

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN INDUSTRIAL
MAESTRIA EN CADENA DE ABASTECIMIENTO**

Modelo logístico automatizado y estandarizado para la recepción de repuestos retornados de la compañía DHL DGF Costa Rica, que mejore la eficiencia logística inversa en el área de cómputo e impresión

**Proyecto para optar por el grado de
Maestría en Cadena de Abastecimiento**

Lic. Victor Alfonso Benitez Cardona

**Cartago, Costa Rica
26 de noviembre, 2025**

Esta obra está licenciada bajo la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional.

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN INDUSTRIAL
MAESTRÍA EN CADENA DE ABASTECIMIENTO
ACTA DE DEFENSA PÚBLICA

Se certifica que el Proyecto de Graduación presentado por el Sr. VÍCTOR ALFONSO BENITES CARDONA, titulado "*Modelo logístico automatizado y estandarizado para la recepción de repuestos retornados de la compañía DHL DGF Costa Rica, que mejore la eficiencia logística inversa en el área de cómputo e impresión*" cumple con las regulaciones y requisitos establecidos en el Reglamento del Proyecto de Graduación, para optar al grado de Maestría en Cadena de Abastecimiento.

La nota que corresponde es 95 .

TRIBUNAL EXAMINADOR

BILJHANA
SHAKIRA FARAH
GUZMAN (FIRMA)
Firmado digitalmente por
BILJHANA SHAKIRA FARAH
GUZMAN (FIRMA)
Fecha: 2025.11.26 17:57:21
-06'00'

Ing. Biljhana Farah G., M.Eng.
Profesor Lector

DIOGENES ALVAREZ
SOLORZANO
(FIRMA)
Firmado digitalmente por
DIOGENES ALVAREZ
SOLORZANO (FIRMA)
Fecha: 2025.11.26 18:05:26
-06'00'

Ing. Diógenes Alvarez S. MBA.
Profesor Lector

TEC | Tecnológico
de Costa Rica

Firmado digitalmente por
DENNIS RICARDO ARIAS
RAMIREZ (FIRMA)
Fecha: 2025.11.26 17:52:22
-06'00'

Ing. Dennis Arias R., M.Eng.
Profesor Lector

KLEIBER
GABRIEL ROJAS
VARELA (FIRMA)
Firmado digitalmente
por KLEIBER GABRIEL
ROJAS VARELA (FIRMA)
Fecha: 2025.11.26
18:02:56 -06'00'

Ing. Kleiber Rojas V., M.Eng.
Profesor Tutor

TEC | Tecnológico
de Costa Rica

Firmado digitalmente por
DENNIS RICARDO ARIAS
RAMIREZ (FIRMA)
Fecha: 2025.11.26 17:52:56
-06'00'

Ing. Dennis Arias Ramírez, M.Eng.
Coordinador Maestría

Cartago, 26 de noviembre, 2025

RESUMEN

Benitez Cardona, V. Instituto Tecnológico de Costa Rica, noviembre 2025. Modelo logístico estandarizado para la recepción de repuestos retornados de la compañía DHL DGF Costa Rica, que mejore la eficiencia logística inversa en el área de cómputo e impresión. Profesor Asesor: Ing. Kleiber Rojas Varela, MEng.

DHL DGF Costa Rica es una empresa que brinda soluciones logísticas en el mercado corporativo para diferentes industrias, bajo el modelo de zonas francas. DHL tiene servicio de logística inversa para productos de cómputo e impresión que se reciben en la bodega para alimentar el inventario de repuestos.

El departamento recibos, carece de un proceso estandarizado para la recepción de repuestos retornados, por ende cuando hay fallo, se genera un cuello de botella, acumulando paquetes sin recepción, impactando la disponibilidad de inventario. Se determina que de 490 paquetes retornados mensualmente, un 26% ingresa en cuello de botella, siendo 127 unidades en promedio con problemas. Las causas principales son que el personal no está suficientemente capacitado, depende 100% de un soporte externo para solucionar el problema, además, el sistema falla.

Este proyecto propone diseñar un modelo de proceso estandarizado que mejore la eficiencia en la recepción de repuestos que elimine el cuello de botella. Para ello, se elabora un nuevo proceso que cubre todos los escenarios, se dota al departamento de un paquete de KPIs y un plan de capacitación para los colaboradores. Se determina que con una inversión de \$12.300 dólares, se resuelve 100% el cuello de botella en un plazo de cuatro meses, se aceleran los tiempos de recepción, y se genera un ahorro de \$167.400 dólares anuales.

Palabras Clave:

Logística, cuello de botella, recepción, repuestos, capacitación, modelo de proceso, inventario, eficiencia, KPI

SUMMARY

Benitez Cardona, V. Instituto Tecnológico de Costa Rica, november 2025. Standardized logistics model for receiving returned spare parts from DHL DGF Costa Rica, improving reverse logistics efficiency in the computing and printing sector. Advisory Professor: Eng. Kleiber Rojas Varela, MEng.

DHL DGF Costa Rica is a company that provides logistics solutions to the corporate market for various industries, operating within a free trade zone model. DHL offers reverse logistics services for computers and printing products received at the warehouse to replenish the spare parts inventory.

The receiving department lacks a standardized process for receiving returned spare parts. Consequently, when a problem arises, a bottleneck occurs, resulting in an accumulation of unreceived packages and impacting inventory availability. It has been determined that of the 490 packages returned monthly, 26% enter the bottleneck, with an average of 127 units experiencing issues. The main causes are insufficient staff training, complete dependence on external support for problem resolution, and system failures.

This project proposes designing a standardized process model to improve the efficiency of spare parts receiving and eliminate the bottleneck. To achieve this, a new process covering all scenarios is developed, the department is provided with a set of KPIs, and a training plan is implemented for employees. It is determined that with an investment of \$12.300, the bottleneck is completely resolved within four months, receiving times are accelerated, and annual savings of \$167.400 are generated.

Keywords:

Reverse logistics, bottleneck, receiving, spare parts, training, process model, inventory, efficiency, KPI

DEDICATORIA

Dedicado con todo el amor y cariño, para;

Mi familias: Por el gran apoyo constante para cumplir mis metas, que aunque a pesar de la distancia se siente el amor incondicional, fuerte y sincero. Mi familia ha estado para mí en todos los momentos de retos en la vida, así como en los momentos hermosos donde las bendiciones son palpables

A mi madre: quien ha sido una fuente de inspiración de lucha y constancia, que con sus enseñanzas, educación y valores han hecho de mí una mejor persona y me ha enseñado a valorar todos los momentos de la vida con sus retos y cosas bella

AGRADECIMIENTOS

El proceso de completar la maestría ha sido duro, sin embargo siempre hay personas que se encuentran en el camino que te hacen llevar el proceso más ameno, dándote consejos, ofreciendo ayuda, brindándote una mano amiga.

Agradezco a mis amigos que siempre estuvieron dándome apoyo en los momentos que lo necesité

Agradezco a todos mis profesores que compartieron su conocimiento durante todos los cursos de la maestría brindando una guía para llegar al éxito.

Mis más sinceros agradecimientos a mis compañeros de clase que siempre trabajamos en equipo apoyándonos en las actividades, sacando lo mejor de nosotros mismos

Mi sinceros agradecimientos a la señorita Senayda Betancourt por su apoyo invaluable y estar siempre cuando lo necesité.

¡MIL GRACIAS SIEMPRE!

EPÍGRAFE

“La línea entre el orden y el desorden reside en la logística”

Sun Tzu
General, militar y filósofo chino

“Una cadena de suministro inversa eficiente debe ser capaz de equilibrar la rentabilidad con los objetivos de sostenibilidad, mediante la adaptación a las demandas cambiantes y la generación de nuevas alianzas”.

Mishra y Coppelas
Autores cadena de suministros

La clave de una buena toma de decisiones es evaluar la información disponible, los datos, y combinarla con tus propias estimaciones de ventajas y desventajas.

Emily Oster,
Profesora de Economía
Brown University

CONTENIDO

ACTA DE APROBACIÓN.....	Error! Bookmark not defined.
<i>DEDICATORIA</i>	v
<i>AGRADECIMIENTOS</i>	vi
<i>EPÍGRAFE</i>	vii
<i>CONTENIDO</i>	viii
<i>LISTA DE FIGURAS</i>	xiv
<i>LISTA DE CUADROS</i>	xvi
1. INTRODUCCIÓN	18
1.1 Generalidades de la organización.....	19
1.1.1 Antecedentes históricos.....	19
1.1.2 Número de empleados.....	20
1.1.3 Tipos de productos	21
1.1.4 Mercados	22
1.1.5 Estructura organizacional.....	23
1.1.6 Misión, visión y valores	25
1.2 Descripción del proceso productivo.....	25
1.2.1 Procesos estratégicos.....	26
1.2.2 Procesos de áreas estratégicas auxiliares.....	27
1.2.3 Procesos de apoyo	28
1.3 Planteamiento del problema	28
1.3.1 Definición del problema.....	28
1.4 Justificación del proyecto.....	29
1.5 Objetivos	30
1.5.1 Objetivo general.....	30
1.5.2 Objetivos específicos.....	31
1.6 Alcance y limitaciones	31
1.6.1 Alcance.....	31
1.6.2 Limitaciones.....	32
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	33

2.1	Generalidades de la industria de cadena de suministros y logística.....	34
2.1.1	Cadena de suministros.....	34
2.1.2	Almacén	34
2.1.3	Logística inversa	35
2.2	Cuellos de botella.....	35
2.3	Cinco pasos de la teoría de restricciones TOC.....	35
2.3.1	Identificar la restricción del sistema.....	36
2.3.2	Explotar la restricción del sistema	36
2.3.3	Subordinar todo lo demás a la restricción	36
2.3.4	Elevar la restricción.....	36
2.3.5	Repetir el proceso.....	36
2.4	Diagrama de flujo.....	36
2.4.1	Elementos de diagramas de flujo	37
2.5	Trazabilidad de los inventarios	38
2.5.1	Planeación de los ciclos de trazabilidad de inventarios	38
2.6	Estandarización de procesos.....	39
2.7	Análisis de costos logísticos.....	39
2.8	Diseño de modelo.....	42
2.8.1	Tipos de modelos	42
2.9	Simulación de procesos.....	43
2.9.1	Metodología de simulación básica	43
2.10	Evaluación del rendimiento del nuevo proceso estándar	45
2.11	Plan de implementación gradual	46
2.11.1	Diagrama de Gantt	47
2.11.2	Recursos y presupuesto	48
2.11.3	Plan de capacitación	48
2.12	Metodologías de proyectos.....	49
2.12.1	Tipos de investigación.....	49
2.12.2	Metodologías de mejora continua	50
2.12.3	Metodología PDCA.....	50
2.12.4	Cómo se usa el método PDCA.....	51

2.13	Otras herramientas ingenieriles.....	51
2.13.1	SIPOC.....	51
2.13.2	Análisis de causa raíz (RCA)	53
2.13.3	Herramientas de análisis de causa raíz.....	54
2.13.4	Poka Yoke	56
2.13.5	Análisis de plazos de entrega (Lead times).....	57
3.	METODOLOGÍA DEL PROYECTO	59
3.1	Justificación de uso de la metodología PDCA	60
3.2	Etapas de la metodología.....	60
3.3	Proceso metodológico	62
4.	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACION ACTUAL	63
4.1	Esquema del diagnóstico de la situación actual	64
4.2	Contexto organizacional.....	65
4.3	Análisis FODA	65
4.4	Análisis de riesgos.....	67
4.5	Análisis de proceso actual	69
4.6	SIPOC del proceso actual.....	69
4.6.1	Proveedores	70
4.6.2	Input	70
4.6.3	Proceso	71
4.6.4	Salidas	71
4.6.5	Clientes.....	72
4.7	Diagrama de flujo del proceso actual.....	73
4.8	Análisis de causa raíz.....	74
4.9	Diagrama de Ishikawa.....	76
4.10	Análisis de los 5 por qué?	78
4.11	Evaluación de impacto operativo	80
4.11.1	Tasa de defecto.....	80
4.11.2	Análisis de tiempos de entrega (Lead times)	81
4.11.3	Diagrama de Pareto	82
4.12	Evaluación de impacto económico.....	84

4.12.1	Análisis de costos.....	84
4.12.2	Costos de inventario y abastecimiento	85
4.12.3	Costos de logística inversa:	85
4.12.4	Costos de almacenamiento prolongado por repuestos retenidos.....	86
4.12.5	Costos administrativos y tecnológicos	86
4.12.6	Análisis y distribución de costos.....	87
4.13	Análisis estadístico.....	90
4.14	Análisis de recursos y sistemas de información.....	93
4.14.1	Costos estimados de los recursos físicos y tecnológicos.....	95
4.15	Análisis del recurso humano	96
4.15.1	Análisis de roles y responsabilidades.....	96
4.15.2	Análisis de perfiles.....	97
4.15.3	Habilidades.....	97
4.16	Conclusiones del diagnóstico de situación actual	98
5.	SOLUCIÓN AL PROBLEMA PLANTEADO.....	100
5.1	Esquema ingenieril de la etapa de solución	101
5.2	Definición de problema después del diagnóstico.....	102
5.2.1	Problema ingenieril	102
5.2.2	Objetivo general.....	102
5.2.3	Objetivos específicos.....	102
5.3	Situación actual después del diagnóstico	103
5.3.1	Procesos.....	103
5.3.2	Sistemas de tecnología	103
5.3.3	Talento.....	104
5.3.4	Costos	104
5.3.5	Plazos de entrega (Lead times).....	104
5.3.6	Clientes.....	104
5.4	Propuestas de solución	105
5.4.1	Propuesta 1 – estandarización de procesos con recursos actuales.....	105
5.4.2	Diseño de propuesta de solución 1	105
5.4.3	Propuesta 2 – automatización de procesos con recursos tecnológicos.....	106

5.4.4	Diseño de propuesta de solución 2.....	106
5.5	Análisis de factibilidad.....	107
5.5.1	Factibilidad operativa.....	107
5.5.2	Factibilidad financiera.....	109
5.5.3	Factibilidad técnica	111
5.5.4	Priorización de soluciones.....	112
5.5.5	Análisis de priorización.....	113
5.5.6	Análisis de esfuerzo	115
5.5.7	Análisis de esfuerzo e impacto.....	117
5.5.8	Retorno de la inversión (ROI).....	119
5.6	Despliegue de la solución.....	121
5.6.1	Nuevo Diagrama de proceso	121
5.6.2	Hoja de procedimiento Poka Yoke (a prueba de errores) informativo.....	123
5.6.3	Definición de KPIs de control y medición de rendimiento.....	124
5.6.4	Nuevo SIPOC	126
5.7	Plan de implementación	127
5.7.1	Project charter	127
5.7.2	Cronograma del proyecto	128
5.7.3	Matriz RACI.....	129
5.7.4	Análisis de riesgo	131
5.7.5	Plan de contingencia.....	133
5.7.6	Evaluación financiera de la propuesta de la solución.....	134
5.7.7	Gestión del cambio.....	135
5.8	Actividades post plan de implementación.....	136
5.8.1	Simulación.....	136
5.8.2	Simulación de proceso en FexSim	136
5.8.3	Dashboard de desempeño y control de costos.....	138
5.8.4	Dashboard de control de volumen.....	139
5.8.5	Dashboard de medición de tiempos de procesamiento	140
5.8.6	Mejoras posteriores a la implementación de la solución.....	140
5.8.7	Plan de control, mantenimiento y seguimiento	141

5.8.8	Manual de usuario	142
5.9	Conclusiones de la solución al problema planteado.....	142
6.	CONCLUSIONES	144
6.1	Conclusiones	145
6.2	Recomendaciones.....	146
	BIBLIOGRAFÍA.....	148
	APÉNDICES	151
	Apéndice A: Siglas y abreviaturas	152
	Apéndice B: Diagramas de flujo de los nuevos procesos	154
	Apéndice C: Hoja de proceso a prueba de errores – Poka Yoke informativo.....	158
	Apéndice D: Project charter – carta de proyecto.....	166
	Apéndice E: Manual de usuario	170
	Apéndice F: Entrevista	176
	ANEXOS	180
	Anexo 1: Tabla de costos mensuales de recursos	181
	Anexo 2: Histórico de volumen acumulado y escenarios de causa raíz.....	183
	Anexo 3: Histórico de costos y condición física de los repuestos	185
	Anexo 4: Códigos estandarizados	187
	Anexo 5: Flujo de efectivo de ingresos y costos del proyecto	190
	CURRICULUM	192
	Hoja de vida: Lic. Victor Alfonso Benitez Cardona	193

LISTA DE FIGURAS

No. 1 Línea de tiempo DHL.....	20
No. 2 Organigrama DHL Global Forwarding CR.....	24
No. 3 Organigrama área de recibo de repuestos.....	24
No. 4 Mapa de proceso DHL DGF Costa Rica.....	26
No. 5 Posibles causas/contingencias del proceso.....	30
No. 6 Tipos de diagrama de flujo.....	37
No. 7 Planificación de ciclo de trazabilidad de inventario.....	39
No. 8 Distribución de costos logísticos.....	40
No. 9 Etapas de una simulación.....	45
No. 10 Diagrama de Gantt.....	47
No. 11 Diagrama SIPOC.....	52
No. 12 Diagrama Ishikawa.....	54
No. 13 Diagrama árbol de falla.....	55
No. 14 Diagrama de Pareto.....	56
No. 15 Poka Yoke informativo - hoja de proceso.....	57
No. 16 Análisis de tiempos de proceso (Lead times).....	58
No. 17 Marco conceptual del proyecto.....	58
No. 18 Proceso metodológico aplicado al proyecto.....	62
No. 19 Esquema de diagnóstico de la situación actual.....	64
No. 20 Análisis FODA del área de recibos.....	66
No. 21 SIPOC vigente del proceso de recibo de repuestos.....	69
No. 22 Diagrama de flujo del proceso actual.....	73
No. 23 Diagrama Ishikawa.....	77
No. 24 Matriz de análisis de los 5 por qué? perspectiva operativa.....	78
No. 25 Matriz de análisis de los 5 por qué? perspectiva sistemática.....	79
No. 26 Análisis de tiempos de entrega (Lead times).....	82
No. 27 Diagrama Pareto análisis de causas.....	83
No. 28 Distribución de costos logísticos y de almacenamiento.....	87
No. 29 Total de costos logísticos y de almacenamiento.....	88
No. 30 Comparativa de volúmenes y costos de la condición física del repuesto.....	89

No. 31 Gráfico de desviación estándar de las causas	92
No. 32 Gráfico de distribución normal de las causas.....	93
No. 33 Esquema ingenieril de la etapa de solución.....	101
No. 34 Diseño de propuesta de solución 1 - estandarización.....	105
No. 35 Diseño de propuesta de solución 2 - automatización	106
No. 36 Gráfico comparativo de factibilidad operativa de propuesta 1 y 2.....	108
No. 37 Gráfico comparativo de factibilidad financiera de propuesta 1 y 2.....	110
No. 38 Gráfico comparativo de recursos técnicos de propuesta 1 y 2	112
No. 39 Gráfico de impacto esfuerzo de propuestas 1 y 2.....	119
No. 40 Diagrama del nuevo proceso	122
No. 41 Nuevo diagrama SIPOC	126
No. 42 Cronograma del proyecto	128
No. 43 Matriz RACI.....	130
No. 44 Criterios de medición de matriz de riesgos	131
No. 45 Gráfico de riesgos después de la solución.....	132
No. 46 Evaluación financiera de la propuesta de solución.....	134
No. 47 Simulación FlexSim proceso actual	136
No. 48 Simulación FlexSim diseño de nuevo proceso.....	137
No. 49 Dashboard de desempeño y control de costos.....	138
No. 50 Dashboard de control de volumen.....	139
No. 51 Dashboard de medición de tiempos.....	140
No. 52 Nuevo proceso general.....	155
No. 53 Aplicación 1 - no hay señal	155
No. 54 Aplicación 2 - condición diferente a la esperada.....	156
No. 55 Aplicación 3 - repuesto diferente al esperado	156
No. 56 Aplicación 4 - paquete sin información	157
No. 57 Aplicación 5 - orden ya recibida	157

LISTA DE CUADROS

No. 1 Distribución de colaboradores.....	20
No. 2 Distribución de colaboradores del área de recibos.....	21
No. 3 Productos en las divisiones de negocio de DHL Costa Rica.....	22
No. 4 Plan de capacitación.....	49
No. 5 Marco metodológico del proyecto.....	61
No. 6 Criterio de definición de riesgo.....	67
No. 7 Matriz de análisis de riesgo.....	68
No. 8 Criterio de evaluación de causa raíz.....	75
No. 9 Matriz de análisis de causa raíz.....	75
No. 10 Criterio de definición de proceso.....	81
No. 11 Costos logísticos y de almacenamiento.....	84
No. 12 Condición del repuesto y su costo.....	88
No. 13 Costos de recursos y sistemas.....	95
No. 14 Análisis de perfiles.....	97
No. 15 Factibilidad operativa.....	107
No. 16 Factibilidad financiera.....	109
No. 17 Factibilidad técnica.....	111
No. 18 Escala de importancia.....	113
No. 19 Escala de valoración.....	113
No. 20 Cuadro de criterios de priorización.....	113
No. 21 Cuadro de score de priorización.....	114
No. 22 Escala de importancia.....	115
No. 23 Escala de valoración de esfuerzo.....	115
No. 24 Criterios de esfuerzo.....	116
No. 25 Puntaje de esfuerzo.....	117
No. 26 Análisis de esfuerzo impacto.....	118
No. 27 Cálculo retorno de la inversión (ROI).....	120
No. 28 Procedimiento POKA YOKE informativo.....	123
No. 29 KPIs de control y medición.....	125

No. 30 Carta del proyecto (Project charter)	127
No. 31 Matriz de riesgo después de la solución.....	132
No. 32 Gestión del cambio.....	135
No. 33 Hoja de proceso a prueba de errores completo.....	159
No. 34 Project charter completo detallado	167
No. 35 Glosario del manual de usuario	173
No. 36 Entrevista.....	177
No. 37 Tabla de recursos de operación	182
No. 38 Escenarios de problema.....	184
No. 39 Acumulado de paquetes de cuello de botella	184
No. 40 Histórico de costos y condición de repuestos.....	186
No. 41 Códigos sistemáticos estandarizados.....	188
No. 42 Estructura de ingresos	191
No. 43 Estructura de costos.....	191

1. INTRODUCCIÓN

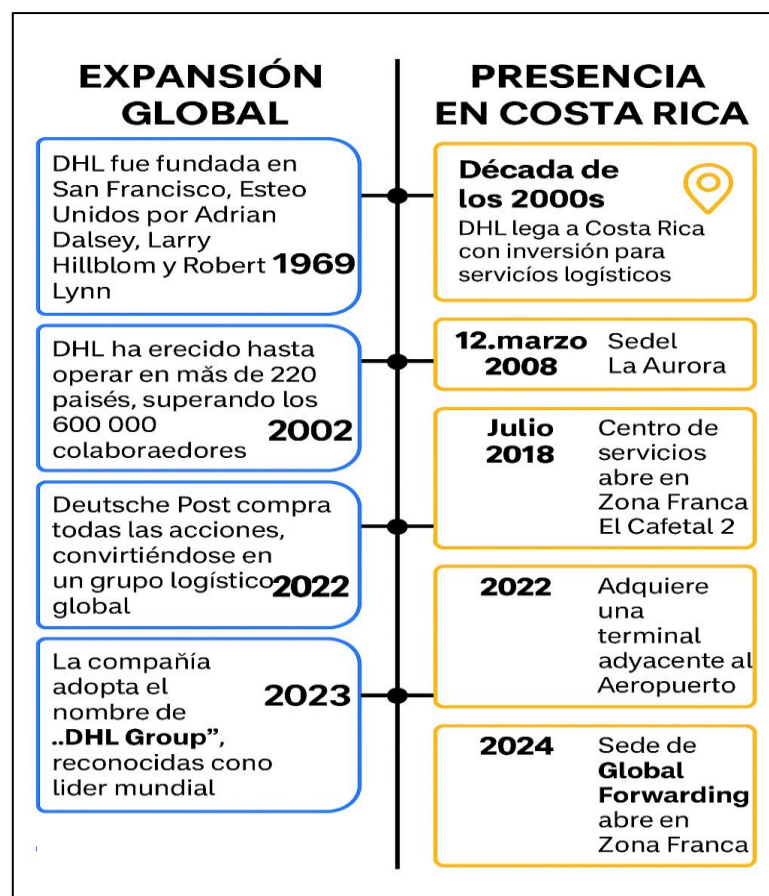
INTRODUCCIÓN

1.1 Generalidades de la organización

1.1.1 Antecedentes históricos

DHL fue fundada en Estados Unidos en 1969 por Adrian Dalsey, Larry Hillblom y Robert Lynn, para realizar envíos entre Estados Unidos y Puerto Rico. Desde su fundación, DHL opera en más de 220 países, con una plantilla global superior a los 600.000 colaboradores. Deutsche Post, adquiere la empresa en 2002 para convertirse un grupo logístico global. En 2023, la compañía adoptó formalmente el nombre de "DHL Group". DHL llega a Costa Rica en la década de los 2000's invirtiendo en un centro de servicios para negocios internacionales. En 2008 se inaugura la sede de La Aurora de Heredia para operaciones de Centroamérica y el Caribe. En 2018 se inaugura el centro de servicios Zona Franca El Cafetal. En 2002 adquiere una terminal colindante con el Aeropuerto Juan Santamaría, para la industria de dispositivos médicos. Finalmente, en 2024 inaugura la sede de Global Forwarding en Zona Franca El Coyol para convertirse en el centro regional de logística internacional.

Este proceso evolutivo puede visualizarse en la figura a continuación:



Nota: Elaboración propia

Figura No. 1 Línea de tiempo DHL

1.1.2 Número de empleados

Actualmente, DHL Global Forwarding Costa Rica posee **159** colaboradores, distribuidos de la siguiente manera:

Cuadro No. 1 Distribución de colaboradores

Área	Total colaboradores
Gerencias	5
Administrativo - financiero	16
Área comercial	17
Recursos humanos	12
Operaciones	109
Total	159

Fuente: Recursos humanos DHL DGF

El área operativa específica de despacho y recibo de repuestos de cómputo e impresión posee 8 colaboradores distribuidos de la siguiente manera:

Cuadro No. 2 Distribución de colaboradores del área de recibos

Área	Hombres	Mujeres	Total colaboradores	% de personal
Gerencia	1	0	1	13%
Supervisor	1	0	1	13%
Líder de equipo	0	1	1	13%
Ingresos e importaciones	1	0	1	13%
Despachos	0	1	1	13%
Inventario y conteo cíclico	0	1	1	13%
Retornos	1	1	2	25%
Total	4	4	8	100%

Fuente: Área operativa de repuestos de cómputo e impresión

Debido a la naturaleza del negocio de despacho y recibo de repuestos, la estructura tiene su mayor enfoque en áreas operacionales para que todas las órdenes de servicio puedan fluir rápidamente y se puedan cumplir los plazos de entrega y de devolución establecidos de tal manera que se cumplan con las expectativas del negocio y satisfacción del cliente.

1.1.3 Tipos de productos

DHL al ser una empresa global, tiene diferentes tipos divisiones de negocio donde agrupa los productos y servicios que ofrece tanto para personas como para empresas, las divisiones globales son: DHL Express, DHL Global Forwarding, DHL eCommerce, DHL Freight y DHL Supply Chain. Sin embargo, para Costa Rica DHL únicamente tiene las divisiones de DHL Express y DHL Global Forwarding.

a) DHL Express:

Se enfoca en servicios de paquetería de entrega rápida y confiable a más de 220 territorios, transporte express, documentos, paquetes pequeños y carga fraccionada nacional o internacional. Se enfoca en servicios para personas y empresas.

b) DHL Global Forwarding:

Se especializa en servicios de envíos de carga solo para empresas, donde ofrece soluciones de transporte multimodal (Terrestre, aéreo, marítimo y ferroviario), también ofrece servicios de gestión de proyectos industriales, en Costa Rica ofrece servicios de almacén, logística y distribución.

En la figura a continuación se detallan los productos que actualmente ofrece DHL Costa Rica:

Cuadro No. 3 Productos en las divisiones de negocio de DHL Costa Rica

DHL Express (Personas y empresas)	DHL Global Forwarding (Empresas)
Paquetería de entrega rápida	Carga pesada
Transporte express	Transporte multimodal
Documentos y paquetes pequeños	Proyectos industriales
Carga fraccionada	Almacén
Paquetes livianos	Logística y distribución

Fuente: DHL Costa Rica

Es importante mencionar que, en otros países, los servicios de almacén, logística, distribución y logística inversa se encuentra dentro de la división de DHL Supply Chain, sin embargo, en Costa Rica, dichos servicios se encuentran dentro de la división de DHL Global Forwarding.

1.1.4 Mercados

DHL opera en el mercado de Costa Rica enfocado en el mercado corporativo, ofrece soluciones logísticas dirigidas a empresas de diferentes tamaños y también diferentes sectores. Ofrece cobertura de servicios a empresas con altos volúmenes de envíos de paquetes empresariales, también brinda cobertura a negocios que requieren transporte multimodal, es decir, aéreo, marítimo, terrestre o ferroviario, incluidos servicios aduaneros.

DHL Costa Rica ofrece soluciones específicas para diferentes sectores industriales, adaptándose a sus necesidades logísticas: Tecnología, consumo ciencias de la vida y salud, y además, forma parte de una economía de zonas francas donde se ofrecen también servicios para Centroamérica y el caribe.

1.1.5 Estructura organizacional

La Gerencia General, representa la cabeza estratégica y máxima autoridad en DHL Global Forwarding Costa Rica, desde dicha posición se toman decisiones estratégicas que se discuten desde Direcciones regionales y casa matriz se delegan hasta el resto de los departamentos, tomando en cuenta el funcionamiento y operación local. se describen a continuación los departamentos más importantes.

a) Gerencia financiera:

Responsable de actividades financieras de la empresa, donde se administran los presupuestos, tesorería, la actividad contable y proveeduría administrativa.

b) Gerencia comercial:

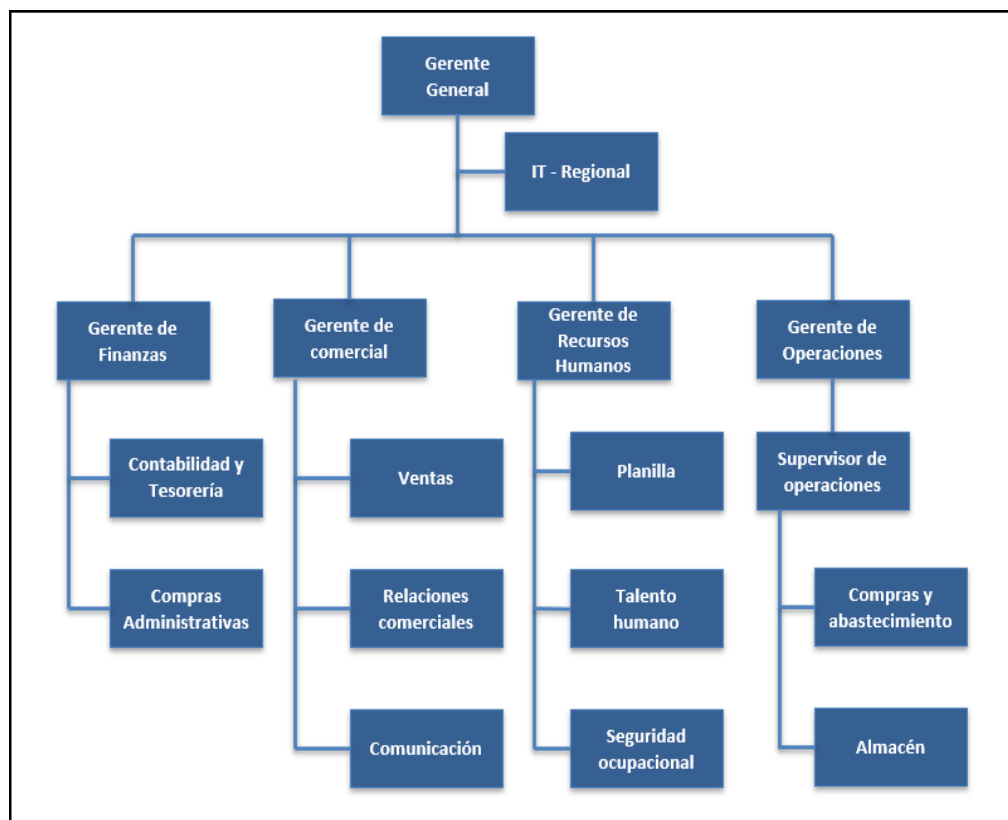
Responsable de administrar todos los acuerdos comerciales de la empresa, ventas, relaciones empresariales, portafolio de productos.

c) Gerencia de operaciones:

Responsable de la logística operativa a los diferentes niveles de la organización tales como compras y abastecimiento, almacén, inventarios, ordenes de servicio, logística y transporte, recepción, y desecho.

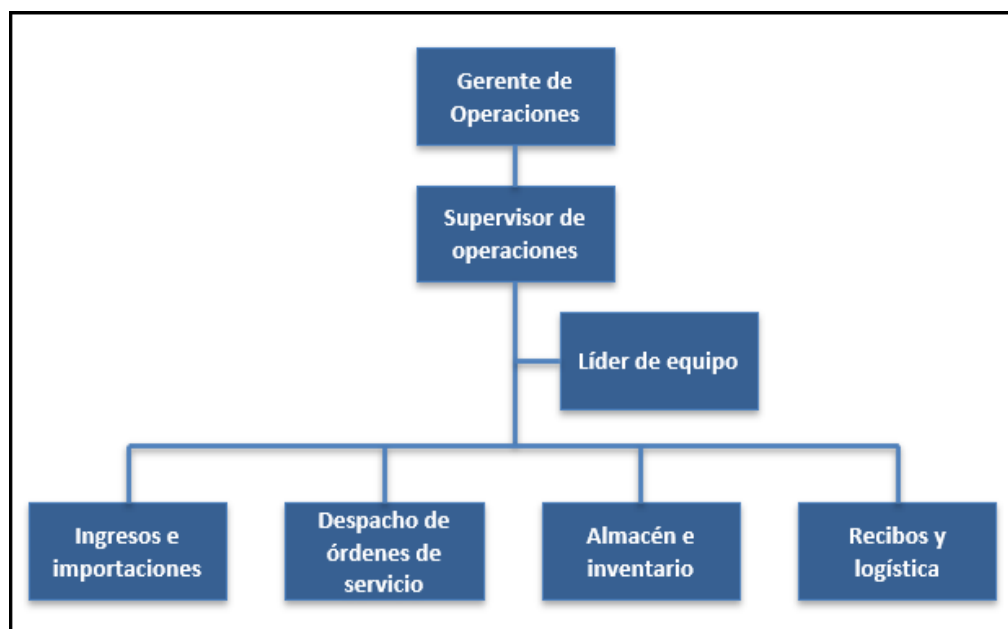
d) Gerencia de recursos humanos:

Responsable de todas las actividades y trámites relacionados con el personal que labora para la empresa, como nómina, capacitación y talento humano, seguridad operacional, carrera y beneficios.



Fuente: Recursos humanos DHL Global Forwarding Costa Rica

Figura No. 2 Organigrama DHL Global Forwarding CR



Fuente: Área operativa de repuestos de cómputo e impresión DGF CR

Figura No. 3 Organigrama área de recibo de repuestos

1.1.6 Misión, visión y valores

a) Misión:

Guiar el comercio global desde Costa Rica conectando mercancías con el mundo a través de soluciones logísticas fiables, flexibles y eficientes, garantizando el cumplimiento normativo y contribuyendo al bienestar de las personas y comunidades.

b) Visión:

Ser el referente regional en logística internacional desde Costa Rica, reconocido por excelencia operativa, innovación sostenible y ser la primera opción para clientes, colaboradores e inversores, integrando soluciones eficientes y ambientalmente responsables.

c) Valores:

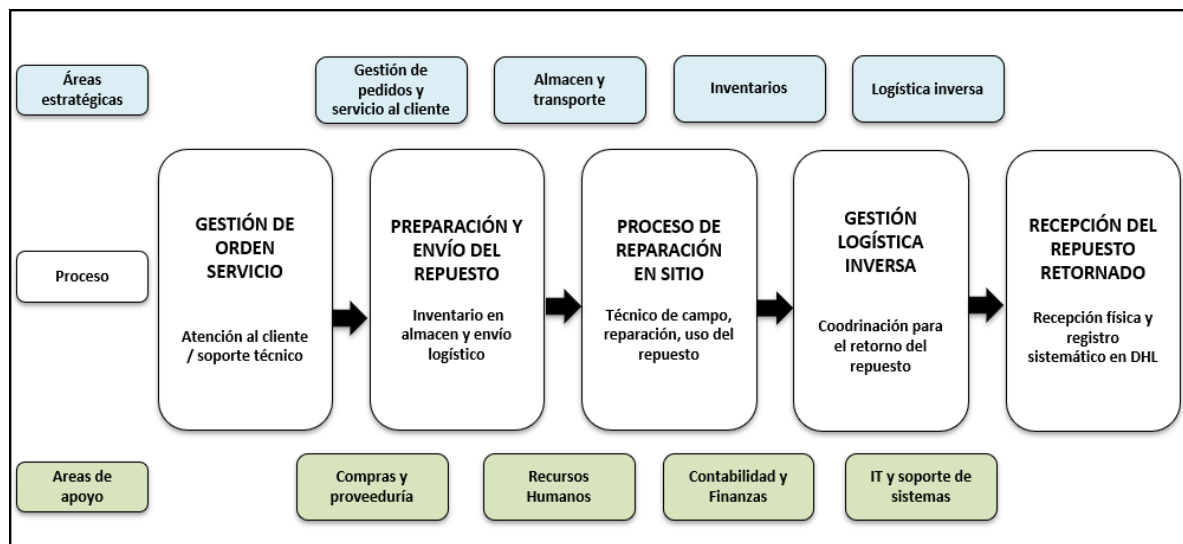
- Respeto y desarrollo humano: Promover el crecimiento, diversidad y bienestar en el trabajo.
- Innovación y diferenciación: Fomentar soluciones tecnológicas que hagan la diferencia y generen impacto positivo.
- Excelencia operativa: Brindar servicios confiables y de alta calidad, cumpliendo con demandas y normativas.
- Sostenibilidad ambiental: Integrar prácticas verdes y responsables con el entorno, alineadas con el contexto local.

1.2 Descripción del proceso productivo

DHL recibe desde el cliente una orden de servicio solicitando un repuesto para poder reparar un equipo de cómputo o de impresión para lo cual DHL prepara el paquete que debe enviar al cliente con el producto especificado en la orden de servicio. Una vez el cliente recibe el paquete, procede a reparar el equipo. Cuando una reparación es completada, el cliente está

en la obligación de devolver el repuesto a DHL para que se puedan ejecutar los procesos de economía circular y dar una nueva vida útil al repuesto.

Cuando DHL recibe el repuesto desde el cliente final, debe ingresarlo por la puerta respectiva destinada para retornos, se realiza una inspección visual y física del producto retornado y hace el registro en sistemas que respalde la transacción física. DHL indica una disposición del siguiente subproceso y darle un destino al inventario físico retornado. Los repuestos que retornan nuevos o sin usar, pueden ingresarse de nuevo en el inventario, generando disponibilidad de unidades que pueden utilizarse en una nueva orden de servicio. Los productos defectuosos pueden repararse para tener una nueva vida útil, y ofrecer el material reparado en una nueva orden de servicio. Los elementos que no pueden ingresar a inventario o ser reparados, deben pasar a reciclaje o pasar al área de destrucción.



Nota: Elaboración propia

Figura No. 4 Mapa de proceso DHL DGF Costa Rica

1.2.1 Procesos estratégicos

a) Gestión de orden de servicio:

Proceso ejecutado por DHL donde recibe la orden de servicio con las especificaciones que el cliente requiere sobre el repuesto que necesita para reparar el equipo.

b) Preparación y envío del repuesto:

DHL prepara el paquete tomando el repuesto del rack correspondiente e incluyendo la documentación necesaria para poder cumplir con los requerimientos del repuesto requerido.

c) Proceso de reparación en sitio:

Proceso ejecutado en las instalaciones del cliente donde un ingeniero de campo inspecciona, repara y prueba el equipo que necesita servicio.

d) Gestión de logística inversa:

Se coordina con el transportista el envío de vuelta del repuesto a DHL, dicho proceso se ejecuta en coordinación con el cliente y DHL.

e) Recepción del repuesto retornado:

Proceso ejecutado por DHL, donde se encarga de recibir el repuesto físico dándole la disposición correspondiente y el registro sistemático.

1.2.2 Procesos de áreas estratégicas auxiliares

a) Servicio al cliente:

Proceso que se encarga de la relación directa con el cliente especificando los requerimientos necesarios para poder crear una orden de servicio en el sistema CRM.

b) Almacén y transporte:

Proceso que se encarga de que la unidad específica llegue a las instalaciones del cliente en el tiempo estimado, en el lugar correcto y con las especificaciones indicadas.

c) Inventarios:

Es el área responsable de planear y mantener los niveles adecuados de unidades de repuestos en los inventarios de manera exacta, para que siempre existan unidades disponibles en el lugar correspondiente y se pueda suplir la orden de servicio.

d) Logística inversa:

Proceso en el cual el departamento de logística, el cliente y el transportista acuerdan los términos para la recogida del paquete con el repuesto que necesita ser retornado al almacén de DHL, para que sea transportado y entregado en el momento justo, en el lugar correcto.

1.2.3 Procesos de apoyo

Se cuenta con las siguientes áreas que brindan procesos de apoyo:

- Compras y proveeduría.
- Recursos humanos.
- Contabilidad y finanzas.
- IT y soporte técnico de sistemas.

1.3 Planteamiento del problema

1.3.1 Definición del problema

DHL DGF Costa Rica carece de un proceso automatizado y estandarizado para la recepción de repuestos retornados, lo que genera ineficiencias operativas, retrasos en la disponibilidad de inventario y falta de trazabilidad, afectando directamente la eficiencia de la logística inversa en el área de cómputo e impresión.

DHL DGF Costa Rica recibe desde el cliente productos de tecnología de computación e impresión que necesitan ser ingresados para posteriores procesos. Sin embargo, DHL no está

pudiendo recibir dichos productos fluidamente. Algunos productos se acumulan sin poder darle una disposición tanto física como sistemática, impactando el flujo de inventario de los siguientes rubros:

Reparación: Los productos defectuosos pueden repararse para tener una nueva vida útil, y ofrecer el material reparado en una nueva orden de servicio al cliente.

Inventario bueno/sin usar: Los productos que retornan nuevos o sin usar, pueden ingresarse en el inventario, generando disponibilidad de unidades que pueden utilizarse en una nueva orden de servicio, y evitar compras innecesarias de material nuevo importado.

Reciclaje y destrucción responsable: Los productos que no pueden ingresar a inventario o ser reparados, deben pasar a los procesos de reciclaje o destrucción.

La acumulación de inventario sin la debida recepción ocasiona problemas adicionales como uso de espacio inesperado, un cuello de botella dando como consecuencia problemas de disponibilidad de inventario, retrasos en nuevos pedidos por faltante de unidades, expiración de órdenes de compra, por consiguiente, cobros y penalidades injustificados al cliente final que retornó a la bodega las unidades a tiempo y siguiendo el debido proceso.

1.4 Justificación del proyecto

Mejorar el proceso de recepción materiales que retornan en logística inversa en DHL DGF Costa Rica y solucionar problemas de recibo, permitirá acelerar los ingresos de repuestos, disponer de subprocesos de inventariado, reparación y reciclaje, siendo estimados de la siguiente manera:

De un promedio de 490 unidades mensuales que retornan a DHL en logística inversa, un 26% se está quedando detenido y tiene retrasos para ser ingresado a las áreas correspondientes y reflejadas sistemáticamente en el sistema ERP, dando como resultado 127 unidades en promedio mensualmente con problemas.

Este proyecto pretende diseñar un modelo ingenieril que ayude mitigar el problema operativo de unidades retenidas y acumuladas en el cuello de botella mensualmente. Al resolver los problemas mencionados se espera ahorrar costos mensuales de \$13.950 dólares, que se traducen en \$167.400 dólares al año.

Se espera que el proyecto genere un impacto estratégico operacional, donde se pueda mejorar el flujo del proceso mejorando los tiempos de recepción de los repuestos, disminución de las unidades retenidas, reducción de cuellos de botella, mejoras en la disponibilidad de inventario y eficiencia logística. También se espera generar un impacto económico donde exista una reducción de costos.

Se espera utilizar herramientas ingenieriles para el diseño del sistema tales como flujo de procesos, gestión de inventarios y logística inversa, del tal manera que sea cuantificable y crítico para la eficiencia de la cadena de suministro.

 Situación Actual	 Problema	 Impacto	Subprocesos Habilitados
Gran cantidad de paquetes retornados se quedan atorados sin poder recibir recepción adecuada	40% de paquetes detenidos causando reprocesos	Ahorros significativos a la compañía	 Inventariado  Reparación  Reciclaje

Nota: Elaboración propia.

Figura No. 5 Posibles causas/contingencias del proceso

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Diseñar un modelo logístico automatizado y estandarizado para la recepción de repuestos retornados de la compañía DHL DGF Costa Rica, que mejore la eficiencia logística inversa en el área de cómputo e impresión.

1.5.2 Objetivos específicos

- Analizar el flujo operativo de recepción de repuestos retornados en la bodega de cómputo e impresión, identificando cuellos de botella, retrasos y limitaciones en la trazabilidad del inventario.
- Determinar cómo la carencia de un proceso estandarizado afecta la eficiencia logística, los tiempos de procesamiento, la disponibilidad de repuestos y los costos asociados.
- Estructurar un modelo o proceso estandarizado que permita la recepción eficiente de repuestos, asegurando trazabilidad, registro confiable y manejo óptimo del inventario.
- Validar el modelo propuesto mediante simulaciones o un prototipo piloto para la medición de mejoras en la eficiencia de la logística inversa, reducción de cuellos de botella y precisión del inventario.
- Proponer un plan gradual de implementación del modelo diseñado, incluyendo recursos necesarios, capacitación del personal y estrategias de seguimiento, asegurando la sostenibilidad y efectividad del sistema.

1.6 Alcance y limitaciones

1.6.1 Alcance

- Este proyecto tendrá alcance en el departamento de cadena de abastecimiento de DHL DGF Costa Rica en el área de recibos de repuestos de cómputo e impresión retornados por el cliente final a través de la logística inversa.
- Se estudiará el flujo operativo de recibo de repuestos retornados en DHL DGF Costa Rica, identificando los puntos críticos que generan el cuello de botella.
- Mitigar el cuello de botella causados por problemas en el recibo de repuestos retornados por el cliente a DHL Costa Rica.

1.6.2 Limitaciones

- El proyecto se enfoca únicamente en DHL DGF Costa Rica en el área de cómputo e impresión, por lo que no toma en consideración alguna otra sede, filiales ni ninguna de las operaciones internacionales.
- El proyecto no considera factores variables como cambios políticos, cambios regulatorios, cambios en políticas aduaneras, o variaciones en la demanda de repuestos por parte de los diferentes clientes.
- El proyecto se limita al diseño y validación teórica del modelo, sin garantizar la implementación dentro de DHL DGF Costa Rica.
- No se incluyen inversiones externas en infraestructura física en este proyecto, debido a que se busca identificar causas, analizarlas y recomendar un rediseño de procesos internos que permitan mitigar el problema.
- La investigación está limitada al cronograma académico, por lo que la profundidad y validación del análisis está estimado para el periodo de 15 semanas.
- El modelo se diseña con base en las herramientas tecnológicas disponibles y alcanzables, por lo que no se incurre en automatización tecnológica avanzada o desarrollo de software especializado.
- El análisis del proyecto se enfoca en la etapa de recepción de repuestos en el área respectiva, sin profundizar en las etapas posteriores como redistribución, almacenamientos y disposiciones finales de los productos.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

REVISIÓN DE LITERATURA

Analizar los procesos de las organizaciones y las labores que realizan cada uno de los colaboradores del área de la empresa en estudio y poder realizar cualquier diagnóstico y posteriormente proponer una eventual mejora, es necesario navegar en la industria en la cual la empresa se desempeña para poder entender el negocio y los procesos propios del segmento empresarial, a continuación se comenta sobre la industria en la que participa DHL DGF Costa Rica.

2.1 Generalidades de la industria de cadena de suministros y logística

La industria de la cadena de suministros y logística es muy dinámica, es parte fundamental del comercio mundial para que los bienes lleguen a tiempo a los lugares específicos. En Costa Rica, la cadena de abastecimiento es una industria muy importante en el bienestar de la economía y está regida por el código de comercio (Ley 3284), y también por la ley de Zonas Francas (Ley 7210) para las empresas que funcionan dentro de dicho régimen.

Para efectos de este estudio, es importante definir algunos conceptos:

2.1.1 Cadena de suministros

Maravi Cardenas et al. (2023) definen la cadena de suministros como La red de suministros o aprovisionamiento, en su esencia, está relacionado a un concepto multifacético que abarca una serie de procesos interrelacionados y estratégicos que permiten la gestión eficaz respecto al flujo de información, materiales, producto y servicios desde el primer proveedor de la red (origen) hasta el consumidor final. (p.24).

2.1.2 Almacén

El presente proyecto se realiza en el almacén de DHL DGF Costa Rica en el área de recibos de logística inversa. Flamarique (2024) define el almacén se cómo un recinto cubierto o

descubierto, edificio, nave, cobertizo, depósito, bodega, acondicionado para recibir, albergar y custodiar materiales y mercancías, bien sean materias primas, productos semielaborados o terminados y preparados para su distribución, y que permite su clasificación, manipulación y control (p.13).

2.1.3 Logística inversa

La logística inversa es el proceso base donde se enfoca el estudio de este proyecto, dicho concepto se define como el “proceso que se encarga de la recuperación y reciclaje de envases, embalajes y residuos peligrosos; así como de los procesos de retorno de excesos de inventario, devoluciones de clientes, productos obsoletos e inventarios estacionales” (Arenal., 2020, p.99).

2.2 Cuellos de botella

Parte de la problemática a analizar en este proyecto está relacionado con los cuellos de botella que causan problemas operativos y costos adicionales en el proceso, y para definir el cuello de botella, Claret (2024) describe que es la estación de trabajo con más carga que las otras con capacidad al 100% es decir que es la estación que limita el flujo de toda la línea de producción o del proceso. (p.137).

2.3 Cinco pasos de la teoría de restricciones TOC

La teoría de las restricciones es un proceso cíclico para mejorar los procesos es muy utilizado en los análisis de cuellos de botella para identificarlos, revisarlos, mejorarlos y repetir hasta eliminar la limitación del flujo de proceso, la teoría de restricciones propone cinco pasos para el análisis, descritos a continuación. Monsalve (2019).

2.3.1 Identificar la restricción del sistema

Consiste en identificar los puntos críticos del proceso que hacen más difícil la consecución de los objetivos, para ello se debe tener en cuenta las restricciones físicas que hacen referencia a todo aquel elemento del sistema productivo cuya capacidad es menor y/o su ciclo es mayor a lo que se le demanda para satisfacer los objetivos finales del sistema.

2.3.2 Explotar la restricción del sistema

Se refiere a la búsqueda del método o la forma en que la organización va a aprovechar al máximo la limitación.

2.3.3 Subordinar todo lo demás a la restricción

Es establecer el papel que las demás operaciones van a cumplir mientras se está explotando la restricción.

2.3.4 Elevar la restricción

Es aumentar la limitación y agregar más de eso que no se tenía.

2.3.5 Repetir el proceso

Es iniciar nuevamente el ciclo y así lograr un proceso de mejoramiento continuo. (P.147).

2.4 Diagrama de flujo

Para conocer específicamente los procesos de una organización es necesario plasmarlos en un diagrama, en el cual se describa paso por paso el proceso de forma visual, de esta manera, el proceso queda más claro para identificar áreas de mejora. EL diagrama de flujo “es un resumen pictórico (algoritmo gráfico) que representa gráficamente las actividades, decisiones

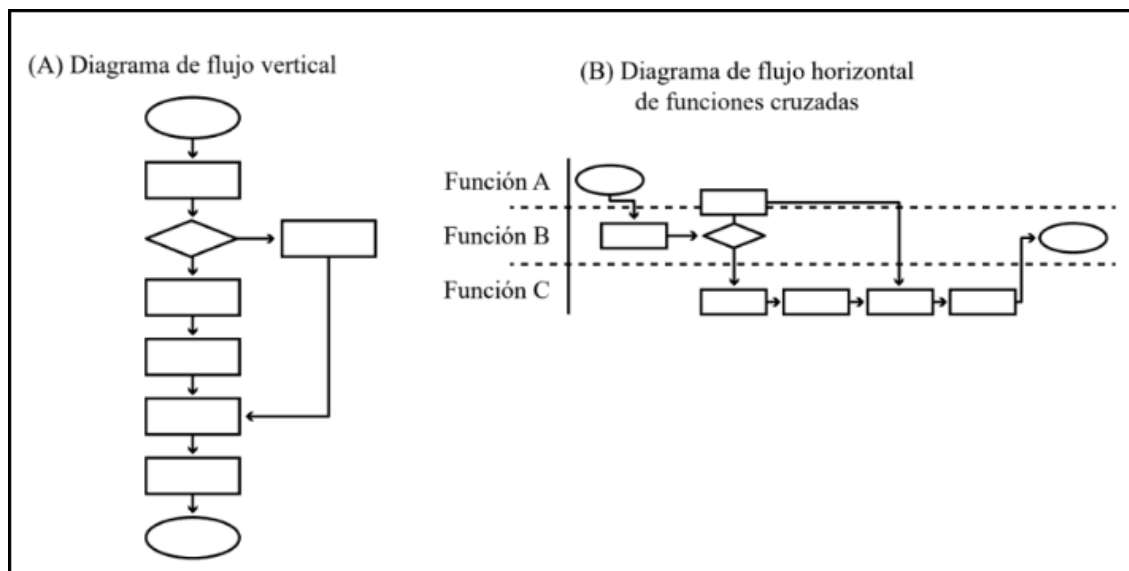
y flujos (movimiento de información y materiales) que conforman un proceso desde su inicio hasta su finalización”. (Carballo., et al, 2023, p.52).

“Permite mostrar cómo funciona todo el sistema y dónde ocurren los errores y desperdicios. En muchas ocasiones, la misma representación gráfica apoya a la identificación de problemas, sobre todo cuando éstos tienen que ver con la toma de decisiones”. (Carballo., et al, 2023, p.52).

2.4.1 Elementos de diagramas de flujo

Los diagramas de flujo contienen elementos que son fundamentales que son, inicio del proceso, las actividades, las decisiones, procesos relacionados y fin del proceso.

Carballo., et al. (2023) indica que convencionalmente, las actividades se representan con un rectángulo y las decisiones con un rombo, interrelacionadas con flechas que muestran el flujo del proceso, marcando el inicio y fin con un óvalo, y otros procesos relacionados con círculos. Asimismo, es posible estructurar los diagramas de forma vertical u horizontal. (p.52).



Fuente: (Carballo., 2023)

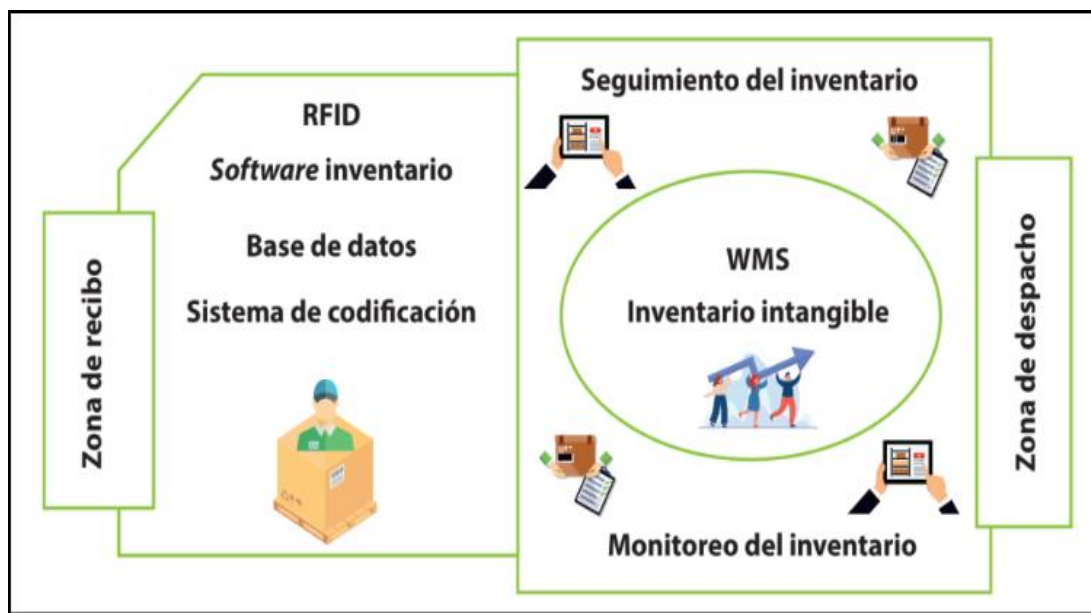
Figura No. 6 Tipos de diagrama de flujo

2.5 Trazabilidad de los inventarios

Para efectos de este proyecto, es importante analizar la trazabilidad de los inventarios para poder darle seguimiento a la actividad económica de la empresa DHL DGF Costa Rica. Silvera. (2022). La trazabilidad es el seguimiento y rastreo de los procesos de las actividades que se ejecutan en una actividad económica determinada. En el caso del inventario de productos de un sistema de inventario es todo el seguimiento que se le debe hacer a los productos desde que llegan al centro de distribución y son registrados en los software del inventario hasta que posteriormente son descargados del sistema productos de una venta de mercancías. (p.24).

2.5.1 Planeación de los ciclos de trazabilidad de inventarios

Este ciclo es importante para localizar el inventario. Silvera. (2022). La planeación de los ciclos de trazabilidad de los inventarios comienza cuando los productos llegan a la recepción del centro de distribución y se realiza el registro de los productos en el sistema. Aquí debe existir una base de datos de los proveedores y de los productos que están llegando, en donde se deje claridad la fecha de entrega, las condiciones o estados de los productos. Todo esto se hace a partir de una planeación y organización de un sistema de trazabilidad que tiene como objetivo final mantener el control de todas las operaciones y procesos ejecutados en centro de distribución. El ciclo de trazabilidad continúa con el permanente monitoreo de los inventarios intangibles en zonas de resguardo hasta que finalmente los productos son descargados del sistema productos de una venta de mercancías. (p.25).



Fuente: (Pernas, 2024)

Figura No. 7 Planificación de ciclo de trazabilidad de inventario

2.6 Estandarización de procesos

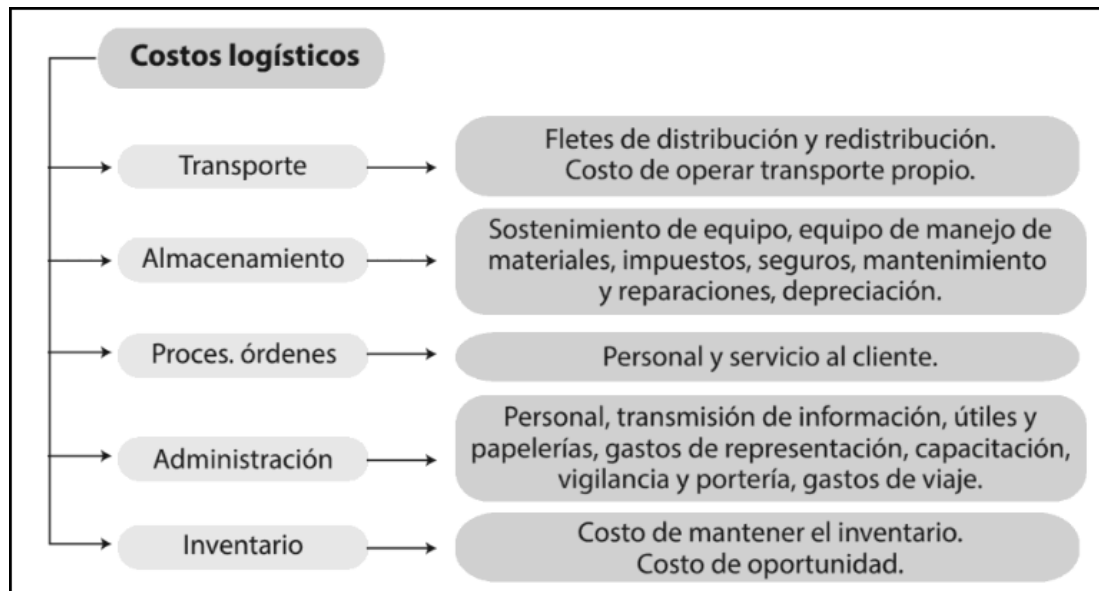
Para que una actividad pueda tener un proceso lógico, aplicable y medible, es necesario ejecutar la estandarización de procesos, en el caso de estudio de DHL DGF, es necesario aplicar estandarizaciones para hacer mejoras. “La estandarización es el proceso para disponer de un método establecido, aceptado y seguido para llevar a cabo las actividades o funciones”. (Sanchez, 2024, p.78).

Generalmente, para estandarizar procesos se definen los métodos y tiempos de una actividad, luego, suelen segregarse por tarea, para agregar estandarización de dicha tarea asignando manuales y procedimientos, que generalmente son de forma visual y el cumplimiento debe ser de forma obligatoria.

2.7 Análisis de costos logísticos

Según (Mora, 2023, p.181). “El cálculo de los costos logísticos implica mantener un control riguroso del comportamiento y rentabilidad de un producto en particular, ya que las

características físicas y comerciales de un bien demandan esfuerzos de abastecimiento y costos bien diferenciados”.



Fuente: (Pernas, 2024)

Figura No. 8 Distribución de costos logísticos

a) Costos de compras y aprovisionamiento

Según (Mora, 2023, p.183). “Es el primer rubro de los costos de la cadena logística. Están asociados a los recursos, insumos y personal necesarios para efectuar una compra de materia prima y/o productos terminados desde la fuente de suministro de un proveedor”. Dentro de los costos de aprovisionamiento se encuentran:

- Costo de compra: valor del artículo comprado incluyendo los aranceles e impuestos respectivos.
- Costo de ordenar: se asocia con el valor de hacer un pedido de un lote de artículos. Son los gastos administrativos de gestión de pedidos, papelería, recepción, sistemas de información.
- Costo de escasez: son los costos de paros de producción o pérdidas en que se incurre a lo largo de la cadena por no tener la materia prima a tiempo.
- Costo de almacenaje: seguros, arrendamiento, impuestos.

b) Costos de inventario

Siempre, es necesario realizar análisis frecuentes para evaluar y controlar los costos de mantener el inventario, es decir determinar cuánto le cuesta a la organización mantener el inventario en las instalaciones, y en ocasiones analizar la falta de este.

c) Costos de almacenamiento

Según Mora. (2023). “El costo de almacenamiento está constituido por los costos incurridos en el arrendamiento y/o compra de los espacios físicos requeridos para el manejo, custodia y almacenamiento de la mercancía en tránsito hacia los clientes finales”.

- Personal directo: todas aquellas personas que trabajan en el centro de distribución, a las cuales se les debe tener en cuenta el salario.
- Alquiler: el cálculo de este rubro se cuantifica de acuerdo con el costo del arriendo por metro cuadrado en la zona de ubicación de la bodega.
- Mantenimiento: reparaciones, mantenimientos y soporte técnico.
- Depreciación: para los equipos informáticos y mecánicos y para las estanterías se le asigna el costo de cada uno de estos equipos que son utilizados en el centro de distribución.
- Compra de equipos: todas aquellas compras de equipos informáticos y mecánicos o partes que se realizan para el área de específica. (p.189-191).

d) Costos de transporte y distribución

Mora. (2023). Comenta que éste es uno de los rubros más importantes y que se constituye en el más representativo de los costos logísticos, ya que implica la inversión y/o arrendamiento de vehículos para la distribución de la mercancía.

El costo de funcionamiento de un vehículo depende de diversos factores, que se pueden agrupar en dos tipos: costos fijos (en los que se incurre independientemente de que el vehículo esté en ruta o no) y costos variables (en los que se incurre solo cuando el vehículo está en ruta) (p.191).

2.8 Diseño de modelo

En esta etapa se representa el proceso o el sistema para cumplir con los requerimientos específicos, donde se incluyen elementos de entradas y salidas de procesos con sus respectivos formatos específicos.

El modelo representar los procesos o sistemas de forma visual de tal manera que se permita simular, con el objetivo de reducir la incertidumbre y sustentar decisiones estratégicas.

Urquía Moraleda & Martín Villalba (2016). Describen que un modelo es una representación de un sistema o proceso desarrollado para un fin específico. (p.18). Algunos modelos para analizar sistemas o procesos pueden ser mentales, verbales, físicos y matemáticos.

2.8.1 Tipos de modelos

a) Modelos matemáticos

Son modelos numéricos en el cual pueden determinarse recursos estadísticos.

b) Modelos de tiempo discreto:

Diseñados para entender de manera intuitiva y que las variables cambian con el tiempo.

c) Modelos de eventos discretos:

El tiempo que transcurre entre eventos consecutivos puede ser cualquiera, siempre y cuando se cumpla el número de eventos.

d) Modelo basado en agentes:

Modelo computacional para eventos complejos.

e) Modelos híbridos:

Combina los modelos de tiempo y eventos discretos.

2.9 Simulación de procesos

La simulación de procesos consiste en tratar de imitar el funcionamiento de un proceso o de un sistema existente o propuesto, con el fin de obtener datos, pruebas y evidencia que permita tomar decisiones, así como también permita probar diferentes escenarios, cambios o alteración en las variables. Puede hacerse de manera gráfica y visual de manera que represente el proceso, así como también se pueden utilizar software computarizado o realidad aumentada para proyectos que requieren una experiencia inmersiva.

Pernas et al. (2024). Define la simulación como un método para resolver problemas que consiste en generar un modelo informático de un proceso para poder experimentar sobre él sin actuar sobre el sistema real. La idea, clave en Industria y Logística 4.0, es probar cualquier cambio en el proceso virtual antes que en la realidad y, con ello, optimizar las decisiones. Más allá de esto, los usos de la simulación hoy en día son múltiples. Fundamentalmente la simulación permite:

- Predecir el curso y resultados de ciertas acciones.
- Ganar introspección y conocer a fondo lo que ocurre en un proceso y por qué ocurre.
- Visualizar los procesos de una manera lógica en un entorno virtual.
- Identificar problemas antes de que ocurran.
- Explorar los efectos potenciales de cambios en los procesos.
- Confirmar que se conocen todas las variables.
- Optimizar las operaciones y los procesos.
- Evaluar e identificar ineficiencias.
- Identificar por qué ocurren ciertos eventos o sucesos.
- Comunicar la integridad y factibilidad de las planificaciones. (p.22).

2.9.1 Metodología de simulación básica

De acuerdo con Pernas et al. (2024). Los pasos básicos para simular cualquier modelo o proceso son los siguientes:

a) Definición del sistema a estudiar:

- Elementos constitutivos.
- Establecimiento de las relaciones y reglas que gobiernan el sistema.
- Caracterización de la variabilidad del sistema.
- Formulación de metas y objetivos.
- Definición de las métricas y valores para obtener resultados y conclusiones del modelo.

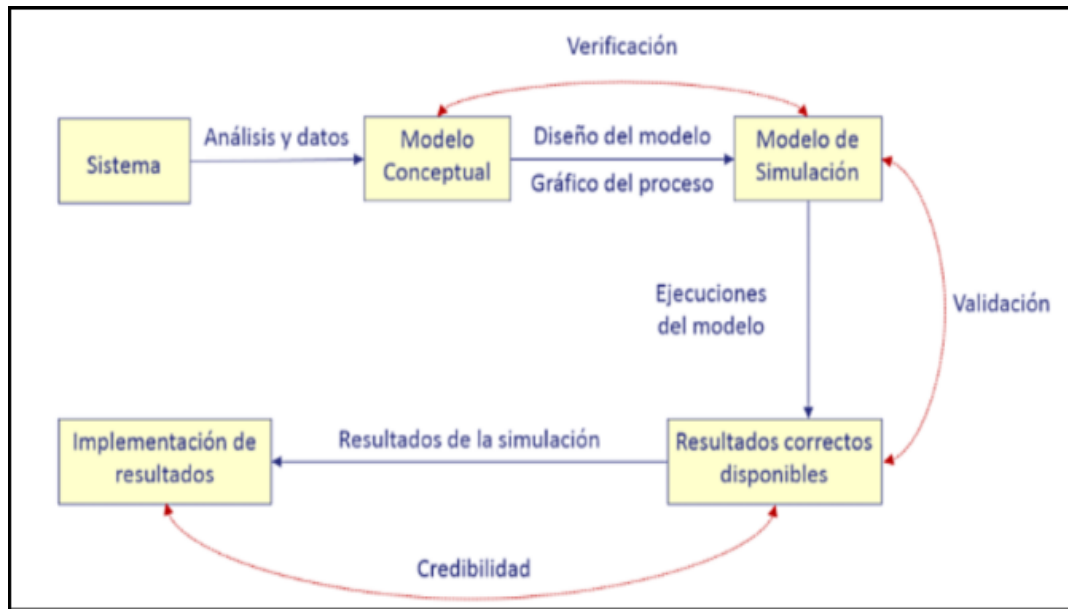
b) Recogida y análisis de datos:

- Entrevistas con expertos, jefes, empleados.
- Visitas a planta, recogida de información sobre el proceso e identificación de las fuentes principales de información.
- Medidas de tiempo.
- Construcción de un diagrama de flujo (flujograma) del proceso.
- Definición de las variables de entrada (inputs, parámetros del modelo) y de salida (outputs, KPIs).
- Establecimiento de todas las simplificaciones, hipótesis y asunciones del modelo.
- Desarrollo del modelo conceptual.

c) Construcción del modelo

d) Actividades post construcción del modelo

- Verificación del modelo.
- Validación del modelo.
- Diseño de experimentos de simulación.
- Ejecución de los experimentos.
- Análisis de los resultados. (pp. 23-24).



Fuente: (Pernas, 2024)

Figura No. 9 Etapas de una simulación

2.10 Evaluación del rendimiento del nuevo proceso estándar

Verificar el éxito de los procesos y la consecución de los objetivos es necesario para revisar si la estrategia del modelo aplicado y la simulación cumplen con los resultados esperados, por ello, es importante evaluar el rendimiento del proceso.

Existen diferentes métodos para medir el rendimiento de los procesos y cada método debe ser adaptable a los objetivos, algunos ejemplos de evaluación de rendimiento son los mapeos de procesos, controles estadísticos, minería de procesos, cuadros de mando integral, Benchmarking comparativo. Sin embargo, para la aplicación de este proyecto se considera oportuno medir el rendimiento de proceso a partir de indicadores clave de desempeño (KPI) donde se establecen métricas cuantitativas para medir el progreso hacia los objetivos.

Los tipos de KPI aplicables para este proyecto se basan en tiempo de ciclo de actividad que mide cuanto tiempo se tarda en completar una actividad, tasa de defectos que mide la cantidad de errores dentro de la actividad del proceso, y tasa de productividad que mide la cantidad de productos o servicios ejecutados.

McNeil et al. (2024) describe que los indicadores clave de Desempeño (KPI) son métricas que demuestran la eficacia con la que se está desempeñando una empresa o departamento. Las organizaciones utilizan los KPIs para evaluar su éxito en la consecución de sus objetivos. A medida que se lanza el mapa de mejora continua, identificar y comunicar los KPIs correspondientes en cada área/departamento se convierte en el siguiente paso del proceso. Para ser efectivo, un KPI debe:

- Alinear y contribuir con la estrategia, metas y requerimientos del cliente.
- Cuantificable y simple.
- Bien comunicado y comprendido.
- Medidas en las que los miembros pueden influir. (p.103).

2.11 Plan de implementación gradual

El plan de implementación de un proyecto se realiza con el objetivo de trazar una ruta gradual, clara, detallada y por fases que describe todas las acciones, los recursos a utilizar, asignación de responsabilidades y un cronograma en el cual se propone implementar los nuevos procesos o mejoras de un proceso dentro de un área de una empresa. Algunos elementos importante de los planes de implementación son:

a) Asignación de responsabilidades:

Donde se define el rol de participante y partes interesadas.

b) Cronograma:

Un calendario con fecha límite para cada tarea.

c) Recursos:

Donde se determinan las personas y recursos tangibles o intangibles necesarios para la implementación.

d) Estrategia de comunicación:

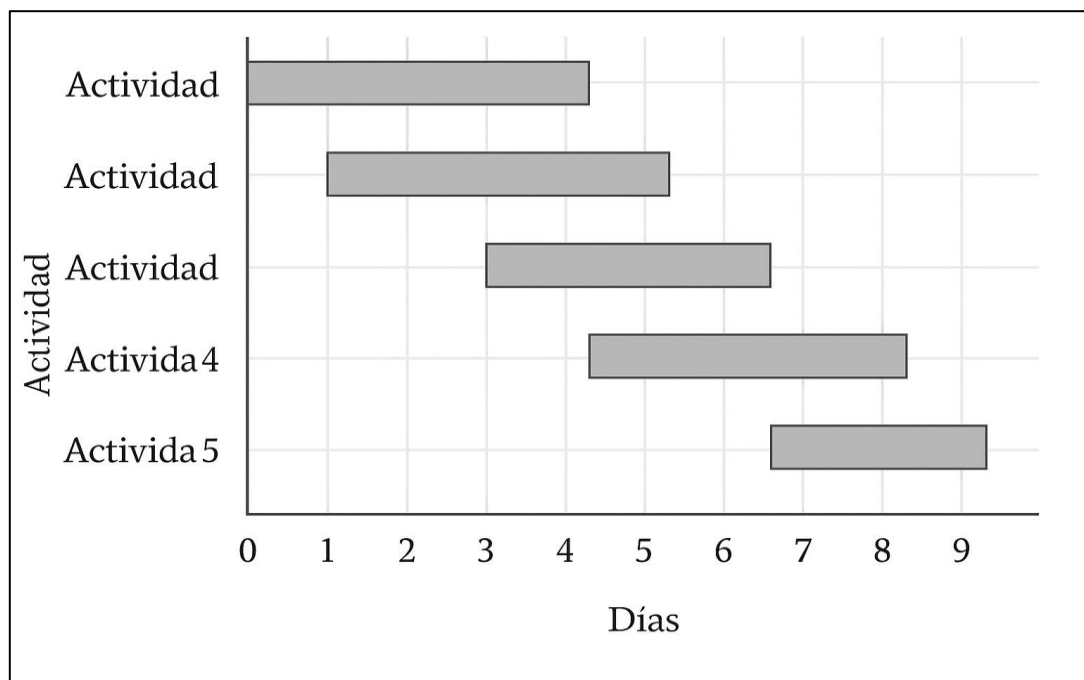
Plan de comunicación de fases del proyecto e implementación.

e) Capacitación:

Plan de actividades de formación para los colaboradores involucrados.

2.11.1 Diagrama de Gantt

Es una de las herramientas más importantes y usadas para planear implementaciones de procesos y proyectos. Guerrero et al. (2020) define el diagrama de Gantt como una herramienta para planificar y programar tareas a lo largo de un periodo determinado. Gracias a una fácil y cómoda visualización de las acciones previstas, permite realizar el seguimiento y control del progreso de cada una de las etapas de un proyecto y, además, reproduce gráficamente las tareas, su duración y secuencia, además del calendario general del proyecto. (p.41).



Fuente: (Pernas, 2024)

Figura No. 10 Diagrama de Gantt

2.11.2 Recursos y presupuesto

Para proponer un plan de implementación, es necesario tener en cuenta todos los rubros con respecto a los recursos a utilizar y el presupuesto de cuánto puede costar. Zapata y Lombana. (2023). Indican que el presupuesto de recursos contiene la previsión de gastos en inversiones que la investigación demanda, en términos de personal, equipos, encuestas, papelería, adquisición de insumos, transporte, gastos varios, entre otros aspectos, indicando las fuentes de financiación con sus respectivos montos. (p.89).

2.11.3 Plan de capacitación

Una de las fases del plan de implementación, consiste en la capacitación de los colaboradores involucrados en un área específica de proceso, por consiguiente, es necesario elaborar una guía estructurada que detalle el proceso de capacitación y aprendizaje.

Para elaborar un plan de capacitación, es necesario tomar en cuenta diferentes elementos como la necesidad de capacitación, definir el objetivo de capacitación, diseño del programa de capacitación, cronograma e implementación del plan de capacitación y por último la evaluación del programa.

Cuadro No. 4 Plan de capacitación

Semana/Tarea	Necesidades de capacitación	Seleccionar herramientas de entrenamiento	Desarrollar programa de capacitación	Implementar programa de entrenamiento	Completar capacitación y entrenamiento	Evaluación y retroalimentación
Semana 1	Análisis de vacíos de capacitación					
Semana 2		Desarrollar un modelo para brindar capacitación				
Semana 3			Formación basada en roles, coaching y mentoring,			
Semana 4				Comience con los horarios de entrenamiento		
Semana 5					Desarrollar el entrenamiento	
Semana 6						Evaluación

Nota: Elaboración propia

2.12 Metodologías de proyectos

2.12.1 Tipos de investigación

Existen diferentes tipos de investigación para lo cual Molleví. (2024). las describe de la siguiente manera:

a) Investigación exploratoria:

Este tipo de investigación se utiliza cuando se necesita explorar un tema o problema en particular y no se tiene mucha información previa al respecto.

b) Investigación descriptiva:

Este tipo de investigación se utiliza para describir y analizar un fenómeno de manera detallada y precisa.

c) Investigación correlacional:

Este tipo de investigación busca establecer relaciones entre dos o más variables. Se mide la correlación entre las variables, pero no se establece una relación de causalidad.

d) Investigación experimental:

Este tipo de investigación busca establecer relaciones de causalidad entre dos o más variables. (p.55).

2.12.2 Metodologías de mejora continua

Existen diferentes metodologías estructuradas que se usan para implementar mejoras en los procesos y proyectos, se usan comúnmente para resolver problemas ingenieriles.

Las metodologías más comunes son: PDCA donde se planea, se hace, se verifica y se actúa sobre la investigación; DMAIC donde su enfoque es definir, medir, analizar, mejorar y controlar; Kaizen que es una filosofía donde se implementan pequeños cambios para mejorar procesos, Lean Manufacturing enfocado en eliminar desperdicios; Kanban que es un método de señales visuales; DMADV para definir, medir, analizar, diseñar y verificar, entre otras.

Para efectos de este proyecto, se utiliza la metodología PDCA.

2.12.3 Metodología PDCA

Esta es una metodología de mejora continua, permitiendo hacer ajustes durante el análisis Mattos et al. (2019). Define el ciclo PDCA como un conjunto de acciones ordenadas e interconectadas, dispuestas en un círculo en el que cada cuadrante corresponde a una fase del proceso: P (Plan = Planificar), D (Do = Desarrollar, ejecutar), C (Check = Controlar, comprobar), A (Act = Actuar). (p.49).

Mattos et al. (2019). El mérito del ciclo es convencer al equipo del proyecto de que no es suficiente con planificar. No basta con delimitar previamente la metodología, los plazos y los

recursos necesarios, sino que es necesario controlar las actividades y comparar los resultados reales con los deseados. (p.49).

Mattos et al. (2019). Describe que cuando hay muchas variables involucradas tales como la mano de obra, los materiales, el clima, las interferencias, los trabajos que hay que rehacer y las pérdidas de productividad, el ciclo PDCA se integra perfectamente en el mundo de la construcción, pues hace hincapié en la relación entre la planificación, el control y las acciones preventivas y correctivas oportunas. (p.50).

2.12.4 Cómo se usa el método PDCA

Laisequilla. (2024) describe que a primera etapa del ciclo PDCA es Planificar. En esta etapa, se define el problema y se establecen los objetivos del proyecto. También se identifican las medidas de rendimiento que se utilizarán para medir el éxito del proyecto. La segunda etapa es Hacer. En esta etapa, se implementan soluciones para resolver el problema. Se utiliza un enfoque centrado en la acción para implementar las soluciones. La tercera etapa es Verificar. En esta etapa, se recopilan datos para evaluar el éxito de las soluciones implementadas. Se utilizan herramientas como el Análisis de Flujo de Valor. La última etapa del ciclo es Actuar. En esta etapa, se toman medidas para mejorar el proceso continuamente. (pp. 62-63).

2.13 Otras herramientas ingenieriles

A continuación se describen algunas otras herramientas ingenieriles utilizadas en este proyecto para actividades de diagnóstico y diseño de solución.

2.13.1 SIPOC

Socconini. et. al. (2021) indica que este diagrama proporciona una perspectiva gráfica de las etapas del proceso en conjunto con proveedores clave, entradas, salidas y usuarios. Se trata de una herramienta que permite analizar un proceso relativo a sus parámetros para conocer

completamente su impacto en la cadena de valor. Los elementos clave de un diagrama SIPOC son:

a) Proveedores:

Proporcionan las entradas al proceso.

b) Entradas:

Recursos que el proceso requiere.

c) Requerimientos de las entradas:

Lo que el proceso requiere de las entradas (por lo general, deben ser medibles, cuantificables).

d) Proceso:

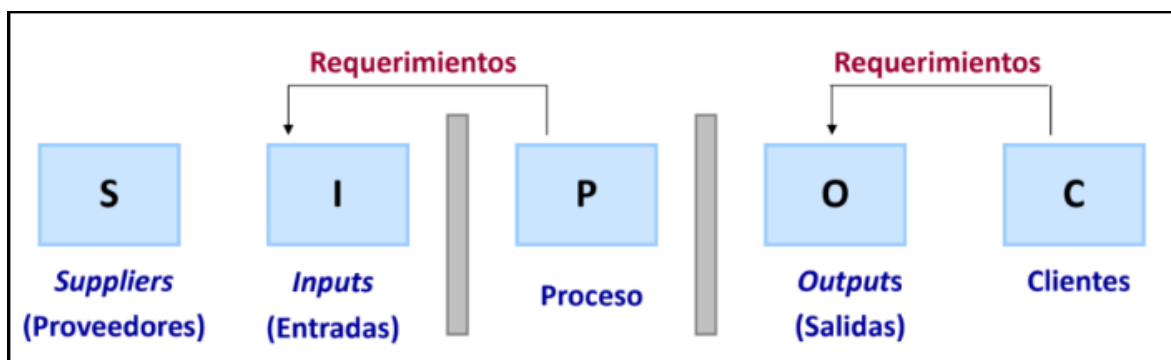
La actividad que transforma las entradas en salidas.

e) Salidas:

Productos o servicios proporcionados por el proceso.

f) Clientes:

Receptores de las salidas y quienes establecen los requerimientos. (p.60)



Fuente: Socconini. et al. (2021)

Figura No. 11 Diagrama SIPOC

2.13.2 Análisis de causa raíz (RCA)

Es un método que se utiliza para identificar la causa de un problema, en lugar de tratar los síntomas, con el objetivo de implementar soluciones y evitar nuevos errores. Este método se utiliza en diversas industrias, demostrando que es más eficiente resolver un problema desde la raíz que solo tratar los efectos. De acuerdo con Hernández. (2024) los pasos para un análisis de causa raíz son los siguientes:

a) Definir un problema:

Aquí se identifica los factores que impactan el evento problemático. Se deben responder preguntas como ¿Cuál es el problema? ¿Cómo afecta el problema a las necesidades del cliente?.

b) Recopilar datos sobre el problema:

Documentar todas las características y especificaciones del evento ayudará a responder preguntas como: ¿Cuáles son los factores que contribuyeron? ¿Cuándo ocurrió el problema? ¿Es un evento que se repite? ¿Cuál es el impacto observado?.

c) Determinar los posibles factores causales:

Crear una secuencia de eventos es importante para identificar los factores causales, se debe establecer una línea de tiempo de los eventos y hacer una lluvia de ideas sobre tantos factores causales potenciales.

d) Determine la causa raíz del problema:

Momento de identificar tantas causas como sea posible. se puede utilizar técnicas como los cinco porqués, Ishikawa o el diagrama de Pareto.

e) Priorizar las causas:

Es necesario priorizar las causas para generar impacto. Cuanto mayor sea el impacto, mayor será su prioridad, o cuanto mayor sea el número de factores causales, mayor será el impacto de la causa fundamental. (pp.238-239).

f) Solución, recomendación e implementación:

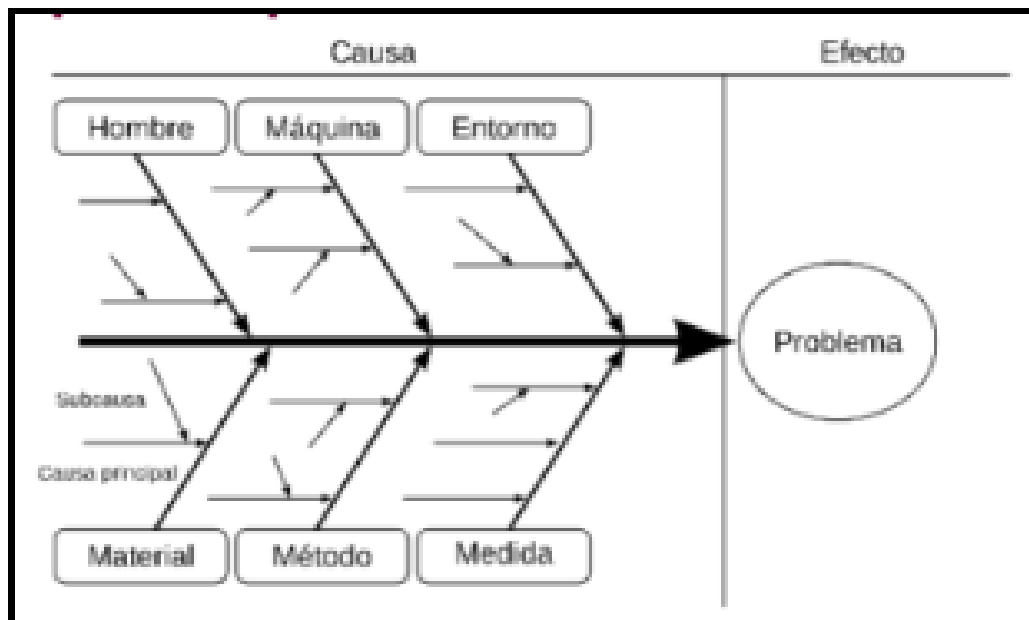
El siguiente es encontrar soluciones al problema y su implementación.

2.13.3 Herramientas de análisis de causa raíz

Hernández. (2024) describe las herramientas principales para el análisis de causa raíz.

a) Diagrama de espina de pescado (Ishikawa):

Técnica que ayuda a agrupar múltiples causas en varias categorías para navegar a través de los desafíos, priorizar y encontrar la causa que debe estar representada en la cabeza del pez.

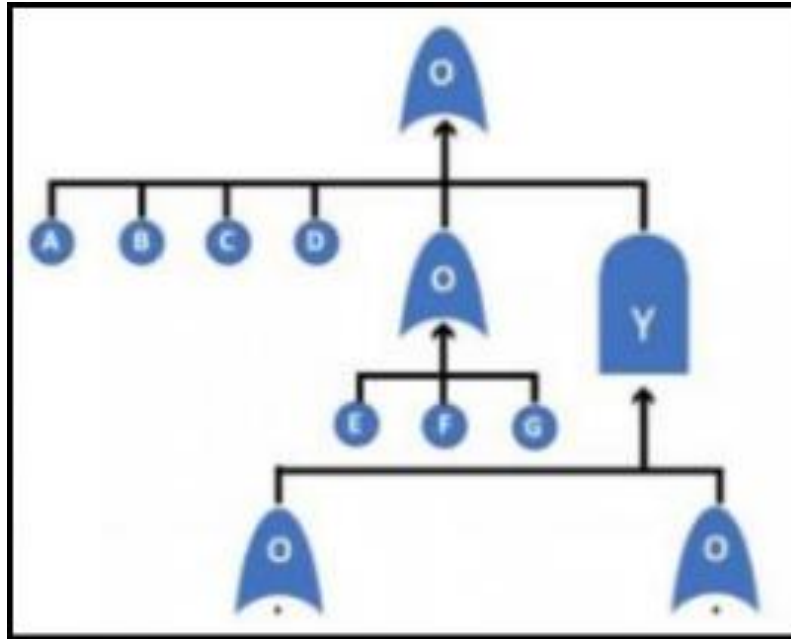


Fuente: Hernandez. (2024)

Figura No. 12 Diagrama Ishikawa

b) Análisis de árbol de falla (FTA):

Mediante la visualización del problema en la parte superior del gráfico y el mapeo de todos los subsistemas afectados en forma de ramas, la herramienta establece las relaciones entre un evento problemático y su efecto en otras partes de un sistema.



Fuente: Hernandez. (2024)

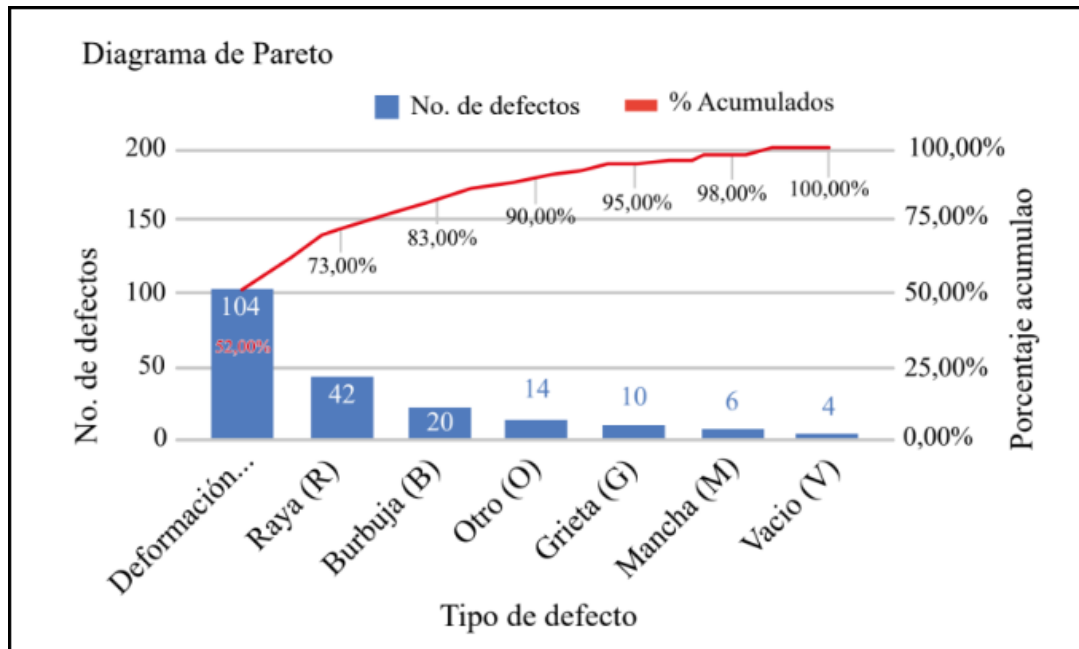
Figura No. 13 Diagrama árbol de falla

c) Análisis de los 5 por qué:

Ayuda a delimitar la causa de un problema simplemente haciendo la pregunta “por qué?” tantas veces como sea necesario, y normalmente no se necesita preguntar más de cinco veces para llegar a la causa.

d) Diagrama de Pareto:

Ordena los problemas de mayor a menor frecuencia, permite visualizar que las causas más importantes generan la mayoría de los problemas. (pp. 239-240).



Fuente: Carballo. (2024)

Figura No. 14 Diagrama de Pareto

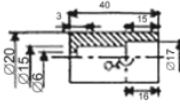
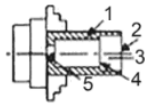
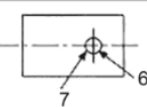
2.13.4 Poka Yoke

Socconini (2019) define que el Poka Yoke es una técnica japonesa que evitan los errores humanos en los procesos antes de que se conviertan en defectos, y permiten que los operadores se concentren en sus actividades. Los sistemas poka Yoke permiten realizar la inspección al 100 % y, por ende, emprender acciones inmediatas cuando se presentan defectos. (p.208).

Para que se implementa el poka Yoke?

- Asegura la calidad en cada puesto de trabajo.
- Proporciona a los operadores conocimiento sobre las operaciones.
- Elimina o reduce la posibilidad de cometer errores.
- Normalmente, los sistemas Poka Yoke son baratos y sencillos.

Es importante mencionar, que los métodos Poka Yoke no solo se utilizan para manufactura físicas y en serie, también son aplicables para procedimientos que están incompletos, poco comprensibles o complejos, obsoletos, cuando existe falta de documentación y cuando existen procesos que continuamente están generando defectos o problemas. Para efectos de este proyecto se utiliza un Poka Yoke informativo para procedimiento, donde se informa de manera clara, simple y bien presentada el paso a paso del proceso.

HOJA DE PROCESO							
EMPRESA				Observaciones:			
Fecha:		Operario:					
		(por pieza)		Proceso n.º 1 para 400 piezas			
		Nombre de la pieza: casquillo		Plano n.º 00562			
		Número de pieza: 19		Material F-1131 Dimensiones en bruto: Ø 21 × 42			
Fase	Esquema	Descripción	Operación	Herramienta y útiles	Máquina	Control	Tiempo
10		Torneado • Cilindrado exterior. • Refrentado. • Taladro. • Cilindrado interior. • Refrentado opuesto.	1 2 3 4 5	ARS 401 Brocas: Ø 15 Ø 6	Torno	Pie de rey	15 min
20		Trazado	6	Gramil	—	—	2 min
30		Taladro	7	Broca ARS de Ø 4 serie normal	Taladradora de sobremesa	—	3 min

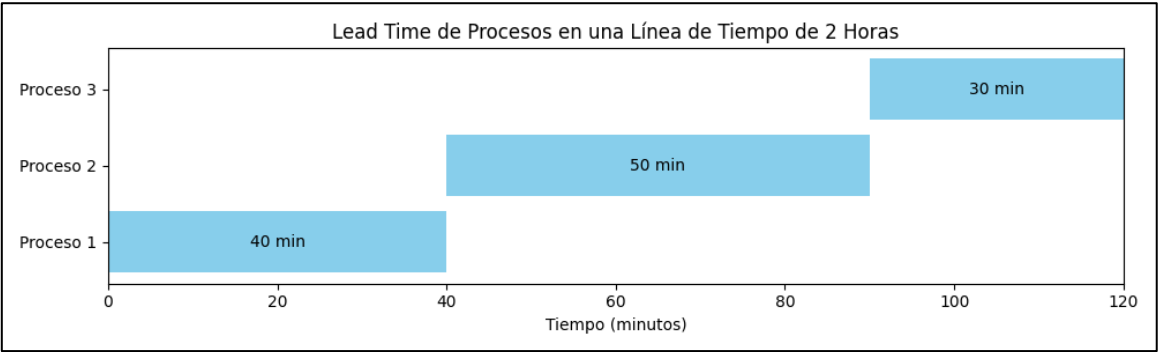
Fuente: Roldán. (2024)

Figura No. 15 Poka Yoke informativo - hoja de proceso

2.13.5 Análisis de plazos de entrega (Lead times)

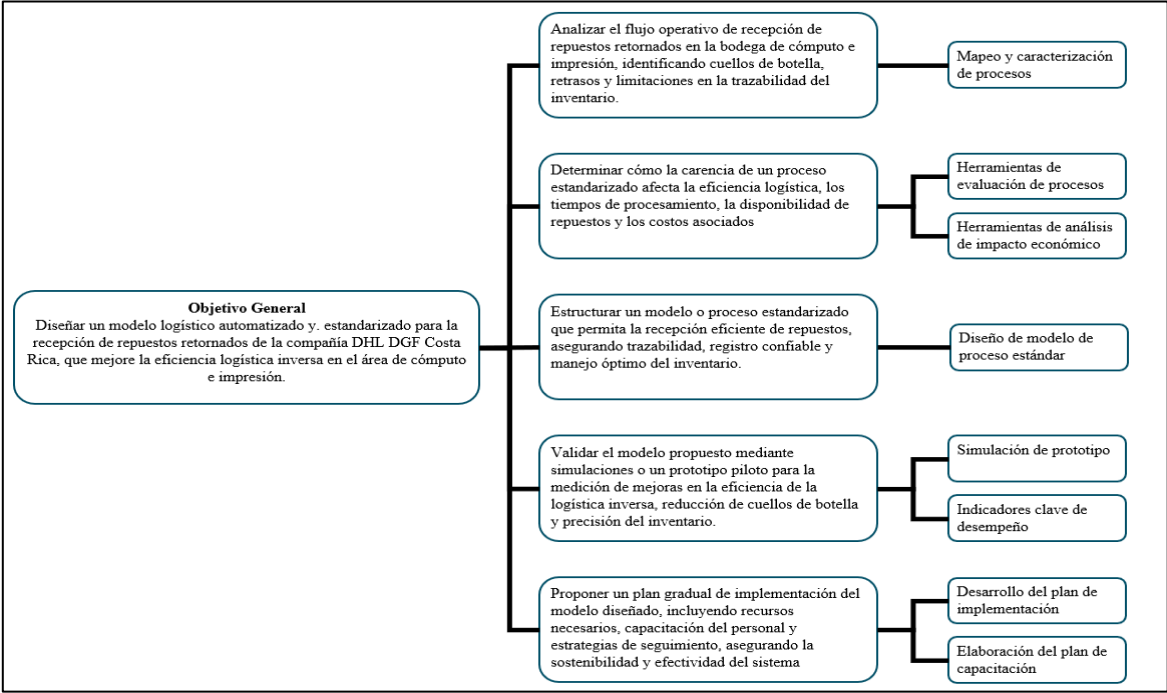
Para efectos de este proyecto, es importante la medición de los procesos de principio a fin del área de investigación en DHL DGF como medio de identificación de cuellos de botella y poder realizar una comparación después de una posible mejora. Castro. (2020). Define el plazo de entrega como un parámetro que se utiliza en la planeación y control de producción. Es la sumatoria de los tiempos de todas las actividades necesarias para procesar una orden,

pedido o proceso. Normalmente incluyen el tiempo de espera en cola antes de poder procesar la orden, los tiempos de preparación y ejecución de la orden en el centro de trabajo y tiempo de espera de la orden después de ser procesada, en pasar a la siguiente área de trabajo. Los plazos de entrega deben ser definidos en un número entero y fijo para cada uno de los ítems del proceso. (p.144).



Nota: Elaboración propia

Figura No. 16 Análisis de tiempos de proceso (Lead times)



Nota: Elaboración propia.

Figura No. 17 Marco conceptual del proyecto

3. METODOLOGÍA DEL PROYECTO

METODOLOGÍA DEL PROYECTO

Este proyecto se desarrolla tomando como guía el Ciclo PDCA de Deming, para lo cual:

- a) *Plan*: Planificar**
- b) *Do*: Hacer - Ejecutar**
- c) *Check*: Comprobar - Verificar**
- d) *Act*: Actuar**

3.1 Justificación de uso de la metodología PDCA

Para el presente proyecto, se utiliza la metodología PDCA, porque es un método eficaz que cubre todas las áreas de análisis, desde el diagnóstico, propuesta de solución y una posible implantación futura. Además la metodología PDCA es adaptable a los procesos de mejora continua y sostenible en el tiempo y a los procesos propios de la organización. Cada fase de la metodología PDCA incluye una actividad clave para la ejecución del proyecto con DGL DGF Costa Rica y su proceso de recibo en logística inversa, dichas etapas se describen a continuación.

3.2 Etapas de la metodología

a) *Plan*:

Se realizan todas las actividades necesarias para conocer los procesos actuales del área de recibos en DHL DGF, las mediciones para analizar impactos, definición de causalidades y un diagnóstico.

b) *Do*:

Se procede a diseñar un modelo de proceso estandarizado, que permita la recepción eficiente de repuestos de logística inversa.

c) Check:

Se realiza una validación del modelo diseñado a través de una simulación de un prototipo y mediciones de desempeño.

d) Act:

Se propone un plan de gradual de implementación del modelo diseñado.

Para su desarrollo, plantea el siguiente marco metodológico.

Cuadro No. 5 Marco metodológico del proyecto

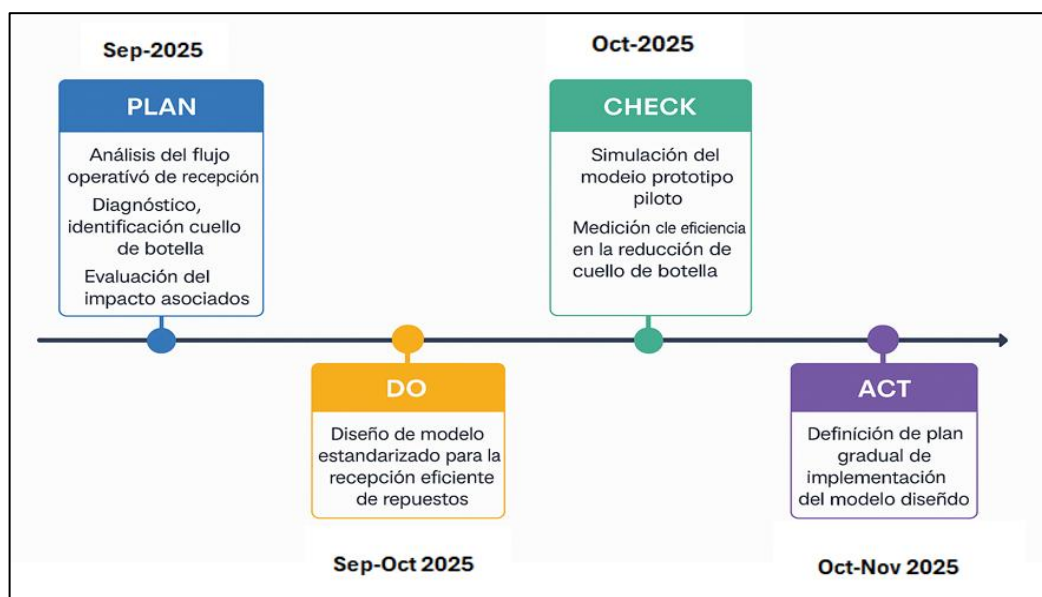
Etapas	Objetivo	Actividades	Herramientas	Productos esperados
Plan	Analizar el flujo operativo de recepción de repuestos retomados en la bodega de cómputo e impresión, identificando cuellos de botella, retrasos y limitaciones en la trazabilidad del inventario.	1. Análisis del flujo operativo de recepción. 2. Diagnóstico, identificación cuello de botella. 3. Análisis del área de trabajo.	1. SIPOC. 2. RCA (Análisis causa raíz – 5 Por qué?). 3. Ishikawa. 4. FODA. 5. Flujo proceso actual.	1. Estado de la situación actual. 2. Diagnóstico causa del cuello de botella.
	Determinar cómo la carencia de un proceso estandarizado afecta la eficiencia logística, los tiempos de procesamiento, la disponibilidad de repuestos y los costos asociados.	1. Evaluación del impacto en la eficiencia operativa. 2. Análisis de costos asociados.	1. Análisis de plazos de procesamiento (Lead Times). 2. Diagrama de Pareto. 3. Tasa de defecto. 4. Análisis estadístico. 5. Análisis de costos.	1. Cuantificar impacto operativo. 2. Cuantificar impacto económico.
DO	Estructurar un modelo o proceso estandarizado que permita la recepción eficiente de repuestos, asegurando trazabilidad, registro confiable y manejo óptimo del inventario.	1. Diseño de modelo estandarizado para la recepción eficiente de repuestos.	1. Diagrama de flujo 2. Poka Yoke informativo (A prueba de errores). 3. Diseño de KPI.	1. Modelo de proceso estándar para mejorar la eficiencia operativa. 2. Indicadores clave de rendimiento.

Check	Validar el modelo propuesto mediante simulaciones o un prototipo piloto para la medición de mejoras en la eficiencia de la logística inversa, reducción de cuellos de botella y precisión del inventario.	1. Simulación del modelo prototipo piloto. 2. Medición de eficiencia en la reducción de cuello de botella.	1. Plan de simulación. 2. Dashboard de medición.	1. Prototipo piloto de simulación. 2. Prototipo de panel de medición.
Act	Proponer un plan gradual de implementación del modelo diseñado, incluyendo recursos necesarios, capacitación del personal y estrategias de seguimiento, asegurando la sostenibilidad y efectividad del sistema.	1. Definición de plan gradual de implementación del modelo diseñado.	1. Diagrama de Gantt. 3. Plan de capacitación.	1. Plan de implementación del modelo. 2. Plan de capacitación.

Nota: Elaboración propia.

3.3 Proceso metodológico

El proyecto se desarrollará en cuatro etapas, secuenciales y dependientes, comenzando durante el mes de septiembre y se espera su finalización para el mes de noviembre 2025.



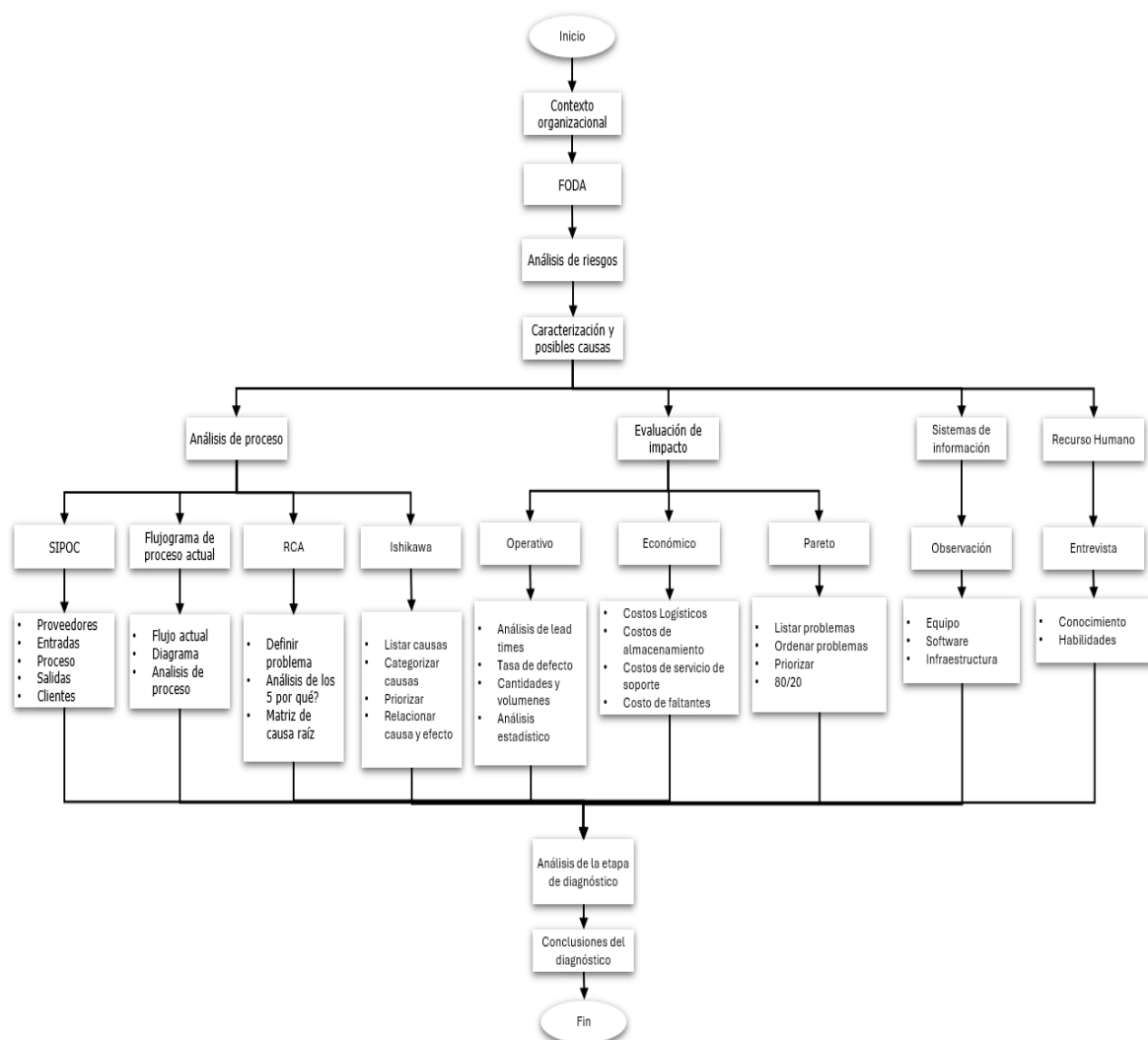
Nota: Elaboración propia.

Figura No. 18 Proceso metodológico aplicado al proyecto

4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACION ACTUAL

DIAGNÓSTICO DE LA SITUACION ACTUAL

4.1 Esquema del diagnóstico de la situación actual



Nota: Elaboración propia.

Figura No. 19 Esquema de diagnóstico de la situación actual

El esquema plasmado en la figura del proceso metodológico, indica un procedimiento secuencial, lógico y organizado donde se analizan procesos para evaluar los impactos operativos y económicos que se generan por la problemática, también se analizan recursos de sistemas de información y el recurso humano. Para dicho análisis, se utilizan herramientas

ingenieriles que arrojarán un entregable que despliega el resultado del análisis para que posteriormente se pueda brindar una conclusión del diagnóstico.

El resultado del diagnóstico identificará las causas de la problemática, se obtienen tras un proceso de investigación. Este resultado se basa en la interpretación de datos de pruebas diagnósticas lo que conlleva a establecer la causalidad del problema ingenieril planteado, siendo fundamental para planificar las herramientas a utilizar para plantear una posible solución. El resultado del diagnóstico no hace referencia a la solución del problema o al beneficio estimado del proyecto, sino que determina las causas para poder trabajar en una posterior solución.

4.2 Contexto organizacional

El área de recibos de retornos de logística inversa es encargada de recibir todos los repuestos de cómputo e impresión que provienen desde una reparación realizada en las instalaciones del cliente, cada uno de los paquete que ingresan por la puerta de retornos deben ser inspeccionados físicamente en esta área y verificar que el producto cumpla con las condiciones esperadas. El personal del departamento es responsable de registrar en el sistema el repuesto retornado para brindarle una disposición y así pasar el producto al siguiente área de procesamiento. En caso no sea posible la recepción, el departamento de recibos debe elevar un incidente con el personal de soporte para que analicen el caso y brinden una solución.

4.3 Análisis FODA

En la figura a continuación se realiza una recopilación de las fortalezas y debilidades actuales del departamento de recibo de repuestos de tecnología, siendo considerados como factores internos propias de área. También se describen las oportunidades y amenazas tomando como referencia los factores externos de la industria que manejan procesos similares.

Factores internos

Fortalezas +	Debilidades –
• Proceso adaptable • Disponibilidad de mejora • Recursos para invertir • Sistema avanzado • Conocimiento de proceso respecto al mercado • Economía circular	• Proceso poco robusto • Falta de capacitación operativa • Falta de iniciativas de mejora • Altos tiempos de solución de problemas • Problemas de cuello de botella • Dependencia del equipo de soporte de escalaciones

Factores externos

Oportunidades +	Amenazas –
• Métodos avanzados de la industria • Pionero en mejoras de área • Fuerte posicionamiento • Innovación tecnológica • Buenos profesionales de la industria	• Competidores actuales fuertes • Clientes insatisfechos • Ingreso de nuevos competidores • IT regional • Negocio cambiante • Falta de cultura de mejora continua

Nota: Elaboración propia.

Figura No. 20 Análisis FODA del área de recibos

El departamento de recibos de repuestos tiene diferentes fortalezas importantes que puede utilizar para identificación de problemas, y tratar de aplicar soluciones. Al ser DHL una empresa posicionada, con procesos estándar regionales y con capacidad de inversión en capacitación y recursos, puede adaptar rápidamente las propuesta de mejora.

En cuanto a las debilidades, al ser la logística inversa para retorno de repuestos un negocio adquirido reciente, no se han analizado a profundidad las causas, procedimientos y posibles soluciones por lo que existen algunos vacíos en el proceso que se ejecuta, y el conocimiento y experiencia de los colaboradores del área no están bien consolidados.

En cuanto a las oportunidades, DHL es un empresa con fuerte posicionamiento, estructura y capacidad, por lo que se puede aprovechar para tomar buenas prácticas de la industria, similares y competidores para tomar buenas prácticas.

En cuanto amenazas, la industria de la cadena de abastecimiento es de contante cambio y de innovación acelerada, por consiguiente, si DHL no logra mejorar el área afectada, los clientes pueden optar por un servicio más competitivo de otro competidor.

4.4 Análisis de riesgos

A continuación se realiza una matriz de riesgo donde se evalúan los tipos de riesgos, la gravedad, la probabilidad de ocurrencia y el nivel de impacto para la operación de recibos de repuestos de logística inversa en DHL DGF Costa Rica. La matriz de riesgo está diseñada para analizar de forma cualitativa basado en la herramienta de semáforo, donde se establece el siguiente criterio:

Cuadro No. 6 Criterio de definición de riesgo

Criterio	Definición
	Riesgo bajo
	Riesgo moderado
	Riesgo alto
	Riesgo extremo

Nota: Elaboración propia.

Una vez definido, se listan los factores principales de riesgo causado por el cuello de botella al no poder recibir fluidamente los repuestos retornados a la empresa a través de la logística inversa.

Cuadro No. 7 Matriz de análisis de riesgo

TIPO DE RIESGO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	GRAVEDAD DEL RIESGO	PROBABILIDAD DE RIESGO	IMPACTO NIVEL	RESPONSABLE	RESPUESTA – CONTINGENCIA –
Operativo	Faltante de inventario disponible	INDESEABLE	POSIBLE	ALTO	Area de recibo	Procesos de back order
Operativo	Acumulación de inventario	INDESEABLE	POSIBLE	ALTO	Area de recibo	Limpieza de backlog
Operativo	Cuello de botella	INTOLERABLE	PROBABLE	ALTO	Area de recibo	Revisión de actividad causante
Operativo	Falta de trazabilidad	INDESEABLE	POSIBLE	MEDIO	Area de recibo	Controles manuales
Operativo	Interrupción de procesos de otras áreas	INDESEABLE	POSIBLE	ALTO	Area de recibo	Limpieza de backlog
Recursos	Fallo del sistema ERP	INDESEABLE	PROBABLE	ALTO	IT	Reporte de incidentes
Legal/Contractual	Penalizaciones al cliente por expiración de órdenes	INTOLERABLE	POSIBLE	EXTREMO	Area de recibo	Créditos y cancelación de facturas
Financiero	Compra innecesaria de repuestos importandos	INTOLERABLE	POSIBLE	ALTO	Area de recibo	Limpieza de backlog
Financiero	Costos adicionales logísticos y de almacenamiento	INTOLERABLE	PROBABLE	ALTO	Area de recibo	Limpieza de backlog

Nota: Elaboración propia.

En la figura de matriz de análisis de riesgos, se puede visualizar que los problemas relacionado con el cuello de botella en el área de recibos de repuestos genera impactos muy importantes en la operación y en la función de otras áreas por consiguiente necesita intervención y acción inmediata para diseñar una propuesta de modelo de solución. En la matriz se puede observar lo siguiente:

- Cuatro de nueve problemas listados son de riesgo alto probable e intolerable, generando un impacto muy alto de un 44.4%.
- Cinco de nueve problemas listados son de riesgo alto, posible e indeseable, generando un impacto alto de un 55.5%.
- Sólo la trazabilidad de los registros tiene un riesgo medio porque pueden controlarse de modo manual.

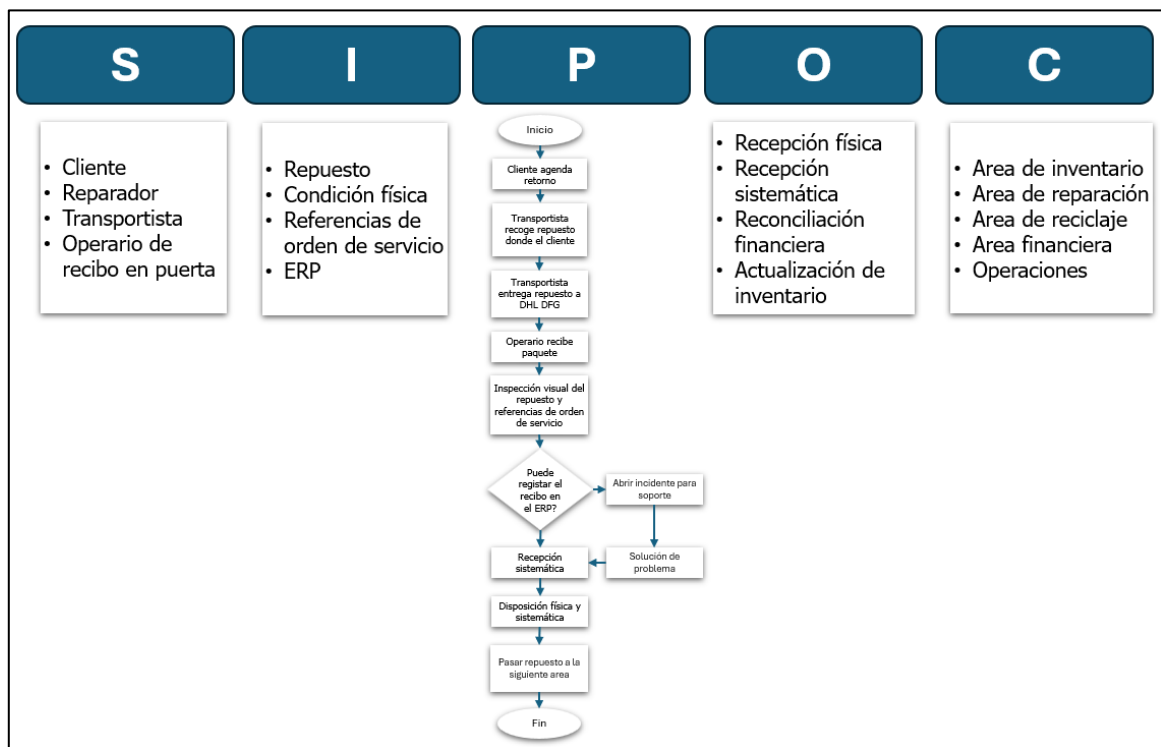
El cuello de botella operativo en el área de recibos representa un riesgo importante en el negocio de cadena de abastecimiento de DHL DGF Costa Rica, al reflejar un impacto muy alto en el resto de las operaciones y sus procesos.

4.5 Análisis de proceso actual

En la presente sección del proyecto se procede a realizar el análisis del proceso actual en el área de recibo de repuestos retornados en logística inversa, para lo cual se utilizan diferente herramientas ingenieriles que ayudarán a revisar el proceso, las causas de los problemas que lleven a una posterior conclusión de diagnóstico.

4.6 SIPOC del proceso actual

Se elabora un diagrama de SIPOC para caracterizar el proceso actual efectuado en el área de recibos de repuestos de logística inversa, el cual se muestra a continuación:



Nota: Elaboración propia.

Figura No. 21 SIPOC vigente del proceso de recibo de repuestos

En la figura anterior, se identifica una serie de recursos y participantes, que se detallan a continuación:

4.6.1 Proveedores

a) Cliente:

Es el encargado de solicitar el recibo de reparación y la razón de ser del negocio, tiene en sus manos el repuesto de cómputo o impresión que va a devolver a DHL DGF después de que la reparación a su equipo haya sido completada. Es un actor fundamental ya que tiene el insumo principal a utilizarse en la logística inversa.

b) Reparador:

La persona o empresa encargada de atender el servicio de reparación al cliente, es quien decide el tipo de repuesto a utilizar, la condición física y codificación sistemática del producto a devolver, es otro actor importante porque dependiendo de su decisión se da disposición final al material retornado.

c) Transportista:

Encargado de recoger el repuesto en las instalaciones del cliente, transportarlo y entregarlo en la puerta de retornos de DHL DGF, debe entregarlo a tiempo y en las condiciones adecuadas.

d) Operario de recibo en puerta:

Persona encargada de recibirle el paquete al transportista haciendo todas las revisiones necesarias, y encargada de llevar la unidad al área de recibos de logística inversa.

4.6.2 Input

Elemento principal del proceso, se refiere al repuesto físico retornado desde el cliente hasta DHL DGF, dicho repuesto debe tener una condición física que es inspeccionada visualmente, debe contener las referencias necesarias para poder identificar de cual material o SKU específico se trata y a cuál orden de servicio pertenece, y debe ser válido y verificable en el sistema ERP.

4.6.3 Proceso

Se describe cada uno de los pasos del proceso actual donde el reparador realiza su labor en las instalaciones del cliente, codificando el retorno y entregando la unidad al transportista quien lleva la unidad y la entrega a DHL DGF, el paquete se recibe en puerta y se traslada al área de recibos, donde se verifica visualmente el producto físico y se identifican las referencias de la orden de servicio verificables en el ERP. El operario de recibo registra la unidad en el sistema donde se indica una disposición, se cierra la orden de servicio abierta, se reconcilia el inventario y se actualizan todos los documentos contables y financieros. Si el operario por alguna razón no puede registrar el recibo en sistemas, debe abrir un incidente en un formato establecido, para que el personal de soporte revise el caso, encuentre la causa y brinde una solución. Una vez brindada la solución, el operario ejecuta y logra reconciliar el sistema. Mientras el caso está en análisis, la fecha de vencimiento de la orden sigue contando en cuenta regresiva, y si se expira, ya no se puede recibir en procedimiento normal y se efectúan automáticamente penalidades por asunciones sistemáticas de no retorno del repuesto.

4.6.4 Salidas

a) Disposición física:

Repuesto de cómputo e impresión, recibido física y sistemáticamente con una disposición física asignada, y listo para trasladarse a las siguientes áreas de procesos como inventario, reparación o reciclaje.

b) Disposición sistemática:

Disposición sistemática que refleja la transacción de recibo en el ERP donde respalda virtualmente la disposición del producto físico, actualizando el inventario asociado a cada disposición física.

c) Reconciliación financiera - contable:

Transacción en el ERP donde se reconcilia automáticamente todos los documentos de servicio, financieros y contables correspondientes al repuesto recibido en DHL DGF y su respectiva orden de servicio.

d) Actualización del inventario:

El inventario es actualizado automáticamente cuando se registra la recepción de repuesto en el sistema, coordinando los niveles de unidades disponibles y planeación del inventario.

4.6.5 Clientes

a) Departamento de inventarios:

Los encargados de planeación de inventario pueden trabajar con inventario real disponible y puesto en las locaciones correctas de los racks.

b) Área de envíos a reparación:

El personal encargado del subproceso de reparación puede disponer de unidades para reparar, dar nueva vida útil y evitar compras de material nuevo importado.

c) Área de reciclaje y desecho:

Los encargados de reciclaje pueden proceder con su proceso de reciclaje, estándares medioambientales y regulaciones gubernamentales.

d) Operaciones:

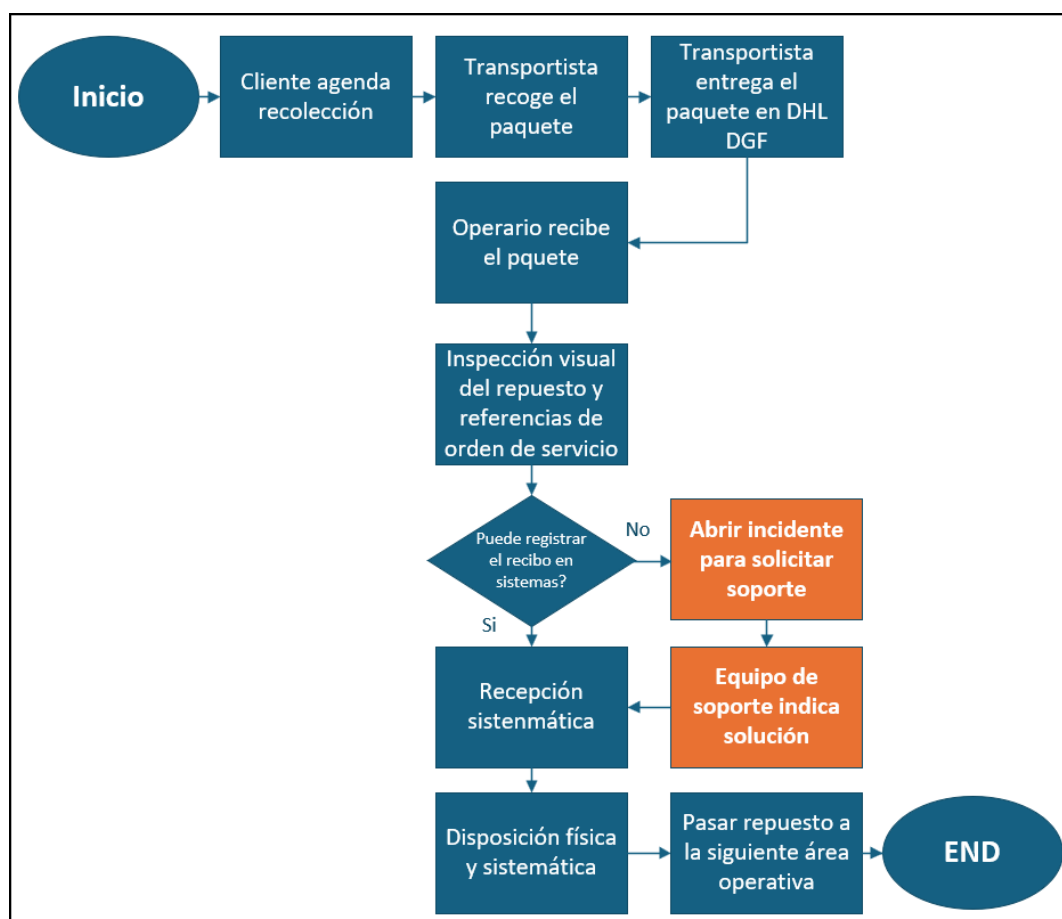
El resto de las operaciones funcionan correctamente, como los compradores, planeadores, encargados de nuevas órdenes y de alisto para suplir la demanda de una nueva reparación.

En la figura de herramienta SIPOC, se puede detallar que el proceso de logística inversa de principio a fin es sumamente sensible y cualquier falla en cada actor del proceso (Proveedor,

entrada, proceso, salida y cliente), genera un impacto directo en el proceso, una falla en cualquiera de las áreas desencadena una interrupción en el ciclo operativo impidiendo que el repuesto pueda recibirse normalmente y se cause un cuello de botella.

4.7 Diagrama de flujo del proceso actual

En la figura a continuación se representa el flujo del proceso actual de recibo de repuestos de cómputo e impresión retornados en logística inversa a DHL DGF, donde el repuesto es recogido en las instalaciones del cliente y entregado a DHL, para su recibo físico y sistemático y se puedan ejecutar subprocesos en las siguientes áreas. Si el producto no puede recibirse, se abre un incidente y se escala el caso al personal de soporte quienes analizan y brindan una solución.



Nota: Elaboración propia.

Figura No. 22 Diagrama de flujo del proceso actual

El flujo descrito en el diagrama anterior, indica que el procedimiento actual es simple, básico y secuencial, pero con pasos dependientes uno de otro, eso se traduce en que si un solo paso de todo el proceso falla, todo el procedimiento falla en su totalidad y no se permite que el repuesto retornado complete su ciclo generando un cuello de botella. El proceso diagramado indica también, que aunque el proceso es simple, cualquier falla que se presente en el área de recibo de DHL DGF no puede ser resuelta inmediatamente por el operario de recibo, sino que necesita intervención de un equipo de soporte externo que revisa el caso a través de un incidente, y hasta que dicho departamento de soporte interviene es que se genera una solución para que pueda generarse la transacción de recibo tanto físico como sistemático. En apariencia, el operario de recibo de DHL no tiene el conocimiento, o habilidad, o acceso, o autoridad para tomar la decisión de resolución por sí mismo de manera estandarizada. En otras palabras, DHL DGF solo ejecuta el recibo limpio lo que se conoce como el camino feliz (happy path), y no revisa la causa y el análisis del recibo causante del cuello de botella.

4.8 Análisis de causa raíz

Con el análisis de causa raíz, se siguen cinco pasos lógicos para identificar las causas de un problema, priorizarlas y encontrar la causa principal que genera el mayor impacto.

- Definición del problema.
- Recopilación de principales causales de problema.
- Indicar los posibles efectos.
- Priorizar.
- Causa raíz de mayor impacto.

En la matriz de causa raíz a continuación se revisa los principales problemas con sus causas y efectos del proceso actual de recibo de repuestos retornados en logística inversa en DHL DGF Costa Rica. El análisis de causas raíz realizado en la figura a continuación, se realiza basado en una medición con base cualitativa y descriptiva, para lo cual el criterio de medición se utiliza la herramienta de clasificación por semáforo dando énfasis a los elementos de la

matriz dependiendo de su importancia, criticidad, probabilidad de ocurrencia y el impacto del efecto del problema. El criterio de evaluación se describe a continuación:

Cuadro No. 8 Criterio de evaluación de causa raíz

Criterio	Criticidad	Probabilidad	Impacto del efecto
	Bajo	Bajo	Bajo
	Medio	Medio	Medio
	Alto	Alto	Alto

Nota: Elaboración propia.

Definidos los criterios de evaluación, se analiza la matriz a continuación:

Cuadro No. 9 Matriz de análisis de causa raíz

Matriz de análisis de causa raíz simple									
Emisión de problema				Posible causa raíz			Efectos		
Problema	Explicar problema	Criticidad		Descubrir la causa	Probabilidad de tasa: Baja, Media o Alta	Detalles	Descripción	Clasificar efectos	
		Califique qué tan crítico: Bajo, Medio o Alto	Justificación		Probabilidad de tasa: Baja, Media o Alta	Indicar fuente para su aclaración		Tasa de probabilidad de riesgos: Baja, Media o Alta	Posible propuesta de solución
Cambio de proceso	El proceso operativo cambió debido a la implementación de un nuevo ERP	Alto	Carencia de proceso, impide proceder fluidamente	Ajustes en los procedimientos por la implementación de un nuevo ERP	Alto	Entrevista con operario de recibo	Imposibilidad de completar el proceso correctamente	Alto	Diseño de proceso estandarizado
Problemas sistemáticos	Los sistemas fallan, aún sse están ajustando	Alto	Si el sistema falla, es imposible recibir el repuesto en el ERP	Ajustes del sistema por la implementación del ERP	Alto	Entrevista con operario de recibo	Imposibilidad de completar el registro en sistemas	Alto	Diseño de proceso estandarizado de escalación
Falta de conocimiento y capacitación	El personal no conoce el proceso al no estar definido y mapeado	Alto	El operario sin conocimiento no puede proceder sin importar que tenga las herramientas	No hay documentación ni flujo de proceso mapeado	Alto	Entrevista con operario de recibo	Ejecución lenta o errónea del proceso	Alto	Propuesta de plan de capacitación
Falta de recursos	No existe automatización formal que ayude a ejecutar el proceso	Medio	Se puede proceder con métodos manuales o alternativos	Ajustes lento de recursos de acuerdo a las nuevas necesidades de	Medio	Entrevista con operario de recibo	Ineficiencia y pasos manuales	Medio	Diseño de proceso estandarizado de escalación
Fallas en procesos externos	El cliente, reparador o transportista codifica mal en el sistema, productos erróneos o en condición física incorrecta	Alto	Si falla un proceso logístico, se detiene o ralentiza en recibo del repuesto	Errores en la codificación de consumo del repuesto o repuesto incorrecto	Alto	Entrevista con operario de recibo	Retornos físicos erróneos y transmisión incorrecta de señales	Alto	Diseño de proceso estandarizado
Problemas con el equipo de soporte	Departamento expemo localizado fuera de Costa Rica, en otro idioma y zona horaria, que brinda soluciones poco claras y	Alto	Dependencia para poder solucionar los escenarios	Demora en brindar una slución	Alto	Entrevista con operario de recibo	Solución tarde o incompleta	Alto	Diseño de proceso estandarizado

Nota: Elaboración propia.

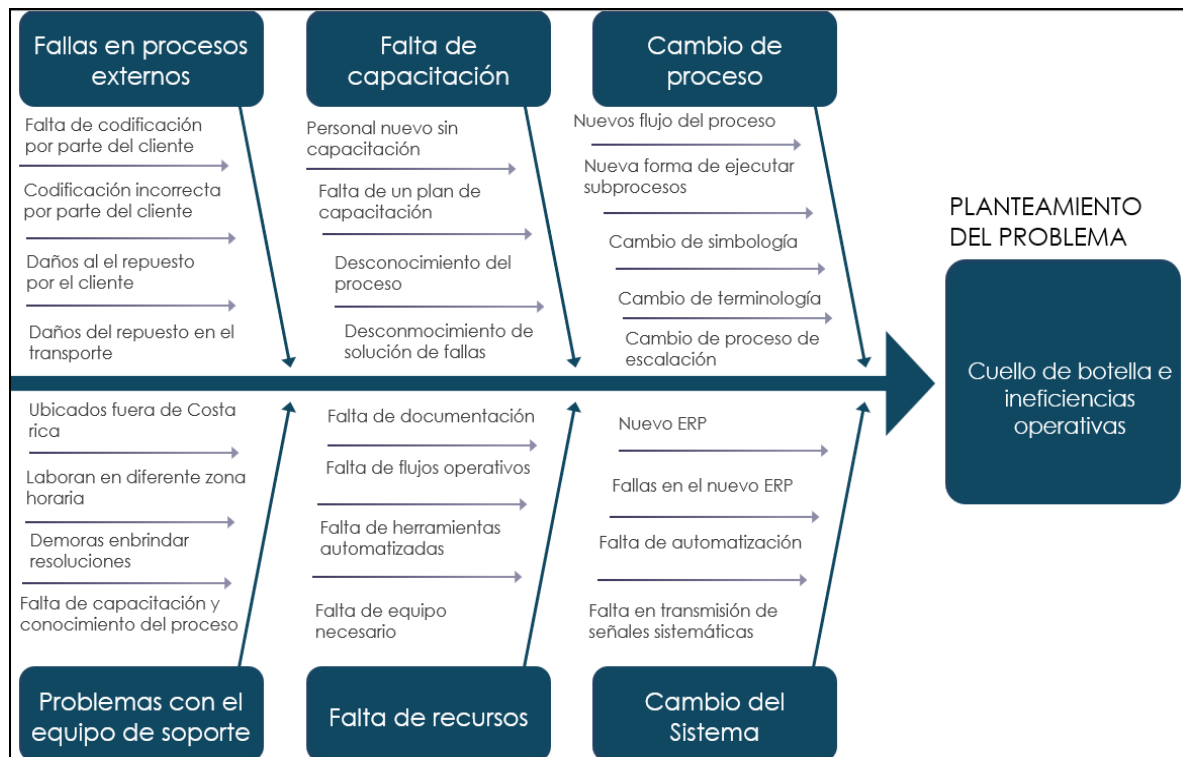
En la matriz de causa raíz de la figura anterior, se listan los principales problemas que se experimentan en el área de recibo de repuestos de DHL DGF dando como resultado que existe una necesidad inmediata de diseñar un proceso estándar que indique el paso a paso de ejecución del recibo tanto operativa como sistemáticamente. A continuación las prioridades de causa raíz para generar mayor impacto.

Prioridades de causa raíz y efecto

- Falta de proceso estándar.
- Falta de plan de capacitación.
- Falta de proceso para identificar y ejecutar fallas externas causadas por clientes, reparador y transportista.
- Falta de proceso para escalar fallas del sistema.
- Falta de proceso para reducir incidentes de soporte por falla de procedimiento.
- Falta de inversión en recurso automatizado.

4.9 Diagrama de Ishikawa

En la siguiente figura se utiliza la herramienta ingenieril llamada diagrama de Ishikawa o también conocida como hueso de pescado, en el cual se diagrama, agrupa y clasifican las causas del problema que ayudan a identificar de manera ordenada el objetivo del problema.



Nota: Elaboración propia.

Figura No. 23 Diagrama Ishikawa

En el diagrama de Ishikawa plasmado en la figura anterior, clasifica causas que afectan el proceso y generan el problema del cuello de botella e ineficiencia operativa. Se puede observar que existen causas externas y causas internas del departamento de recibo.

a) Causas internas:

Falta de capacitación que evidencia falencias en el conocimiento, faltante de recursos que indica carencia de herramientas básicas de acción, cambios en el sistema que trae ejecuciones diferentes con respecto a sistemas anteriores, por consiguiente trae cambios en el proceso que el personal no lo tiene claro, estructurado y de fácil aplicación.

b) Causas externas:

Problemas en cualquier sector externo al departamento de recibos de repuestos en DHL causa un problema en el cual el operario de recibo no puede ejecutar

limpiamente la transacción del retorno, en otras palabras, el procedimiento debe ser a prueba de fallas en el proceso de logística inversa de extremo a extremo. En cuanto al equipo de soporte de soluciones, es externo al departamento de recibos y únicamente analiza problemas y brinda soluciones a través de un incidente generado manualmente, lo que indica que existe una completa dependencia de dicho equipo externo al departamento para poder solucionar cualquier falla.

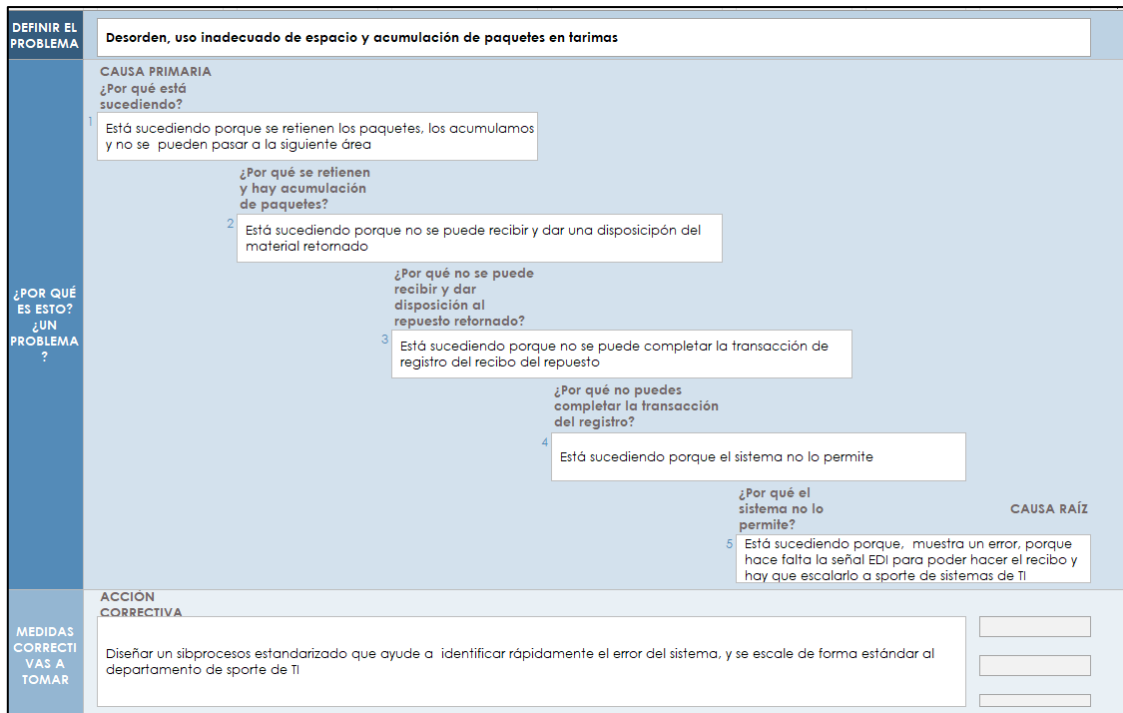
4.10 Análisis de los 5 por qué?

El método de análisis de los 5 por qué, es una herramienta simple pero de mucha utilidad para llegar a la causa raíz del problema, a continuación se describe el uso de la matriz de análisis de los cinco por qué que parte de una conversación con uno de los operarios de recibo de repuestos retornados, puede referirse a la entrevista en el Apéndice F (p. 170 a 173).

DEFINIR EL PROBLEMA	Desorden, uso inadecuado de espacio y acumulación de paquetes en tarimas		
¿POR QUÉ ES ESTO? ¿UN PROBLEMA?	CAUSA PRIMARIA ¿Por qué está sucediendo?		
	1. Está sucediendo porque se retienen los paquetes, los acumulamos y no se pueden pasar a la siguiente área		
	¿Por qué se retienen y hay acumulación de paquetes?		
	2. Está sucediendo porque no se puede recibir y dar una disposición del material retornado		
	¿Por qué no se puede recibir y dar disposición al repuesto retornado?		
	3. Está sucediendo porque no se puede completar la transacción de registro del recibo del repuesto		
	¿Por qué no puedes completar la transacción del registro?		
	4. Está sucediendo porque se genera un problema en el proceso que no se como resolverlo		
	¿Por qué no sabes como resolverlo?		
	5. Está sucediendo porque, no se como hacerlo, no tengo el conocimiento, no hay un proceso y toda interrupción debo escalarla		
MEDIDAS CORRECTIVAS A TOMAR	ACCIÓN CORRECTIVA Diseñar un procesos estandarizado que ayude a cubrir los escenarios operativos y puedan recibir los repuestos		

Nota: Elaboración propia.

Figura No. 24 Matriz de análisis de los 5 por qué? perspectiva operativa



Nota: Elaboración propia.

Figura No. 25 Matriz de análisis de los 5 por qué? perspectiva sistemática

En el análisis de matriz de los 5 por qué realizado en DHL DGF en el área de recibos de repuestos retornados, se desarrolla para entender los motivos y encontrar la causa principal del cuello de botella y acumulación de inventario son poder recibir una disposición adecuada, para lo cual la matriz arroja dos hallazgos importantes.

a) Causa operativa:

Los operarios encargados del recibo de los repuestos indican que existe una importante falta de conocimiento del proceso operativo porque el procedimiento es nuevo y no existe un flujo mapeado y documentado del proceso, por consiguiente no se sienten capacitados y para todo escenario de interrupción deben generar un incidente para recibir soporte.

b) Causa sistemática:

Los operarios encargados del recibo de los repuestos indican que existe una constante falla del sistema, el sistema no muestra la señal EDI correspondiente que le permita

visualizar la espera del retorno del repuesto en el ERP, mostrado un error al intentar recibir el repuesto. No tienen disponibilidad de un subproceso para identificar el error sistemático, y escalarlo con un formato estándar rápidamente al departamento de soporte de sistemas de TI.

4.11 Evaluación de impacto operativo

4.11.1 Tasa de defecto

La fórmula general para la tasa de defectos es: (Número de unidades defectuosas / Número total de unidades inspeccionadas) x 100. Esta fórmula, expresada en porcentaje, calcula la proporción de productos o servicios defectuosos dentro de un lote o proceso, ayuda a evaluar la eficiencia del proceso. Para efectos del proyecto, el cálculo se analiza tomando en cuenta el promedio de unidades mensuales que entran con problemas en el cuello de botella en relación con la cantidad promedio de demanda mensual de retornos arribando a DHL DGF Costa Rica, siendo 127 el promedio de unidades mensuales con problemas, y 489 el promedio de demanda de retornos de logística inversa.

El cálculo tasa de defecto del proceso de recibos se realiza a través de la siguiente fórmula:

$$(Número de unidades defectuosas / Número total de unidades inspeccionadas) \times 100.$$
$$(127 / 489) \times 100$$

Tasa de defecto: 26%

Aproximadamente el 26% de los repuestos de cómputo e impresión que llegan que llegan al área de recibos, se quedan atorados generando cuello de botella impidiendo que el proceso se ejecute de manera fluida y eficiente. Las unidades sin recepción adecuada se acumulan causando impacto operativo en el área y afectando el desempeño de procesos posteriores.

4.11.2 Análisis de tiempos de entrega (Lead times)

El análisis de tiempos de entrega ayuda a medir los tiempos que toma completar todas las actividades del proceso cubriendo de extremo a extremo, y facilita el análisis del proceso exitoso comparado con el proceso fallido. Para el análisis de tiempos de entrega (Lead times) de este proyecto se hace una medición de tiempos de todo el proceso de retornos de extremo a extremo empezando cuando el repuesto llega a la instalaciones de DHL DGF específicamente a la puerta de recibos hasta el momento que se realiza la recepción sistemática del repuesto y se traslada a la siguiente área de proceso. La figura a continuación muestra gráficamente la medición de tiempos de las actividades del proceso, indicando cuánto dura el proceso normal E2E sin interrupciones ni cuellos de botella, comparado con el proceso interrumpido con cuello de botella, con intervención del equipo de soporte y el retrabajo de procesar nuevamente. El criterio de definición de proceso se muestra a continuación diferenciado por colores.

Cuadro No. 10 Criterio de definición de proceso

Criterio	Definición
	Proceso normal
	Actividad duplicada
	Análisis de falla con equipo de soporte

Nota: Elaboración propia.

Una vez definido el criterio, se analiza los tiempos de entrega en la figura a continuación:

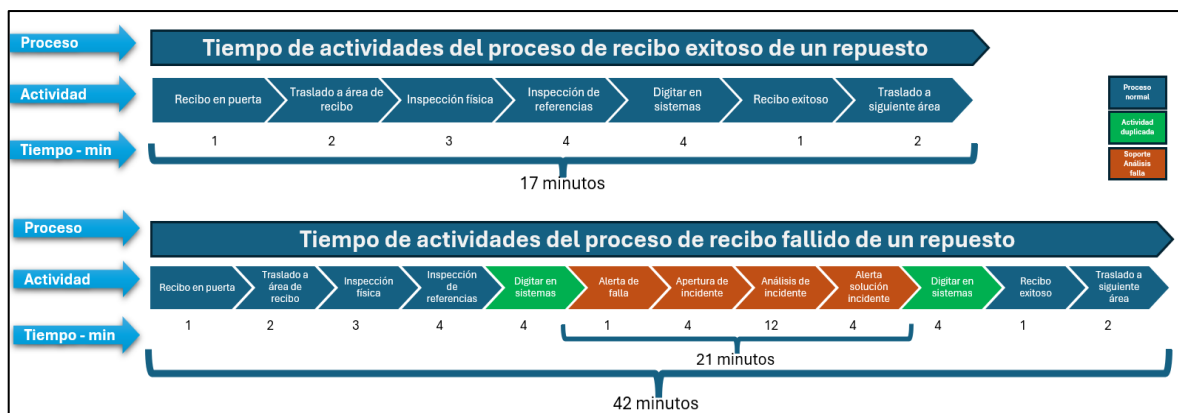
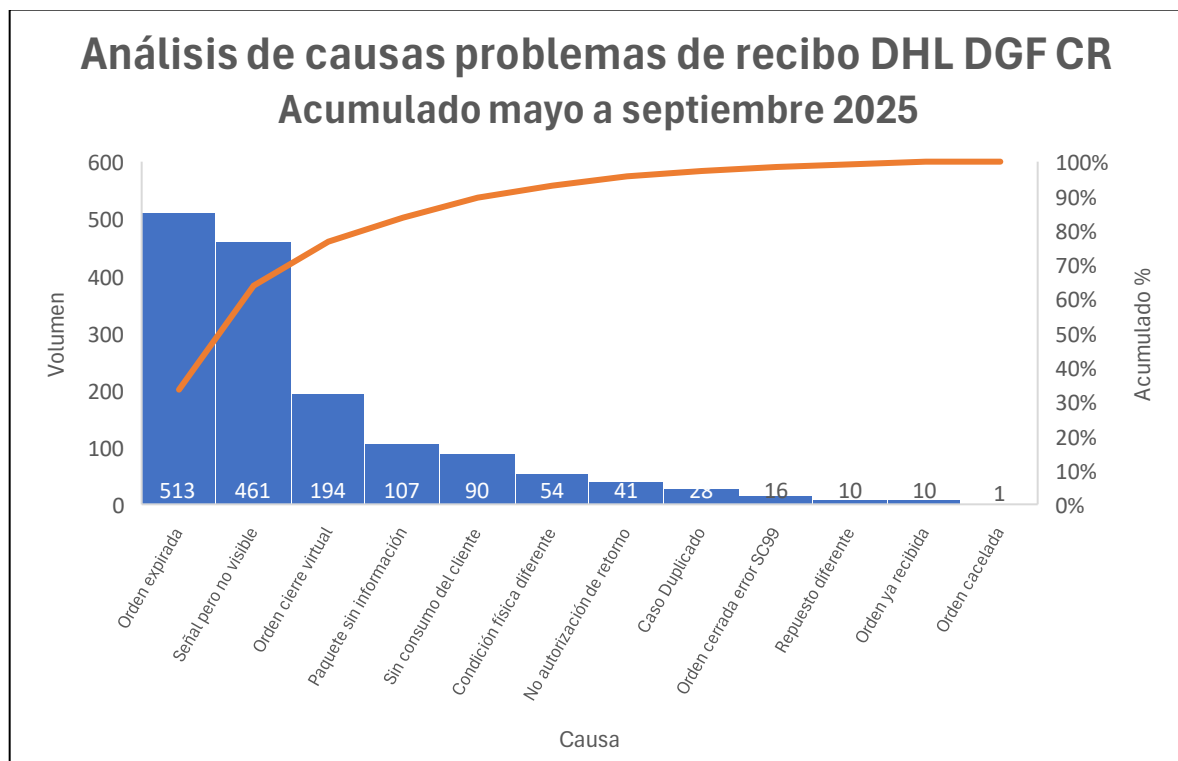


Figura No. 26 Análisis de tiempos de entrega (Lead times)

En la figura anterior, se puede verificar que el proceso normal de extremo a extremo de recibir un repuesto toma 17 minutos aproximadamente, en embargo, cuando la empresa tiene un caso de recibo fallido, se añaden 21 minutos adicionales para solicitar soporte y solucionar la falla, además se suman 4 minutos adicionales por ejecutar nuevamente la actividad de digitación de referencias en el sistema, dando un total de 42 minutos en promedio para dar solución al proceso cuando existe una falla. Es importante mencionar que si en promedio 127 repuestos tienen problemas de recibo al mes, resolver la totalidad tomaría 3.048 minutos que se traducen en 50.8 horas.

4.11.3 Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto se utiliza como herramienta de evaluación de causas raíz el problema de recibos en el área de retornos de DHL DGF, a continuación se muestra gráficamente el análisis de causas principales que generan impacto operativo en la generación del cuello de botella. La información es tomada de los históricos de datos acumulados de demanda mensual de retornos y los repuestos escalados para análisis y soporte en DGL CGF Costa Rica, dicha información se encuentra disponible en el Anexo 2 (p. 177 a 178) de este documento.



Nota: Elaboración propia.

Figura No. 27 Diagrama Pareto análisis de causas

En el diagrama de Pareto ilustrado en la figura anterior, se puede verificar que las causas principales impactando la operación de recibo de repuestos se debe en su gran mayoría a problemas de disponibilidad de señales EDI de autorización del recibo en el sistema. Las órdenes de servicio se están expirando desde antes que el repuesto esté llegando al almacén por lo que el problema principal es causado en otra área del negocio, más específicamente en el proceso de reparación del equipo al cliente, están tomando más tiempo del permitido para devolver el paquete y su consumo en sistemas es erróneo, causando que DHL no pueda recibir el repuesto. Por otra parte, aunque la causa principal del problema es generada en otra área, DHL DGF debe tener el conocimiento sobre qué hacer en estos casos, para lo cual se requiere un procedimiento estándar robusto y los colaboradores alineados. El 80% del volumen de acumulado, se resuelve atacando el 20% del problema que es la expiración de órdenes antes que lleguen retornadas al almacén, aproximadamente se pueden recibir 128 repuestos por mes para resolver el 80% del cuello de botella.

4.12 Evaluación de impacto económico

De acuerdo con el diagrama de esquema de diagnóstico actual, el presente proyecto, tiene como estrategia realizar un estudio de costos por medio del cual, se permita evaluar el impacto económico que el problema de cuello de botella en el área de recibos de repuestos de logística inversa está causando a la empresa, la idea es poder cuantificar en el impacto en dinero que la empresa está teniendo por dicho problema. Para referencia de los costos estimados del proyecto referirse a Anexo 1 (p. 175 a 176).

4.12.1 Análisis de costos

En el cuadro a continuación se resume la información recopilada de los datos históricos del acumulado de problemas de recibo de repuestos en DHL DGF, tomando información de mayo a septiembre del 2025, en el cual se analizan los costos unitarios y totales de cada uno de los costos logísticos y de almacenamiento principales que afectan el área específica de recibos de repuestos de logística inversa.

De acuerdo con los datos históricos, se identifica que DHL reportó al equipo de soporte el total de 1.525 paquetes durante dicho periodo sin poder procesar la recepción de manera adecuada y fluida. En el cuadro a continuación se detallan los costos asociados:

Cuadro No. 11 Costos logísticos y de almacenamiento

Categoría operativa	Clasificación del costo	Cantidad	Monto unitario promedio	Costo total	Costo por mes
 Costos de inventario y abastecimiento	Costo del inventario acumulado	1.525	\$ 50.74	\$ 77,372.01	\$ 15,474.40
 Costos de logística inversa	Costos de logística inversa	1.525	\$ 5.00	\$ 7,625.00	\$ 1,525.00
	Costos de manejo, inspección y control de calidad	1.525	\$ 1.00	\$ 1,525.00	\$ 305.00
 Costos de almacenamiento	Costo de almacenamiento prolongado de repuestos detenidos (meses)	5	\$ 230.00	\$ 1,150.00	\$ 230.00
 Costos administrativos y tecnológicos	Costo de transacción en sistemas	1.525	\$ 0.50	\$ 762.50	\$ 152.50
	Costos de soporte y TI (meses)	5	\$ 641.00	\$ 3,205.00	\$ 641.00
Total costos asociados			\$ 928.24	\$ 91,639.51	\$ 18,327.90

Nota: Elaboración propia.

4.12.2 Costos de inventario y abastecimiento

En esta categoría se cuantifica cuánto le cuesta a la empresa el material detenido que no puede ser procesado correctamente, de acuerdo con los costos de los repuestos listados y sus costos unitarios extraídos del sistema ERP SAP S4 Hanna, los 1.525 repuestos representan un costo total de \$77.372,01 dólares estadounidenses, siendo un costo sumamente elevado, por consiguiente, la empresa está dejando de percibir ahorros considerables. Los repuestos recibidos no se están poniendo en las siguientes áreas de trabajo donde se considera inventario bueno y sin usar que sirven para una nueva orden de servicio para atender a otro cliente, también los repuestos que son reparables no están fluyendo a su respectivo subproceso, y es necesario realizar compras innecesarias de repuestos. Si el costo total se divide entre cinco meses, se obtiene que mensualmente \$15.474,40 dólares en promedio por costo de material no percibido.

4.12.3 Costos de logística inversa:

a) Costos de transporte de logística inversa:

Con respecto a los costos de logística inversa, se toma en consideración el costo promedio de retornar un paquete transportándolo desde las instalaciones del cliente hasta DHL DGF en Alajuela, tomando como costo promedio \$5 por servicio de transporte terrestre de paquetes pequeños menores a 120 libras, servicio estándar no prioritario, tomando los 1.525 repuestos, se obtiene un costo de transporte de \$7.625 dólares totales por los cinco meses, traduciendo \$1.525 dólares mensuales aproximadamente.

b) Costos de manejo, inspección y control de calidad:

DHL DGF realiza una inspección visual mecánica de cada uno de los repuestos que ingresan a las instalaciones provenientes de la logística inversa, el operario de recibo evalúa la condición física del producto, para poder determinar la disposición final que el repuesto tendrá en las siguientes áreas de subproceso. Realizar esta tarea, tiene un costo de \$1 dólar por paquete, por lo que relacionado con los 1.525 repuestos

ingresados de acuerdo con la data histórica, se tiene un costo total de \$1.525 dólares que dividido entre los cinco meses, sería un aproximado de \$305 dólares por mes.

4.12.4 Costos de almacenamiento prolongado por repuestos retenidos

Cada vez que un repuesto no puede recibirse de manera fluida bajo proceso normal, las unidades deben apartarse de la línea de recibo de los paquetes por lo que se hacen a un lado en un espacio destinado para almacenamiento temporal fuera de proceso, mientras el equipo de soporte analiza el caso e indica una solución. El almacenamiento adicional tiene un costo adicional y es calculado a través de un aproximado de \$230 dólares mensuales, lo que se traduce en un costo adicional total de \$1.150 dólares por concepto de los cinco meses de acumulado.

4.12.5 Costos administrativos y tecnológicos

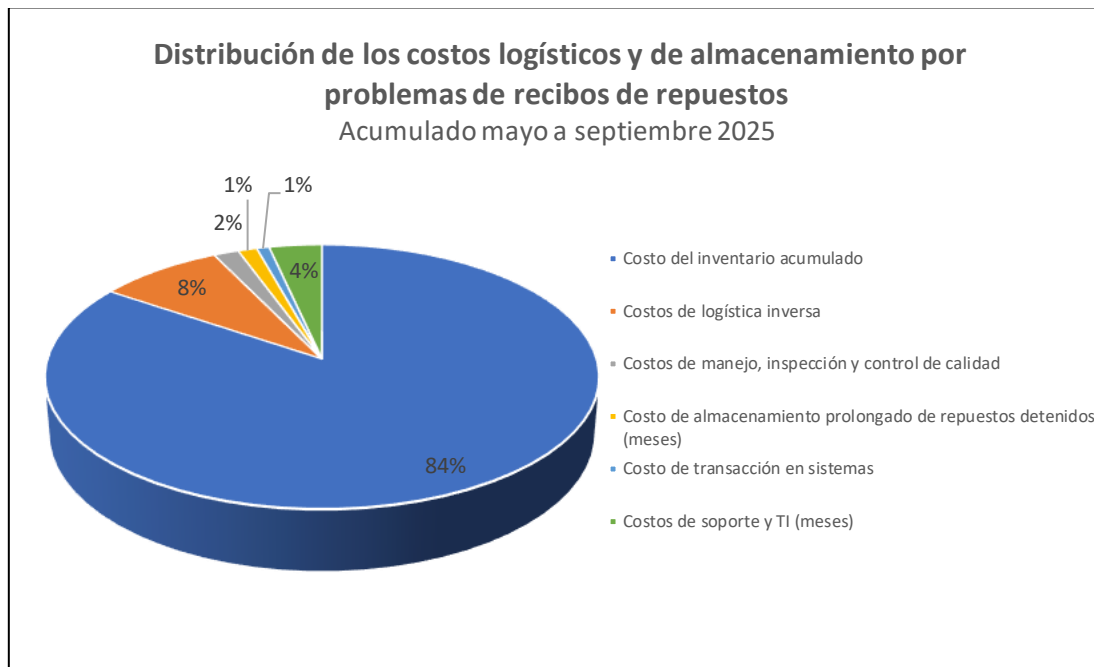
a) Costo de transacción en sistemas:

Cada repuesto que es registrado en el sistema bajo una transacción de procesamiento normal tiene un costo de \$0.5 dólares por paquete, dicho costo se conoce como tarifa de transacción y es un costo administrativo. Multiplicado por los 1.525 paquetes acumulados, se tiene un costo total de tarifa de transacción de \$762,5 dólares por el acumulado de cinco meses, por lo que mensualmente se estima en promedio un costo de \$152,5 dólares.

b) Costos de soporte y TI (meses):

los costos de soporte son los relacionados al servicio brindado por los analistas externos al proceso, que revisan cada caso individualmente y brindan una solución para que se pueda recibir el repuesto. Dicho costo constituye el tiempo de servicio aplicado para dar soporte, por los cinco meses de producto acumulado, se estima que el servicio de soporte ha costado \$3.205 dólares por el tiempo trabajado lo que se estima que mensualmente se incurre en un costo de \$641 dólares.

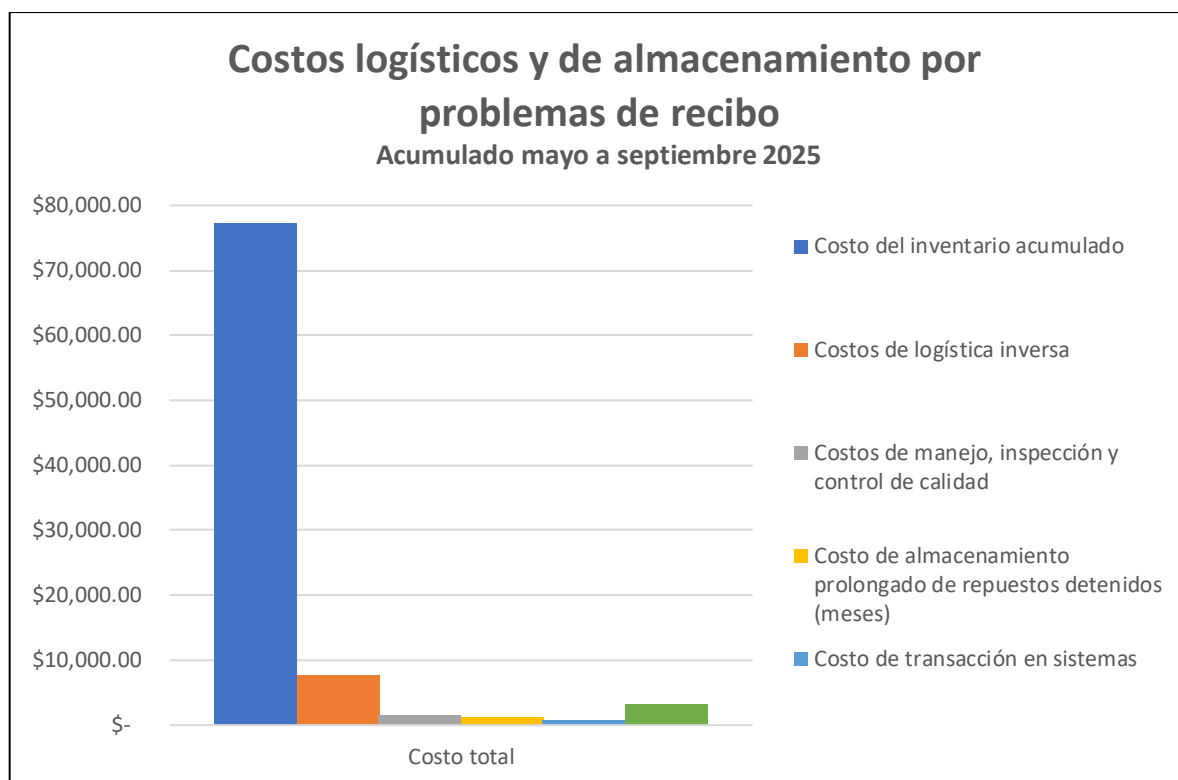
4.12.6 Análisis y distribución de costos



Nota: Elaboración propia.

Figura No. 28 Distribución de costos logísticos y de almacenamiento

En la figura anterior se logra determinar que el costo principal asociado a los problemas de recibo de repuestos de logística inversa corresponde a dejar de percibir los repuestos para subprocesos de inventario, reparación y desecho, los materiales detenidos representan un 84% del costo total del problema, desencadenando problemas adicionales como la falta de abastecimiento, y compras de producto importado. Los siguientes costos para tomar en consideración son los relacionados al transporte que representan un 8% de los costos totales, y también los costos relacionados al servicio de soporte de los analistas externos y de IT para que brinden una solución, dichos costos representan un 4% de los costos totales, siendo una erogación importante de dinero.



Nota: Elaboración propia.

Figura No. 29 Total de costos logísticos y de almacenamiento

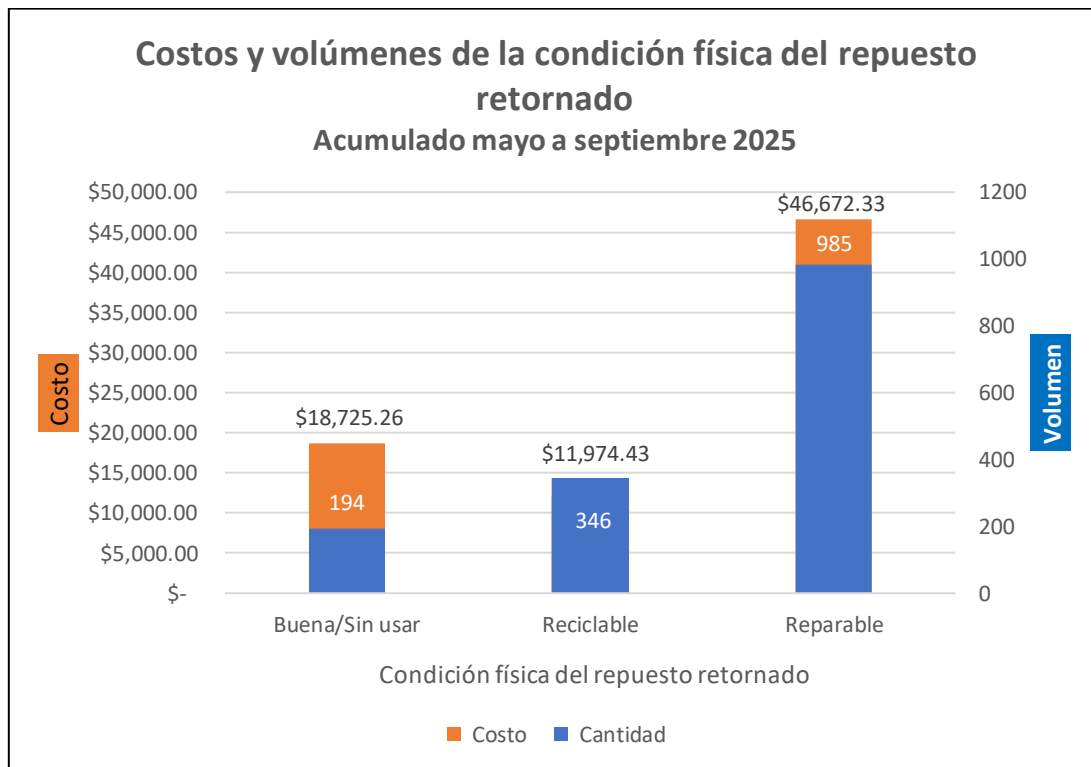
Los costos revisados en este capítulo se revisan en la figura anterior, donde se puede evidenciar un costo muy elevado con respecto al material que se está dejando de percibir para realizar subprocesos en diferentes áreas, el cuello de botella representa \$77.372 dólares por cinco meses acumulados, los siguientes costos importantes se relacionan al transporte calculado en \$7.625 por el acumulado de los cinco meses y por último los costos relacionados al servicio de soporte de solución siendo \$3.205 dólares por los cinco meses.

Cuadro No. 12 Condición del repuesto y su costo

Condición del repuesto	Cantidad	%	Costo total	Costo mensual
Bueno/Sin usar	194	13%	\$ 18.725,26	\$ 3.745,05
Usado	1.331	87%	\$ 58.646,76	\$ 11.729,35
Reciclable	346	23%	\$ 11.974,43	\$ 2.394,89
Reparable	985	65%	\$ 46.672,33	\$ 9.334,47
Total	1.525	100%	\$ 77.372,01	\$ 15.474,40

Nota: Elaboración propia.

En el cuadro anterior se describe la segregación de la condición física del repuesto retornando a DHL, el 78% de los repuestos devueltos son útiles para un nuevo ciclo de vida del producto siendo 194 (13%) repuestos sin usar que pueden ir directo al inventario, y 985 que pueden pasar directo a reparación (65%). En total el costo de los repuestos que pueden tener una nueva vida útil es de \$65.397 dólares que se están dejando de percibir por acumularse en cuello de botella, esto representa un costo aproximado mensual de \$13.079 dólares. Para más detalles referirse al Anexo 3 (p. 179 a 180) de este proyecto.



Nota: Elaboración propia.

Figura No. 30 Comparativa de volúmenes y costos de la condición física del repuesto

La figura 30 muestra gráficamente la importancia de los costos y volúmenes asociados a los repuestos que ingresan en cuello de botella y no pueden recibirse fluidamente bajo procedimiento estándar, los productos que se dejan de percibir para tener una nueva vida útil. El volumen de producto usado pero reparable representa la mayoría, con un volumen de 985 unidades a un costo de producto de \$46.672 acumulado durante los cinco meses. 194

unidades de repuestos completamente buenos representados en un costo de \$18.725 acumulados en los cinco meses de datos históricos.

4.13 Análisis estadístico

Para el análisis del proyecto, se utilizan conceptos básicos de estadística que ayudan a dar sustento numérico al diagnóstico del problema para eventualmente hacer propuestas de solución. Para el análisis estadístico de la fase de diagnóstico se utilizan las siguientes herramientas:

a) Datos históricos:

Los datos históricos tomados para el análisis corresponden al volumen acumulado de repuestos que fueron escalados al equipo de soporte para análisis y solución a partir de mayo 2025 y hasta la segunda semana de septiembre 2025, el volumen acumulado muestra la clasificación de cada causa por la cual fue escalado el escenario y su respectivo volumen, dicha tabla se encuentra disponible en el anexo.

b) Estadística descriptiva:

para el presente proyecto, se toma como referencia la estadística descriptiva básica, en la cual, se recopila, se organiza, se resume y se describe las características de la información disponible para análisis, sin llegar a indicar soluciones o hacer propuestas al momento del diagnóstico. Se utilizan herramientas como gráficos, desviación y dispersión, así como cálculos de la media, moda, mediana, varianza, entre otros.

c) Muestra:

La muestra tomada para el proyecto se toma de los datos disponibles de los eventos históricos acumulados de casos escalados al equipo de soporte donde se analizan los registros de 1.525 repuestos de cómputo e impresión que entraron a cuello de botella desde mayo 2025 a la segunda semana de septiembre 2025.

d) Media:

La media es calculada tomando en consideración el promedio del acumulado de causas identificadas de los eventos que entraron a cuello de botella y fueron escalado para soporte. De acuerdo con lo calculado, la media es de 127 repuestos atorados por mes encuello de botella.

e) Moda:

De acuerdo con la data revisada, la moda que es el valor que más se repite, es de 10 unidades, por escenario, que aunque es un valor que se repite, no es significativo en cuanto al problema.

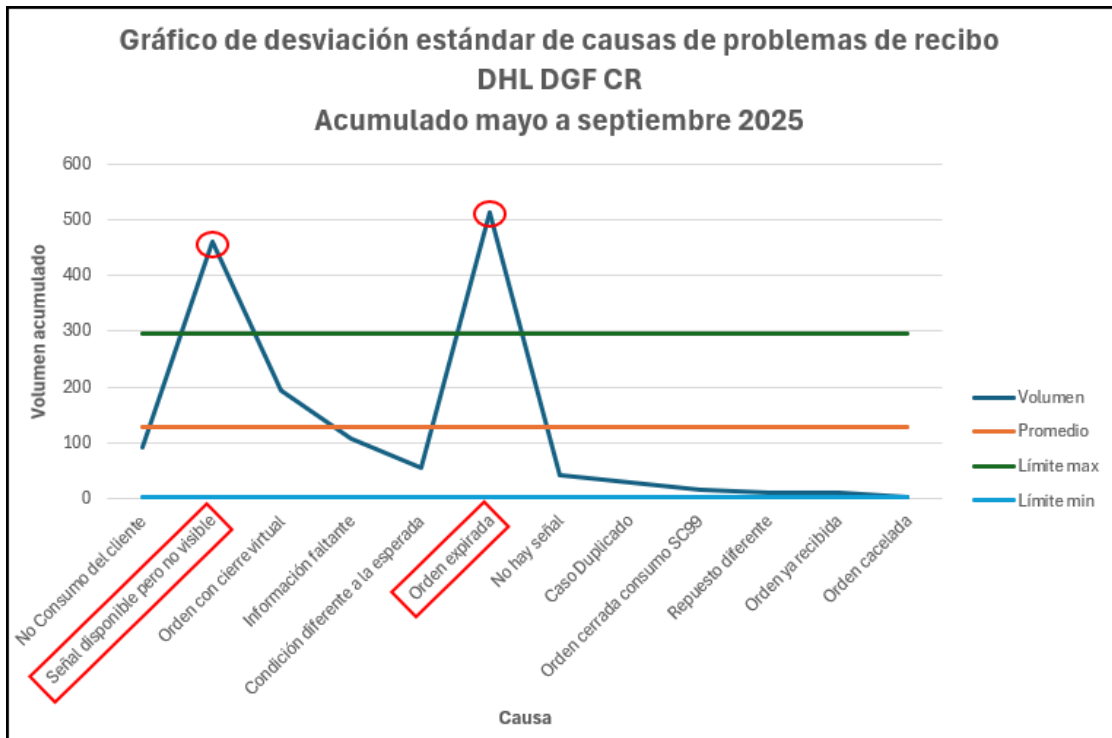
f) Mediana:

De acuerdo con los datos revisados, la mediana que es un punto medio en el cual se distribuyen los datos es de 48 repuestos por mes, sin embargo tampoco es representativo con respecto al total de la muestra y la causa de mayor volumen.

g) Desviación estándar:

La desviación estándar indica la variabilidad de los datos, indicando la distancia promedio de cada valor con respecto a la media, para efectos del proyecto, la desviación estándar es de 170.

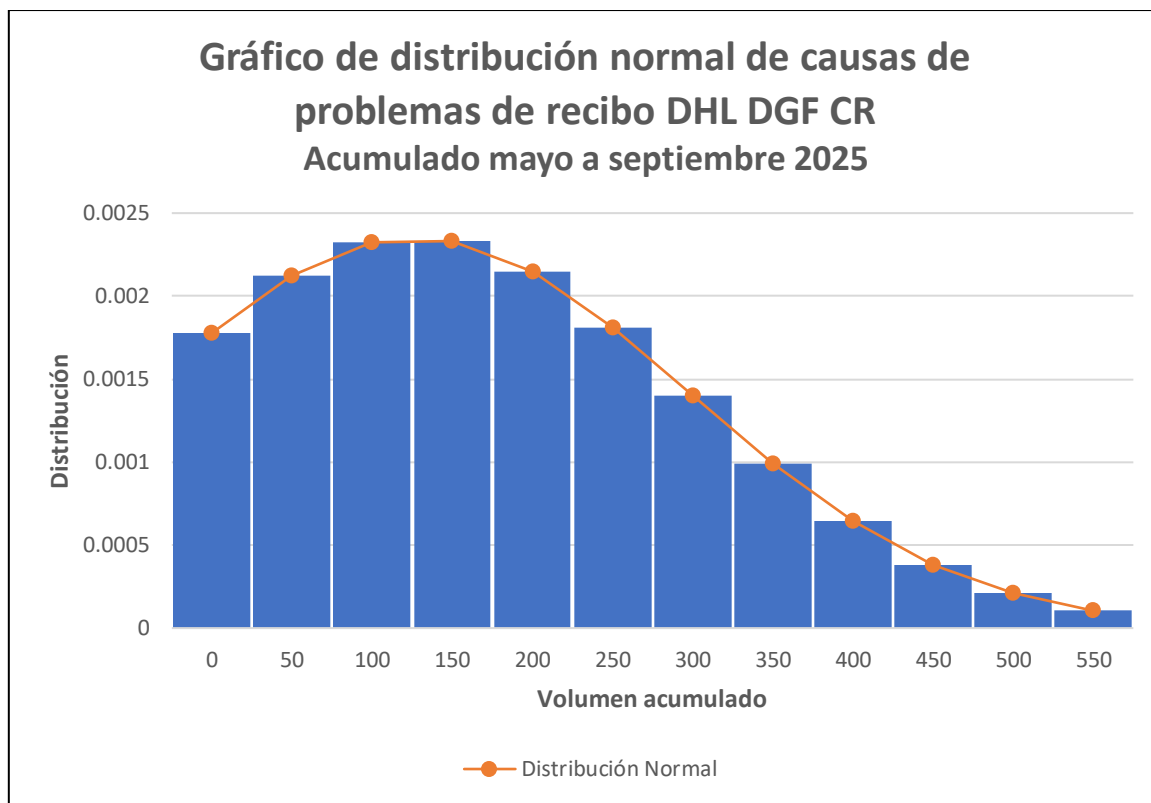
A continuación se revisa el gráfico de desviación estándar donde se indica el comportamiento estadístico del negocio con respecto al promedio y los límites mínimos y máximos.



Nota: Elaboración propia

Figura No. 31 Gráfico de desviación estándar de las causas

El gráfico indicado en la figura 31 indica que hay dos causas que generan picos agresivos en la desviación del proceso, se alejan completamente del promedio mostrando que hay dos causas principales a atacar que están causando el mayor impacto en la generación del cuello de botella y no puedan recibirse fluidamente los repuestos que llegan a través de la logística inversa. Si el volumen total de acumulado son 1.525 repuestos donde la causa de orden expirada con 513 (33.6%) unidades y la señal no visible con 461 (30.2%) unidades, entre ambas causas se hacen 974 repuestos, dando un 63.8% de volumen de causas raíz focalizando el problema.



Nota: Elaboración propia.

Figura No. 32 Gráfico de distribución normal de las causas

En la figura de distribución anterior, se observa que la muestra de causas es bastante dispersa con respecto al promedio, lo que indica que existe uno o dos eventos que generan un gran impacto con respecto al volumen total, si se resuelven los eventos que más se alejan del promedio y de la media, entonces se logra atacar las causas principales y mitigar el cuello de botella.

4.14 Análisis de recursos y sistemas de información

La empresa cuenta con diferentes recursos necesarios para poder completar todas las actividades del día a día, ya sea para completar el proceso normal fluido, así como para desarrollar los procesos de escalación para soporte por problemas con el recibo de los repuestos que es donde se generan los cuellos de botella, dichos recursos se convierten en las

herramientas para que los operarios puedan ejecutar las acciones correspondientes a los procesos. Los recursos se listan a continuación:

a) Hardware:

- Dos computadoras equipadas para el proceso de recibos.
- Dos impresoras Zebra para impresión de etiquetas.
- Dos escáneres de mano.
- Dos diademas para conferencias.

b) Software:

- Sistema de recibos que conecta con el ERP.
- Paquete office.
- Programas para video conferencia.

c) Infraestructura y equipo:

- Se cuenta con una puerta exclusiva para logística inversa.
- Área exclusiva para logística inversa y retornos.
- Dos carretillas para mover paquetes.
- Una banda transportadora para mover los paquetes al área de recibos.
- Tres racks: uno para recibos buenos, uno para recibos defectuosos reparables, uno destinado para productos con problemas y un contenedor de productos para reciclaje.
- Tres mesas de trabajo, una de inspección.
- Una banda antiestática.
- Equipo de seguridad.

4.14.1 Costos estimados de los recursos físicos y tecnológicos

En el cuadro a continuación, se detallan las cantidades de los recursos físicos y tecnológicos que la empresa utiliza para poder realizar las actividades diarias operativas de la operación. Los costos asociados a los recursos listados son tomados con referencias del mercado.

Cuadro No. 13 Costos de recursos y sistemas

Recursos para funcionamiento	Unidad	Costo unitario	Costo total
Hardware			
Computadoras equipadas	2	\$ 650	\$ 1.300
Impresoras Zebra para impresión de etiquetas	2	\$ 180	\$ 360
Escáneres de mano	2	\$ 60	\$ 120
Diademas para conferencias	2	\$ 40	\$ 80
Total hardware	8	\$ 930	\$ 1.860
Software			
Sistema de recibos que conecta con el ERP	1	\$ 80	\$ 80
Paquete office	1	\$ 60	\$ 60
Programas para video conferencia	1	\$ 50	\$ 50
Total software	3	\$ 190	\$ 190
Infraestructura y equipo			
Carretillas para mover paquetes	2	\$ 250	\$ 500
Banda transportadora de paquetes	1	\$ 1.645	\$ 1.645
Racks: Buenos, reparables, problemas y reciclaje	3	\$ 140	\$ 420
Mesas de trabajo e inspección	3	\$ 400	\$ 1.200
Una banda antiestática	1	\$ 40	\$ 40
Equipo de seguridad	5	\$ 80	\$ 400
Total infraestructura y equipo	15	\$ 2.555	\$ 4.205
Total recursos para el funcionamiento	26	\$ 3.675	\$ 6.255

Nota: Elaboración propia.

Se estima que los recursos estimados de funcionamiento constan de 26 herramientas vitales para la ejecución de las actividades, los costos unitarios de las herramientas son aproximadamente \$3.675 dólares, dando como resultado un costo total de recursos y sistemas tecnológicos de \$6.255 dólares.

4.15 Análisis del recurso humano

A continuación se realiza un análisis del recurso humano que desempeña las actividades diarias del proceso de recepción de los repuestos retornados en logística inversa, consiste en revisar los roles, responsabilidades y habilidades que cada una de las personas debe aportar al proceso para garantizar el éxito, así como también ejecutar las escalaciones apropiadas cuando el proceso no fluye de la manera esperada, dando visibilidad a los equipos de análisis y soporte para la respectiva solución de la desviación del proceso.

4.15.1 Análisis de roles y responsabilidades

El área de recibos de repuestos de logística inversa cuenta con cinco colaboradores que se desempeñan en el día a día para la ejecución de las actividades.

a) Gerente operativo:

Que es la persona encargada de la parte estratégica de ejecución de actividades, encargado de comunicar los planes estratégicos y objetivos definidos en las áreas regionales.

b) Supervisor de operaciones:

Encargado de velar por el cumplimiento de todas las actividades operacionales dentro de la organización, realizar revisiones de cumplimiento de objetivos operativos, es la persona encargada de idear reducción de costos operativos e implementar eficiencias operativas. Supervisa el personal en la operación.

c) Líder de equipo:

Persona encargada de guiar los procesos operacionales, persona experta en el área y primer punto de escalación para solución de problemas, rol 100% operativo y de ejecución de procesos, debe colaborar con las personas en el proceso para cumplir con los objetivos.

d) Operarios de recibo:

Son las dos personas encargadas de ejecutar los recibos diarios, deben completar la inspección física de los repuestos retornados indicando una disposición de la condición física del producto, también encargados de ejecutar las transacciones sistemáticas de recibo y escalan los problemas al equipo de soporte y son encargados de ejecutar la instrucciones de soluciones.

4.15.2 Análisis de perfiles

A continuación se describen los perfiles de todos los colaboradores que se desempeñan en cada una de las áreas operativas del proceso de retornos de repuestos de la logística inversa.

Cuadro No. 14 Análisis de perfiles

Posición	Total colaboradores	Perfil
Gerencia	1	Posgrado universitario
Supervisor	1	Posgrado universitario
Líder de equipo	1	Bachiller universitario
Operario de recibo	2	Secundaria

Nota: Elaboración propia.

4.15.3 Habilidades

a) Gerencia:

Persona estratégica, analítica, orientada a los resultados, analiza e interpreta las métricas y el rendimiento de la organización verifica los ingresos y los costos de todo el negocio, trabaja con directores y gerencias senior.

b) Supervisor:

Persona especialista en procedimientos gerenciales, distribuidor de recursos, responsable de rendir cuentas a la gerencia, supervisión de personal y gestiona los

recursos humanos, facilita las herramientas de trabajo y debe garantizar el éxito del día a día.

c) Líder de equipo:

Persona experta en procesos, guía al personal operativo en la ejecución de los procedimientos, documenta los procesos, entrena y capacita al personal de primera línea, resuelve problemas de forma creativa y certera.

d) Operario de recibo:

Persona especialista en ejecución, labora desempeñando los procesos diarios, agente de primera línea, recibe los paquetes, inspecciona, persona crítica y observadora, pendiente a los detalles, maneja los procesos y ejecuta los planes para hacerlos posible.

Con respecto a la causa raíz del problema, se utilizaron diferentes herramientas ingenieriles que ayudaron a encontrar los motivo por el cual se presenta la problemática. Inicialmente se empezó a documentar todos los posibles factores, riesgos y falencias tanto internos como externos del departamento. Luego, se elaboraron todos los análisis numéricos y estadísticos correspondientes para poder cuantificar y entender la situación y por último se realizó una reunión con los responsables la ejecución del proceso diario se conversó con ellos y se entendieron las falencias desde el punto de vista de ellos. Todos los pasos del diagnóstico llevaron a tomar siguientes conclusiones de la situación.

4.16 Conclusiones del diagnóstico de situación actual

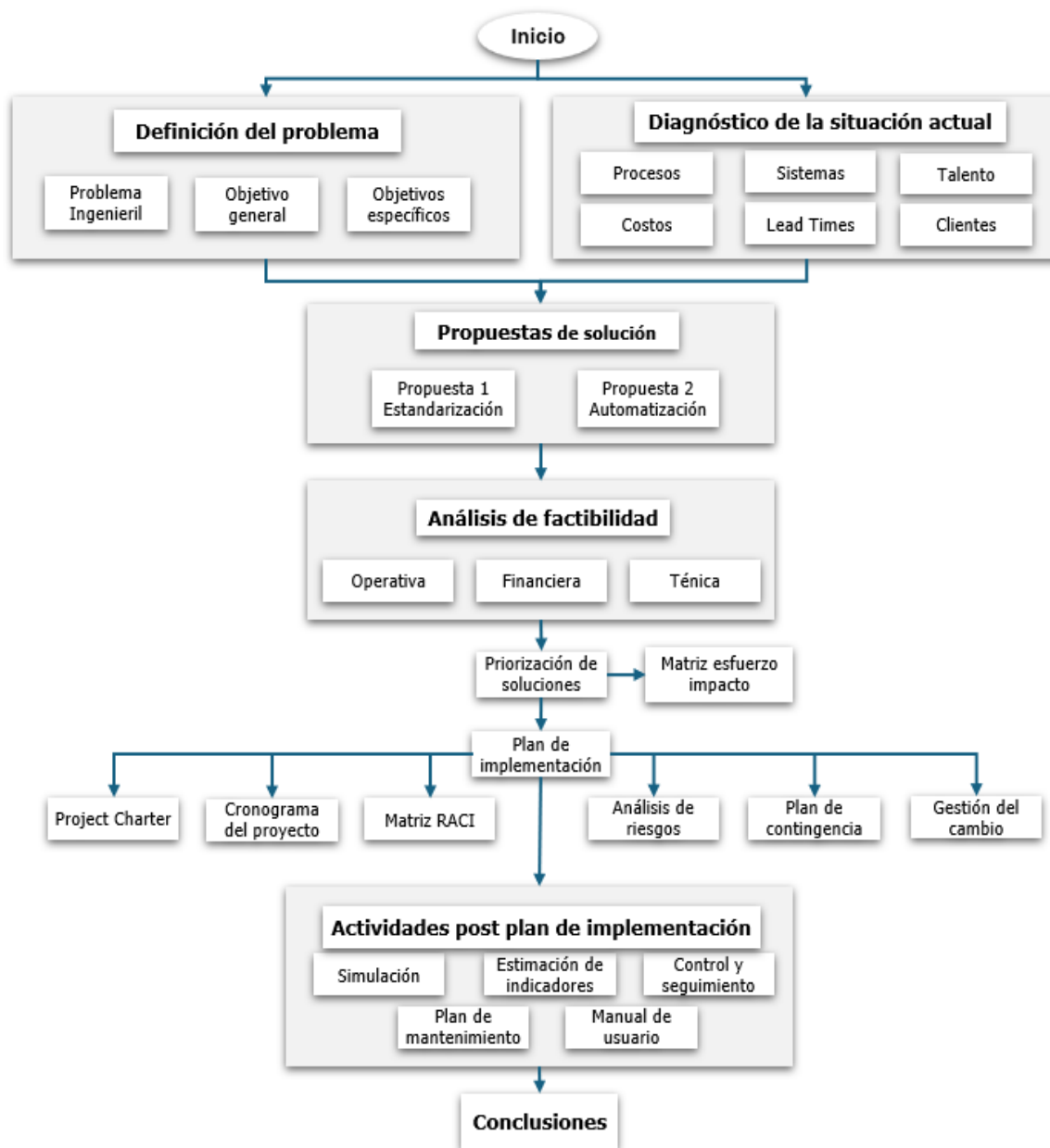
- El proceso actual no es autosuficiente para cubrir escenarios de problemas, existe 100% dependencia de un equipo externo de soporte para solucionar una falla aunque sea leve.

- El personal operativo no tiene el conocimiento requerido y no está suficientemente capacitado para solucionar por cuenta propia los escenarios donde la recepción falla debido a que no existe un proceso robusto que cubra todos los escenarios.
- De acuerdo con el análisis de tasa de defecto, el 26% de los repuestos retornados se queda atorado con problemas de recibo generando cuello de botella. Las unidades sin recepción adecuada se acumulan causando impacto operativo en el área y afecta los procesos posteriores.
- Completar el ciclo de logística inversa toma 17 minutos por repuesto, cada fallo en la recepción agrega 21 minutos adicionales al proceso, además genera duplicidad en la ejecución de un paso convirtiéndose en 42 minutos para poder solucionar el fallo, causando un aumento de 247% del tiempo de recepción.
- Tres escenarios donde la señal de recibo es ausente, por fallo del sistema y por órdenes expiradas representan el 77% del volumen causante del cuello de botella, generando una importante desviación del proceso, por lo que dichos escenarios son los causantes del mayor impacto sobre el acumulado.
- Almacenar y acumular repuestos con problemas de recibo genera un costo adicional innecesario a la bodega, dicho almacenamiento prolongado cuesta \$230 dólares mensuales lo que se traduce en \$1.150 dólares por cinco meses.
- Solicitar ayuda al servicio de soporte por escalar los casos con problemas de recibo que necesitan solución tienen un costo adicional de \$641 dólares mensuales, por un periodo de cinco meses dicho servicio de soporte se convierte en \$3.205 dólares.
- De un total de 1.525 repuestos revisados en el acumulado histórico de cinco meses de problemas de recibo, el 78% de los materiales revisados puede tener una siguiente vida útil por ser inventario bueno o ser reparable, por ende, se está dejando de percibir 1.179 repuestos del proceso fluido, representado en \$13.079 dólares mensuales.

5. SOLUCIÓN AL PROBLEMA PLANTEADO

ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

5.1 Esquema ingenieril de la etapa de solución



Nota: Elaboración propia.

Figura No. 33 Esquema ingenieril de la etapa de solución

5.2 Definición de problema después del diagnóstico

5.2.1 Problema ingenieril

Durante el diagnóstico se determina que la operación de recibos no cuenta con un proceso documentado y mapeado que sea robusto y que cubra todos los escenarios posibles para poder solucionar los problemas de recibo. Se determinó también que los colaboradores no están capacitados correctamente para poder proceder con la solución de problemas cuando fallan los recibos teniendo que depender de analistas externos al proceso, para poder tener una solución. Se determinó que el cuello de botella que está ocasionando, reprocesos, costos innecesarios y uso de espacio de la bodega que podría aprovecharse para otras funciones. Con el problema ya identificado, diagnosticado y justificado, en el presente capítulo se analizan alternativas de solución donde se revisa cual es la más factible.

5.2.2 Objetivo general

Después de analizar de manera profunda las causas principales que generan el problema y completar el problema de diagnóstico, se demuestra la necesidad de diseñar un modelo logístico estandarizado para la recepción de repuestos que mejore la eficiencia logística inversa, para lo cual, en el presente capítulo se diseña la propuesta de modelo que ayude a dar solución a la problemática y alcance el objetivo general del proyecto.

5.2.3 Objetivos específicos

De acuerdo con lo diagnosticado, se determina que el proceso si necesita intervención para solucionar la problemática, por consiguiente:

- Se proponen soluciones para mejorar el flujo operativo y que eliminen el desperdicio causado por el cuello de botella.
- Se proponen herramientas que solucionen la carencia del proceso, el impacto en la eficiencia logística y tiempos de procesamiento.

- Se diseña un modelo de proceso estructurado que permita la recepción eficiente de los repuestos, asegurando la trazabilidad y registro confiable.
- Se propone un prototipo piloto que permita simular el proceso y permita mejoras en la eficiencia logística y reducción del cuello de botella.
- Se propone un plan gradual de implementación del modelo diseñado donde se cubre la capacitación, seguimiento y sostenibilidad en el tiempo.

5.3 Situación actual después del diagnóstico

5.3.1 Procesos

De acuerdo con el análisis realizado en la etapa de diagnóstico, se logró identificar que el proceso actual es muy básico y limitado. En caso tal el proceso tenga una mínima desviación, no hay un procedimiento establecido en el cual se pueda cubrir el problema y darle solución, sino que el 100% de los casos deben escalar a un equipo externo para que den soporte e indique una solución, en el presente capítulo, se diseña un modelo de proceso estándar que cubra los escenarios posibles y los operarios sepan cómo proceder.

5.3.2 Sistemas de tecnología

Una vez analizados todos los procesos en el capítulo de diagnóstico, se logró determinar aspectos interesantes con respecto a los sistemas y la tecnología que se utiliza. A pesar de contar con buenos recursos tanto estructurales como tecnológicos como el uso de un ERP y herramientas de interconexión a través de señales EDI, se determina que algunos sistemas fallan y es causado porque se siguen ajustando por lo reciente que se implementó la operación. En el presente capítulo se diseña un procedimiento mejorado para el mejor aprovechamiento de los recursos y sistemas, de tal manera que el enfoque sea mejorar la operación de recibos diarios.

5.3.3 Talento

Con respecto al talento y el recurso humano, en el capítulo anterior se logró determinar que los colaboradores no están suficiente mente capacitados y no tienen el conocimiento para realizar el proceso sin interrupciones, debido a que el proceso no está debidamente documentado y mapeado y dependen 100% de un equipo externo de soporte para ayudarles. En el presente capitulo, se propone una solución de proceso donde quede debidamente documentado y diagramado para donde se cubran los escenarios de falla y las indicaciones de cómo proceder para solucionarlas.

5.3.4 Costos

El análisis de costos indicó que se están incurriendo en gastos innecesarios por el cuello de botella. En el capítulo de propuestas de solución, se detalla un análisis financiero donde se revisa la factibilidad de implementación así como la forma de reducir dichos costos.

5.3.5 Plazos de entrega (Lead times)

En el presente capítulo, se da a conocer una propuesta de solución donde se da cobertura a los escenarios para que puedan resolverse sin necesidad de escalar al equipo de soporte externo, dando como consecuencia una mejora en los procesos de recepción y una disminución significativa de los tiempos de solución y procesamiento, una mejora en los tiempos y tasas de lead times.

5.3.6 Clientes

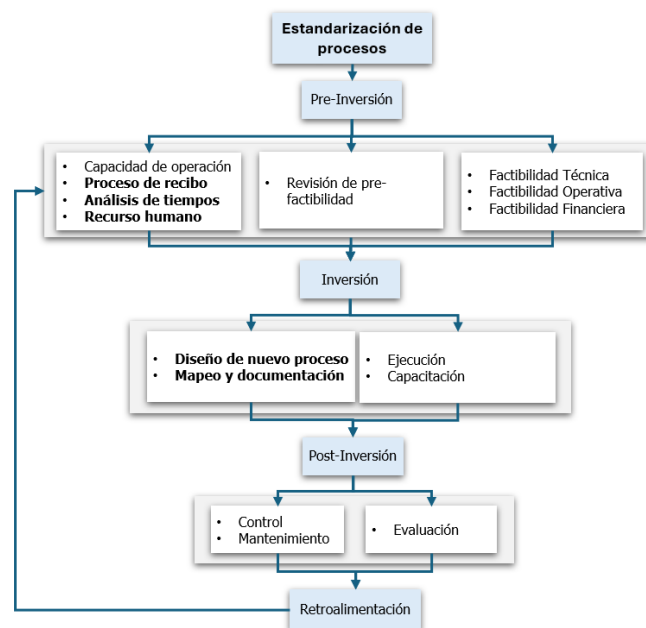
En el presente capítulo del proyecto, se propone una solución para que se disminuya significativamente los faltantes de inventario impactando positivamente en la operación, acelerando los procedimientos y reduciendo costos por el desperdicio. Por ende mejoras en los procesos de los clientes.

5.4 Propuestas de solución

5.4.1 Propuesta 1 – estandarización de procesos con recursos actuales

La primera propuesta de solución llamada “estandarización”, consiste en diseñar un modelo de proceso que sea estandarizado de tal forma que se le pueda dar cobertura a todos los escenarios de falla que causan el cuello de botella determinados en el capítulo anterior de diagnóstico, en el cual los operarios de recibo de repuestos puedan ejecutar un procedimiento detallado paso a paso de manera lógica, secuencial y debidamente documentado.

5.4.2 Diseño de propuesta de solución 1



Nota: Elaboración propia.

Figura No. 34 Diseño de propuesta de solución 1 - estandarización

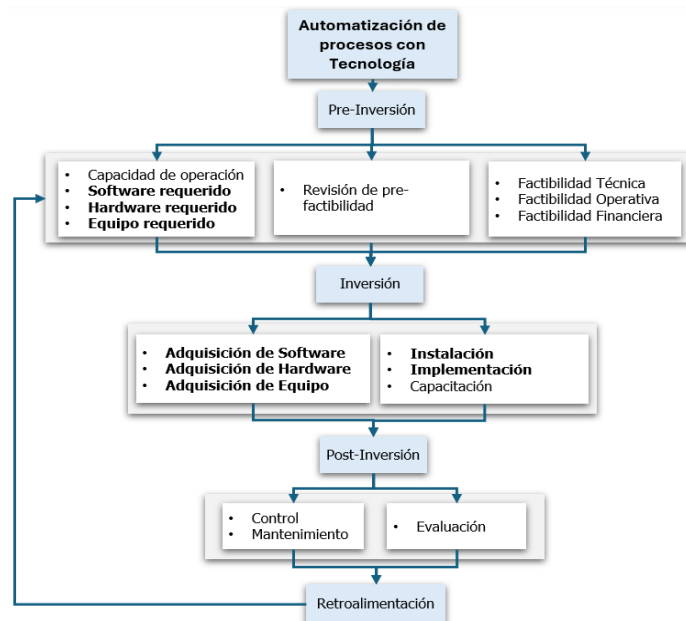
En la figura anterior se describe de forma gráfica el diseño de la propuesta de la solución 1 donde el objetivo es estandarizar los procesos dando prioridad a las actividades operativas del negocio así como potenciar las habilidades y conocimientos del personal, diseñando un

nuevo proceso, mapeándolo y realizando la respectiva documentación, el diseño muestra las actividades previas y posteriores a la inversión.

5.4.3 Propuesta 2 – automatización de procesos con recursos tecnológicos

La segunda propuesta de solución llamada “automatización” consiste en diseñar un modelo de proceso que sea automatizado a través de inversión de herramientas tecnológicas como software y hardware que ayude a identificar, capturar, procesar y solucionar de manera automática los escenarios causantes de la problemática de cuellos de botella en el área de recibo, de tal manera que el proceso sea autosuficiente, con la mínima intervención de los colaboradores asignados para la recepción sistemática de los repuestos, y con la mínima o nula participación de los equipos externos de soporte al ser un proceso operativo automatizado.

5.4.4 Diseño de propuesta de solución 2



Nota: Elaboración propia.

Figura No. 35 Diseño de propuesta de solución 2 - automatización

En la figura 35 se describe de forma gráfica el diseño de la propuesta de la solución 2 donde el objetivo es Automatizar la operación a través de inversión de recursos tecnológicos dando prioridad a la aceleración e implementación de actividades automáticas en el negocio así como potenciar los recursos físicos y digitales, mapeándolo y realizando la respectiva documentación, el diseño muestra las actividades previas y posteriores a la inversión.

5.5 Análisis de factibilidad

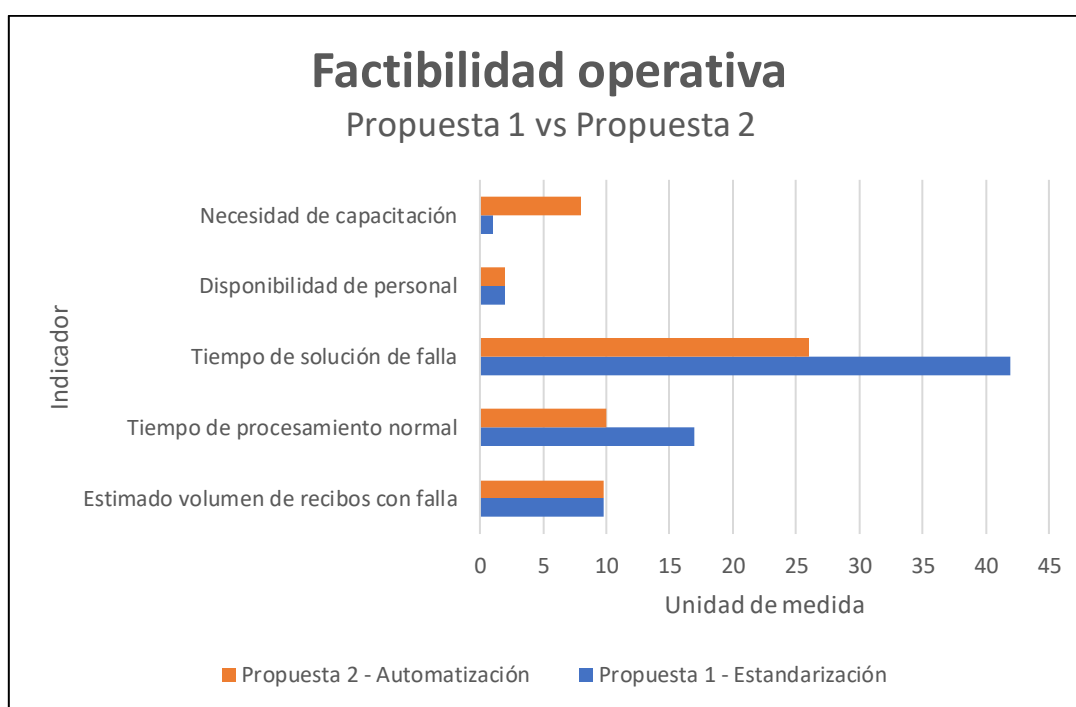
5.5.1 Factibilidad operativa

Cuadro No. 15 Factibilidad operativa

Indicador	Descripción	Propuesta 1 - Estandarización	Propuesta 2 - Automatización	Unidad
Capacidad de recibo de repuestos	Volumen máximo mensual	489	489	Cantidad
Estimado volumen de recibos sin falla	Volumen máximo mensual	479	479	Cantidad de recibos limpios después de diseño de proceso
Estimado volumen de recibos con falla	Volumen máximo mensual	10	10	Cantidad estimada de falla después de diseño de proceso
Tiempo de procesamiento normal	Tiempo promedio por paquete (min)	17	10	Minutos por paquete
Tiempo de solución de falla	Tiempo promedio por paquete (min)	42	26	Minutos por paquete
Disponibilidad de personal	Número de empleados disponibles para el manejo de paquetes	2	2	Personas
Necesidad de capacitación	Semanas de formación técnica	1	8	Semana
Impacto en operaciones	Mejora en tiempos de respuesta y reducción de errores	Alto	Alto	Impacto
Riesgos operativos	Resistencia al cambio y fallos en ejecución	Bajo	Bajo	Riesgo
Procesos existentes	Manuales, susceptibles a errores	Manuales	Automáticos	Proceso

Nota: Elaboración propia.

El cuadro No. 15 realiza una comparativa de factibilidad las dos propuestas con un enfoque operativo, analiza la capacidad operativa que tendría el negocio estimando la aplicación de las dos propuestas. La diferencia operativa radica en la aplicación de los procesos, la propuesta 1 estandariza procedimiento y cubre los escenarios de falla con el objetivo que el operario sepa cómo resolver el escenario sin necesidad de escalar a un equipo de soporte, mientras que la propuesta 2 enfoca esfuerzos en la inversión de recursos tecnológicos que acelera los procesos e interconecta herramientas para automatizar los escenarios y reducir la intervención humana en el proceso.



Nota: Elaboración propia.

Figura No. 36 Gráfico comparativo de factibilidad operativa de propuesta 1 y 2

En el gráfico de la figura anterior se visualiza de forma comparativa la diferencia en términos de factibilidad operativa de implementar las dos propuestas. La propuesta 1 indica que toma más tiempo procesar las fallas sin embargo se cuenta con disponibilidad inmediata de recursos sin necesidad de inversiones adicionales, así como mucha más agilidad en completar capacitaciones y tener al personal listo para laborar. Con respecto a la propuesta 2, los procesos se aceleran al tener disponibilidad de herramientas tecnológicas interconectadas,

sin embargo requiere una inversión significativa en recursos y toma más tiempo en tener disponible el personal porque requiere mucha capacitación técnica.

5.5.2 Factibilidad financiera

A continuación se realiza todo un análisis de la factibilidad financiera de implementar las propuestas de solución estudiadas en este capítulo. Se analizan los rubros de inversión necesarios para cada propuesta y el costo de adquisición respectivo, además, se revisa gráficamente la comparativa financiera y distribución de recursos para ambas propuestas.

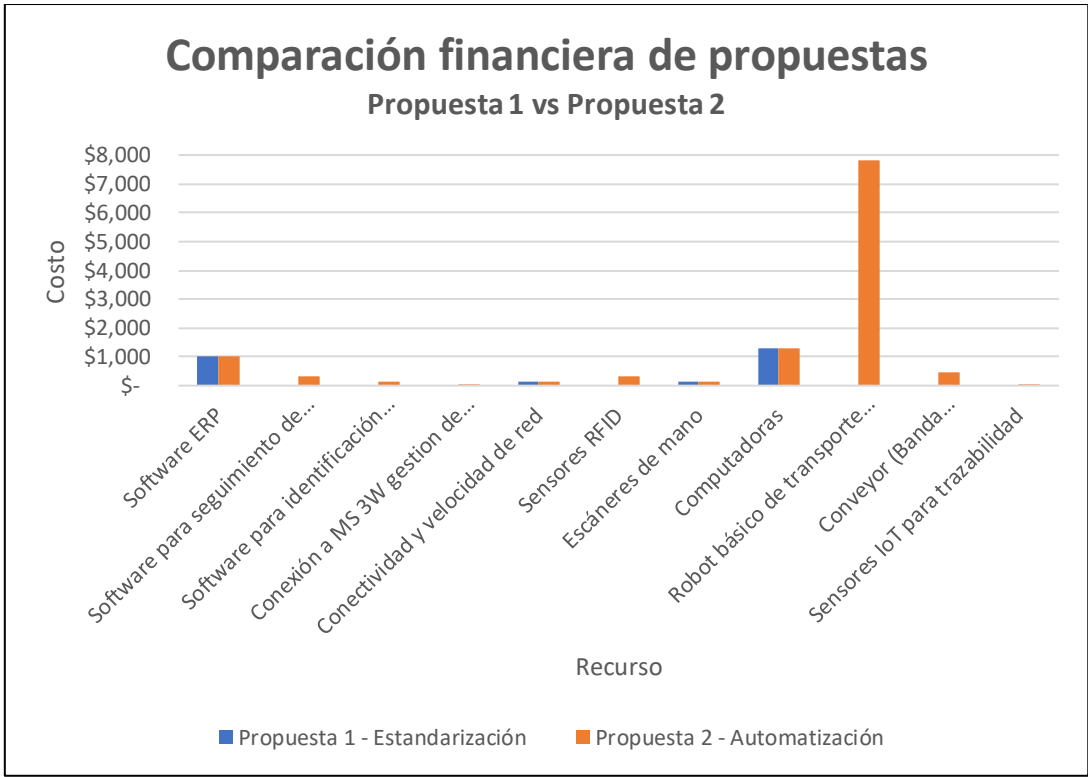
Cuadro No. 16 Factibilidad financiera

Factibilidad operativa /Indicador	Descripción	Propuesta 1 - Estandarización	Propuesta 2 - Automatización	Unidad
Software/Infraestructura de TI	Software ERP	\$ 1.000	\$ 1.000	Dólares mensual
	Software para seguimiento de paquetes	\$ -	\$ 300	Dólares mensual
	Software para identificación de referencias	\$ -	\$ 120	Dólares mensual
	Conexión a MS 3W gestión de incidentes	\$ -	\$ 60	Dólares mensual
	Conectividad y velocidad de red	\$ 120	\$ 120	Dólares mensual
Herramientas/hardware de tecnología	Sensores RFID	\$ -	\$ 300	Dólares mensual
	Escáneres de mano	\$ 120	\$ 120	Dólares mensual
	Computadoras	\$ 1.298	\$ 1.298	Dólares mensual
	Robot básico de transporte autónomo interno	\$ -	\$ 7.800	Dólares mensual
	Conveyor (banda transportadora de rodillos)	\$ -	\$ 450	Dólares mensual
	Sensores IOT para trazabilidad	\$ -	\$ 60	Dólares mensual
Total recursos técnicos		\$ 2.538	\$ 11.628	Total dólares

Nota: Elaboración propia.

El cuadro de factibilidad financiera anterior resume todos los costos de adquisición de los recursos en infraestructura tecnológica tanto de sistemas como de equipos para proceder con las propuestas analizadas. Con respecto a la propuesta 1 de estandarización de procesos, el enfoque es operacional por consiguiente los recursos tecnológicos son los básicos y necesarios para cumplir con la operación diaria dando como resultado un costo de factibilidad financiera de \$2.538 dólares que son recursos con los que la empresa cuenta en este momento

por lo que no es necesario invertir en elementos adicionales. Con respecto a la propuesta 2 de automatización, se necesita una inversión significativa de recursos tecnológicos sin embargo es factible hacer dicha inversión al no ser tan costosos y que la empresa está dispuesta a invertir.



Nota: Elaboración propia.

Figura No. 37 Gráfico comparativo de factibilidad financiera de propuesta 1 y 2

La figura 37 muestra gráficamente la diferencia en el enfoque de inversión de recursos, aunque la empresa está dispuesta a invertir y ambas propuestas son factibles financieramente, la propuesta número 2 de automatización tecnológica requiere notablemente más recursos y más dinero para el diseño y posible implementación lo que se traduce en más complejidad e interacción con diferentes áreas de negocio como servicios de TI, y mayor tiempo de capacitación porque se requiere el entendimiento del proceso adicional al entendimiento de uso de las herramientas tecnológicas.

5.5.3 Factibilidad técnica

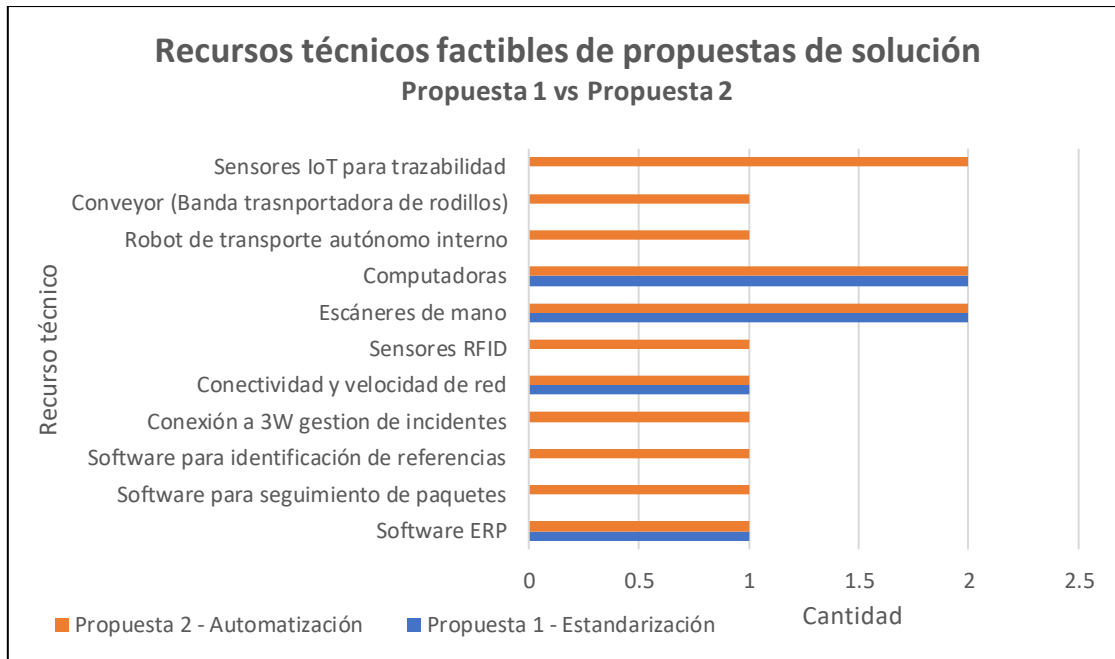
A continuación se revisan todos los elementos para analizar la factibilidad técnica de considerar ambas propuestas de diseño de solución.

Cuadro No. 17 Factibilidad técnica

Indicador	Descripción	Propuesta 1 - Estandarización	Propuesta 2 - Automatización	Unidad
Software/infraestructura de TI	Software ERP	1	1	Cantidad
	Software para seguimiento de paquetes	0	1	Cantidad
	Software para identificación de referencias	0	1	Cantidad
	Conexión a 3W gestión de incidentes	0	1	Cantidad
	Conectividad y velocidad de red	1	1	Cantidad
Herramientas/hardware de tecnología	Sensores RFID	0	1	Cantidad
	Escáneres de mano	2	2	Cantidad
	Computadoras	2	2	Cantidad
	Robot de transporte autónomo interno	0	1	Cantidad
	Conveyor (banda transportadora de rodillos)	0	1	Cantidad
	Sensores IOT para trazabilidad	0	2	Cantidad
Total recursos técnicos		6	14	Total
Capacitación técnica		1	8	Cantidad de semanas
Riesgos técnicos de integración		Bajo	Alto	Riesgo
Riesgos técnicos de conexión		Bajo	Medio	Riesgo

Nota: Elaboración propia.

En el cuadro No. 17, se revisan los elementos técnicos de requeridos para que las propuestas de solución sean factibles. La propuesta de implementación se considera factible al considerar solamente seis factores técnicos necesarios para el funcionamiento de la operación y únicamente requiere una semana de capacitación para los colaboradores, el riesgo técnico es bajo. Con respecto a la propuesta número dos, aunque es factible y la empresa está dispuesta a invertir en recursos tecnológicos, se requieren catorce herramientas tecnológicas elevando la complejidad, dando como resultado 8 semanas de capacitación para los colaboradores para que aprendan a utilizar las herramientas tecnológicas y las apliquen en el proceso. Los riesgos son más elevados porque pueden fallar las integraciones y conexiones y se requiere hacer pruebas antes de implementar.



Nota: Elaboración propia.

Figura No. 38 Gráfico comparativo de recursos técnicos de propuesta 1 y 2

En la figura número 38 se visualiza la comparación de recursos técnicos factibles para ambas propuestas. Se evidencia la diferencia de cantidad de recursos técnicos de equipos de tecnología que contienen ambas propuestas. La propuesta número 1 enfoca en mejorar los procesos y estandarizarlos por lo que requiere menos recursos, mientras que la propuesta 2 se enfoca en la automatización con más tecnología, aunque es factible, se requiere invertir e implementar una gran cantidad de herramientas simultáneamente para la consecución del objetivo operativo.

5.5.4 Priorización de soluciones

En la presente sección, se analiza a profundidad los criterios que ayudan a priorizar de manera ingenieril la escogencia de la alternativa de solución que más se adecúa al objetivo del proyecto favoreciendo la eficiencia operativa, la solución al problema planteado y el uso adecuado de los recursos.

5.5.5 Análisis de priorización

A continuación se cuantifica de manera técnica la prioridad de las alternativas de solución propuestas, para lo cual se usa un sistema de calificación o score donde se asigna un nivel de importancia y un nivel de valoración de cada criterio evaluado.

Cuadro No. 18 Escala de importancia

Importancia	Descripción
1	No importante
2	Importancia baja
3	Importancia media
4	Importancia alta
5	Importancia muy alta

Nota: Elaboración propia.

Cuadro No. 19 Escala de valoración

Valoración	Descripción
1	Bajo
3	Medio
9	Alto

Nota: Elaboración propia.

Cuadro No. 20 Cuadro de criterios de priorización

Criterio	Definición	Alto (9 puntos)	Medio (3 puntos)	Bajo (1 punto)
Impacto económico	Ahorros de costos	> \$10.000	\$7.000 <> \$10.000	<\$7.000
Impacto operativo - Cantidad de defectos	Mejoras en la cantidad de defectos del problema	Una mejora significativa en la cantidad de defectos	Leve mejora en la cantidad de defectos	No mejora la cantidad de defectos
Impacto en satisfacción del cliente	Impacto en las siguientes áreas de subproceso de material	Mejora la experiencia de cliente	Alguna mejora en la experiencia del cliente	Poca mejora de experiencia de cliente
Importancia estratégica	Impacto en la estrategia operativa de negocio	Directamente cumple una meta	Cumple parcialmente una meta	No cumple una meta estratégica significativa

		estratégica significativa	estratégica significativa	
Probabilidad de éxito	Nivel de dificultad de implementación	Fácil de implementar (baja tecnología)	Moderadamente difícil de implementar (se requiere de tecnología)	Existen muchos obstáculos
Impacto en satisfacción del empleado	Impacto en la satisfacción de los empleados por facilitar el trabajo	Mejora la satisfacción de los empleados al facilitar el trabajo	Alguna mejora en facilitar el trabajo	Poca mejora de satisfacción por facilitar el trabajo
Impacto técnico	Diseño e implementación de procedimientos	Procedimientos fáciles de diseñar e implementar	Procedimientos con dificultad leve para diseñar e implementar	Procedimientos difíciles de diseñar e implementar

Nota: Elaboración propia.

En el cuadro No. 20 se describe detalladamente todos los criterios a evaluar de acuerdo con la importancia y valoración que llevarán a cuantificar con una calificación o score la prioridad que se le debe dar a las propuestas de solución analizadas en este capítulo.

Cuadro No. 21 Cuadro de score de priorización

Importancia	5	5	3	4	5	2	4	
Alternativa de solución	Impacto económico	Impacto operativo - Cantidad de defectos	Impacto en satisfacción del cliente	Importancia estratégica	Probabilidad de éxito	Impacto en satisfacción del empleado	Impacto técnico	Score
Propuesta 1 Estandarización	9	9	9	9	9	9	9	252
Propuesta 2 Automatización	9	9	9	9	1	3	3	176

Nota: Elaboración propia.

De acuerdo con el cuadro de score anterior, se logra asignar una calificación de prioridad a las alternativas de solución tomando como referencia los criterios definidos en el cuadro número seis y las valoraciones de importancia. El cálculo cuantitativo de la priorización de propuestas, indica que se debe dar prioridad a la propuesta de solución número 1 enfocada en la estandarización de procesos, para mejorar los procedimientos actuales utilizando los

recursos actuales, obtiene una calificación de 252 puntos siendo superior a los 176 puntos obtenidos en el análisis de prioridad de la propuesta de solución número 2 que enfoca la automatización a través de la tecnología.

5.5.6 Análisis de esfuerzo

En el presente apartado, se analiza los esfuerzos requeridos para implementar las dos propuestas de solución estudiadas para diseñar un modelo de proceso, para lo cual se cuantifica los esfuerzos, asignando una escala de importancia, una valoración de los esfuerzos y definición de criterios a evaluar.

Cuadro No. 22 Escala de importancia

Importancia	Descripción
1	No importante
2	Importancia baja
3	Importancia media
4	Importancia alta
5	Importancia muy alta

Nota: Elaboración propia.

Cuadro No. 23 Escala de valoración de esfuerzo

Valoración	Descripción
1	Bajo
3	Medio
9	Alto

Nota: Elaboración propia.

Cuadro No. 24 Criterios de esfuerzo

Criterio	Definición	Bajo (1 punto)	Medio (3 puntos)	Alto (9 puntos)
Inversión	Inversión en dinero	Menor a \$1,000	Entre \$1,000 y \$5,000	Mayor a \$5,000
Requerimientos de jornada de trabajo	Tiempo que se requiere de los miembros del equipo	Menor a medio tiempo	Jornada completa de trabajo	Mayor a una jornada completa de trabajo
Tiempo de implementación	Tiempo total de implementación del proyecto	Menos de 3 meses	De 3 a 6 meses	Más de 6 meses
Complejidad	Recursos totales e involucramiento requerido	El proyecto requiere del involucramiento de solamente un departamento	El proyecto requiere del involucramiento de pocos departamentos	El proyecto requiere del involucramiento de muchos departamentos
Probabilidad de éxito	Nivel de dificultad	Fácil de implementar (baja tecnología)	Moderadamente difícil de implementar (se requiere de tecnología)	Existen muchos obstáculos

Nota: Elaboración propia.

La matriz del cuadro No. 24 detalla cada uno de los criterios que se toman en consideración para evaluar los esfuerzos requeridos para utilizar cada una de las propuestas de solución estudiadas en el proyecto.

Cuadro No. 25 Puntaje de esfuerzo

	Criterio	Importancia	Propuesta 1 Estandarización	Propuesta 2 Automatización
Esfuerzo	Inversión	5	1	9
	Requerimientos de jornada de trabajo	3	3	9
	Tiempo de implementación	4	1	9
	Complejidad	5	1	9
	Probabilidad de éxito	5	1	9
	Score total esfuerzo		28	198

Nota: Elaboración propia.

Los cálculos cuantitativos realizados para valorar los esfuerzos de utilizar cada propuesta de solución indican que la propuesta número 1 de estandarización de procesos, requiere menos esfuerzos para ponerla en marcha con una calificación de 28 puntos, mientras que la propuesta dos requiere de esfuerzos mayores para poder llevarla a cabo, trayendo consigo una mayor complejidad que podría en riesgo su aplicación y futura implementación arrojando como calificación 198 puntos. El análisis evidencia una gran diferencia de 170 puntos de esfuerzo entre propuestas.

5.5.7 Análisis de esfuerzo e impacto

A continuación se realiza un cruce entre los elementos calculados de esfuerzo e impacto generado, lo que analiza cuantitativamente, estratégicamente y de manera ingenieril, la recomendación final de cuál de las propuestas de solución planteadas al inicio de este capítulo genera mayor impacto al negocio utilizando menos esfuerzos, menos recursos, menos inversión y por ende menor complejidad.

Cuadro No. 26 Análisis de esfuerzo impacto

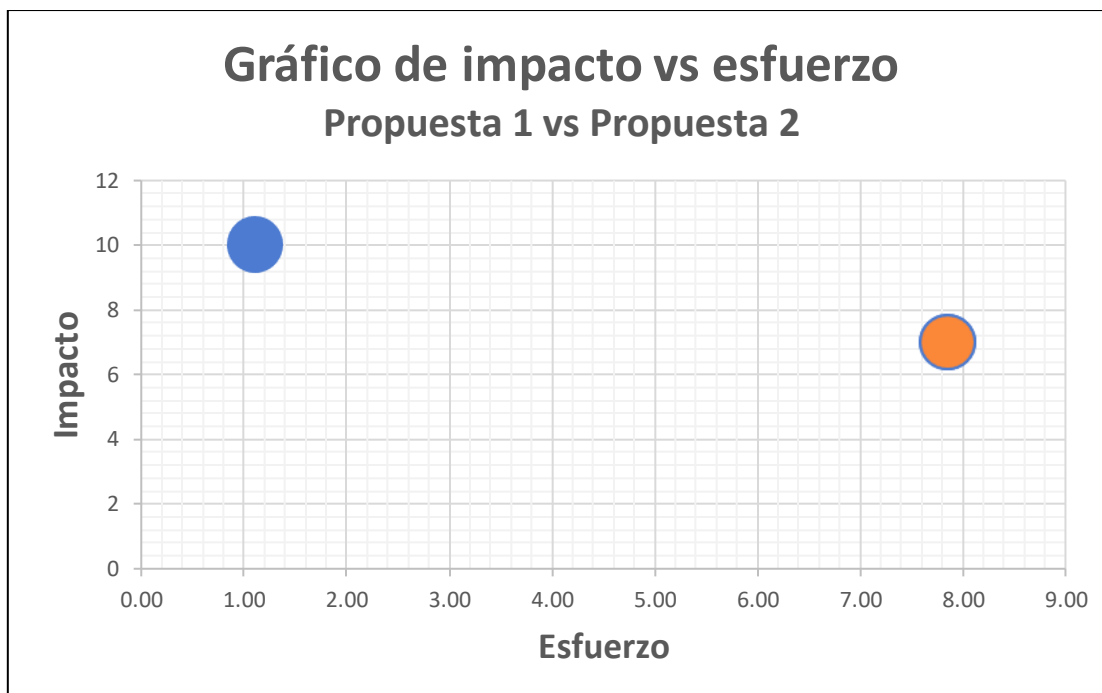
Criterio		Importancia	Propuesta 1 Estandarización	Propuesta 2 Automatización
Esfuerzo	Inversión	5	1	9
	Requerimientos de jornada de trabajo	3	3	9
	Tiempo de implementación	4	1	9
	Complejidad	5	1	9
	Probabilidad de éxito	5	1	9
Impacto	Impacto económico	5	9	9
	Impacto operativo - cantidad de defectos	5	9	9
	Impacto en satisfacción del cliente	3	9	9
	Importancia estratégica	4	9	9
	Probabilidad de éxito	5	9	1
	Impacto en satisfacción del empleado	2	9	3
	Impacto técnico	4	9	3

Score total esfuerzo	28	198
Score total impacto	252	176

Esfuerzo (escala 10)	1.11	7.86
Impacto (escala 10)	10.00	6.98

Nota: Elaboración propia.

Las valoraciones de esfuerzo previamente analizadas en el cuadro anterior evidencian que la propuesta 1 de estandarización requiere menos esfuerzos con 28 puntos, mientras que la propuesta dos requiere mayores esfuerzos con 198. La propuesta 1 genera mayor impacto al atacar la causa principal que es evitar el cuello de botella por fallos en el proceso y obtiene 252 puntos, mientras que la propuesta dos tiene un enfoque más acelerador de los procesos, pero no causa tanto impacto al obtener un score de 176 puntos. Trasportando los scores a una escala de 10, se obtienen coordenadas que ayudarán a revisar gráficamente el análisis de esfuerzo impacto.



Nota: Elaboración propia.

Figura No. 39 Gráfico de impacto esfuerzo de propuestas 1 y 2

En el grafico anterior de la figura 39 se logra evidenciar que la propuesta número 1 de estandarización de procesos, identificada en color azul en el gráfico, requiere menos esfuerzo y genera un mayor impacto representado en una relación (1.11x10), mientras que la propuesta 2 representada en color naranja en el gráfico requiere más esfuerzo y causa un menor impacto en la mejora del negocio con una relación (7.86x6.98).

En conclusión, la propuesta 1 de estandarización de procesos es la prioritaria, requiere menos esfuerzo y genera mayor impacto, por consiguiente es la propuesta tomada en consideración para realizar el diseño del modelo de proceso y de una posible futura implementación.

5.5.8 Retorno de la inversión (ROI)

A continuación se realiza un análisis de factibilidad financiera de retorno de inversión de las dos propuestas de solución, para lo cual se toma como ganancia la multiplicación de la cantidad de reparaciones a los clientes para lo cual se toma el promedio mensual de 489

repuestos, por un estimado de \$30 dólares por servicio de reparación local en las instalaciones del cliente. La inversión de cada propuesta se toma con base en los recursos técnicos requeridos y su respectivo costo de adquisición revisan en el cuadro número 4, que describe los rubros de factibilidad financiera. Para cada propuesta se realiza el cálculo de retorno sobre la inversión ROI utilizando la siguiente fórmula:

$$ROI = \frac{\text{Ganancia neta después de inversión} - \text{Inversión}}{\text{Inversión}}$$

Cuadro No. 27 Cálculo retorno de la inversión (ROI)

Cantidad estimada de reparaciones	Precio por reparar	Ganancia
489	\$ 30	\$ 14.670
Inversión Propuesta 1 - Estandarización	\$ 2.538	
Inversión Propuesta 2 - Automatización	\$ 11.628	
Beneficio neto - Propuesta 1	\$ 12.132	
Beneficio neto - Propuesta 2	\$ 3.042	
ROI - Propuesta 1	4.78	478.01%
ROI - Propuesta 2	0.26	26.16%

Nota: Elaboración propia

Resultados:

a) Propuesta 1 (Estandarización):

ROI = 478.01%

Esto indica que la inversión en estandarización genera un retorno positivo muy alto.

b) Propuesta 2 (Automatización):

ROI = 26.16%

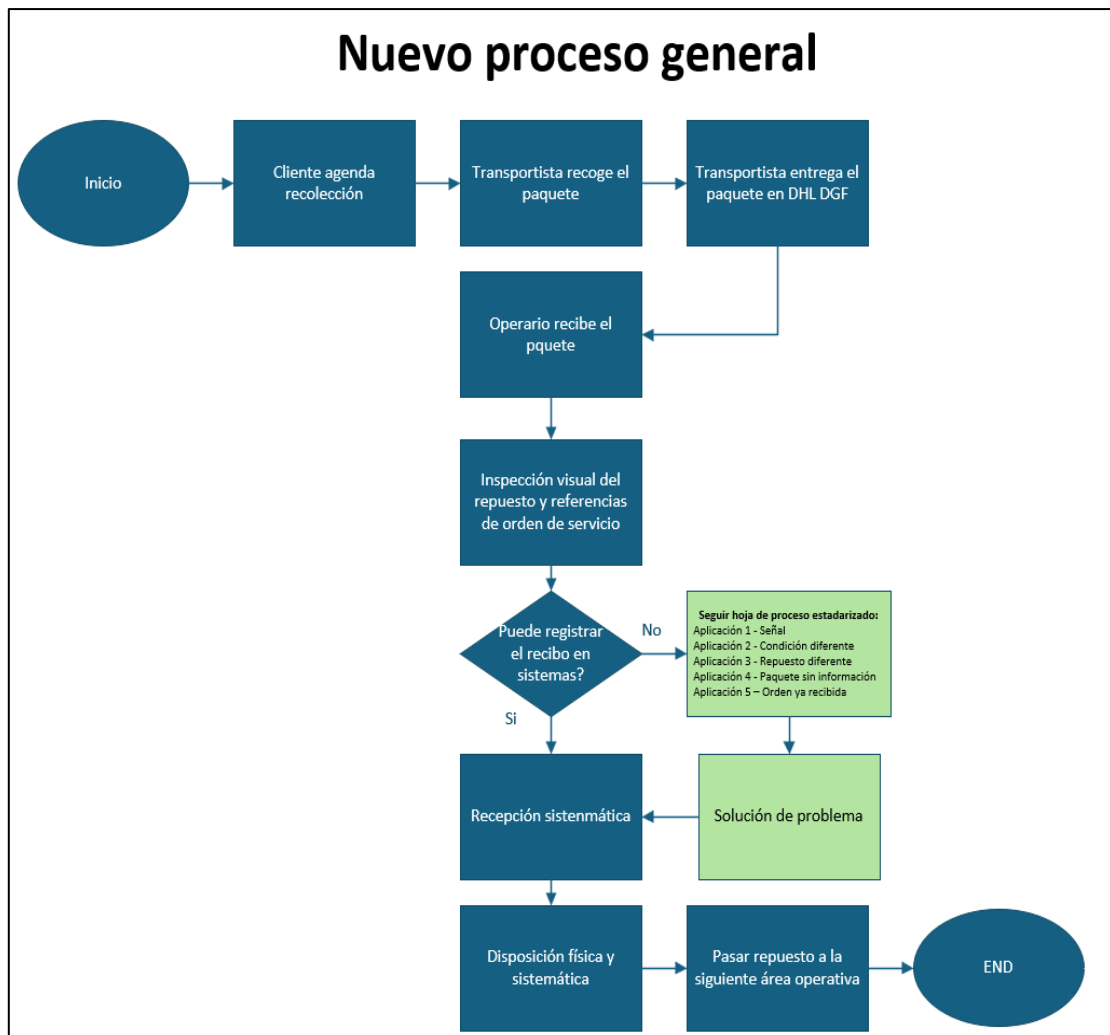
Esto significa que la inversión en automatización es muy leve con respecto a la inversión.

5.6 Despliegue de la solución

Una vez elegida la mejor alternativa para aplicar la solución a la problemática, se procede a aplicar las herramientas ingenieriles descritas en el marco metodológico del capítulo 3 de este documento, se realiza un nuevo diagrama del proceso, cubriendo todos los escenarios de la problemática con su respectiva solución, también se utiliza la herramienta Poka Yoke informativo, con una indicación a prueba de errores de cada escenario, se levanta un cuadro de indicadores clave de rendimiento aplicables para cada actividad del proceso y su forma de medirlo u por último se realiza una simulación de la propuesta de solución.

5.6.1 Nuevo Diagrama de proceso

A continuación se ilustra el diagrama de flujo del nuevo procedimiento de manera general y resumida, los flujos especializados para cada escenarios se encuentran disponibles en el Apéndice B (p148 a 151).



Nota: Elaboración propia.

Figura No. 40 Diagrama del nuevo proceso

Se realiza un diagrama de forma gráfica un nuevo proceso donde se toma en consideración los escenarios que causan el problema diagnosticado en el capítulo 4. Con el nuevo procedimiento, cada problemática tiene una solución específica y diagramada que evita que los casos se escalen a un equipo externo de soporte para que analicen el escenario y recomienden una solución. Con el nuevo proceso, el operario de recibo tiene la herramienta para aplicar la solución por sí mismo, sin dependencias externas y limpiar el cuello de botella de manera constante.

5.6.2 Hoja de procedimiento Poka Yoke (a prueba de errores) informativo

Se brinda a DHL la herramienta ingenieril Poka Yoke informativo, donde se indica de manera estructurada y comprobada la solución a cada problema, cómo aplicarlo y el resultado esperado. A continuación se deja un prototipo resumido, sin embargo la versión principal está disponible en el Apéndice C (p152 a 159).

Cuadro No. 28 Procedimiento POKA YOKE informativo

Escenario	Pasos para ejecutar	Resultados esperados	Nomenclatura
APLICACIÓN 1: No hay señal			
Orden expirada - Orden Cancelada en DHL Select	Recibo ciego en FG01 o SC01, MVT 501, señal EDI947	Recibo en sistemas	RMA, BFR, FG01, MVT 501, EDI947, SC01, CDAX, CSDP
Señal no disponible - No reflejada en DHL Select	Recibo ciego en FG01 o SC01, MVT 501, señal EDI947	Recibo en sistemas	RMA, BFR, FG01, MVT 501, EDI947, SC01, CDAX, CSDP
Orden con cierre virtual SC99 - No reflejada en DHL Select	Recibo ciego en FG01 o SC01, MVT 501, señal EDI947	Recibo en sistemas	RMA, BFR, FG01, MVT 501, EDI947, SC01, CDAX, CSDP
No Consumo del cliente - No reflejada en DHL Select	Recibo ciego en FG01 o SC01, MVT 501, señal EDI947	Recibo en sistemas	RMA, BFR, FG01, MVT 501, EDI947, SC01, CDAX, CSDP
APLICACIÓN 2: Condición física diferente a la esperada			
Repuesto físico bueno pero consumido usado o defectuoso	Recibir en PU01 con reason code 005 Transferir de PU01 a SC01, MVT 311, Señal EDI947	Recibo en sistemas	RMA, PU01, 005, MVT 311, SC01, EDI947
Repuesto físico usado o defectuoso pero consumido como bueno	Recibir en PD01 con reason code 005 Transferir de PD01 a SC01, MVT 311, Señal EDI947	Recibo en sistemas	RMA, PD01, 005, MVT 311, FG01, EDI947
DOA (Defective On Arrival)	Recibir en PU01 con reason code 006 Transferir de PU01 a SC01, MVT 311, Señal EDI947	Recibo en sistemas	RMA, PU01, 006, MVT 311, SC01, EDI947
APLICACIÓN 3: Repuesto físico diferente al esperado			

Parte válida	Rejection code "DIF" con el número de parte físico Enviar EDI945L Informar a PRQ Recibir la parte física en sistemas con nuevo RDN	Recibo en sistemas Repuesto correcto	RMA, DIF, EDI945L
Parte no válida	Desecho físico	Reciclaje	N/A
APLICACIÓN 4: Paquete si información			
Parte válida	Recibo Ciego en FG01 o SC01, MVT 501, Señal EDI947	Recibo en sistemas	RMA, BFR, FG01, MVT 501, EDI947, SC01
Parte no válida	Desecho físico	Reciclaje	N/A
APLICACIÓN 5: Orden ya recibida o duplicada			
Orden ya recibida - Already closed en DHL Select	Recibo Ciego en FG01 o SC01, MVT 501, Señal EDI947	Recibo en sistemas	RMA, BFR, FG01, MVT 501, EDI947, SC01
Observación: En caso de existir in nuevo escenario, por favor informar al experto de Logística Inversa			

Nota: Elaboración propia.

La hoja de Poka Yoke informativo, cubrió cada uno de los escenarios de problemática diagnosticado y brindó una solución especializada para cada uno. La definición de cada código se encuentra disponible en el Anexo 4 (p. 181 a 182) del proyecto.

5.6.3 Definición de KPIs de control y medición de rendimiento

En el cuadro a continuación se despliegan los indicadores clave de desempeño que se diseñan para poder medir el progreso de la solución recomendada, se realiza un diseño desde cero facilitando a DHL DGF un paquete de métricas que ayudan a controlar el proceso y a tomar decisiones. Se miden las tasas de defecto, la desviación del promedio, control de costos mensuales y trimestrales y los tiempos de las actividades de extremo a extremo.

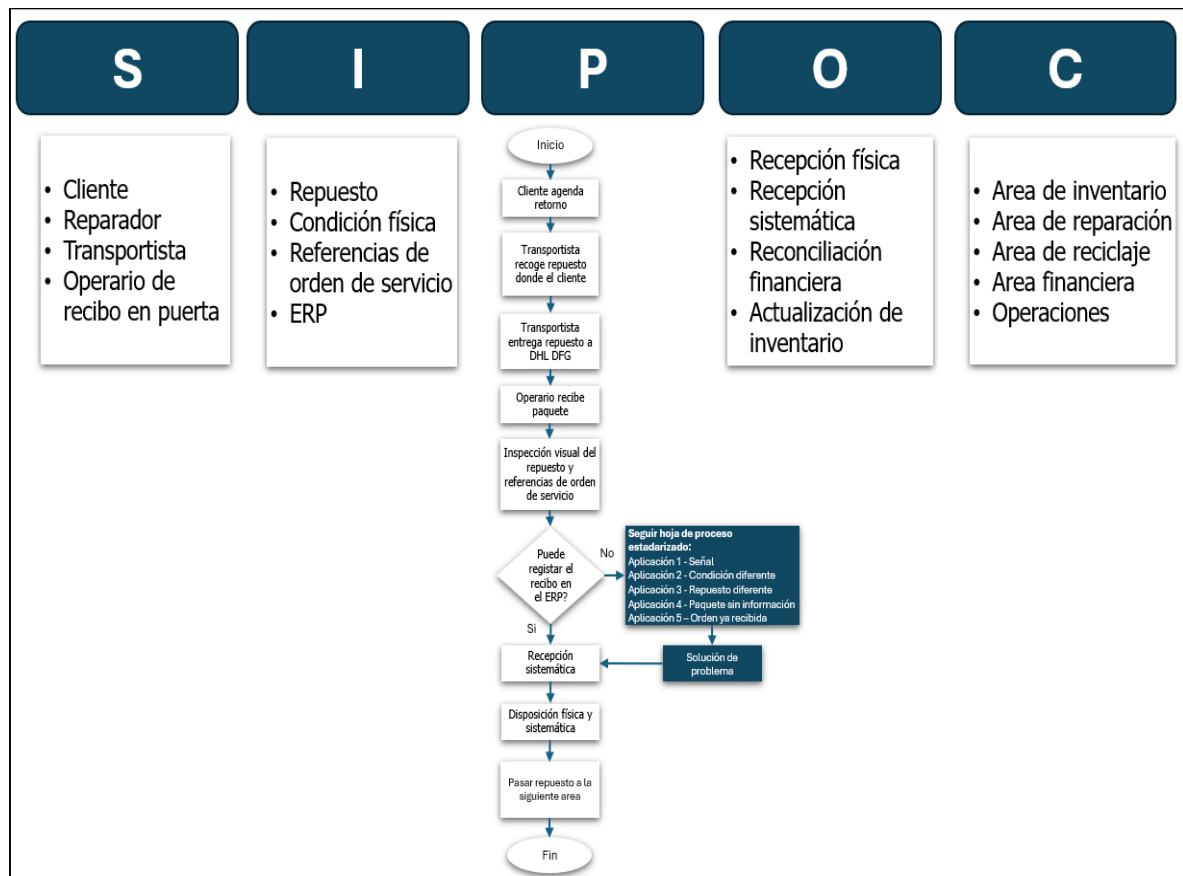
Cuadro No. 29 KPIs de control y medición

KPIs de control y medición				
KPI	Descripción	Deseable	Aceptable	En riesgo
KPI Tasa de defecto	Defectos/volumen	≤5%	>5%, <10%	≥10%
KPI Desviación/promedio	Desviación del promedio	≤50	>50, <127	≥127
KPI Control de costos mensuales	Costos variables de problema mes	≤\$700	>\$700, <\$1.000	≥\$1.000
KPI Control de costos trimestrales	Costos variables de problema trimestre	≤\$2.100	>\$2.100, <\$3.000	≥\$3.000
KPI Tiempo de procesos (minutos)	Recibo en puerta	≤1	>1, <2	≥2
	Traslado a área de recibo	≤2	>2, <3	≥3
	Inspección física	≤3	>3, <4	≥4
	Inspección de referencias	≤4	>4, <5	≥5
	Digitar en sistemas	≤4	>4, <5	≥5
	Recibo	≤1	>1, <2	≥2
	Traslado a siguiente área	≤2	>2, <3	≥3

Nota: Elaboración propia

Los KPI diseñados, se ponen en práctica a través de los recursos de simulación diseñados como prototipo para la medición de los indicadores clave.

5.6.4 Nuevo SIPOC



Nota: Elaboración propia.

Figura No. 41 Nuevo diagrama SIPOC

En el nuevo SIPOC de la figura anterior se puede observar que los actores participante del análisis son los mismos, sin tener modificaciones, sin embargo, el procedimiento es diferente después de utilizar la propuesta de solución del problema ingenieril, el equipo externo de soporte desaparece de la ecuación, logran que los operarios de recibo ejecuten las soluciones a los problemas por ellos mismos al tener herramientas que le permitan hacerlo, por consiguiente, desaparece el cuello de botella y las siguientes áreas reciben los repuestos de manera fluida.

5.7 Plan de implementación

5.7.1 Project charter

Para el análisis de la solución del estudio, se elabora un documento con todos los aspectos principales del proyecto resumiendo todos los elementos de desarrollo y resultados esperados, con el objetivo de dar una vista ejecutiva de la solución a la problemática planteada, a continuación se elabora el Project Charter.

Cuadro No. 30 Carta del proyecto (Project charter)

INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO			
PATROCINADOR DEL PROYECTO	DHL DGF Costa Rica		
PROCESO IMPACTADO	Recibo de repuestos de logística inversa		
FECHA DE INICIO PREVISTA	01 noviembre 2025		
FECHA DE FINALIZACIÓN PREVISTA	30 noviembre 2025		
Project Manager asignado	Victor Benitez Cardona		
PROBLEMA, OBJETIVOS Y ENTREGABLES			
PROBLEMA O ASUNTO	Cuello de botea por falta de procesos para recibo de repuestos de logística inversa		
PROPÓSITO DEL PROYECTO	Diseñar un modelo de proceso estandarizado para recibo de repuestos de logística inversa que impacte la eficiencia operativa		
ENTREGABLES ESPERADOS	Modelo de proceso estandarizado, paquete de métricas KPI		
ALCANCE Y CRONOGRAMA			
DENTRO DEL ALCANCE	Proceso operativo en el departamento de recibos de logística inversa DHL DGF de impresión y cómputo.		
FUERA DEL ALCANCE	No aplica para otra sede, filia ni otro departamento. No considera cambios políticos, regulatorios, o variaciones en la demanda de repuestos El proyecto no garantiza la implementación		
CALENDARIO TENTATIVO	HITO CLAVE	COMENZAR	COMPLETO
	Formar el equipo del proyecto / Revisión preliminar / Alcance	15 septiembre 2025	30 septiembre 2025
	Fase de mejora	01 octubre 2025	20 octubre 2025
	Fase de control	21 octubre 2025	30 octubre 2025
	Informe de resumen y cierre del proyecto	31 octubre 2025	05 noviembre 2025
RECURSOS Y COSTOS			
EQUIPO DEL PROYECTO	Dos colaboradores de recibo de DHL Project Manager		
RECURSOS DE APOYO	Programa de diseño de procesos Programa de simulación de procesos 2 computadoras Escáneres de mano Tarima de recibos		
BENEFICIOS Y CLIENTES			
PROPIETARIO DEL PROCESO	Victor Benitez Cardona		
PARTES INTERESADAS CLAVE	DHL Logística inversa departamento de recibos		
CLIENTE FINAL	DHL Logística inversa departamento de recibos		

Nota: Elaboración propia.

5.7.2 Cronograma del proyecto

Figura No. 42 Cronograma del proyecto

a) Diseño y caracterización:

Se diseñan las principales herramientas de solución a la problemática, Proceso estándar, elaboración de un Poka Yoke Informativo y el diseño de los KPIs de medición.

b) Diseño de prototipos:

Se elaboran los prototipos que ayudan a validar los diseños y simular las actividades siendo, un mapa específico de escenarios, un panel de desempeño y costos, un panel de control de volumen y un panel de control de tiempos.

c) Plan de capacitación:

Se calendariza un plan de capacitación a los colaboradores de la empresa para que aprendan a utilizar las herramientas diseñadas, para lo cuales se elabora un manual documentado de usuario, fechas de entrenamiento a los colaboradores y una evaluación de conocimientos adquiridos.

d) Plan de implementación:

Por último se calendarizan de manera tentativa las pruebas de plan piloto y un posible implantación futura, sin embargo para efectos de cobertura de este proyecto no se toman como actividades a implementar.

5.7.3 Matriz RACI

Para poder establecer las responsabilidades de cada uno de los actores participantes de la elaboración del diseño de modelo de proceso de este proyecto, se realiza una matriz de responsabilidad RACI, en la cual se brinda claridad del rol y responsabilidad de cada actor, de acuerdo con sus siglas en inglés se asignan los criterios a continuación:

a) (R) Responsible (responsable):

Responsable de la ejecución de la actividad.

b) (A) Accountable (encargado):

Autoridad, aprobador a cargo, solo puede haber uno por actividad.

c) (C) Consulted (consultado):

Consulta, aquel individuo a consultar por criterio sobre una acción.

d) (I) Informed (informado):

Informado, actores que necesitan ser informados, pero que no toman acción sobre la actividad.

ROLES	Patrocinadores Gerente operativo Supervisor operativo Administrador del proyecto Líder de equipo operativo Operarios de recibo Transformador operativo Capacitador Analista de negocio Soporte técnico									
	Liderazgo			Equipo operativo			Soporte externo			
ACTIVIDAD										
Plan de implementación										
Cronograma del proyecto	I	C	A	R	R	I	I	I	C	I
Análisis de riesgo	I	C	A	R	R	I				
Plan de contingencia	I	C	A	R	R	R	I		I	
Gestión del cambio		I	A	R	I	I	R	R	C	I
Etapa de diseño de modelo										
Diseño de modelo de proceso		A	C	R	R	I	C	I	C	I
Diagrama de flujo		I	A	A	R	R	C	I	C	
Poka Yoke		I	A	R	C	R	I		C	
Diseño de indicadores KPI		I	A	R	C	I			I	
Actividades post plan de implementación										
Prototipo de simulación		I	A	R	R	R	I	I	C	
Estimación de indicadores		I	A	A	R	R				
Control y seguimiento			I	C	R	R			C	
Plan de mantenimiento		I	A	R	R	R	C		I	
Manual de usuario			I	RA	C	I	C	C	C	I

Nota: Elaboración propia.

Figura No. 43 Matriz RACI

La matriz RACI revisada distribuye y balancea todas las responsabilidades de cada actor sobre las actividades y tareas. Cada actor, posee asignado un rol durante todas las etapas del proyecto.

5.7.4 Análisis de riesgo

A continuación, se realiza un análisis de los riesgos que se pueden presentar después de haber diseñado el modelo de proceso estándar que soluciona la problemática planteada. Se realiza una matriz de riesgos como herramienta de medición donde se cuantifica la probabilidad de un evento comparado con el impacto que generaría que ocurra el evento.

		Impacto				
		1	2	3	4	5
Probabilidad		Insignificante	Pequeño	Moderado	Grande	Catástrofe
5	Casi seguro que sucede	Medio 5	Alto 10	Muy alto 15	Extremo 20	Extremo 25
4	Muy probable	Medio 4	Medio 8	Alto 12	Muy alto 16	Extremo 20
3	Es posible	Bajo 3	Medio 6	Medio 9	Alto 12	Muy alto 15
2	Es raro que suceda	Muy Bajo 2	Bajo 4	Medio 6	Medio 8	Alto 10
1	Sería excepcional	Muy Bajo 1	Muy Bajo 2	Bajo 3	Medio 4	Medio 5

Nota: Elaboración propia.

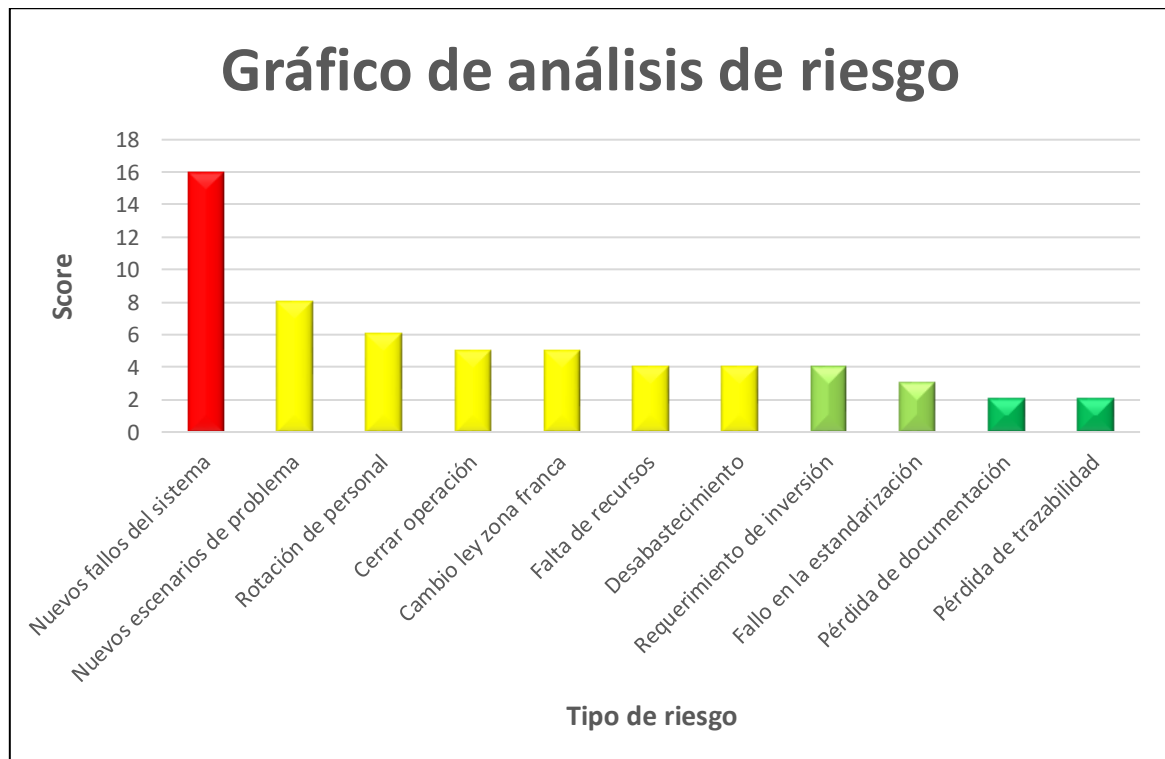
Figura No. 44 Criterios de medición de matriz de riesgos

Una vez definidos los criterios de medición de los riesgos y asignados los pesos de probabilidad e impacto, los eventos son cuantificados en la siguiente matriz, indicando un peso de probabilidad y un peso de impacto para cada evento, generando una calificación que se mide de acuerdo con los parámetros de la matriz de criterios.

Cuadro No. 31 Matriz de riesgo después de la solución

Tipo de riesgo	Probabilidad	Impacto	Score	Riesgo
Nuevos fallos del sistema	4	4	16	Muy Alto
Nuevos escenarios de problema	2	4	8	Medio
Rotación de personal	3	2	6	Medio
Cerrar operación	1	5	5	Medio
Cambio ley zona franca	1	5	5	Medio
Falta de recursos	1	4	4	Medio
Desabastecimiento	1	4	4	Medio
Requerimiento de inversión	2	2	4	Bajo
Fallo en la estandarización	1	3	3	Bajo
Pérdida de documentación	1	2	2	Muy bajo
Pérdida de trazabilidad	1	2	2	Muy bajo

Nota: Elaboración propia.



Nota: Elaboración propia.

Figura No. 45 Gráfico de riesgos después de la solución

El análisis de riesgo evidencia un plano balanceado, donde existen riesgos bajos de que ocurra un evento y el impacto, así como también se indican los impactos medios que son considerables y por último solamente un riesgo alto relacionado con las fallas del sistema, si el ERP falla, se detiene la operación y los repuestos estarían nuevamente en un cuello de botella.

5.7.5 Plan de contingencia

a) Sistemático

- Servicio de Incidencias de TI: En caso de fallos del sistema se pone a disposición el servicio de tickets en la página de TI, donde se describe el tipo de problema sistemático que se experimenta, la prioridad de solución y el impacto al área operativa y activar los protocolos de Planes de continuidad de negocio (BCP).
- Respaldo de procesos y documentos en OneDrive y SharePoint: Los procedimientos diagramados en flujo, la hoja de trabajo a “prueba de errores” los dispositivos de simulación y manuales de usuarios respaldan en el servidor virtual de OneDrive y SharePoint, donde siempre estarán disponibles en caso de una pérdida de los dispositivos de almacenamiento convencionales.
- Migrar los Dashboard de medición a Power BI: Se trabajará para que los Dashboard de medición diseñados para controlar el desempeño de la operación sean migrados al sistema Power BI de tal forma que funciones de manera digital y se mantengan en el tiempo.

b) Operativo

- Contactos de escalación de nuevos escenarios de problemas: En caso de producirse nuevos escenarios de problemas de recibo, que no estén mapeados con la solución propuesta, se brindan los contactos de escalación que ayudarán a dar solución, documentar y entrenar adecuadamente, siguiendo la ruta a continuación: Líder de Equipo, supervisor y experto en procesos de logística inversa.

- Entrenamientos de refrescamiento: Se promueve las capacitaciones semestrales para refrescar conocimientos, para mantener presente los conocimientos, no olvidar escenarios poco frecuentes, comprender escenarios recientes y aprovechar como recurso de aprendizaje para colaboradores nuevos.
- Plan de continuidad de negocio (BCP): En caso de fallar todos los sistemas y los medios digitales, se activan los protocolos de BCP, donde las actividades se procesan de forma manual, llevando un control también manual de tal forma que no se detenga la operación y no se impacte a los diferentes clientes.

5.7.6 Evaluación financiera de la propuesta de la solución

Se realiza un análisis financiero de nuevo modelo de proceso propuesto, donde se revisa la factibilidad del proyecto utilizando los indicadores clave necesarios. Se evalúan los ingresos que tiene el departamento por los servicios de reparación al cliente y además la recuperación de capital de trabajo. En cuanto a los costos se evalúan la inversión inicial, los costos variables de la operación y los costos fijos del funcionamiento del departamento, proyectado a 12 meses. La estructura de ingresos y costos se detalla en el Anexo 5 (p. 183 a 184) de este proyecto.

Estructura del Flujo de Caja	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ingresos operacionales:													
Recaudo por servicios de reparación		\$ 21,600	\$ 28,000	\$ 25,520	\$ 19,400	\$ 18,920	\$ 19,920	\$ 22,227	\$ 21,240	\$ 18,800	\$ 19,520	\$ 21,720	\$ 20,440
Ingresos No operacionales:													
Recuperación de capital de trabajo		\$ 784	\$ 784	\$ 784	\$ 784	\$ 784	\$ 784	\$ 784	\$ 784	\$ 784	\$ 784	\$ 784	\$ 784
TOTAL DE INGRESOS	\$ -	\$22,384	\$28,784	\$26,304	\$20,184	\$19,704	\$20,704	\$23,011	\$22,024	\$19,584	\$20,304	\$22,504	\$21,224
Egresos operacionales:													
Inversión Inicial	\$ 12,310												
Costos variables de operación		\$ 3,554	\$ 4,581	\$ 4,183	\$ 3,201	\$ 3,124	\$ 3,284	\$ 3,654	\$ 3,496	\$ 3,105	\$ 3,220	\$ 3,573	\$ 3,368
Costos Fijos administrativos		\$ 11,310	\$ 11,310	\$ 11,310	\$ 11,310	\$ 11,310	\$ 11,310	\$ 11,310	\$ 11,310	\$ 11,310	\$ 11,310	\$ 11,310	\$ 11,310
Pago de Impuestos		\$ 2,808	\$ 3,640	\$ 3,318	\$ 2,522	\$ 2,460	\$ 2,590	\$ 2,889	\$ 2,761	\$ 2,444	\$ 2,538	\$ 2,824	\$ 2,657
TOTAL DE EGRESOS	\$ 12,310	\$17,672	\$19,531	\$18,811	\$17,033	\$16,893	\$17,184	\$17,854	\$17,567	\$16,859	\$17,068	\$17,707	\$17,335
Flujo neto de efectivo	\$ (12,310)	\$ 4,712	\$ 9,253	\$ 7,493	\$ 3,151	\$ 2,811	\$ 3,520	\$ 5,157	\$ 4,457	\$ 2,726	\$ 3,236	\$ 4,797	\$ 3,889
Tasa de Corte Anual		8.50%											
Tasa de Corte Mensual		0.68%											
VAN		\$ 40,764											
TIR		46%											
PRD		2 meses 5 días											

Nota: Elaboración propia.

Figura No. 46 Evaluación financiera de la propuesta de solución

La propuesta para el proyecto es viable y rentable, a una tasa de mercado anual en dólares de 8.5% convertida a 0.68% mensual, se obtiene un valor actual neto VAR de \$40.764 dólares, con una tasa de retorno del 46% y un periodo de recuperación muy favorable de dos meses con cinco días.

5.7.7 Gestión del cambio

Se realiza una matriz de gestión del cambio, donde se describen las actividades claves para que los cambios a realizar se hagan de una manera simple y clara, y con la participación de todos los involucrados.

Cuadro No. 32 Gestión del cambio

Plan de gestión del cambio					
Evento / Acción / Estrategia	Fases del proyecto	Fecha de efecto	Interesados	Impacto esperado	Plan de mitigación
Anuncio de cambio	1	20 al 22 octubre 2025	Gerencia operativa Supervisor Líder de equipo Operarios de recibo Equipo de soporte	Resistencia al cambio	Anuncio de beneficios Procedimientos documentados Comunicación clara Plan de implementación
Capacitación de los cambios	2	27 al 31 octubre 2025	Supervisor Líder de equipo Operarios de recibo	Personal capacitado Procesos y herramientas funcionales	Capacitación con material Documentación Procesos Manuales de usuario Sesiones de entrenamiento grabadas
Plan de Implementación	3	noviembre 2025	Supervisor Líder de equipo Operarios de recibo	Claridad en los procesos Claridad en los planes de implementación	Comunicación verbal y escrita Hoja de ruta Cronograma de actividades
Medición	4	01 diciembre 2025 a 31 enero 2025	Supervisor Líder de equipo Operarios de recibo	Mejora en la ejecución de procesos Eficiencia operativa Control de la operación Detección de áreas de mejora	Comunicación de indicadores Conversación con involucrados Facilitación de herramientas Claridad en los procedimientos de medición

Nota: Elaboración propia.

Se revisan las partes involucradas en el cambio de proceder con la solución, a cada individuo se le hace partícipe de los cambios venideros, indicándoles las estrategias, fases de cada actividad, el impacto esperado y el plan de mitigación de impacto. Los actores involucrados participan activamente de la discusión, quedando claros y alineados con el objetivo y la ruta para alcanzarlo.

5.8 Actividades post plan de implementación

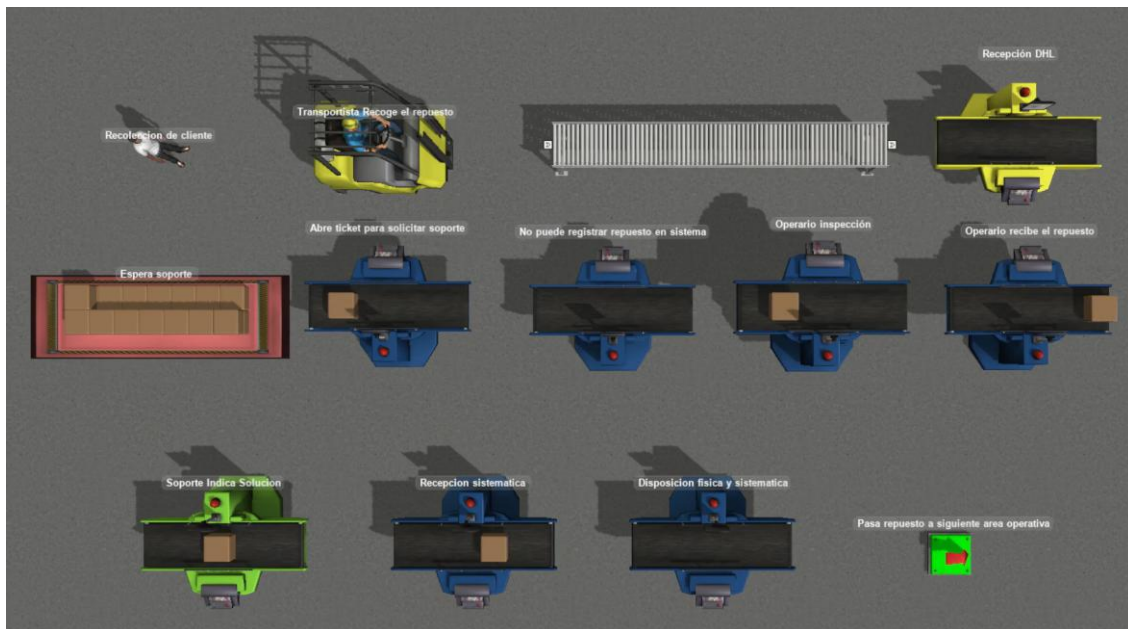
5.8.1 Simulación

En la presente sección se detallan los recursos y prototipos que se utilizan para simular el proceso propuesto, así como la medición de los KPIs definidos, simulados a través de tres paneles de control, uno de volúmenes, uno de costos y rendimiento, y uno de medición de tiempo de actividades del proceso de extremo a extremo.

5.8.2 Simulación de proceso en FexSim

Se realiza una simulación operativa del proceso actual comparado con el nuevo proceso de solución propuesto en el proyecto, donde se logra visualizar de forma simulada en producción la solución de los problemas que causan el cuello de botella, dando como resultado una confirmación de la probabilidad de éxito del nuevo proceso.

a) Proceso actual:

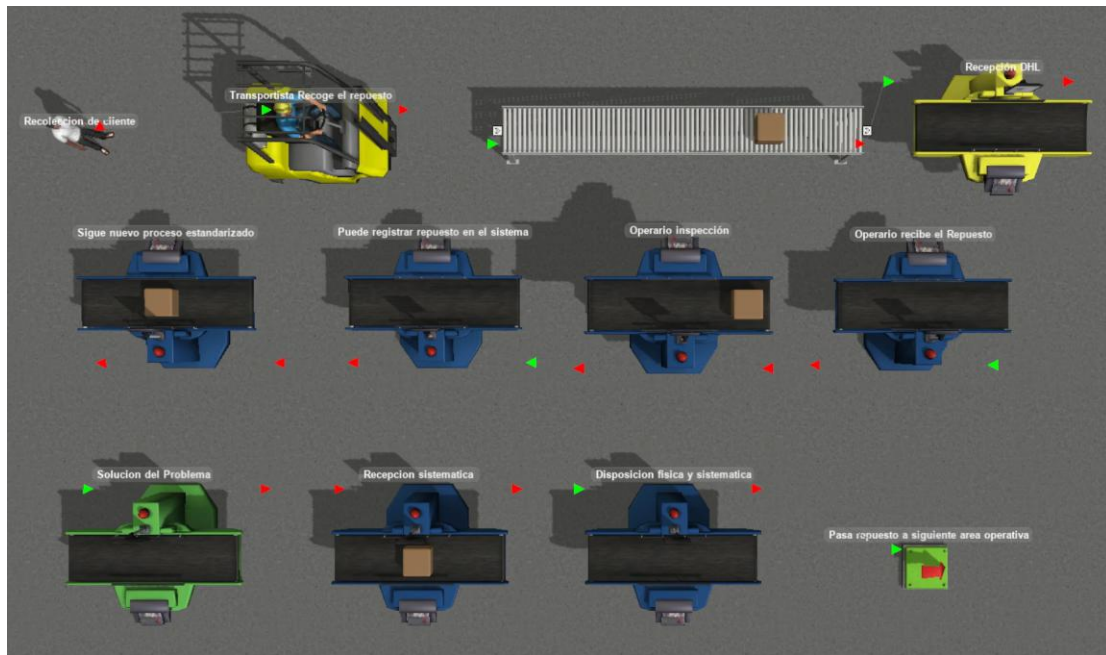


Nota: Elaboración propia.

Figura No. 47 Simulación FlexSim proceso actual

En la simulación FlexSim del proceso actual se logra visualizar que el proceso tiene un cuello de botella por dependencia 100% de un equipo externo de soporte, los paquetes se acumulan en un rack durante determinado tiempo esperando que se solucionen los problemas individuales del recibo de cada repuesto.

b) Diseño de proceso de solución propuesto

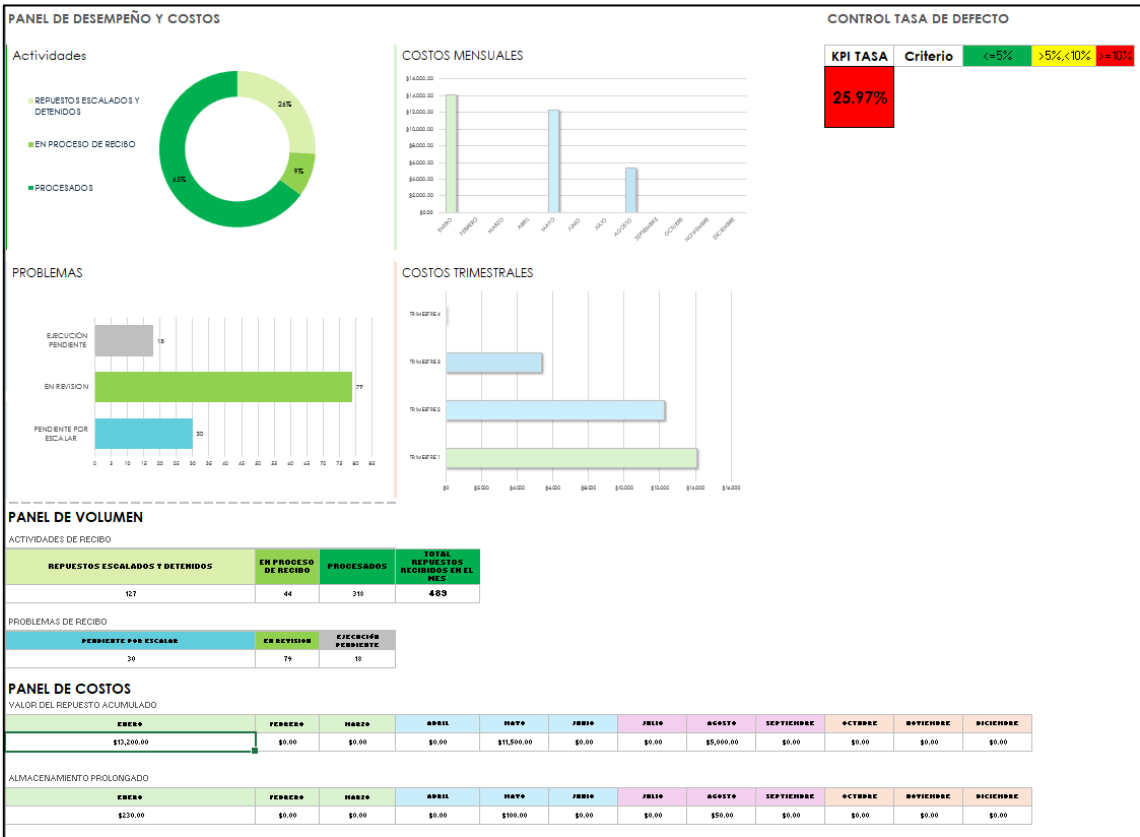


Nota: Elaboración propia.

Figura No. 48 Simulación FlexSim diseño de nuevo proceso

En la simulación FlexSim del nuevo modelo de proceso diseñado se logra visualizar que el cuello de botella desaparece, como cada escenario que causaba el cuello de botella fue mapeado y desarrollado, los agentes de recibo ahora saben cómo solucionar de inmediato cada problema, sin necesidad de abrir incidentes para soporte, por consiguiente los paquetes no se acumulan y fluyen hacia la siguiente área.

5.8.3 Dashboard de desempeño y control de costos

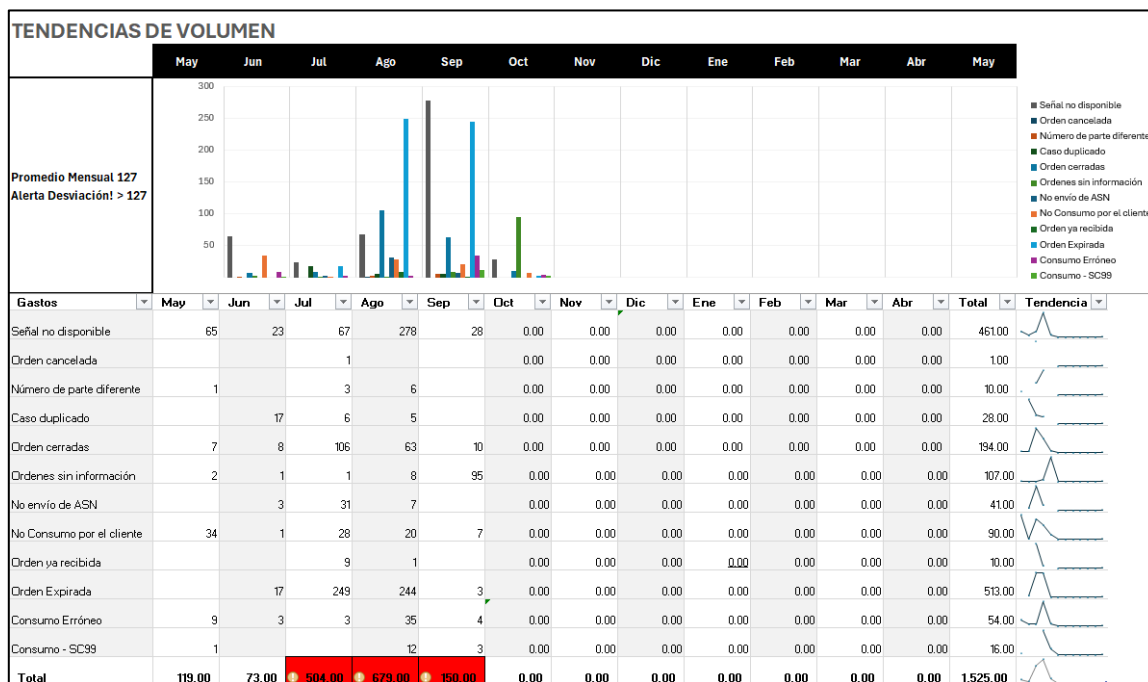


Nota: Elaboración propia.

Figura No. 49 Dashboard de desempeño y control de costos

Se dota al departamento de recibos de un panel de control de volumen y control de costos completamente funcional y automatizado

5.8.4 Dashboard de control de volumen



Nota: Elaboración propia.

Figura No. 50 Dashboard de control de volumen

Se diseña un Dashboard de control de volúmenes donde se revisan de forma automática e instantánea los volúmenes de los recibos que llegan al departamento, cubriendo cada uno de los escenarios, dicho dashboard alimenta gráficos y tendencias, y además emite una alerta visual automática en caso de que se exceda un promedio.

5.8.5 Dashboard de medición de tiempos de procesamiento

Dashboard semanal de tiempo de actividad						
Actividad	KPI Criterio de medición de tiempo (minutos)					
Recibo en puerta	<=1	>1,<2	>=2			
Traslado a área de recibo	<=2	>2,<3	>=3			
Inspección física	<=3	>3,<4	>=4			
Inspección de referencias	<=4	>4,<5	>=5			
Digitar en sistemas	<=4	>4,<5	>=5			
Recibo	<=1	>1,<2	>=2			
Traslado a siguiente área	<=2	>2,<3	>=3			
Actividad	LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIE	TOTALES
Recibo en puerta	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Traslado a área de recibo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Inspección física	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Inspección de referencias	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Digitar en sistemas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Recibo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Traslado a siguiente área	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Nota: Elaboración propia.

Figura No. 51 Dashboard de medición de tiempos

Se elabora un dashboard de medición de tiempos de cada una de las actividades el proceso de extremo a extremo que ayuda a controlar la velocidad de cada tarea para que el proceso sea fluido, estándar y sin interrupciones. El dashboard se ajusta a los KPIs diseñados y se actualiza automáticamente indicando las alertas visuales de cumplimiento de tiempos.

5.8.6 Mejoras posteriores a la implementación de la solución

a) Migración a Power BI:

Se recomienda migrar los métodos de medición de Excel a Power BI, para tener los recursos y la información de toma de decisiones en tiempo real y más fácil de adaptar.

b) Automatización de medición:

Después de migrar a Power BI, se recomienda refinar y automatizar las mediciones, para que sea más flexible obtener información desde diferentes puntos de vista del área operativa.

c) Alertas de fallo en tiempo real:

Se recomienda implementar técnicas digitales donde si existe un fallo en cualquier parte del proceso, se pueda obtener una alerta en tiempo real donde se identifique la falla y se informe en tiempo real, para acelerar la acción de corrección.

d) Mejora continua:

Se recomienda revisar y retroalimentar los procesos trimestralmente para fortalecer los existentes, detectar fallas de manera y detectar posibles nuevos escenarios para actuar proactivamente antes que se genere un nuevo cuello de botella y se convierta nuevamente en un proceso reactivo.

5.8.7 Plan de control, mantenimiento y seguimiento

Para controlar y dar seguimiento de los procesos diseñados y garantizar el éxito a largo plazo, se propone implementar de manera proactiva una metodología DMAIC para el monitoreo del proceso. Usando esta herramienta de Six Sigma, se eliminan fallas durante el tiempo y de modo sostenible.

a) Definir:

Caracterizar un problema encontrado y el área impactada.

b) Medir:

Identificar y recopilar datos para analizar el nuevo problema.

c) Analizar:

Determinar las causas raíz de la falla del proceso.

d) Improve - mejorar:

Elaborar e implementar soluciones para eliminar el problema desde la causas raíz.

e) Controlar:

Establecer controles para mantener las mejoras a largo plazo, implementando medición, monitoreo y control.

5.8.8 Manual de usuario

Con el fin de poder brindar las herramientas necesarias para la ejecución de nuevo proceso estandarizado, es necesario que los actores involucrados sean entrenados y estén capacitados para ejecutarlo, para lo cual además de facilitarles el diagrama de flujo del nuevo proceso y la hoja de procedimiento a prueba de errores, se brinda un manual de usuario con los pasos definidos donde se enseña al usuario a cómo ejecutar los nuevos procedimientos. Para efectos de revisión del manual de usuario referirse al Apéndice E (p. 164 a 169).

5.9 Conclusiones de la solución al problema planteado

- De todos los escenarios de falla del proceso diagnosticados causantes del cuello de botella, por medio de la solución al problema planteado, se logra diseñar un modelo de proceso estandarizado que cubre el 100% de los escenarios de problema por medio de un nuevo proceso general y cinco procesos específicos para cada escenario.
- Se proporciona una herramienta a "prueba de errores", donde se cubre de manera detallada cada uno de los escenarios de falla, indicando los pasos específicos con codificación técnica para solución inmediata.
- Se facilita un paquete de indicadores clave de desempeño, donde la empresa puede medir cada una de las actividades del proceso y los diferentes enfoques que impacta la operación. Se proporciona control de volúmenes, control de desempeño y costos además, control de tasa de defecto y un paquete de medición de tiempos de cada actividad de recibo de repuestos.

- Se dota a la organización con un plan de contingencia definido, para que puedan reaccionar de forma oportuna en caso de que algunos de los riesgos detectados ocurrieran. Se cubren los fallos sistemáticos, y de respaldo digital de procedimientos, así como la parte operativa, para mantener solucionados los escenarios actuales y saber manejar cualquier otro futuro.
- Se proporciona un prototipo de proceso funcional, así como un prototipo de medición del desempeño y control operativo de modo que la empresa y el departamento de recibos pueda monitorear de manera real y eficiente cada uno de los rubros del procesos.
- Se provee a la organización un plan de implementación de la propuesta de solución, el cual cubre todas las necesidades operativas para que la empresa pueda poner en marcha todos los recursos necesarios. De acuerdo con el alcance de este proyecto la implementación en producción estará a cargo de la organización y sale de la cobertura del proyecto.
- La implementación del modelo de proceso estandarizado para solucionar los problemas de cuello de botella en el área de recibos de repuestos es posible cubrirla con una inversión de \$12.310 dólares, en un plazo de dos meses y cinco días con una tasa interna de retorno del 46%.
- Es posible la implementación de un modelo proceso estandarizado usando los recursos disponibles en DHL DGF, sin necesidad de adquirir de equipos tecnológicos de automatización muy especializados.

6. CONCLUSIONES

6.1 Conclusiones

- Después de analizar el flujo del proceso actual se determinó que el procedimiento es que la empresa trabaja es muy básico, que no cumple con los requerimientos del negocio y tiene 100% de dependencia de personal de soporte externo para solucionar cualquier falla e interrupción.
- Se comprobó que el cuello de botella es causado porque el personal no está capacitado para solucionar por sí mismos cualquier problema que se presente, además se presentan fallos en el sistema de recepción de repuestos.
- De acuerdo con el estudio realizado, se eliminó el cuello de botella haciendo que el proceso de recepción de repuestos retornados en logística inversa fluya sin interrupciones consiguiendo que el 26% de repuestos atorados mensualmente se redujera a cero.
- A través del análisis realizado, se logró dar la adecuada recepción operativa y sistemática del 100% de las 1.525 unidades que estaban acumuladas ocupando espacio ocioso que no podían cumplir el ciclo de la logística inversa, dando como resultado la limpieza de todos los pendientes de recepción.
- Con la aplicación de herramientas ingenieriles durante el proyecto se brindó solución al 100% de los escenarios causantes del cuello de botella, de los cuales 77% se indicó una solución sistemática para la apropiada recepción, mientras que el 23% restante de problemas fueron solucionados con elementos de capacitación del proceso operativo.
- Se logra hacer una reducción de \$167.400 dólares anuales por conceptos de almacenamiento prolongado, servicio de soporte externo y pérdidas por dejar de percibir material que necesitan subprocesos de nueva vida útil.

- Se dota a la organización de un paquete de indicadores clave de desempeño (KPIs), por medio del cual el departamento de recibos puede medir el desempeño de la operación, controlar los costos, analizar los volúmenes y los defectos en el proceso, y pueden medir los tiempos ejecución de cada tarea partiendo del hecho que dicho sistema de medición no existía.
- Se logran bajar los tiempos del proceso de extremo a extremo de 42 minutos por recibo de cada paquete en cuello de botella, a 17 minutos estándar por recibir un paquete sin cuello de botella de tal forma que se elimina un 247% de tiempo de desperdicio por el cuello de botella.
- Se determina la factibilidad y rentabilidad del proyecto al desplegar un valor actual neto de \$40.764,19 con una tasa interna de retorno del 46% y un periodo de recuperación de dos meses con cinco días.

6.2 Recomendaciones

- Realizar semestralmente un benchmarking de procesos operativos en otras áreas de la organización o competidores de la industria con actividades similares para tomar buenas prácticas y estar a la vanguardia.
- Efectuar revisiones trimestrales de los procedimientos con la finalidad de mejorar y estandarizar áreas de oportunidad en la ejecución de actividades, además documentar cada actualización realizada al proceso.
- Capacitar trimestrales a los colaboradores para refrescar los conocimientos de cada actividad en cada área del proceso, para garantizar todo el personal esté siempre capacitado todo el tiempo.

- Utilizar los protocolos de rutas de escalación para elevar a revisión cada fallo en el sistema o cada nuevo escenario no documentado que pueda generar un nuevo cuello de botella.
- Documentar y controlar instantáneamente de forma proactiva cada costo adicional al procedimiento normal del día a día de tal manera que se logre determinar un posible impacto económico y evitar acumulaciones.
- Respalidar los documentos, diagramas, procedimientos, dashboards y hoja estandarizada de procesos a prueba de errores en OneDrive y SharePoint, para tenerlos asegurados en caso de cualquier eventualidad.
- Verificar de forma mensual el proceso de extremo a extremo, la nomenclatura, codificaciones técnicas y cada uno de los escenarios para actualizarse a las necesidades cambiantes del negocio y evitar errores en la ejecución de alguna actividad futura.
- Revisar de forma diaria la medición del desempeño y el tiempo de ejecución de cada uno de los procesos, para cumplir con los estándares, detectar cualquier desviación o anomalía, poder controlarla y aplicar las correcciones requeridas.
- Migrar a Power BI los paneles de medición y conectarlos con la fuente de datos del ERP, con el objetivo de tener una herramienta digital más potente, interconectada y desplegando información en tiempo real además de estar resguardado en la nube.
- Se recomienda una reunión de evaluación de un plan de puesta en marcha con las partes interesadas y patrocinadores, con el objetivo de revisar la posible implementación en la línea de tiempo propuesta y con el plan de capacitación desarrollado.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

Libros

- Arenal Laza, C. (2020). *Gestión de inventarios*. Tutor Información. La Rioja, España.
- Carballo Mendivil, B., Arellano González, A., & Lizardi Duarte, M. P. (2023). *Ingeniería industrial y de sistemas: Una breve introducción*. Editorial Fontamara. Ciudad de México, México.
- Castro Zuluaga, C. A. (2020). *Planeación de la producción*. Editorial Fondo. Medellín, Colombia.
- Flamarique, S. (2024). *Manual de gestión de almacenes*. Marge Books. Barcelona, España.
- González Ortiz, O. C. (2024). *Fundamentos de ingeniería industrial*. Ecoe Ediciones. Bogotá, Colombia.
- Guerrero Reyes, J. C., & Galindo Alvarado, J. F. (2020). *Administración 2*. Grupo Editorial Patria. Ciudad de México, México.
- Hernández, López, J. (2024). *Scrum Máster: Fundamentos Actuales*. Editorial Scrumbee.
- Laisequilla, I. (2024). *Manufactura: el enfoque moderno*. Editorial IL Publishing House.
- Maravi Cárdenas, A. J., Zevallos Aquije, A. J., & Palomino Salcedo, K. J. (2023). *Gestión de la cadena de suministros: Enfoques y perspectivas modernas*. Religación Press. Quito, Ecuador.
- Mattos, A. D., González Fernández de Valderrama, F., & Sainz Avia, J. (2019). *Métodos de planificación y control de obras*. Editorial Reverté S.A. Barcelona, España.
- McNeil, D., & McNeil, J. (2024). *Las Cinco Claves Para La Mejora*. Editorial Digital.
- Molleví Bortoló, G., & Nicolàs Sans, R. (2024). *Manual de investigación científica*. McGraw-Hill. Madrid, España.
- Monsalve Fonnegra, G. P. (2019). *Programación y control para sistemas productivos y de servicios*. Editorial ITM. Medellín, Colombia.
- Mora García, L. A. (2023). *Gestión logística integral (3ra ed.): Las mejores prácticas en la cadena de abastecimiento*. Ecoe Ediciones. Bogotá, Colombia.
- Pernas Álvarez, J., Crespo Pereira, D., & Lamas Rodríguez, A. (2024). *Simulación y optimización de procesos con FlexSim*. McGraw-Hill. Madrid, España.

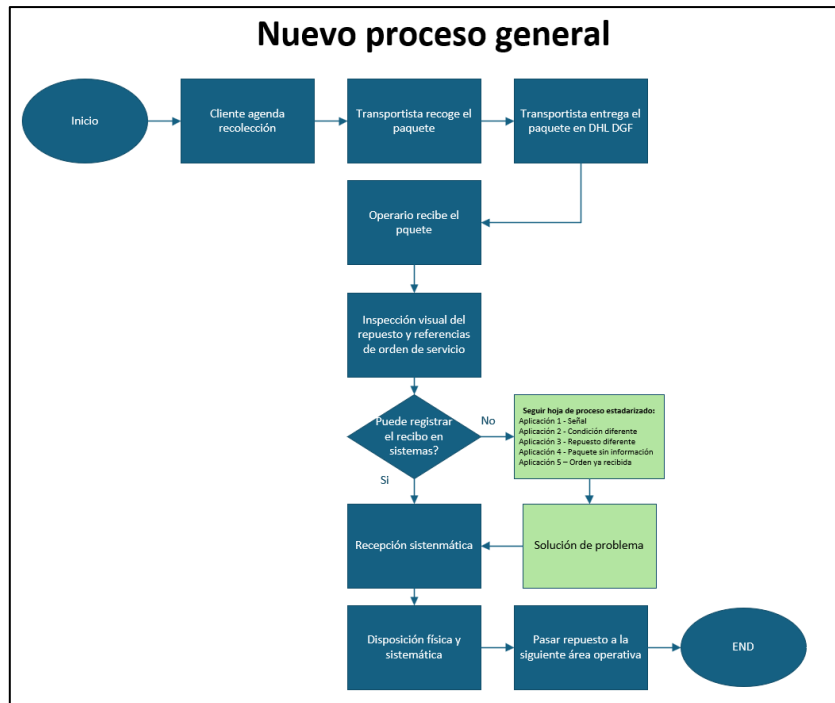
- Roldán, J. (2021). *Operaciones básicas y procesos automáticos de fabricación*. Editorial Paraninfo.
- Sánchez Prieto, J. (2024). *Excelencia operacional 360: Un modelo para liderar y gobernar procesos*. Editorial Libros de Cabecera. Barcelona, España.
- Silvera Escudero, R. E. (2022). *Ciclos logísticos: Planeación y estrategias en la cadena de suministros*. Ecoe Ediciones. Bogotá, Colombia.
- Socconini, L., & Escobedo, E. (2021). *Lean Six Sigma Green Belt paso a paso*. Editorial Marge Books. Barcelona, España.
- Toala Pilay, M. A., Romero Castro, R. M., & Ganchozo Quimis, M. T. (2019). *Introducción a la gestión de proyectos. Área de Innovación y Desarrollo SL*. Editorial Manabí, Quito Ecuador.
- Urquía Moraleda, A., & Villalba, C. M. (2016). *Métodos de simulación y modelado*. Editorial Digital. Madrid, España.
- Zapata Domínguez, A., & Lombana Coy, J. (2023). *Guía práctica para elaborar proyectos de investigación aplicada en administración, gerencia y negocios*. Editorial Uninorte. Barranquilla, Colombia.

APÉNDICES

Apéndice A: Siglas y abreviaturas

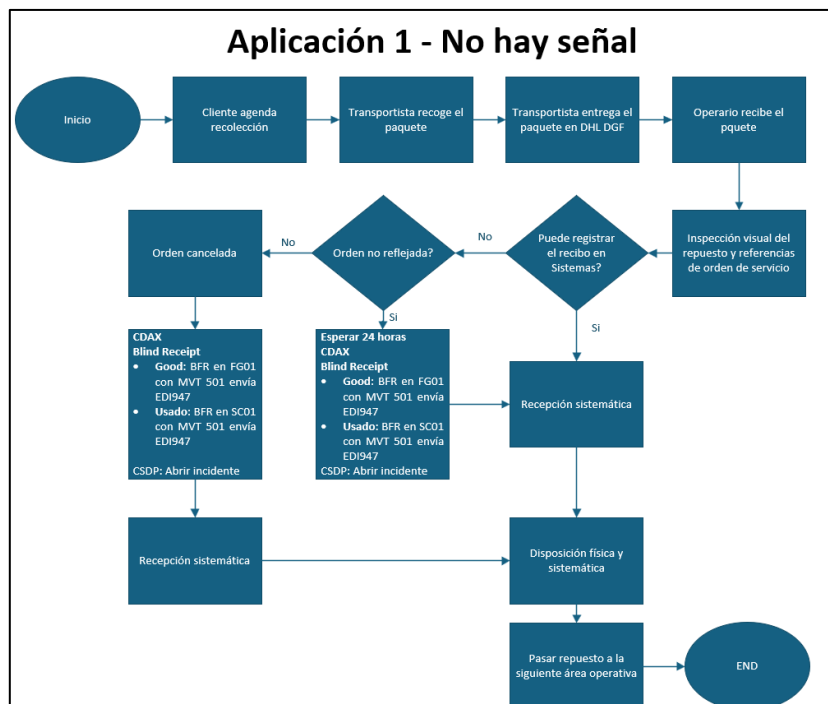
DHL Global Forwarding Costa Rica	DHL DGF CR
Return Material Authorization (Autorización de recibo)	RMA
Blind Field Receipt (Recibo ciego)	BFR
Customer Dynamics - CRM para modelo directo	CDAX
Customer Service Delivery Partner - CRM para modelo indirecto	CSDP
Defective On Arrival - Repuesto defectuoso desde despacho al cliente	DOA
Balance Score Card	BSC
Key performance indicator (Indicador clave de rendimiento)	KPI
Costos fijos	CF
Costos variable	CV
Valor actual Neto	VAN
Tasa interna de retorno	TIR
Periodo de recuperación simple	PRS
Periodo de recuperación descontado	PRD
Root cause análisis (Análisis de causa raíz)	RCA
Visual mechanical inspection (Inspección visual mecánica)	VMI
Advanced Shipment Notice (Aviso de envío anticipado)	ASN

Apéndice B: Diagramas de flujo de los nuevos procesos



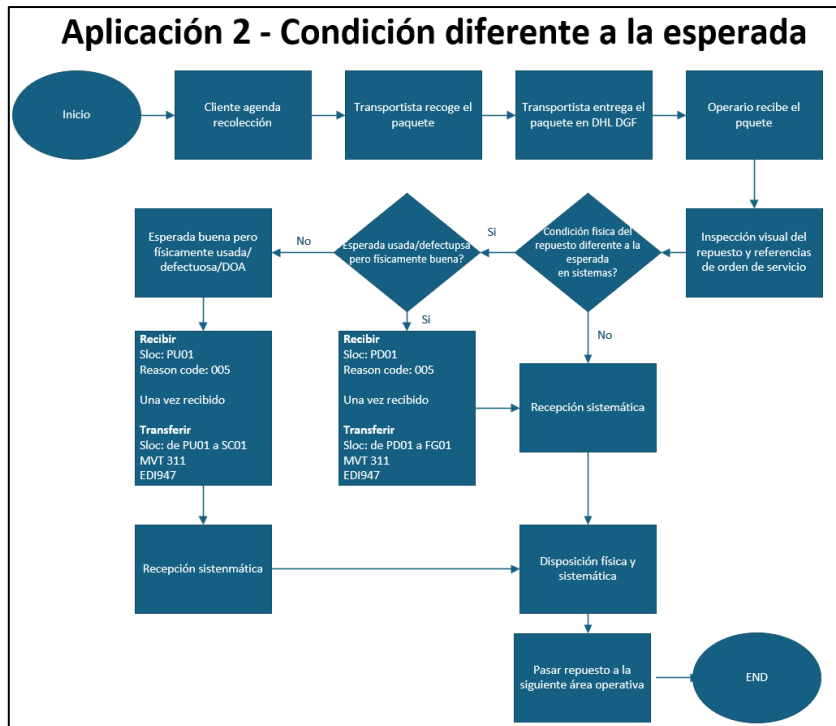
Nota: Elaboración propia

Figura No. 52 Nuevo proceso general



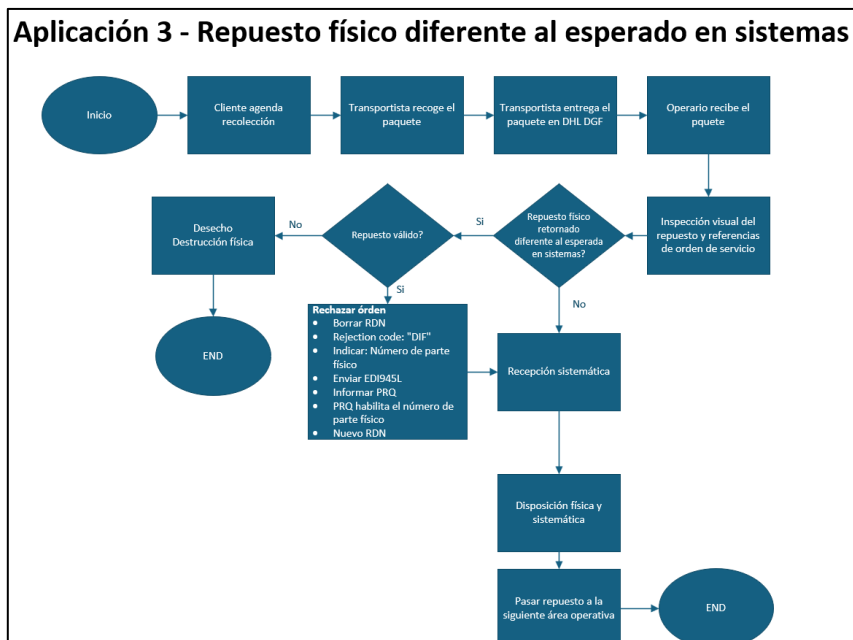
Nota: Elaboración propia

Figura No. 53 Aplicación 1 - no hay señal



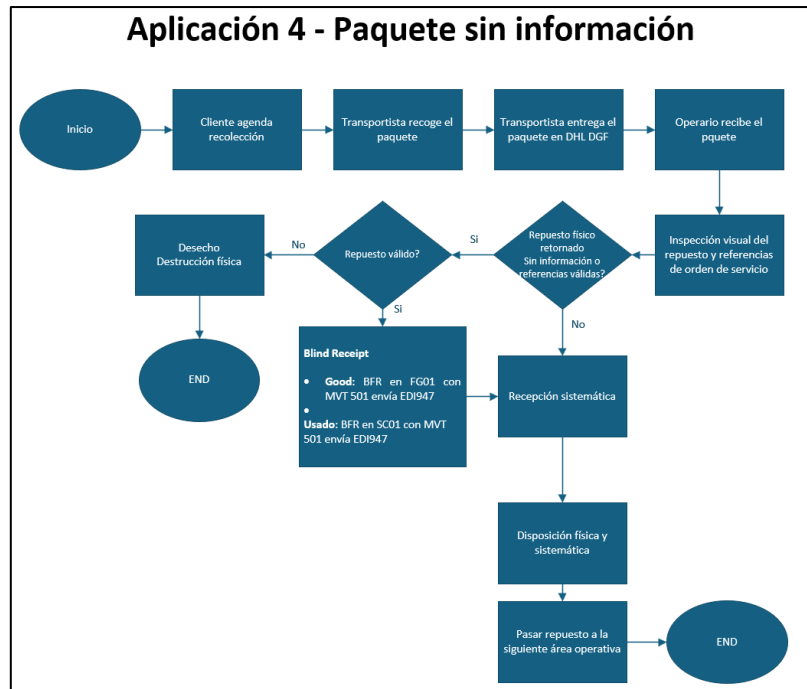
Nota: Elaboración propia

Figura No. 54 Aplicación 2 - condición diferente a la esperada



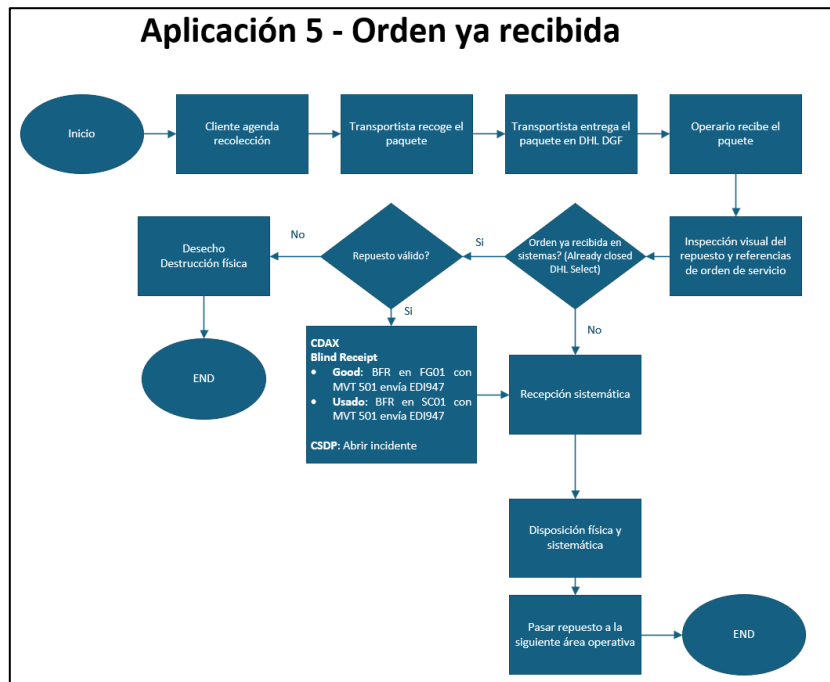
Nota: Elaboración propia

Figura No. 55 Aplicación 3 - repuesto diferente al esperado



Nota: Elaboración propia

Figura No. 56 Aplicación 4 - paquete sin información



Nota: Elaboración propia

Figura No. 57 Aplicación 5 - orden ya recibida

Apéndice C: Hoja de proceso a prueba de errores – Poka Yoke informativo

Cuadro No. 33 Hoja de proceso a prueba de errores completo

ESCENARIO	DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS	PASOS PARA EJECUTAR
APLICACIÓN 1: No hay señal		
Orden expirada - Orden Cancelada en DHL Select	Completar Inspección VMI Determinar el producto es usado o defectuoso Recibir en sistemas	DHL No verá señal EDI 856 ASN, aparece como "Cancelada" CDAX (MOXX - 51XX) Si la orden es CDAX, entonces proceder con un Blind receipt (BFR) dependiendo de la condición física Si es Good entonces BFR en FG01 con movimiento 501 y enviar EDI947, usar el RMA como referencia Si es Usado/Defective entonces BFR en SC01 con movimiento 501 y enviar EDI947, usar el RMA como referencia CSDP (ODXX) Si la orden es CSDP, entonces escalar a Problem Receipt

Señal no disponible - No reflejada en DHL Select	Completar Inspección VMI Determinar el producto es usado o defectuoso Recibir en sistemas	DHL No verá señal EDI 856 ASN, aparece como "No reflejada" Esperar 24 horas Si la señal se activa, recibir con procedimiento normal Si la señal no se activa, entonces si es CDAX=BFR, si es CSDP= Escalar a Problem receipt CDAX (MOXX - 51XX) Si la orden es CDAX, entonces proceder con un Blind receipt (BFR) dependiendo de la condición física Si es Good entonces BFR en FG01 con movimiento 501 y enviar EDI947, usar el RMA como referencia Si es Usado/Defective entonces BFR en SC01 con movimiento 501 y enviar EDI947, usar el RMA como referencia CSDP (ODXX) Si la orden es CSDP, entonces escalar a Problem Receipt
---	--	--

Orden con cierre virtual SC99 - No reflejada en DHL Select	Completar Inspección VMI Determinar el producto es usado o defectuoso Recibir en sistemas	DHL No verá señal EDI 856 ASN, aparece como "No reflejada" Esperar 24 horas Si la señal se activa, recibir con procedimiento normal Si la señal no se activa, entonces si es CDAX=BFR, si es CSDP= Escalar a Problem receipt CDAX (MOXX - 51XX) Si la orden es CDAX, entonces proceder con un Blind receipt (BFR) dependiendo de la condición física Si es Good entonces BFR en FG01 con movimiento 501 y enviar EDI947, usar el RMA como referencia Si es Usado/Defective entonces BFR en SC01 con movimiento 501 y enviar EDI947, usar el RMA como referencia CSDP (ODXX) Si la orden es CSDP, entonces escalar a Problem Receipt
---	--	--

No Consumo del cliente - No reflejada en DHL Select	Completar Inspección VMI Determinar el producto es usado o defectuoso Recibir en sistemas	DHL No verá señal EDI 856 ASN, aparece como "No reflejada" Esperar 24 horas Si la señal se activa, recibir con procedimiento normal Si la señal no se activa, entonces si es CDAX=BFR, si es CSDP= Escalar a Problem receipt CDAX (MOXX - 51XX) Si la orden es CDAX, entonces proceder con un Blind receipt (BFR) dependiendo de la condición física Si es Good entonces BFR en FG01 con movimiento 501 y enviar EDI947, usar el RMA como referencia Si es Usado/Defective entonces BFR en SC01 con movimiento 501 y enviar EDI947, usar el RMA como referencia CSDP (ODXX) Si la orden es CSDP, entonces escalar a Problem Receipt
APLICACIÓN 2: Condición física diferente a la esperada en sistemas		

Repuesto físico bueno pero consumido usado o defectuoso	Completar Inspección VMI Determinar el producto es usado o defectuoso Recibir en sistemas	Recibir la parte en el storage location PU01 con reason code 005. Una vez recibida la parte transferir el inventario de PU01 a SC01 con movimiento 311, y enviar EDI947
Repuesto físico usado o defectuoso pero consumido como bueno	Completar Inspección VMI Determinar el producto es usado o defectuoso Recibir en sistemas	Recibir la parte en el storage location PD01 con reason code 005. Una vez recibida la parte transferir el inventario de PD01 a FG01 con movimiento 311, y enviar EDI947
DOA (Defective On Arrival)	Completar Inspección VMI Determinar el producto es DOA (Revisar marca DOA en la etiqueta de retorno UNUSED) El sistema espera la parte como si fuera GOOD/Unused Recibir en sistemas	Recibir la parte en el storage location PU01 con reason code 006. Una vez recibida la parte transferir el inventario de PU01 a SC01 con movimiento 311, y enviar EDI947
APLICACIÓN 3: Repuesto físico diferente al esperado en sistemas		

Parte válida	Completar inspección VMI Determinar es un repuesto válido Determinar parte física es diferente al esperado en sistemas	Proceder a rechazar la orden original Borrar el return delivery con Rejection code "DIF" indicando el número de parte físico Enviar EDI945L Informar a Problem Receipt en el template estándar Problem receipt edita el sistema y habilita el número de parte físico Recibir la parte física en sistemas con la nueva orden (Return delivery) proporcionado por Problem Receipt
Parte no válida	Completar inspección VMI Determinar es un repuesto inválido y diferente al esperado en sistemas	Proceder con el desecho físico sin transacción sistemática Escalar a Problem Receipt únicamente si hay dudas importantes y se necesita soporte adicional
APLICACIÓN 4: Paquete si información, etiquetas faltantes, etiquetas no legibles		
Parte válida	Completar inspección VMI Determinar es un repuesto válido	Proceder con Blind Receipt (BFR) Si es Good entonces BFR en FG01 con movimiento 501 y enviar EDI947 Si es Usado/Defective entonces BFR en SC01 con movimiento 501 y enviar EDI947

Parte no válida	Completar inspección VMI Determinar es un repuesto inválido	Proceder con el desecho físico sin transacción sistemática Escalar a Problem Receipt únicamente si hay dudas importantes y se necesita soporte adicional
APLICACIÓN 5: Orden ya recibida o duplicada		
Orden ya recibida - Already closed en DHL Select	Completar Inspección VMI Determinar el producto es usado o defectuoso Recibir en sistemas	DHL No verá señal EDI 856 ASN y aparece como "Closed" Proceder con Blind Receipt (BFR) CDAX (MO# - 51XX) Si la orden es CDAX, entonces proceder con un Blind receipt (BFR) dependiendo de la condición física Si es Good entonces BFR en FG01 con movimiento 501 y enviar EDI947, usar el RMA como referencia Si es Usado/Defective entonces BFR en SC01 con movimiento 501 y enviar EDI947, usar el RMA como referencia CSDP (ODXX) Si la orden es CSDP, entonces escalar a Problem Receipt
Observación: En caso de existir in nuevo escenario, por favor informar al experto de Logística Inversa		

Apéndice D: Project charter – carta de proyecto

Cuadro No. 34 Project charter completo detallado

Project Charter

INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO		
NOMBRE DEL PROYECTO	Diseño de un modelo logístico automatizado y estandarizado para la recepción de repuestos retornados de la compañía DHL DGF Costa Rica, que mejore la eficiencia logística inversa en el área de cómputo e impresión	
PATROCINADOR DEL PROYECTO	DHL DGF Costa Rica	
GERENTE DE PROYECTO	Cristhian Leiva	
DIRECCIÓN DE CORREO ELECTRÓNICO	cristhian.leiva@dhl.com	
UNIDAD ORGANIZATIVA	Cadena de abastecimiento	
PROCESO IMPACTADO	Recibo de repuestos de logística inversa	
FECHA DE INICIO PREVISTA	01 noviembre 2025	
FECHA DE FINALIZACIÓN PREVISTA	30 noviembre 2025	
AHORROS ESPERADOS	\$13,000	
COSTOS ESTIMADOS	\$2,538	
Project Manager asignado	Victor Benitez Cardona	
PROBLEMA, OBJETIVOS Y ENTREGABLES		
PROBLEMA O ASUNTO	Cuello de botea por falta de procesos para recibo de repuestos de logística inversa	
PROPÓSITO DEL PROYECTO	Diseñar un modelo de proceso estandarizado para recibo de repuestos de logística inversa que impacte la eficiencia operativa	
CASO DE NEGOCIO	Diseñar un proceso estandarizado que ayude a eliminar las interrupciones en el proceso recepción de repuestos para eliminar los cuellos de botella y sea fluido, permitiendo que el inventario se actualice correctamente	
OBJETIVOS / MÉTRICAS	Tasa de defecto, Lead Times, volumen y porcentaje de retornos, control de costos	
ENTREGABLES ESPERADOS	Modelo de proceso estandarizado, paquete de métricas KPI	
ALCANCE Y CRONOGRAMA		
DENTRO DEL ALCANCE	Proceso operativo en el departamento de recibos de logística inversa DHL DGF de impresión y cómputo.	
FUERA DEL ALCANCE	No aplica para otra sede, filia ni otro departamento. No considera cambios políticos, regulatorios, o variaciones en la demanda de repuestos El proyecto no garantiza la implementación	

CALENDARIO TENTATIVO	HITO CLAVE	COMENZAR	COMPLETO	
	Formar el equipo del proyecto / Revisión preliminar / Alcance	15 septiembre 2025	20 septiembre 2025	
	Finalizar el plan del proyecto / Carta / Inicio	20 septiembre 2025	30 septiembre 2025	
	Definir fase	01 octubre 2025	03 octubre 2025	
	Fase de medición	03 octubre 2025	05 octubre 2025	
	Fase de análisis	06 octubre 2025	10 octubre 2025	
	Fase de mejora	11 octubre 2025	20 octubre 2025	
	Fase de control	21 octubre 2025	30 octubre 2025	
	Informe de resumen y cierre del proyecto	31 octubre 2025	05 noviembre 2025	
RECURSOS Y COSTOS				
EQUIPO DEL PROYECTO	Dos colaboradores de recibo de DHL Project Manager			
RECURSOS DE APOYO	Programa de diseño de procesos Programa de simulación de procesos 2 computadoras Escáneres de mano Tarima de recibos			
TIPO DE COSTO	NOMBRES DE PROVEEDORES/TRABAJADORES	TASA	CANTIDAD	CANTIDAD
MANO DE OBRA	Dos operarios de recibo	\$800.00	2	\$1,600
MANO DE OBRA	Analista de procesos y TI	\$1,500.00	1	\$1,500
EQUIPO TÉCNICO	Dos computadoras	\$649.00	2	\$1,298
EQUIPO TÉCNICO	Dos escáneres de mano	\$60.00	2	\$120
EQUIPO TÉCNICO	Conexión	\$120.00	1	\$120
		COSTOS TOTALES		\$4,638
BENEFICIOS Y CLIENTES				
PROPIETARIO DEL PROCESO	Victor Benitez Cardona			
PARTES INTERESADAS CLAVE	DHL Logística inversa departamento de recibos			
CLIENTE FINAL	DHL Logística inversa departamento de recibos			
BENEFICIOS ESPERADOS	Eficiencia operativa de recibo de repuestos de logística inversa			
TIPO DE BENEFICIO	DESCRIBIR LA BASE DE LA ESTIMACIÓN			BENEFICIO EST
AHORROS DE COSTOS ESPECÍFICOS	Ahorro de almacenamiento prolongado, de soporte de IT, de faltante de material			\$13,000
INGRESOS AUMENTADOS	Menor gastos de desperdicio			
MAYOR PRODUCTIVIDAD (SUAVE)	Mayor eficiencia en el proceso			
CUMPLIMIENTO MEJORADO	Cumplimiento de objetivos			

MEJOR TOMA DE DECISIONES	Datos más realistas para toma de decisiones		
MENOS MANTENIMIENTO	Menor mantenimiento		
			\$13,000
RIESGOS Y SUPUESTOS			
RIESGOS	Resistencia al cambio, retrasos, fallos en la ejecución del proceso, fallos en el sistema ERP		
SUPUESTOS	La demanda de los clientes se mantiene parecida durante el proyecto		
Preparado por:	Victor Benitez Cardona	Fecha:	12 octubre 2025

Apéndice E: Manual de usuario

Manual de usuario del proceso operativo de recibo de repuestos de logística Inversa

Autor: Victor Benitez Cardona

Fecha: 15 de octubre 2025

Tabla de Contenido

Introducción.

Objetivo.

Alcance.

Responsables.

Herramientas necesarias.

Procedimiento paso a paso.

Indicadores de desempeño.

Glosario.

Fecha de última actualización.

Introducción

A través de presente manual, el usuario tendrá las herramientas necesarias para entender cómo se usa el proceso operativo diseñado para ejecutar el procedimiento en cada área y puedan comprender de manera clara las actividades que se deben ejecutar.

Objetivo

Indicar de manera clara y concisa cómo se utilizan las herramientas diseñadas para la ejecución de actividades de recibo de repuestos de logística inversa.

Alcance

El manual de instrucciones se limita a enseñar únicamente el uso de las herramientas diseñadas para el nuevo proceso de recibo de repuestos de cómputo e impresión de logística inversa en DHL DGF Costa Rica, no incluye otro departamento, procesos o cualquier otra sede.

Responsables

Operarios de recibo: Colaboradores encargados de ejecutar el proceso en sus actividades diarias, responsables de cumplir el procedimiento y dar visibilidad cuando exista una desviación

Líder de equipo: Persona encargada de liderar el equipo desde la perspectiva operativa, garantizando el cumplimiento de los procesos en tiempo y forma, y ayudar a los colaboradores de área.

Supervisor: Persona encargada de la parte estratégica y los cumplimientos de objetivos operacionales, debe medir el progreso de los procesos y detectar áreas de oportunidad

Experto de Logística inversa: Persona encargada de diseñar los procesos, documentarlos, y entrenar a los colaboradores.

Herramientas necesarias

Diagrama de flujo, hoja de proceso, ERP, recursos para video conferencias.

Procedimiento paso a paso

Recibir el paquete.

Realizar inspección visual mecánica cosmética.

Determinar la condición física del repuesto retornado.

Verificar las referencias de la orden de servicio del paquete retornado.

Verificar que el repuesto retornado sea un producto válido.

Si todos los pasos anteriores funcionaron bien sin inconvenientes, entonces proceder a recibir el repuesto en sistemas para reconciliar la orden de servicio abierta y dar una disposición física y sistemática.

Si no puede recibir el repuesto en sistemas, entonces no escalar al equipo de soporte.

Identificar la causa y dirigirse al procedimiento que soluciona la causa, directamente en los diagramas de flujo o a la hoja de procesos estándar.

No hay señal? – Referirse a proceso de aplicación 1

Recibo ciego

Condición física diferente a la esperada? - Referirse a proceso de aplicación 2

Recibo sistemático

Repuesto diferente al esperado en sistemas? - Referirse a proceso de aplicación 3

Recibo sistemático

Desecho y reciclaje

Paquete sin información? - Referirse a proceso de aplicación 4

Recibo sistemático

Desecho y reciclaje

Orden ya recibida? - Referirse a proceso de aplicación 5

Recibo sistemático

Desecho y reciclaje

Completar la acción para cada escenario

En caso de tener un nuevo escenario que no permita el recibo, informar al líder de equipo y supervisor para revisión y ayuda.

En caso de requerir soporte especializado para el nuevo escenario, por favor escalar el caso al experto de procesos de Logística Inversa.

Indicadores de desempeño

Control de tasa de defecto.

Control de costos.

Control de volumen.

Control de desviación de escenarios.

Tiempo de procesamiento de actividades.

Cuadro No. 35 Glosario del manual de usuario

Código	Definición	Uso
RMA	Return Material Authorization - Autorización de recibo	Referencia estándar de recibo de orden de servicio
BFR	Blind Field Receipt - Recibo ciego	Referencia estándar para hacer un recibo ciego, ajustando directamente el inventario

FG01	Locación de almacenamiento Good	Locación sistemática donde se recibe todo el material bueno, sin usar
PU01	Locación temporal de almacenamiento para consumo Bueno	Locación sistemática temporal para sobrescribir el recibo de una orden
PD01	Locación temporal de almacenamiento para consumo Defectuoso	Locación sistemática temporal para sobrescribir el recibo de una orden
SC01	Locación de almacenamiento Usado Defectuoso	Locación sistemática donde se recibe todo el material usado, defectuoso
MVT 501	Movimiento estándar para recibos ciegos	Movimiento para aumentar el inventario con un ajuste
MVT 311	Movimiento estándar para transferencias de una locación a otra	Movimiento para transferir el inventario entre locaciones
CDAX	Customer Dynamics - CRM para modelo directo	Sistema de órdenes de servicio para modelo directo
CSDP	Customer Service Delivery Partner - CRM para modelo indirecto	Sistema de órdenes de servicio para modelo directo
EDI947	Señal para aumento de cantidad en inventario	Señal para transmitir un aumento de una cantidad al inventario
EDI945L	Señal para rechazo de un recibo	Señal para transmitir un rechazo de una orden
DIF	Código estándar para un rechazo de parte diferente a la esperada	Indica que la parte física es diferente a la esperada en sistemas
005	Código estándar de razón de transferencia de material	Indica que hay una transferencia de material de una locación a otra
006	Código estándar de razón de transferencia de material DOA	Indica que hay una transferencia de material DOA a la locación de recibos usados y defectuosos

DOA	Defective On Arrival - Repuesto defectuoso desde despacho al cliente	Indica que el repuesto le llegó defectuoso al cliente desde el momento que se despachó
N/A	No Aplica	Indica que no hay codificación o un paso especial

Nota: Elaboración propia

Fecha de última actualización

17 de octubre de 2025

Apéndice F: Entrevista

Entrevista

Cuadro No. 36 Entrevista

Nombre del entrevistado	María Salas		Realizado por	Victor Benitez Cardona	
Fecha de la entrevista	1 octubre 2025	Hora de inicio de la entrevista	10am	Hora de finalización de la entrevista	10:30am
Título de la posición	Líder de equipo				

Cuántas personas laboran para el departamento de recibos?	Cinco personas: Un gerente operativo, un supervisor, un líder de equipo y dos operarios de recibo
Cuáles son los perfiles profesionales de los colaboradores del departamento?	Posgrado, bachillerato universitario y secundaria
Cuánto dura el proceso de recepción de repuestos?	Recibir el paquete en sistemas dura aproximadamente cinco minutos, sin embargo es necesario revisar físicamente cada repuesto dentro del paquete, verificar que el producto esté bueno o defectuoso, revisar las referencias en las etiquetas de retorno, revisar el sistema. En total el proceso puede durar de 15 a 20 minutos por paquete.

Cuánto dura el proceso de solución de una escalación de un problema?	Cuando se escala un caso al equipo de soporte, pueden demorar entre media hora y una hora para solucionar el problema reportado, sin embargo como están ubicados en Asia, a veces hay que esperar hasta el día siguiente para recibir la solución.
Cuáles son los escenarios más frecuentes?	Generalmente los casos que más se repiten son los que el sistema no muestra señal, se intenta recibir el producto en el sistema pero no aparecen las señales de retorno, se reflejan como orden cancelada, orden cerrada y orden no reflejada, pero también hay escenarios donde el repuesto no coincide o no es lo que se esperaba.
Por qué están teniendo cuello de botella?	Porque cuando el sistema falla no nos permite recibir el repuesto, además el proceso indica que debemos reportar las fallas al equipo de soporte para que nos ayuden a resolver el incidente, no tenemos indicaciones para realizar un recibo.
Desde su perspectiva, que propondría para solucionar el problema	Haciendo que el sistema no falle, que se resuelvan las señales, y que se nos enseñe a resolver los casos, para poder resolverlos en tiempo real y no tener

	que esperar muchas horas para poder tener la solución
Que pasa cada vez que tienen acumulación de paquetes?	La operación se interrumpe, no se pueden recibir los paquetes hasta tener solución, nos toca acumularlos en varias tarimas hasta que tengamos una solución. No podemos pasar los repuestos al siguiente área y a veces se quedan sin inventario para suplir una nueva orden

Nota: Elaboración propia

ANEXOS

Anexo 1: Tabla de costos mensuales de recursos

Tabla de costos mensuales de recursos

Cuadro No. 37 Tabla de recursos de operación

Costos de recursos (Mensual)			
Recurso humano	Cantidad	Costo unitario	Costo Total
Analista de Procesos	1	\$ 1,500	\$ 1,500
Analista de TI	1	\$ 2,000	\$ 2,000
Agentes de recibo	2	\$ 800	\$ 1,600
Líder de equipo	1	\$ 1,200	\$ 1,200
Supervisor	1	\$ 1,600	\$ 1,600
Gerente de operaciones	1	\$ 3,000	\$ 3,000
Total recurso humano	7	\$ 10,100	\$ 10,900
Suministros fijos			
Internet de alta velocidad	1	\$ 120	\$ 120
Papel adhesivo para etiquetas	1	\$ 30	\$ 30
Mantenimiento	1	\$ 50	\$ 50
Tinta para impresoras	1	\$ 20	\$ 20
Total costo suministros fijos	4	\$ 220	\$ 220
Software			
Licencias de MS Office	1	\$ 60	\$ 60
Licencia Conexión ERP	1	\$ 80	\$ 80
Licencias programas video conferencias	1	\$ 50	\$ 50
Total costo Software fijos	3	\$ 190	\$ 190
Hardware			
Computadoras	2	\$ 650	\$ 1,300
Diadema para conferencias	2	\$ 40	\$ 80
Impresoras de etiquetas	2	\$ 180	\$ 360
Escáner de mano	2	\$ 60	\$ 120
Total Hardware	8	\$ 930	\$ 1,860
Equipo e infraestructura			
Banda Antiestática	1	\$ 40	\$ 40
Carretillas para mover paquetes	2	\$ 250	\$ 500
Banda Transportadora	1	\$ 1,645	\$ 1,645
Mesa de trabajo	3	\$ 400	\$ 1,200
Equipo de seguridad 5	5	\$ 80	\$ 400
Rack de inventario remanente	1	\$ 140	\$ 140
Total Equipo e infraestructura	13	\$ 2,555	\$ 3,925

Fuente: DHL área de recibos

Anexo 2: Histórico de volumen acumulado y escenarios de causa raíz

Cuadro No. 38 Escenarios de problema

Causa Raíz	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Total
Señal disponible pero no visible	65	23	67	278	28	461
Orden cancelada			1			1
Repuesto diferente	1		3	6		10
Caso Duplicado		17	6	5		28
Orden con cierre virtual	7	8	106	63	10	194
Información faltante	2	1	1	8	95	107
No hay señal		3	31	7		41
No Consumo del cliente	34	1	28	20	7	90
Orden ya recibida			9	1		10
Orden expirada		17	249	244	3	513
Condición diferente a la esperada	9	3	3	35	4	54
Orden cerrada consumo SC99	1			12	3	16
Total errores	119	73	504	679	150	1525

Fuente: ERP de recibos

Cuadro No. 39 Acumulado de paquetes de cuello de botella

Causa	Volumen	Acumulado
Orden expirada	513	33.64%
Señal disponible pero no visible	461	63.87%
Orden con cierre virtual	194	76.59%
Información faltante	107	83.61%
No Consumo del cliente	90	89.51%
Condición diferente a la esperada	54	93.05%
No hay señal	41	95.74%
Caso Duplicado	28	97.57%
Orden cerrada consumo SC99	16	98.62%
Repuesto diferente	10	99.28%
Orden ya recibida	10	99.93%
Orden cancelada	1	100.00%
Total	1525	100%

Fuente: ERP de recibos

Anexo 3: Histórico de costos y condición física de los repuestos

Cuadro No. 40 Histórico de costos y condición de repuestos

Mes	Condición física Usada/Sin Usar	Destino	Volumen	Costo en dólares
Mayo	Buena/Sin usar		13	\$ 1,570.69
	Usada	Reciclable	84	\$ 330.45
		Reparable	22	\$ 1,058.76
	Usada Total		106	\$ 1,389.21
Mayo Total			119	\$ 2,959.90
Junio	Buena/Sin usar		5	\$ 945.91
	Usada	Reciclable	43	\$ 324.90
		Reparable	25	\$ 2,540.95
	Usada Total		68	\$ 2,865.85
Junio Total			73	\$ 3,811.76
Julio	Usada	Reciclable	138	\$ 5,112.75
		Reparable	366	\$ 20,521.54
	Usada Total		504	\$ 25,634.29
Julio Total			504	\$ 25,634.29
Agosto	Buena/Sin usar		130	\$ 13,000.63
	Usada	Reciclable	71	\$ 5,602.73
		Reparable	478	\$ 19,845.10
	Usada Total		549	\$ 25,447.83
Agosto Total			679	\$ 38,448.46
Septiembre	Buena/Sin usar		46	\$ 3,208.04
	Usada	Reciclable	10	\$ 603.59
		Reparable	94	\$ 2,705.97
	Usada Total		104	\$ 3,309.56
Septiembre Total			150	\$ 6,517.60
Grand Total			1525	\$ 77,372.01

Fuente: ERP de recibos

Anexo 4: Códigos estandarizados

Códigos sistemáticos estandarizados

Cuadro No. 41 Códigos sistemáticos estandarizados

Código	Definición	Uso
FG01	Locación de almacenamiento Good	Locación sistemática donde se recibe todo el material bueno, sin usar
PU01	Locación temporal de almacenamiento para consumo Bueno	Locación sistemática temporal para sobrescribir el recibo de una orden
PD01	Locación temporal de almacenamiento para consumo Defectuoso	Locación sistemática temporal para sobrescribir el recibo de una orden
SC01	Locación de almacenamiento Usado Defectuoso	Locación sistemática donde se recibe todo el material usado, defectuoso
MVT 501	Movimiento estándar para recibos ciegos	Movimiento para aumentar el inventario con un ajuste
MVT 311	Movimiento estándar para transferencias de una locación a otra	Movimiento para transferir el inventario entre locaciones
EDI947	Señal para aumento de cantidad en inventario	Señal para transmitir un aumento de una cantidad al inventario
EDI945L	Señal para rechazo de un recibo	Señal para transmitir un rechazo de una orden
DIF	Código estándar para un rechazo de parte diferente a la esperada	Indica que la parte física es diferente a la esperada en sistemas
005	Código estándar de razón de transferencia de material	Indica que hay una transferencia de material de una locación a otra
006	Código estándar de razón de transferencia de material DOA	Indica que hay una transferencia de material DOA a la locación de recibos usados y defectuosos
N/A	No Aplica	Indica que no hay codificación o un paso especial
MO-XX	Material Order	Número de referencia por medio del cual se coloca una orden de servicio al cliente del modelo directo

OD-XX	Case ID	Número de referencia por medio del cual se coloca una orden de servicio al cliente del modelo indirecto para empresas externas
--------------	---------	--

Fuente: ERP de recibos

Anexo 5: Flujo de efectivo de ingresos y costos del proyecto

Flujo de efectivo de ingresos y costos del proyecto

Cuadro No. 42 Estructura de ingresos

Mes	Ingreso por servicio de reparación	Ingreso por recuperación de capital de trabajo	TOTAL INGRESOS MENSUALES
1	\$ 21,600	\$ 784	\$ 22,384
2	\$ 28,000	\$ 784	\$ 28,784
3	\$ 25,520	\$ 784	\$ 26,304
4	\$ 19,400	\$ 784	\$ 20,184
5	\$ 18,920	\$ 784	\$ 19,704
6	\$ 19,920	\$ 784	\$ 20,704
7	\$ 22,227	\$ 784	\$ 23,011
8	\$ 21,240	\$ 784	\$ 22,024
9	\$ 18,800	\$ 784	\$ 19,584
10	\$ 19,520	\$ 784	\$ 20,304
11	\$ 21,720	\$ 784	\$ 22,504
12	\$ 20,440	\$ 784	\$ 21,224

Fuente: ERP de recibos

Cuadro No. 43 Estructura de costos

			COSTOS VARIABLES				COSTOS FIJOS		TOTAL COSTOS DEL PROYECTO
Mes	Costo de reparar yield 70%	Costo de capital de trabajo	Costo de logística inversa	Costo de almacén	Costo de manejo de paquete	Transaction fee	Total Costos Variables	Salarios, suministros y licencias	TOTAL COSTOS MENSUALES (Fijos +variables)
1	\$ 1,512	\$ 87	\$ 1,080	\$ 551	\$ 216	\$ 108	\$ 3,554	\$ 11,310	\$ 14,864
2	\$ 1,960	\$ 87	\$ 1,400	\$ 714	\$ 280	\$ 140	\$ 4,581	\$ 11,310	\$ 15,891
3	\$ 1,786	\$ 87	\$ 1,276	\$ 651	\$ 255	\$ 128	\$ 4,183	\$ 11,310	\$ 15,493
4	\$ 1,358	\$ 87	\$ 970	\$ 495	\$ 194	\$ 97	\$ 3,201	\$ 11,310	\$ 14,511
5	\$ 1,324	\$ 87	\$ 946	\$ 482	\$ 189	\$ 95	\$ 3,124	\$ 11,310	\$ 14,434
6	\$ 1,394	\$ 87	\$ 996	\$ 508	\$ 199	\$ 100	\$ 3,284	\$ 11,310	\$ 14,594
7	\$ 1,556	\$ 87	\$ 1,111	\$ 567	\$ 222	\$ 111	\$ 3,654	\$ 11,310	\$ 14,964
8	\$ 1,487	\$ 87	\$ 1,062	\$ 542	\$ 212	\$ 106	\$ 3,496	\$ 11,310	\$ 14,806
9	\$ 1,316	\$ 87	\$ 940	\$ 479	\$ 188	\$ 94	\$ 3,105	\$ 11,310	\$ 14,415
10	\$ 1,366	\$ 87	\$ 976	\$ 498	\$ 195	\$ 98	\$ 3,220	\$ 11,310	\$ 14,530
11	\$ 1,520	\$ 87	\$ 1,086	\$ 554	\$ 217	\$ 109	\$ 3,573	\$ 11,310	\$ 14,883
12	\$ 1,431	\$ 87	\$ 1,022	\$ 521	\$ 204	\$ 102	\$ 3,368	\$ 11,310	\$ 14,678

Fuente: ERP de recibos

CURRICULUM

Hoja de vida: Lic. Victor Alfonso Benitez Cardona

a. Datos biográficos

Administrador de negocios, con experiencia en cadena de abastecimiento y logística, liderazgo de equipos de trabajo, analista de procesos, participación de implementación de proyectos logísticos. toma de decisiones gerenciales

b. Educación

- Maestría en cadena de abastecimiento (En curso), 2025.
- Licenciado en Administración de negocios, Universidad Latina, 2010
- Bachiller en Administración de negocios, Universidad Latina, 2009
- Bachiller en educación media, CNMA, 2002.

c. Experiencia profesional actual

- 2022 - Presente HP Inc: Experto operativo en gestión logística
- 2013-2022 HP Inc: Líder de logística inversa
- 2011-2013 Hewlett Packard: Supervisor cadena de abastecimiento
- 2010-2011 Hewlett Packard: Analista estratégico de negocio
- 2009-2010 M&B Servicios Publicitarios: Compras y proveeduría
- 2007-2009 Maxatho Impresión Digital: Mercadeo y ventas

d. Distinciones

- Implementación AME SAP S4 Hanna UAT/GT HP Inc, (2022).