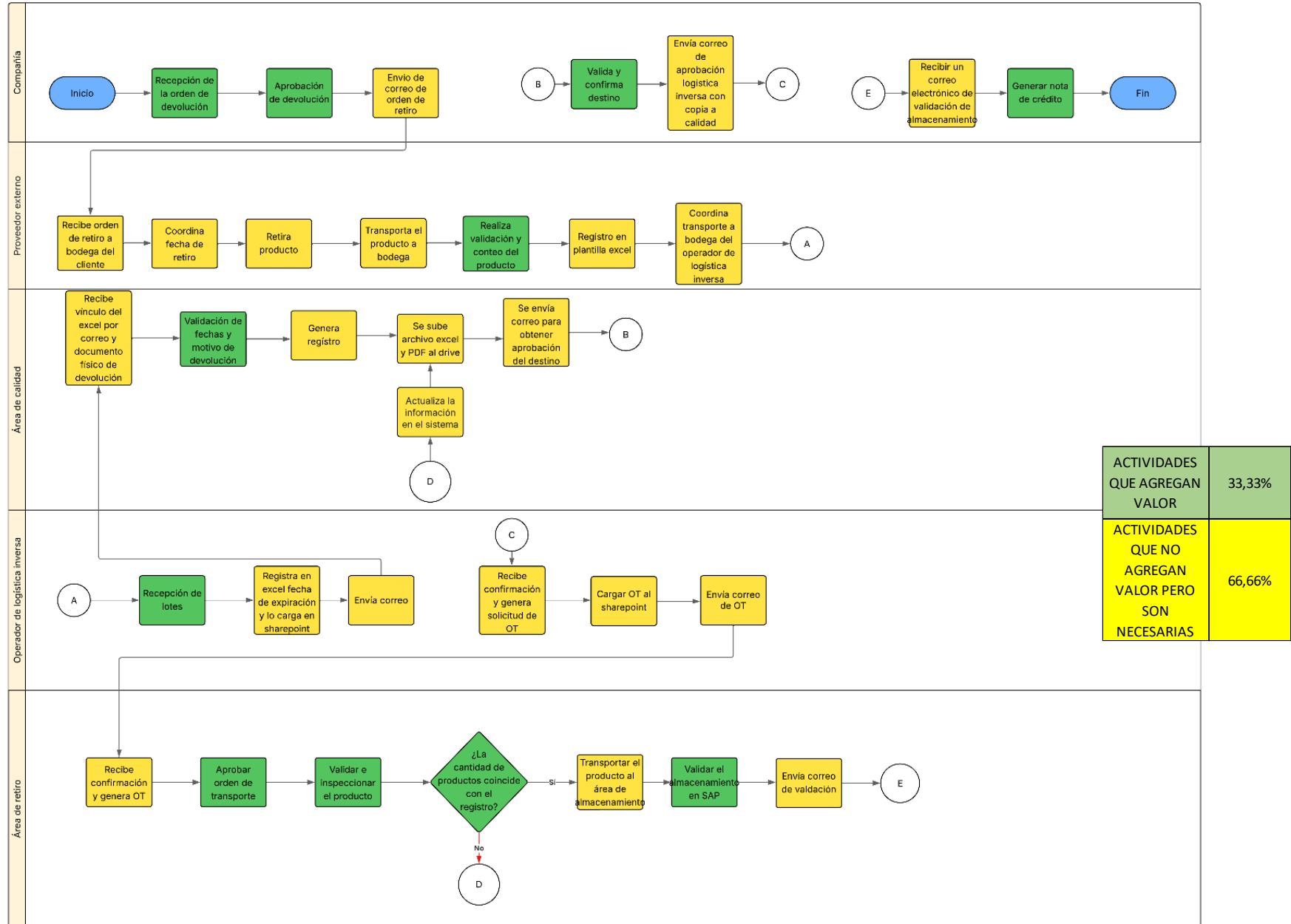
Se realizó dos diagramas de flujo, definiendo responsables y detallando el paso a paso de las actividades que deben ser realizadas, el primero describe las actividades cuando está involucrado el proveedor externo 1 (ver Figura 39) y el segundo diagrama es cuando el

proveedor externo 2 es el involucrado en el proceso (ver Figura 40). Estos rediseños están enfocados en la optimización del proceso y la eliminación de actividades que no agregan valor como el tipeo de correos por cada devolución.

Flujo rediseñado del proceso al tratarse del proveedor externo 1

Figura 40

Flujo rediseñado del proceso al tratarse del proveedor externo 2



3.1.2.2 Definir roles críticos y establecer tiempos objetivo para cada etapa del proceso

Para esta solución se hizo énfasis en establecer los responsables de cada etapa y los tiempos objetivos que deben tardarse para cada etapa, para establecer para cada etapa del proceso, se implementó una técnica de ajuste proporcional basada en el análisis estadístico de datos históricos, lo que permitió una redistribución proporcional de los tiempos promedio en cada fase del proceso y así poder definir rangos de tiempos y la urgencia dependiendo de los días y la etapa del proceso.(Ver Figura 41)

Figura 41

Tiempos objetivos por etapa

ETAPA	RESPONSABLE	Optimo(color verde)	Atencion(Color amarillo)	Urgente(Color naranja)	Fuera de plazo(Color rojo)
Tiempo para recoger el producto del almacén del cliente(X1)	PROVEEDOR EXTERNO	0–3 días	4–6 días	7–9 días	≥10 días
Tiempo para que el producto llegue al centro de distribución (X2)	PROVEEDOR EXTERNO	0–2 días	3–4 días	5–6 días	≥7 días
Tiempo para inspeccionar los productos y enviar un correo electrónico a Calidad (X3)	OPERADOR LOGISTICO	0–1 día	2–3 días	4 días	≥5 días
Tiempo para que Calidad genere un registro de disposición y notifique al Gerente de Logística Inversa (X4)	JEFE DE CALIDAD	0 días	1 día	2 días	≥3 días
Tiempo para que el Gerente de Logística Inversa apruebe la decisión de Calidad (X5)	GERENTE DE LA COMPAÑÍA	0–1 día	2–3 días	4–5 días	≥6 días
Tiempo para generar la orden de transporte (X6)	OPERADOR LOGISTICO	0 días	1 día	2 días	≥3 días
Tiempo para almacenar el producto(X7)	JEFE DE COORDINACION	0 días	1 día	2 días	≥3 días

3.1.2.3 Desarrollo de un tablero interactivo para el monitoreo de KPIs en el proceso de logística inversa

Uno de los problemas que notamos dentro de la empresa, es que los trabajadores no contaban con un reporte mensual o diario de las devoluciones que se procesaban, esto no permitía un correcto seguimiento del proceso. Por lo que se propuso la implementación de un tablero en Excel en donde cada trabajador registro las fechas en que realizan su actividad desde el inicio del proceso hasta el final, llevando así un seguimiento de cada devolución.

Entre las columnas que forman la tabla Excel, está la que indica la etapa del proceso por la que va la devolución, el responsable de y la prioridad de la devolución; la información de estas columnas será mostrada de forma automática. Además, columnas con datos importantes de la devolución como, el cliente, el número del documento, la razón de la devolución y el numero devolución, estos datos deben ser llenados por el operador que recibe la devolución (Ver Figura 42). También estarán las columnas que deben ser llenadas por los operadores con las fechas en que realizan su proceso, estas son la de Recepción del producto, Correo NDM (Nota de Devolución de Mercadería) , Creación del registro, Detalle OT(Orden de transporte), Almacenamiento y Creación de la nota de crédito. (Ver Figura 43).

Figura 42

Columnas de Tabla interactiva en Excel de registro de información de devoluciones

NO LLENAR	NO LLENAR	NO LLENAR				
Etapas actual	Responsable	Prioridad de seguimiento	Cliente	No. documento	RAZÓN	# REG
Finalizado	Finalizado	Finalizado	LETERRAGO DEL ECUADOR S.A.	TRFM-205.170 / carta 11971	Post reparto	REG.8641
Finalizado	Finalizado	Finalizado	LETERRAGO DEL ECUADOR S.A.	TRFM-204.875 / carta 11835	Post reparto	REG.8642
Finalizado	Finalizado	Finalizado	LETERRAGO DEL ECUADOR S.A.	TRFM-204.970 / carta 11921	Post reparto	REG.8643
Finalizado	Finalizado	Finalizado	FARMACIAS Y COMISARIATOS DE MEDICINAS S.A. (FARCOMED)	2798122	Post reparto	REG.8644
X6	Patrón	Fuera de plazo	FARMACIAS Y COMISARIATOS DE MEDICINAS S.A. (FARCOMED)	2798120	Post reparto	REG.8645
X7	Monitor	Urgente	CORPORACION EL ROSADO S.A.	5300677033	Post reparto	REG.8646
X7	Monitor	Atención	CORPORACION FAVORITA C.A.	202515300057	Post reparto	REG.8647
X7	Monitor	Óptimo	CORPORACION FAVORITA C.A.	202515300058	Post reparto	REG.8648
X7	Monitor	Urgente	CORPORACION FAVORITA C.A.	202515300059	Post reparto	REG.8649

Figura 43

Columnas de Tabla interactiva en Excel de registro de fechas de devoluciones

NO LLENAR	INGRESAR FECH	NO LLENAR	INGRESAR FECH	NO LLENAR	INGRESAR FECH	NO LLENAR	INGRESAR FECH	NO LLENAR	INGRESAR FE	NO LLENAR	INGRESAR FECHA	NO LLENAR	INGRESAR FECH
Tiempo para recoger el producto del almacén del cliente (X1)	Recepción NDM y Productos	Tiempo para que el producto llegue al centro de distribución (X2)	Correo NDM	Tiempo para inspeccionar los productos y enviar un correo electrónico a Calidad (X3)	Creación Registro	Tiempo para que Calidad genere un registro de disposición y notifique al Gerente de Logística Inversa (X4)	Aprobación de Devolución (Env registro)	Tiempo para que el Gerente de Logística Inversa apruebe la decisión de Calidad (X5)	Detalle OT	Tiempo para generar la orden de transporte (X6)	Almacenamiento	Tiempo para almacenar el producto (X7)	Nota de crédito
11	02-jun-25	5	05-jun-25	2	05-jun-25	8	09-jun-25	3	10-jun-25	1	02-jun-25	2	11-jun-25
24	02-jun-25	5	05-jun-25	2	05-jun-25	8	09-jun-25	3	10-jun-25	1	02-jun-25	2	11-jun-25
15	02-jun-25	5	05-jun-25	2	05-jun-25	8	09-jun-25	3	10-jun-25	1	02-jun-25	2	11-jun-25
8	02-jun-25	5	05-jun-25	2	05-jun-25	8	09-jun-25	3	10-jun-25	1	02-jun-25	2	11-jun-25
3	02-jun-25	5	05-jun-25	2	05-jun-25	8	09-jun-25	3	10-jun-25	1	02-jun-25	2	11-jun-25
35	02-jun-25	5	05-jun-25	2	05-jun-25	8	09-jun-25	3	10-jun-25	1	02-jun-25	2	11-jun-25
8	02-jun-25	2	05-jun-25	2	05-jun-25	3	10-jun-25	1	11-jun-25	1	02-jun-25	1	
8	02-jun-25	2	05-jun-25	2	05-jun-25	3	10-jun-25	1	25-ago-25	22	25-ago-25	8	
8	02-jun-25	2	05-jun-25	2	05-jun-25	3	10-jun-25	1	11-jun-25	1	02-jun-25	2	

Una vez terminado el procesamiento de la devolución los trabajadores pueden observar indicadores de tiempo que a su vez son reportes diarios/mensuales de cómo va el procesamiento de las devoluciones que se actualizan automáticamente a medida que llenan la plantilla previa (Ver Figura 44).

Figura 44

Indicadores del proceso de devolución



3.1.2.4 Sistema de seguimiento automatizado y comunicación proactiva en la trazabilidad de procesos

Las devoluciones luego de ser registradas o validadas por el encargado tenían que ser adjuntadas en un correo y enviadas a las demás áreas del proceso, esto se hacía para cada devolución, por lo que es un proceso largo y repetitivo, en donde pueden ocurrir errores de tipo u olvidos de envío de correos, además todo se manejaba por correo y no había una plataforma en donde subían estos registros, por lo que para la implementación se creó una cuenta en SharePoint (Ver Figura 45) y carpetas con acceso para todos los implicados del proceso (Ver Figura 46), y además se hizo uso de flujos en Power automate (Ver Figura 47) para que cada vez que la devolución sea registrada o validada por el operador y luego este archivo sea cargado en el SharePoint, automáticamente sea escrito y enviado un correo a las demás áreas del proceso, esto para cada devolución, de esta forma se agilito el proceso, se evitaron errores y se mejoró el seguimiento de las devoluciones.

Figura 45

Canal de comunicación de la empresa (listas)

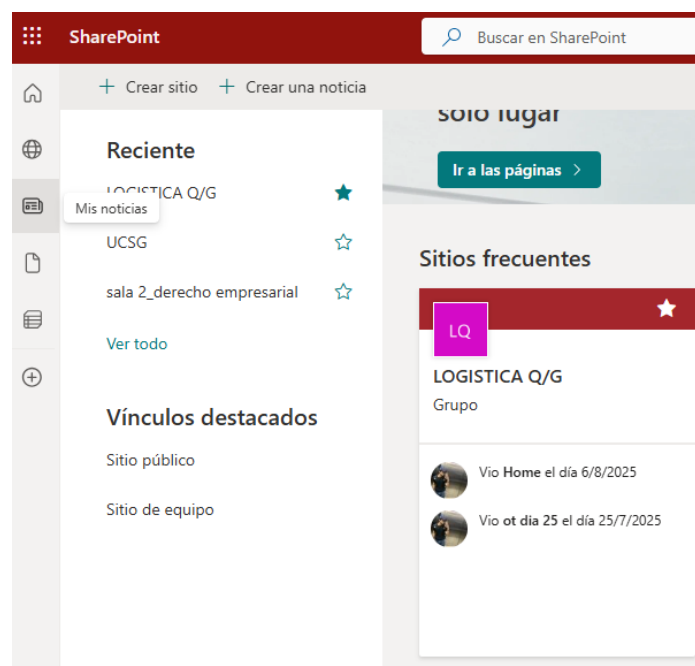


Figura 46

Canal de comunicación de la empresa (carpetas)

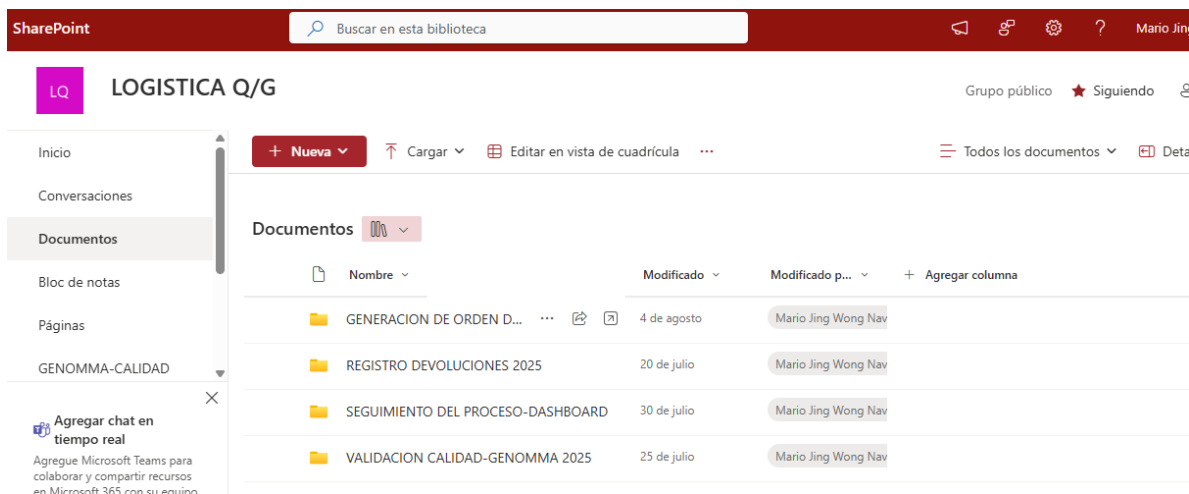
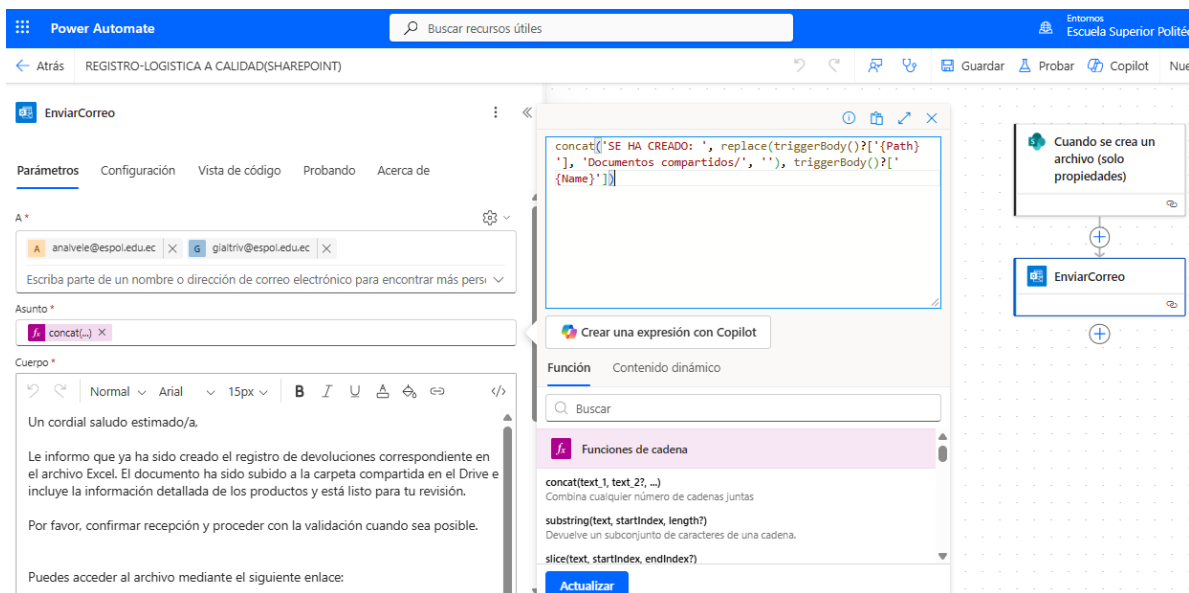


Figura 47

Configuración del flujo para automatización de correos



3.1.2.5 Capacitación técnica del personal para la adopción de las soluciones propuestas.

Para esta solución, se tuvieron dos reuniones de alrededor de 2 horas con cada uno de los involucrados en el proceso (Ver Figura 48), en donde fueron explicados paso a paso las soluciones y la importancia que hay en su adopción, esta capacitación permitió al personal comprender el nuevo flujo, asumir sus responsabilidades y los tiempos involucrados con el fin de aumentar la eficiencia del proceso de devoluciones.

Figura 48

Sesión de capacitación de personal



3.1.3 Resultados de la implementación

Dado que ya hemos determinado que nuestros datos no siguen una distribución normal, procederemos a analizar los tiempos de espera de las cuatro variables que presentan el mayor impacto en el tiempo total de nuestra solución. Estas variables representan aproximadamente el 80% del efecto acumulado sobre el desempeño.

Para este análisis, emplearemos la prueba no paramétrica de Mann-Whitney, adecuada para comparar dos grupos independientes cuando los datos no son normales. Esta prueba nos permitirá evaluar si existen diferencias significativas en los tiempos de espera antes y después de la implementación. Se utilizaron 72 datos correspondientes al periodo previo a la

implementación, específicamente de abril, mayo y parte de junio. Para el periodo posterior, se emplearon 76 datos recolectados entre mediados de julio y agosto. Esta selección se realizó con el objetivo de mantener una muestra comparable en tamaño y distribución temporal, lo cual permite evaluar los efectos de la intervención de manera más justa y controlada.

Para nuestra primera variable, tiempo de espera para recoger el producto del almacén del cliente obtuvimos un valor p mayor a 0,05 (Ver Figura 49) por lo que no hay evidencia para afirmar que existe una diferencia entre los dos grupos que estamos comparando.

Figura 49

Valor P Mann-Whitney del tiempo de espera para recoger el producto del almacén del cliente antes y después de la implementación

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \eta_1 - \eta_2 = 0$

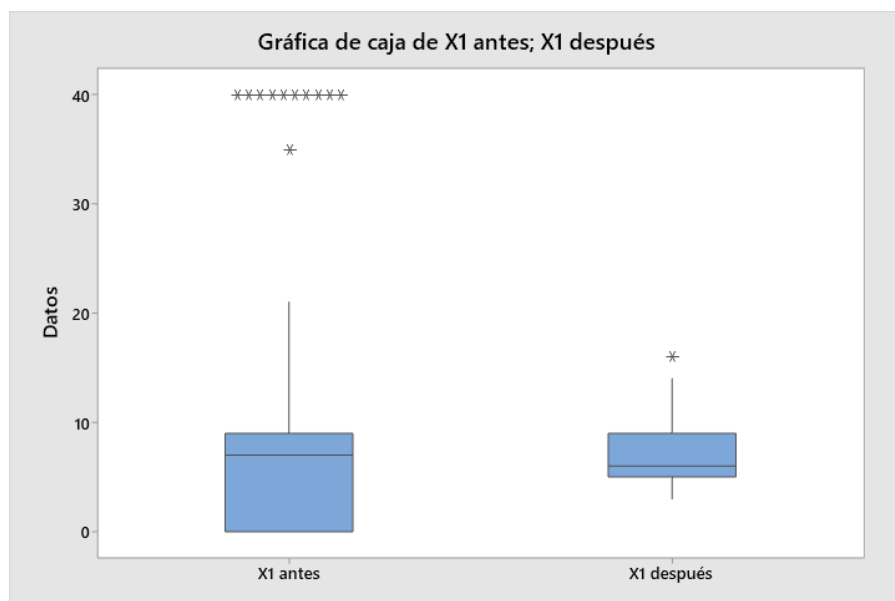
Hipótesis alterna $H_1: \eta_1 - \eta_2 \neq 0$

Método	Valor W	Valor p
No ajustado para empates	5234,00	0,619
Ajustado para empates	5234,00	0,617

Aunque la prueba de Mann-Whitney no arrojó diferencias estadísticamente significativas, al observar el diagrama de cajas de ambas variables se pueden notar algunos cambios visuales importantes. Los datos correspondientes al grupo X1 (después) muestran una ligera reducción en el valor central (mediana) y, más notable aún, una disminución en la variabilidad. Esto se refleja en una menor dispersión de los datos y en la eliminación de muchos valores extremos que estaban presentes en el grupo anterior (Ver Figura 50).

Figura 50

Gráfica de caja del tiempo de espera para recoger el producto del almacén del cliente antes y después de la implementación



De manera similar, las variables restantes presentan un comportamiento comparable. En cada caso, se observa una reducción leve en el valor central y una disminución notable en la dispersión de los datos.

Este patrón sugiere que, aunque las pruebas estadísticas no indiquen diferencias significativas, la intervención podría haber contribuido a estabilizar el comportamiento de las variables más críticas, reduciendo la variabilidad y mejorando la consistencia operativa. (Ver desde Figura 51 hasta la Figura 56).

Figura 51

Valor P Mann-Whitney del Tiempo de espera para que el producto llegue al centro de distribución antes y después de la implementación

Prueba

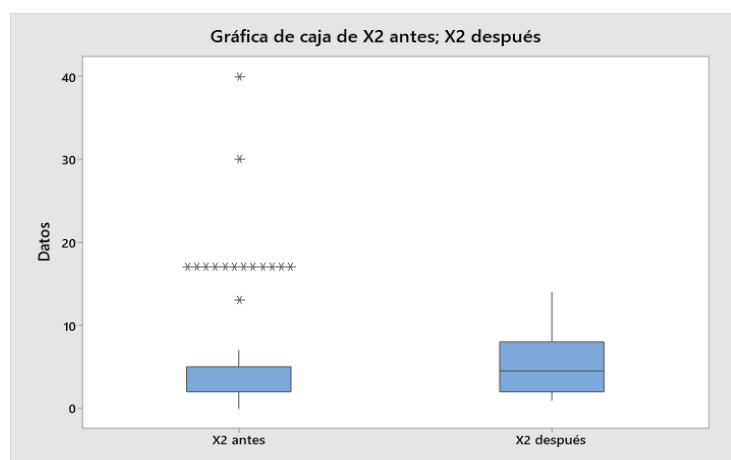
Hipótesis nula $H_0: \eta_1 - \eta_2 = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \eta_1 - \eta_2 \neq 0$

Método	Valor W	Valor p
No ajustado para empates	5273,50	0,730
Ajustado para empates	5273,50	0,728

Figura 52

Gráfica de caja del Tiempo de espera para que el producto llegue al centro de distribución antes y después de la implementación

**Figura 53**

Valor P Mann-Whitney del Tiempo de espera para inspeccionar los productos y enviar un correo electrónico a Calidad antes y después de la implementación

Prueba

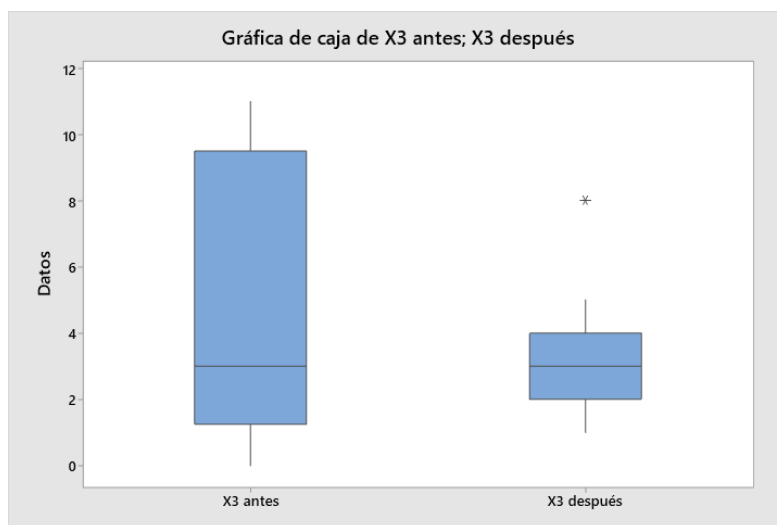
Hipótesis nula $H_0: \eta_1 - \eta_2 = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \eta_1 - \eta_2 \neq 0$

Método	Valor W	Valor p
No ajustado para empates	5563,50	0,445
Ajustado para empates	5563,50	0,435

Figura 54

Gráfica de caja del Tiempo de espera para inspeccionar los productos y enviar un correo electrónico a Calidad antes y después de la implementación

**Figura 55**

Valor P Mann-Whitney del Tiempo de espera para que el Gerente de Logística Inversa apruebe la decisión de Calidad antes y después de la implementación

Prueba

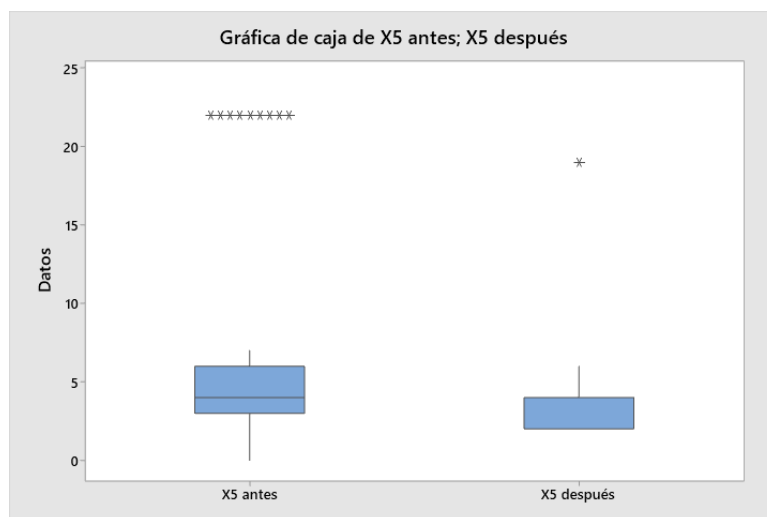
Hipótesis nula $H_0: \eta_1 - \eta_2 = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \eta_1 - \eta_2 \neq 0$

<u>Método</u>	<u>Valor W</u>	<u>Valor p</u>
No ajustado para empates	5638,50	0,293
Ajustado para empates	5638,50	0,274

Figura 56

Gráfica de caja del Tiempo de espera para que el Gerente de Logística Inversa apruebe la decisión de Calidad antes y después de la implementación



Posteriormente, se midió el tiempo de procesamiento para la emisión de notas de crédito, comparando los datos antes y después de la implementación. Para determinar si existía una diferencia significativa entre ambos periodos, se aplicó una prueba estadística no paramétrica: la prueba de Mann-Whitney.

El valor p obtenido como se puede observar en la Figura 57 es menor a 0.05 por lo que se concluye que existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula, es decir, hay diferencia significativa (reducción del 18,75%) entre las medianas del tiempo para la emisión de notas de crédito antes y después.

Figura 57

Valor P el tiempo de procesamiento para la emisión de notas de crédito antes y después de la implementación

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \eta_1 - \eta_2 = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \eta_1 - \eta_2 \neq 0$

Método	Valor W	Valor p
No ajustado para empates	6186,50	0,002
Ajustado para empates	6186,50	0,002

La estimación de la diferencia entre los tiempos de espera antes y después de la intervención fue de 5 días, con un intervalo de confianza del 95,03% que va de 2 a 8 días. Esto indica que, con alta certeza estadística, la mejora implementada logró reducir los tiempos de espera entre 2 y 8 días (ver Figura 58)

Figura 58

Estimación de la diferencia del tiempo de procesamiento para la emisión de notas de crédito antes y después de la implementación

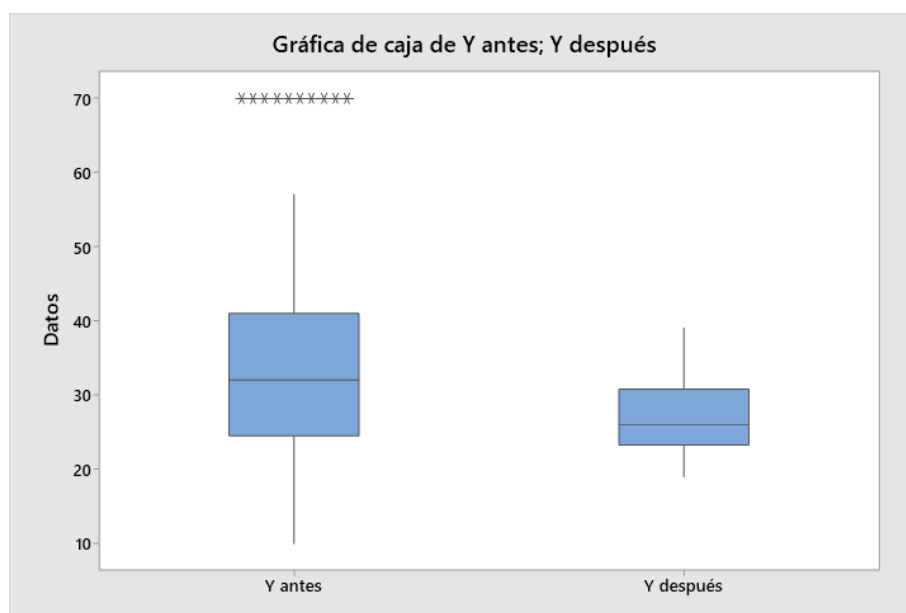
Estimación de la diferencia

Diferencia	IC para la diferencia	Confianza lograda
5	(2; 8)	95,03%

A continuación, el diagrama de caja evidencia una reducción significativa en la mediana de los tiempos de espera, una menor dispersión y la eliminación de valores atípicos tras la intervención. Esto sugiere que el rediseño del proceso no solo fue efectivo en reducir tiempos, sino también en estabilizar el sistema operativo (ver Figura 59).

Figura 59

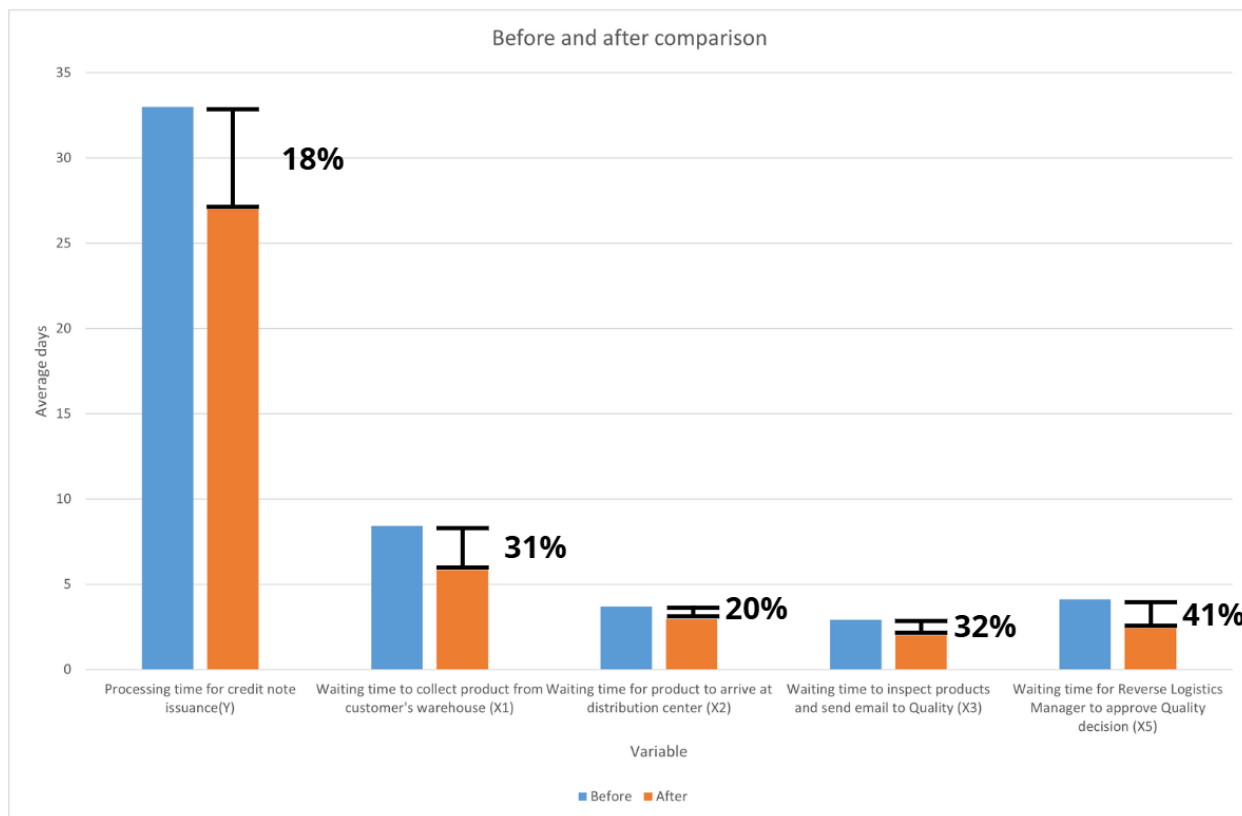
Gráfica de caja del tiempo de procesamiento para la emisión de notas de crédito antes y después de la implementación



A continuación, se presenta un gráfico comparativo que muestra los resultados obtenidos para las cinco variables críticas previamente mencionadas. En él se evidencia una mejora operativa transversal, reflejada en reducciones que oscilan entre el 18% y el 41% en los tiempos promedio de espera, estos resultados refuerzan los hallazgos anteriores (ver Figura 60)

Figura 60

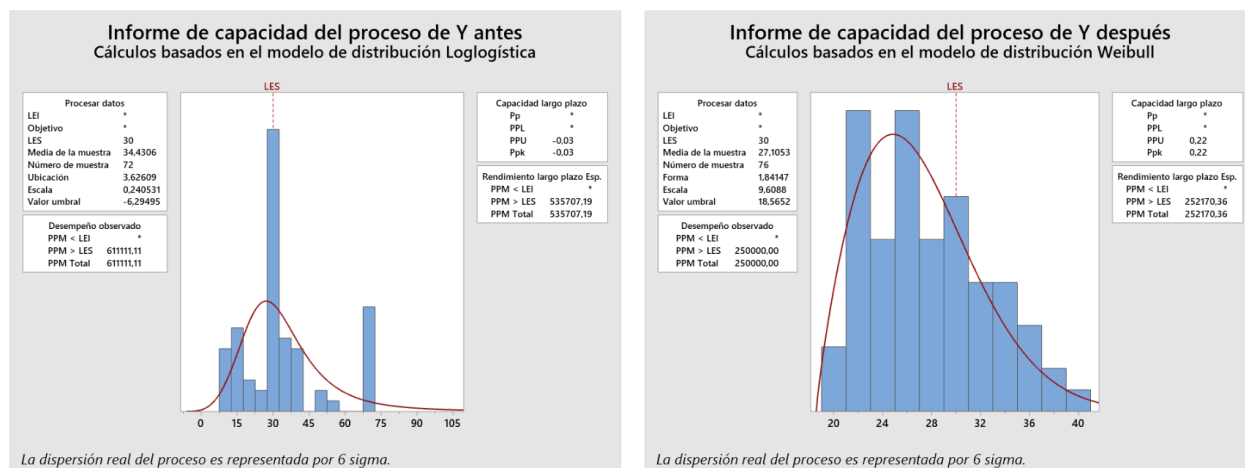
Gráfico de barras que muestra los tiempos promedio antes y después de la Y y los tiempos de espera de las variables críticas



Finalmente, la comparación de los reportes de capacidad del proceso antes y después de la intervención evidencia una mejora significativa en la estabilidad, precisión y cumplimiento de especificaciones. La reducción en la desviación estándar, el aumento en los índices Ppk y la disminución de unidades fuera de tolerancia (PPM) demuestran que el rediseño del proceso logró controlar la variabilidad y acercar el desempeño a los estándares requeridos (ver Figura 61).

Figura 61

Análisis de capacidad del tiempo de procesamiento para la emisión de notas de crédito antes y después de la implementación

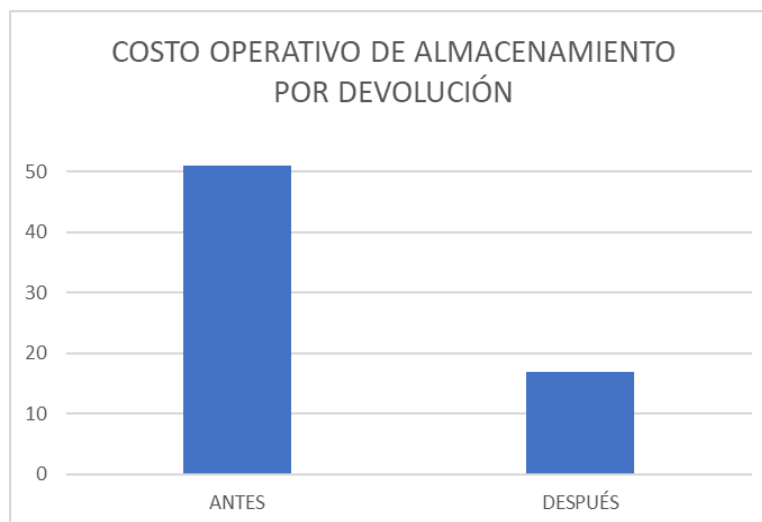


3.1.3.1 Impacto económico

Al reducir el tiempo de procesamiento de 93 a 27 días en promedio, la permanencia de los productos en almacenamiento pasa de 3 meses a 1 mes aproximadamente y dado que el costo mensual por devolución es de \$17, el gasto baja de \$51 a \$17, lo que representa un ahorro aproximado del 67% en costos de almacenamiento.

Figura 62

Costos de almacenamiento antes y después de la implementación

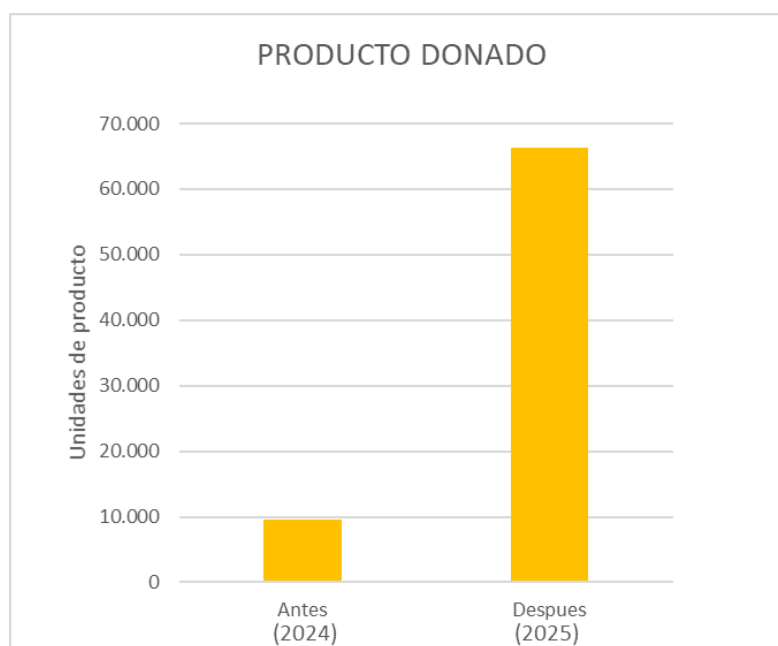


3.1.3.2 Impacto Social

Al reducir el tiempo promedio de procesamiento los productos, los productos no alcanzan su fecha de caducidad y pueden destinarse a donación. Con esta mejora, se estima que las donaciones aumentan de 9.478 unidades a 66.344 unidades, lo que representa un 30% de incremento. Este aumento no solo evita el desperdicio de productos, sino que también mejora la imagen social de la empresa al contribuir de manera más activa con la responsabilidad social.

Figura 63

Cantidad de producto donado antes y después de la implementación



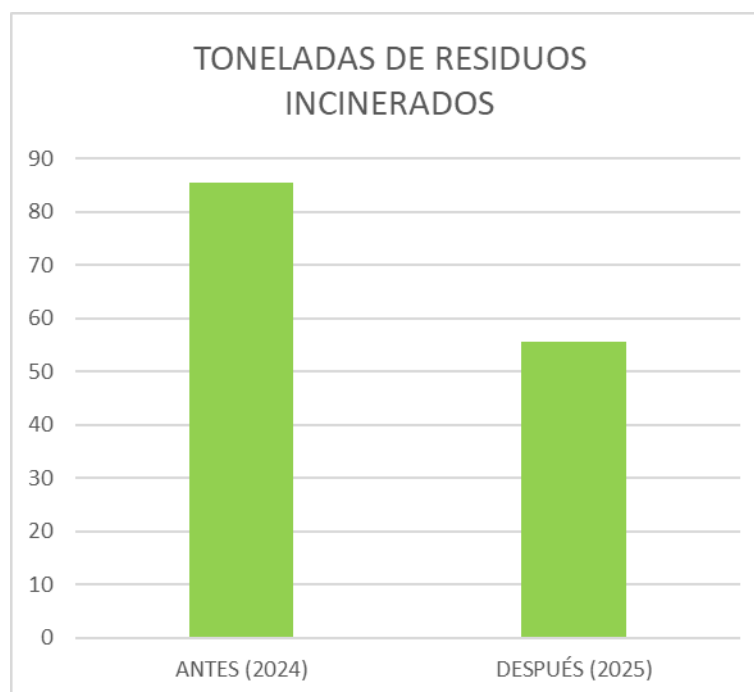
3.1.3.3 Impacto ambiental

La reducción del tiempo promedio de procesamiento de devoluciones tiene un impacto significativo ya que, si más productos alcanzan a ser donados, estos evitaban ser incinerados por lo que se reduce la huella de carbono. Antes se incineraban 85.5 toneladas de residuos (95%) mientras que ahora se estima 58.5 toneladas (65%). De esta forma evitando la emisión de 27

toneladas de CO₂e, lo que representa una reducción cercana al 30% en la huella de carbono de la empresa.

Figura 64

Toneladas de producto incinerado antes y después de la implementación



3.1.4 Plan de control

Luego de implementar las soluciones en la empresa se estableció un plan de control. En este se incluyen visitas periódicas, sesiones de capacitación del personal, material de capacitación y revisión de indicadores mensualmente, entre otros. (ver Figura 65).

Figura 65*Plan de control*

Solucion	Que?	Quien?	Por que?	como?	When?	Donde?	ESTADO
Rediseño integral del proceso de logística inversa con foco en la eficiencia operativa	Realizar visitas y seguimiento de cumplimiento del flujo estandarizado	Gerente de la empresa	Sostener la reducción de tiempos y evitar el retroceso a prácticas anteriores	Monitoreo del paso a paso de los trabajadores	Revisión mensual	Área de logística inversa, Área de calidad, Área de almacenamiento Área de la empresa	Implementado
Capacitación técnica del personal para la adopción de las soluciones propuestas.	Asegurar actualización constante de conocimientos del personal	Coordinador a de logística y operación	Mantener la competencia del personal y reducir errores por desconocimiento	Sesiones prácticas con material de capacitación	Cada 3 meses y al ingreso de nuevo personal	Área de logística inversa, Área de calidad, Área de almacenamiento Área de la empresa	Implementado
Defining critical roles and establishing target times for each stage of the process	Verificar cumplimiento de roles y tiempos asignados	Gerente de la empresa	Asegurar disciplina y responsabilidad en cada etapa	Revisión de KPIs (% etapas cumplidas en tiempo)	Revisión mensual	Área de logística inversa, Área de calidad, Área de almacenamiento, Área de la empresa	Implementado
Desarrollo de un tablero interactivo para el monitoreo de KPIs en el proceso de logística inversa	Mantener el dashboard activo y actualizado	Coordinador a de logística y operación	Proporcionar visibilidad en tiempo real del desempeño del proceso para detectar desvíos a tiempo	Integración automática de datos; control de "última actualización",	Semanalmente	Área de logística inversa, Área de calidad, Área de almacenamiento Área de la empresa	Implementado
Seguimiento automatizado y comunicación confiable	Control de actualizaciones en los flujos de power automate	Coordinador a de logística y operación	Para Asegurar comunicación confiable y prevenir errores en los correos electrónicos y garantizar la fiabilidad de la comunicación	Pruebas de flujo, revisión de listas	Semanalmente	Área de logística inversa, Área de calidad, Área de almacenamiento Área de la empresa	Implementado

Capítulo 4

4.1 Conclusiones y recomendaciones

4.1.1 Conclusiones

- La documentación del proceso actual de logística inversa permitió identificar de manera estructurada cada una de las etapas involucradas, los actores responsables en cada fase y los plazos asociados a su ejecución. Este análisis detallado constituye una base sólida para detectar ineficiencias, proponer mejoras operativas y garantizar trazabilidad en la gestión de emisión de notas de crédito, alineando el proceso con criterios de eficiencia, control y sostenibilidad
- Las causas raíz del problema fueron tres:
 - El proceso de devoluciones de la empresa carece de un procedimiento documentado que establezca claramente los pasos, tiempos y responsabilidades.
 - La información de seguimiento de devoluciones está dispersa en múltiples sistemas y documentos, lo que impide una vista centralizada del progreso y las métricas.
 - Las solicitudes de aprobación de devolución se gestionan de forma dispersa en varias direcciones de correo electrónico, sin un único punto de seguimiento.
- La reducción del 71 % (93 días a 27 días) en el tiempo promedio de devoluciones refleja una transformación operativa profunda, impulsada por mejoras estructurales, tecnológicas y humanas. Este avance no solo fortaleció la eficiencia y trazabilidad del proceso, sino que también generó impactos positivos en los

ámbitos económico, social y ambiental. Al integrar sostenibilidad y rendimiento, la empresa consolida un modelo de gestión responsable, demostrando que la optimización logística puede traducirse en valor integral y perdurable.

4.1.2 Recomendaciones

- Se recomienda continuar con el monitoreo del proceso bajo los parámetros actuales, ya que, aunque el índice Ppk aún se encuentra en niveles bajos debido a la etapa inicial de implementación, los resultados muestran una adecuada conformidad con los límites de especificación. Es fundamental consolidar las mejoras aplicadas mediante ajustes progresivos, reforzar la capacitación operativa y ampliar la automatización para estabilizar la capacidad del proceso y elevar su desempeño estadístico en el mediano plazo.
- Se sugiere reforzar la seguridad de la nueva base de datos mediante controles de acceso y cifrado, dado que el uso de formularios y registros online puede comprometer la confidencialidad de la información
- Una vez alcanzados los resultados esperados y consolidada la adaptación del personal al nuevo proceso, se recomienda realizar nuevos análisis operativos para identificar posibles cuellos de botella emergentes. Esta evaluación continua permitirá mantener la eficiencia lograda y orientar futuras mejoras de forma estratégica.
- Durante el desarrollo del proyecto surgieron propuestas de mejora que no pudieron ser implementadas debido a que requerían coordinación directa con los clientes de la empresa donde se realizó el trabajo. Se recomienda establecer

acuerdos colaborativos con dichos clientes para facilitar la ejecución de futuras mejoras, ya que esto permitiría optimizar procesos de manera conjunta y generar beneficios operativos para ambas partes.

- Debido a que el periodo de ejecución del proyecto fue de aproximadamente cuatro meses, no fue posible implementar soluciones que requerían un mayor tiempo de desarrollo. Para continuar mejorando el proceso, se recomienda considerar la inversión en un sistema CRM, el cual facilitaría la gestión de clientes, el seguimiento de casos y la automatización de tareas clave.

Referencias

- Barrera, M. (2014). Uso de la correlación de Spearman en un estudio de intervención en fisioterapia. *Movimiento Científico*, 8(1), 98-104. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5156978>
- Carulli, M., Bordegoni, M., & Cugini, U. (2013). An approach for capturing the voice of the customer based on virtual prototyping. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 24(5), 887-903. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s10845-012-0662-5>
- Donderis, L., Martínez, A., Nagrani, R., Zachrisson, C., & Barría, N. (2019). Aplicación de las tres primeras etapas de la metodología DMAIC para identificar la causa principal de la merma en el proceso de producción de las tortillas de harina de trigo. *Revista de Iniciación Científica*, 5, 48-53. doi:<https://doi.org/10.33412/rev-ric.v5.0.2369>
- Huayapa, M., Mamani, R., San Román, C., Casapino, J., & Bellido, N. (2023). Efectos en la productividad por la aplicación de la herramienta DMAIC en una empresa de bebidas. *Ciencia Latina: Revista Científica Multidisciplinar*, 7(3), 6974-6998. doi:https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i3.6682
- Knop, K. (2016). Using a QFD method and CTQ tree to identify the areas needing improvement in the product-farm truck trailer. *Zeszyty Naukowe. Organizacja i Zarządzanie / Politechnika Śląska*(87), 219-236. Obtenido de <https://delibra.bg.polsl.pl/dlibra/publication/87841/edition/78113/content>
- Kwak, S., & Park, S. (2019). Normality test in clinical research. *Journal of Rheumatic Diseases*, 26(1), 5-11. doi:<https://doi.org/10.4078/jrd.2019.26.1.5>

- Mendoza, V., Campo, W., Quiñones, J., Álvarez, Á., & Palacio, A. (2020). Análisis de causas de ineficiencias en servicio al cliente. *Boletín de Innovación, Logística y Operaciones*, 2(1), 55-59. doi:<https://doi.org/10.17981/bilo.2.1.2020.10>
- Milenović, Ž. (2011). Application of Mann-Whitney U test in research of professional training of primary school teachers. *Metodički obzori: časopis za odgojno-obrazovnu teoriju i praksu*, 6(11), 73-79. doi:<https://doi.org/10.32728/mo.06.1.2011.06>
- Monday, L. (2022). Define, measure, analyze, improve, control (DMAIC) methodology as a roadmap in quality improvement. *Global Journal on Quality and Safety in Healthcare*, 5(2), 44. doi:<https://doi.org/10.36401/JQSH-22-X2>
- Montoya Ríos, F., & Aguilar Zambrano, J. (2013). La relación universidad-empresa en las prácticas empresariales: Un modelo conceptual desde las técnicas de generación de ideas. *Journal of Technology Management & Innovation*, 8, 47-47. doi:<https://doi.org/10.4067/S0718-27242013000300047>
- Sabir, B., Touri, B., Bergadi, M., & Moussetad, M. (2015). Using the Integrated Management System and Approach SIPOC in higher education for the Evaluation and Improving the Quality of Life of students. *The Online Journal of Quality in Higher Education*, 2(3), 141. Obtenido de <https://www.tojdel.net/journals/tojqih/volumes/tojqih-volume02-i03.pdf#page=149>
- Selvi, k., & Majumdar, R. (2014). Six sigma-overview of DMAIC and DMADV. *International Journal of Innovative Science and Modern Engineering*, 2(5), 16-19. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Dr-Majumdar/publication/346081379_Six_Sigma-Overview_of_DMAIC_and_DMADV/links/5fba6254458515b797608bc8/Six-Sigma-Overview-of-DMAIC-and-DMADV.pdf

Apéndice A

Figura 66

Prueba de bondad de ajuste tiempo para recoger el producto del almacén del cliente (X1)

Prueba de bondad del ajuste

Distribución	AD	P
Normal	8,785	<0,005
Lognormal de 3 parámetros	14,282	*
Exponencial de 2 parámetros	14,030	<0,010
Weibull de 3 parámetros	13,376	<0,005
Valor extremo más pequeño	10,556	<0,010
Valor extremo por máximos	5,792	<0,010
Gamma de 3 parámetros	21,056	*
Logística	7,013	<0,005
Loglogística de 3 parámetros	12,725	*

Figura 67

Prueba de bondad de ajuste tiempo para que el producto llegue al centro de distribución (X2)

Prueba de bondad del ajuste

Distribución	AD	P
Normal	7,415	<0,005
Lognormal de 3 parámetros	2,465	*
Exponencial de 2 parámetros	3,056	<0,010
Weibull de 3 parámetros	3,056	<0,005
Valor extremo más pequeño	9,907	<0,010
Valor extremo por máximos	4,878	<0,010
Gamma de 3 parámetros	3,294	*
Logística	6,427	<0,005
Loglogística de 3 parámetros	2,388	*

Figura 68

Prueba de bondad de ajuste tiempo para inspeccionar los productos y enviar un correo electrónico a Calidad (X3)

Prueba de bondad del ajuste

Distribución	AD	P
Normal	4,657	<0,005
Lognormal de 3 parámetros	2,522	*
Exponencial de 2 parámetros	2,483	<0,010
Weibull de 3 parámetros	2,501	<0,005
Valor extremo más pequeño	5,541	<0,010
Valor extremo por máximos	3,829	<0,010
Gamma de 3 parámetros	2,645	*
Logística	4,256	<0,005
Loglogística de 3 parámetros	2,430	*

Figura 69

Prueba de bondad de ajuste tiempo para que Calidad genere un registro de disposición y notifique al Gerente de Logística Inversa (X4)

Prueba de bondad del ajuste

Distribución	AD	P
Normal	2,765	<0,005
Lognormal de 3 parámetros	1,673	*
Exponencial de 2 parámetros	3,841	<0,010
Weibull de 3 parámetros	3,030	<0,005
Valor extremo más pequeño	6,692	<0,010
Valor extremo por máximos	1,556	<0,010
Gamma de 3 parámetros	4,036	*
Logística	1,873	<0,005
Loglogística de 3 parámetros	1,614	*

Figura 70

Prueba de bondad de ajuste tiempo para que el Gerente de Logística Inversa apruebe la decisión de Calidad (X5)

Prueba de bondad del ajuste

Distribución	AD	P
Normal	11,020	<0,005
Lognormal de 3 parámetros	3,531	*
Exponencial de 2 parámetros	4,452	<0,010
Weibull de 3 parámetros	4,419	<0,005
Valor extremo más pequeño	13,048	<0,010
Valor extremo por máximos	6,383	<0,010
Gamma de 3 parámetros	4,482	*
Logística	8,241	<0,005
Loglogística de 3 parámetros	3,091	*

Figura 71

Prueba de bondad de ajuste tiempo para generar la orden de transporte (X6)

Prueba de bondad del ajuste

Distribución	AD	P
Normal	4,390	<0,005
Lognormal de 3 parámetros	3,755	*
Exponencial de 2 parámetros	7,053	<0,010
Weibull de 3 parámetros	4,154	<0,005
Valor extremo más pequeño	6,338	<0,010
Valor extremo por máximos	3,740	<0,010
Gamma de 3 parámetros	6,736	*
Logística	4,037	<0,005
Loglogística de 3 parámetros	3,683	*

Figura 72

Prueba de bondad de ajuste tiempo para almacenar el producto (X7)

Prueba de bondad del ajuste

Distribución	AD	P	LRT	P
Normal	4,595	<0,005		
Transformación Box-Cox	4,595	<0,005		
Lognormal	4,908	<0,005		
Lognormal de 3 parámetros	14,502	*	0,000	
Exponencial	6,719	<0,003		
Exponencial de 2 parámetros	14,949	<0,010	0,000	
Weibull	4,427	<0,010		
Weibull de 3 parámetros	15,142	<0,005	0,000	
Valor extremo más pequeño	4,783	<0,010		
Valor extremo por máximos	4,855	<0,010		
Gamma	4,625	<0,005		
Gamma de 3 parámetros	24,132	*	0,000	
Logística	4,498	<0,005		
Loglogística	4,634	<0,005		
Loglogística de 3 parámetros	13,360	*	0,000	