

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

BACHILLERATO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE ADMINISTRACION DE INVENTARIO PARA
PIEZAS DE REPUESTOS DE LAS UNIDADES DE TRANSPORTE EN LA FLOTILLA
DE LA EMPRESA COOPETRANSATENAS, R.L., DURANTE EL PERIODO
SETIEMBRE 2016 – FEBRERO 2017

PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR EL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLERATO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

ELÍAS ALONSO ARIAS LEÓN

TUTOR: ING. MARLON SÁNCHEZ ESQUIERDO

HEREDIA, MAYO, 2017

DECLARACION JURADA

Yo Elias Alonso Arias León, mayor de edad, portador de la cedula de identidad número 2 0680 0475 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercebido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Bachillerato en Ingeniería Industrial juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado *"Mejoramiento del proceso de administración de inventario para piezas de repuestos de las unidades de transporte en la flotilla de la empresa Coopetransatenas, R.L., durante el periodo setiembre 2016 – febrero 2017"* es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público, en fe de lo anterior, firmo en la ciudad de Heredia, a los veintiocho días del mes de Mayo del año dos mil diecisiete.



Firma del estudiante

206800475

Cédula

San Jose, 21 de marzo del 2017

Señores,
Carrera Ingenieria Industrial,
Universidad Hispanoamericana.

Estimados señores:

El estudiante Elias Alonso Arias Leon, cedula 206800475, me ha presentado para efectos de revision y aprobacion, el trabajo de investigacion denominado "Mejoramiento del proceso de administracion de inventario para piezas de repuestos de las unidades de transporte en la flotilla de la empresa Coopetransatenas R.L. durante el periodo Setiembre 2016 - Febrero 2017", el cual ha elaborado por optar por el grado academico de Bachillerato en Ingenieria Industrial.

En mi calidad de tutor he verificado que se han incluido las observaciones y he hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoria y he evaluado los aspectos relativos a la elaboracion del problema, objetivos, justificacion, antecedentes, marco teorico, marco metodologico, tabulacion, analisis de datos, conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a)	ORIGINALIDAD DEL TEMA	10%	5
b)	CUMPLIMIENTO DE LOS AVANCES	20%	20
c)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	25
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	20
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	20
TOTAL			90

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado de la tesis al proceso de lectura.

Atentamente,

Nombre:

Orlando Sanchez Guevara

Cedula:

7089460

Carné Profesional:

11-5802

Heredia, 26 de Mayo del 2017

Señores

Registro

Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

El estudiante Elías Alonso Arias León, cédula de identidad 2-0680-0475 , me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado: MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE ADMINISTRACION DE INVENTARIO PARA PIEZAS DE REPUESTOS DE LAS UNIDADES DE TRANSPORTE EN LA FLOTILLA DE LA EMPRESA COOPETRANSATENAS R.L. DURANTE EL PERIODO SETIEMBRE 2016 – FEBRERO 2017, el cual ha elaborado para optar por el grado de Bachillerato en Ingeniería Industrial.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente, lo relativo a la coherencia entre el marco teórico y el análisis de datos; la consistencia de los datos recopilados y la coherencia entre estos y las conclusiones; asimismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte del proyecto de graduación. He verificado que se han hecho las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública posterior a la revisión del Filólogo establecida.

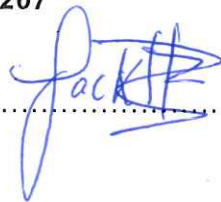
Atentamente,

Jacqueline Brenes Granados

Cédula 701380274

IPI-27267

Firma.....



CARTA DE REVISIÓN DEL FILÓLOGO

San José, 30 de mayo del 2017.

**SEÑORES
UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA**

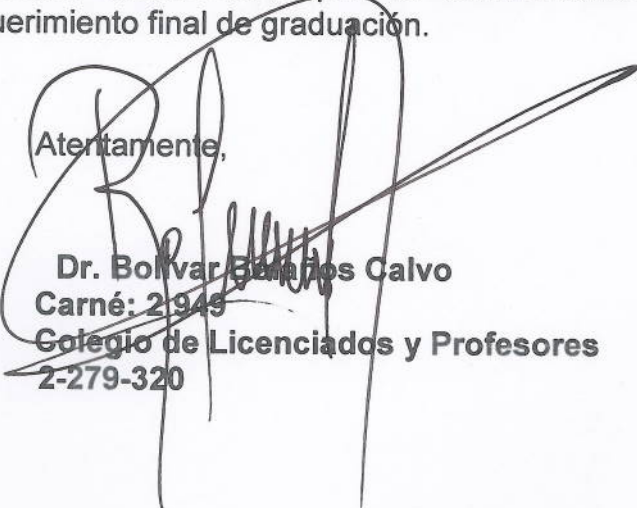
Estimados señores:

Hago constar que he revisado el trabajo de **PROYECTO DE GRADUACIÓN (TESINA)** del estudiante **ELÍAS ALONSO ARIAS LEÓN**, denominado **MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIO PARA PIEZAS DE REPUESTOS DE LAS UNIDADES DE TRANSPORTE EN LA FLOTILLA DE LA EMPRESA COOPETRANSATENAS, R.L., DURANTE EL PERIODO SETIEMBRE 2016-FEBRERO 2017**, para optar por el grado académico de **BACHILLERATO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**.

He revisado errores gramaticales, de puntuación, ortográficos y de estilo que se manifiestan en el documento escrito, y verificado que estos fueron corregidos por el autor.

Con base en lo anterior, se considera que dicho trabajo cumple con los requisitos establecidos por la **UNIVERSIDAD** para ser presentado como requerimiento final de graduación.

Aterramente,


Dr. Bolívar Efraim Calvo
Carné: 2949
Colegio de Licenciados y Profesores
2-279-320

Índice General

CAPÍTULO I	1
1.1 Introducción	2
1.2 Descripción breve de la organización	4
1.2.1. Organización de la empresa	8
1.3 Definición del problema	10
1.4 Justificación del proyecto	10
1.5 Objetivos del proyecto	11
1.5.1 Objetivo general	11
1.5.2 Objetivos específicos.....	11
1.6 Alcances y limitaciones	12
1.6.1 Alcances.....	12
1.6.2 Limitaciones	12
CAPÍTULO II	13
2.1 Marco técnico conceptual.....	14
2.1.1 La cadena de suministros	14
2.1.2 Administración de inventarios.....	16
2.1.3 Calidad	21
2.1.4 Clasificación ABC	23
2.1.5 Estadística Descriptiva	23
2.1.6 Estadística inferencial	25
2.1.7 Punto de reorden e inventario de seguridad.....	27
2.1.8 La capacidad operativa	29
2.1.9 El control de la información en los inventarios	31

2.2 Marco atinente a la gestión del proyecto	33
2.2.1 Definir	33
2.2.1.1 Diagrama de flujo	34
2.2.1.2 Diagrama de Ishikawa	36
2.2.1.3 Las 6'M de la calidad.....	36
2.2.2 Medir	37
2.2.2.1 Grupo focal.....	38
2.2.2.2 Diagrama de Pareto	38
2.2.3 Analizar	39
2.2.3.1 Entrevista	40
2.2.4 Mejorar	41
2.2.4.1 Lluvia de ideas	41
2.2.4.2 Análisis Costo-Beneficio.....	42
2.2.4.3 Estudio de tiempos.....	42
2.2.4.4 Análisis del modo de fallas en el diseño y los efectos.....	44
2.2.5 Controlar	45
2.2.5.1 Diagrama GANTT.....	46
2.3 Marco conceptual referente al impacto del proyecto	46
2.4 Antecedentes de proyectos o experiencias similares.....	47
CAPÍTULO III	48
3.1 Metodología para la definición del problema	49
3.1.1 Carácter	49
3.1.2 Naturaleza.....	49
3.1.3 Sujetos y fuentes de información	50
3.1.4 Técnicas o instrumentos para recolectar información	52
3.1.5 Metodología utilizada	53
3.2 Metodología para la medición y respaldo cualitativo del proyecto.....	55

3.2.1 Grupo focal.....	55
3.3 Metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo proceso, producto o servicio.....	55
3.3.1 Lluvia de ideas.....	56
3.3.2 Criterio Experto.....	56
3.4 Metodología para la implementación del proyecto	57
3.4.1 PMBOK	57
3.5 Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados.....	58
CAPÍTULO IV.....	59
4.1 Línea base y análisis de causas	60
4.1.1 Sistema de administración de inventarios actual.....	61
4.1.2 Identificación de las causas	65
4.1.3 Clasificación de las causas según su nivel de importancia	73
4.1.4 Cuantificación del costo económico	83
CAPÍTULO V.....	90
5.1 Diseño	91
5.1.1 Propuesta.....	92
5.2 Evaluación costo-beneficio de la propuesta	118
5.3 Estructurar un plan de implementación para la propuesta	122
5.4 Plan de recomendaciones para las causas menos significativas	131
CAPÍTULO VI.....	134
6.1 Conclusiones de diagnóstico.....	135

6.2 Conclusiones de diseño	136
6.3 Recomendaciones.....	137
Bibliografía	138
Anexos	140

Índice de Tablas

TABLA 1 METODOLOGÍA UTILIZADA.....	53
TABLA 2. FRECUENCIAS Y PESOS DE RETRASOS	74
TABLA 3. ASIGNACIÓN DE PESO SEGÚN TIEMPO DE RETRASO.....	75
TABLA 4 MATRIZ DE PESOS DE ACUERDO AL ENCARGADO DE COMPRAS E INVENTARIOS	76
TABLA 5. MATRIZ DE PESOS DE ACUERDO AL GERENTE DE OPERACIONES	77
TABLA 6 TABLA DE PONDERACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LAS CAUSAS.....	78
TABLA 7 CASOS DE BUSES SIN OPERACIÓN	85
TABLA 8 TARIFAS DE LA RUTA SAN JOSÉ-ALAJUELA-ATENAS.....	86
TABLA 9 INGRESO MONETARIO DIARIO POR BUS	87
TABLA 10 COSTO OPERATIVO	87
TABLA 11 INGRESO BRUTO, COSTO OPERATIVO E INGRESO NETO	88
TABLA 12 IMPACTO ECONÓMICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL PARA II SEMESTRE DEL 2016	88
TABLA 13 METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA	92
TABLA 14 MATRIZ MULTICRITERIO POR TIPO DE SOFTWARE.....	94
TABLA 15 SELECCIÓN DE SOFTWARE	94
TABLA 16 CÁLCULO DE TIEMPO AHORRADO.....	100
TABLA 17 ANÁLISIS FMEA	106
TABLA 18 CONSUMO DE PRODUCTOS CRÍTICOS POR AUTOBÚS EN UN SEMESTRE.....	109
TABLA 19 CANTIDAD DE BUSES POR MARCA	109
TABLA 20 PROPUESTA DE R Y Q PARA PRODUCTOS CRÍTICOS.....	111
TABLA 21 ESCALA DE PRECIOS	113
TABLA 22 ESCALA DE HARDWARE ADICIONAL	113
TABLA 23 ESCALA DE INSTALACIÓN	113
TABLA 24 ESCALA DE CAPACITACIÓN.....	114
TABLA 25 ESCALA DE GARANTÍA.....	114
TABLA 26 ESCALA DE MANTENIMIENTO	114
TABLA 27 ESCALA DE UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	115
TABLA 28 ESCALA DE ESTRUCTURA.....	115
TABLA 29 ESCALA DE FORMULARIOS	115
TABLA 30 ESCALA DE PERFILES	115

TABLA 31 ESCALA DE CÓDIGO DE BARRAS	116
TABLA 32 ESCALA DE CLASIFICACIÓN ABC	116
TABLA 33 ESCALA DE PUNTO DE REORDEN Y CANTIDAD DE PEDIDO	116
TABLA 34 ESCALA DE CÓDIGO FUENTE	116
TABLA 35 TABLA DE ALTERNATIVAS	117
TABLA 36 TABLA DE SELECCIÓN.....	118
TABLA 37 TABLA COSTO DE MANO DE OBRA	119
TABLA 38 COSTO DE COMPRA DE R PARA PRODUCTOS CRÍTICOS	119
TABLA 39 COSTO DE LA PROPUESTA	120
TABLA 40 TABLA DETALLADA DEL PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.....	125
TABLA 41 CUADRO DE CONTROL MENSUAL DE LA PROPUESTA	128
TABLA 42 LISTA DE VERIFICACIÓN DEL SOFTWARE	130

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 ANÁLISIS FODA DE COOPETRANSATENAS, R.L.....	7
FIGURA 2 ORGANIGRAMA DE COOPETRANSATENAS, R.L.....	9
FIGURA 3 FLUJO DE BIENES E INFORMACIÓN EN UNA CADENA DE SUMINISTROS	15
FIGURA 4 RELACIÓN DE LOS COSTOS DEL INVENTARIO	20
FIGURA 5 DISTRIBUCIÓN NORMAL	26
FIGURA 6 DISTRIBUCIÓN NORMAL ESTÁNDAR	27
FIGURA 7 PROBABILIDAD ACUMULADA DE Z.....	27
FIGURA 8 MODELO DE PUNTO DE REORDEN	29
FIGURA 9 DIAGRAMA DE FLUJO	34
FIGURA 10 EJEMPLO DE DIAGRAMA DE FLUJO.....	36
FIGURA 11 MAPEO VISUAL DE $Y=f(X)$	40
FIGURA 12 SUPLEMENTOS PARA ESTUDIO DE TIEMPOS	44
FIGURA 13 EJEMPLO DE FMEA	45
FIGURA 14 DIAGRAMA GANTT DEL PROYECTO	54
FIGURA 15 REGISTRO DE UNA FACTURA EN LA HOJA DE INGRESO.....	62
FIGURA 16 REGISTRO DE LOS PRODUCTOS DE UNA FACTURA EN LA HOJA DE EXISTENCIAS	62
FIGURA 17 ESTRUCTURA DE LAS HOJAS DE INGRESO Y EXISTENCIAS	63
FIGURA 18 FLUJO DE COMPRAS ACTUAL	64
FIGURA 19 DIAGRAMA DE ISHIKAWA DE LAS CAUSAS DEL PROBLEMA	66
FIGURA 20 PRODUCTO SIN ESTANTERÍA.....	68
FIGURA 21 PRODUCTO CON ETIQUETADO DEFICIENTE	69
FIGURA 22 BODEGA. ESTANTERÍA DERECHA.	71
FIGURA 23 BODEGA. ESTANTERÍA CENTRAL.....	71
FIGURA 24 BODEGA. ESTANTERÍA CENTRAL DE FONDO Y ESTANTERÍA IZQUIERDA.	72
FIGURA 25 PIEZAS EN PASILLOS.....	72
FIGURA 26 DERRAMES EN LOS PASILLOS	73
FIGURA 27 DIAGRAMA PARETO DE PRIORIZACIÓN DE CAUSAS.....	79
FIGURA 28 BOLETA DE REQUISICIÓN.....	80
FIGURA 29 SECCIÓN DE INGRESO DE LA ACTUAL HERRAMIENTA DE CONTROL.....	81
FIGURA 30 SECCIÓN DE EXISTENCIAS DE LA ACTUAL HERRAMIENTA DE CONTROL	82

FIGURA 31 ESTRUCTURA PROPUESTA PARA LOS REGISTROS DE INVENTARIO	95
FIGURA 32 CAMPO DE CATEGORÍA GENERAL INCLUIDO EN LA ESTRUCTURA PROPUESTA	96
FIGURA 33 ESTRUCTURA PROPUESTA PARA LOS REGISTROS DE BOLETAS DE SALIDA.....	97
FIGURA 34 RELACIÓN ENTRE REGISTROS DE INVENTARIO Y DE BOLETAS.....	98
FIGURA 35 COMPARATIVA DE DIAGRAMAS DE FLUJO DE DATOS	99
FIGURA 36 NUEVO FLUJO DE COMPRAS	104
FIGURA 37 PARETO ANTES Y DESPUÉS DE LA PROPUESTA DE MEJORA.....	112
FIGURA 38 ACTA DE CONSTITUCIÓN DE LA PROPUESTA	122
FIGURA 39 CRONOGRAMA DEL PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA	124

Acrónimos y Siglas

CPC: Críticos Para la Calidad.

DMAIC: Define, Measure, Analyze, Improve, Control.

FODA: Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas.

MOPT: Ministerio de Obras Públicas y Transporte.

SKU: Stock Keeping Unit.

PMBOK: Project Management Body Of Knowledge

Resumen Ejecutivo

El presente proyecto se enmarca en el tema de la gestión de inventarios de Coopetransatenas, R.L., y como afecta el suministro de piezas de repuesto al área mecánica. Se formuló el problema y se definieron los objetivos de diagnóstico y diseño de una propuesta de mejora, lo que brindó un perfil o guía de la estructura y actividades requeridas para el desarrollo del proyecto. También, se realizó una compilación referente al cuerpo teórico y metodológico que provee una plataforma sobre el que se basa el análisis de datos y la propuesta de mejora.

El diagnóstico se fundamentó en actividades de grupo focal con la participación de los expertos del proceso, por su profundo conocimiento de la organización y del giro del negocio, así como en la observación y utilización de diagramas de flujo e Ishikawa. Se encontraron limitantes de históricos e información como parte de las oportunidades de mejora de la gestión actual. La mayoría de las causas que se identificaron pertenecen a la categoría de métodos. De la misma manera, esas causas tienen mayor impacto en el problema, lo cual se demostró por medio de un gráfico de Pareto. El flujo de datos y la ausencia de señales de niveles de existencias están entre las causas raíz.

En el diseño de la propuesta se utilizó la técnica de lluvia de ideas donde participaron el encargado del proyecto y los expertos del proceso para encontrar soluciones a las causas principales del problema. Dentro de la gestión de inventarios se propone eliminar la duplicidad de registros, digitalizar las boletas de salida, creación de SKUs y diseño de un mecanismo de mínimos y máximos para evitar los faltantes o acumulación de materiales. Se realiza una prueba práctica del método de mínimos y máximos para validar los puntos de reorden y cantidades a pedir de los productos críticos. Finalmente se selecciona el software específico con base en matrices multicriterio.

Se calcularon los costos de las actividades de todos los grupos de proceso incluidos en el plan de implementación que se elaboró, tanto de mano de obra como de adquisiciones, y se comparó con los beneficios esperados. La razón beneficio – costo fue mayor que uno y las utilidades netas anuales son de ₡15 741 485,24, por lo que la propuesta es viable y permitirá la mejora del servicio al cliente

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Introducción

El sector cooperativo de Costa Rica agrupa a 594 cooperativas y 887 335 cooperativistas, lo cual representa el 21% de la población nacional. Además, el sector genera 21 632 empleos directos y su inversión social asciende a 10 113 millones de colones anuales. Las cooperativas están presentes en diversos sectores de la economía nacional como de producción de café, producción eléctrica y transporte público, entre otros. Existen 34 cooperativas de transporte y las mismas brindan servicio público a 33 357 850 usuarios anualmente. Muchas de esas cooperativas de transporte ofrecen servicio a comunidades rurales (Instituto Nacional de Fomento Cooperativo [Infocoop], 2012).

Atenas es el cantón número cinco de la provincia de Alajuela y está formado por ocho distritos administrativos: Atenas, Jesús, Mercedes, San Isidro, Concepción, San José y Santa Eulalia (Ministerio de Planificación [Mideplan], 2009). Atenas posee una población de aproximadamente 25 460 habitantes (Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC], 2012) y su índice de desarrollo humano (IDH) es de 0,856, que lo ubica en la quinta posición a nivel nacional. (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo–Costa Rica [PNUD-Costa Rica] y Universidad de Costa Rica [UCR], 2016).

Coopetransatenas, R.L., es una de las cooperativas más importantes en Atenas. La función de esta institución es imprescindible para el desarrollo del cantón. Coopetransatenas, R.L., es una organización de tamaño significativo que busca ser productiva y eficiente, para poder brindar el servicio de transporte en las rutas que administra e incrementar los dividendos para sus asociados. El departamento de operaciones de Coopetransatenas, R.L., está conformado por diversas áreas como la de planeación, mecánica, operativa y de inventarios. El área de inventarios debe dar soporte al área mecánica para que el plan de mantenimiento correctivo y preventivo se ejecute eficientemente. Coopetransatenas, R.L., posee un plantel donde se ubica todo el departamento de operaciones. En este plantel se incluye una bodega donde se almacenan la mayoría de existencias, así como documentos y el equipo de cómputo utilizado en la administración del inventario.

Este proyecto pretende mejorar el proceso de la administración de inventario de piezas. Se utiliza la metodología DMAIC para realizar este proyecto. El proyecto consta de cinco capítulos. El primer capítulo abarca una descripción breve de la organización y la definición del problema de la entrega a destiempo de piezas de repuesto al área mecánica. También, se justifica el proyecto por medio de la reseña del reglamento de transporte público y de los beneficios directos del proyecto. Finalmente, se describen los objetivos generales y específicos que se trabajarán, así como los alcances y limitaciones del proyecto.

El segundo capítulo incluye definiciones de conceptos de la carrera de Ingeniería Industrial que atañen a la naturaleza de este proyecto. Además, se definen las fases de la metodología DMAIC y otros aspectos de la administración de proyectos. El tercer capítulo incluye conceptos referentes a la metodología para la realización del proyecto. Algunos aspectos que trata el tercer capítulo son sujetos y fuentes de información, además de herramientas de recolección de datos.

El cuarto capítulo corresponde al diagnóstico de la situación actual. En este capítulo se trabajan los objetivos de diagnóstico definidos en el primer capítulo. Se utilizan herramientas de recolección de datos y de Ingeniería industrial para obtener y analizar datos de los procesos. En primera instancia se identifican todas las causas del problema definido en el primer capítulo. Después, son identificadas las causas principales y, finalmente, se realiza un análisis del costo que representa la situación actual para la organización.

En el quinto capítulo se elabora una propuesta de solución para las causas principales. Se realiza un reporte de viabilidad, en donde se analiza el costo-beneficio de la propuesta. También, se desarrolla un plan de implementación para cada una de esas propuestas. Finalmente, se enlistan un conjunto de recomendaciones para las causas secundarias.

1.2 Descripción breve de la organización

Coopetransatenas, R.L., es una de las instituciones más importantes y de mayor prestigio en el cantón de Atenas. Su nombre oficial es Cooperativa de Transporte de Usuarios de Atenas Responsabilidad Limitada. Fue la quinta cooperativa del cantón y por su naturaleza es una cooperativa comunitaria. Su función es de vital importancia social y económica al ser la única empresa que da servicio de transporte público desde varias comunidades hacia Atenas, así como desde el casco central de Atenas hacia Alajuela, San José y Palmares. Coopetransatenas, R.L., es una institución que cuenta con un amplio respaldo en la comunidad ateniense. La cooperativa ofrece su servicio en unidades modernas y seguras. (Coopetransatenas, R.L., Historia de Coopetransatenas, R.L.).

De acuerdo con el periodista Gilberto Luna Montero (2015) el servicio de transporte público de personas se inició en 1940 con una empresa privada llamada Autotransporte Atenas, S.A. Dicha empresa funcionó hasta 1984 cuando los dueños presentaron la renuncia, alegando pérdidas económicas. Unos empresarios de fuera del cantón tomaron posesión de las rutas, pero su servicio era de baja calidad y caro. Para ese entonces se forma una comisión de ciudadanos, para darle solución al problema de transporte mediante la solicitud de mejoras y reducción de precios, pero no se tiene éxito. Otros empresarios tomaron la ruta, pero su servicio no fue mejor ni más barato.

En vistas del estado del transporte en Atenas se dieron protestas y huelgas en el cantón y, por ello, intervino el MOPT. El ministerio dio varias alternativas de solución a la comisión, pero está, finalmente, elige formar una cooperativa de transporte. Por medio de la ayuda de instituciones como Infocoop se obtuvieron las cuatro unidades de transporte necesarias para dar el servicio; sin embargo, no se conformó la cooperativa. Una cooperativa de ahorro del cantón prestó la personería jurídica para la obtención de las unidades de transporte. Dadas las desavenencias en temas administrativos con la cooperativa de ahorro la municipalidad se hace cargo del servicio. Finalmente se logra reunir el número mínimo de asociados requeridos por Infocoop para formar la cooperativa y se funda Coopetransatenas, R.L., en 1985 (Luna, El nacimiento de Coopetransatenas, R.L., en 1985, 2015).

Misión de Coopetransatenas, R.L.

“Brindar un servicio de transporte excelente a nuestros usuarios y asociados, con puntualidad, prontitud, mística y cordialidad, procurando la satisfacción plena de estos, y, a la vez, obteniendo altos índices de seguridad y estabilidad financiera que asegure la permanencia de la Cooperativa.” (Coopetransatenas, R.L., Nosotros).

Visión de Coopetransatenas, R.L.

“Es estar siempre dentro de las empresas de transporte remunerado de personas de mayor prestigio del país, obteniendo la complacencia por parte de los usuarios y asociados por el servicio recibido y ser reconocidos por la excelente flotilla de autobuses y por contar con el personal más calificado disponible en el mercado, dispuesto a brindar el mejor servicio posible, con sólidos valores éticos y morales, que incentiven la participación activa de sus asociados.” (Coopetransatenas, R.L., Nosotros).

La cooperativa de transporte Coopetransatenas, R.L. es la única organización que cubre las rutas San José-Atenas y viceversa, Atenas-Alajuela y viceversa, Atenas-Palmare y viceversa, Atenas-Barrio Jesús y viceversa, Atenas-Barrio San José y viceversa, y Atenas-San Isidro y viceversa. Atenas se ubica a 42 kilómetros del cantón central de San José y a 27 kilómetros del cantón central de Alajuela. Las rutas de transporte San José-Atenas y Atenas-Alajuela son de vital importancia, ya que la mayoría de fuentes de empleo y centros universitarios para los habitantes del cantón se ubican en esos lugares. Atenas es considerada una ciudad dormitorio, tal situación se manifiesta en el incremento significativo de usuarios de buses en la mañana y en la tarde (Ministerio de Planificación [Mideplan], 2009)

El taller es el lugar donde se ubican los autobuses cuando no están en servicio o cuando van a ser parte de un mantenimiento preventivo o correctivo. Además, es el lugar donde se ubica la oficina del gerente de operaciones así como la bodega de inventario. El cuerpo de choferes y el equipo de mecánicos trabajan en el taller. La bodega de inventario es administrada por el Encargado de Compras e Inventario. El Encargado de Compras e Inventario administra físicamente todas las existencias del inventario así como los procesos referentes a mismo. El encargado de inventario reporta directamente

al Gerente de Operaciones aunque también interactúa directamente con el Departamento Contable y con el Gerente General. El inventario es amplio ya que le da soporte a una flotilla de cuarenta y dos autobuses que cubre rutas largas y de alta tasa de frecuencia. El inventario consta de cientos de líneas de productos para una flotilla de cuarenta y dos autobuses de diversos tamaños, edades y marcas. (Carlos Arias Picado, Comunicación Personal, 5 de agosto 2016).

Con base en las observaciones de la estructura organizacional de la cooperativa, sus clientes y su entorno, se realizó un análisis FODA que se puede observar en la Figura 1. Entre las fortalezas más significativas se encuentra el gran respaldo comunal por parte de otras instituciones y la ciudadanía hacia la organización. Coopetransatenas, R.L., posee una larga trayectoria en la que ha ofrecido un servicio constante y de calidad. Otra de las fortalezas es el compromiso de sus trabajadores, lo cual puede comprobar, ya que la rotación de empleados es relativamente baja. Las unidades de transporte con que cuenta la empresa es otro punto alto porque en los últimos años se ha renovado un alto porcentaje de la flotilla con unidades nuevas y modernas. Otra de las fortalezas de la organización es que posee la concesión exclusiva de rutas lucrativas como San José-Atenas y viceversa, y Atenas-Alajuela y viceversa. Las carreras en esas rutas tienen gran demanda por parte de la población Ateniense.

Una oportunidad identificada consiste en el creciente interés de los ciudadanos por alternativas de transporte ante los problemas de congestión. Dado los problemas viales en el país, los ciudadanos de Atenas se ven afectados por largas filas de automóviles a la entrada de las áreas urbanas, lo cual tiene un gran impacto en términos de dinero y tiempo. El transporte público es una alternativa válida para atenuar ese problema. Coopetransatenas, R.L., debe procurar brindar un mejor servicio para atraer más clientes potenciales que poseen vehículo propio, pero que pueden preferir viajar en autobús. Otra de las oportunidades es la implementación de herramientas tecnológicas como barras de control de pasajeros, aplicaciones para el control de inventario y redes sociales para la comunicación más directa y eficiente con los usuarios.

Entre las debilidades identificadas se encuentran deficiencias en las habilidades tecnológicas y administrativas del personal. Lo anterior se constata en el manejo

empírico y no estandarizado del inventario de repuestos. También, se observan buses fuera de servicio debido principalmente a faltantes de repuestos, lo que afecta a la organización directamente. También, existen limitantes de capital para inversiones, aunque la cooperativa hace esfuerzos para mantener una flotilla moderna.

Dentro de las amenazas que se tienen para la institución es que se tienen concesionadas rutas rurales que son poco lucrativas entre las que se encuentran las que dan servicio a los distritos cerca de Orotina. La otra amenaza que existe es la severidad en las penas que aplican los organismos reguladores de transporte público ante demandas de clientes. Las penas pueden significar pérdida de concesiones.

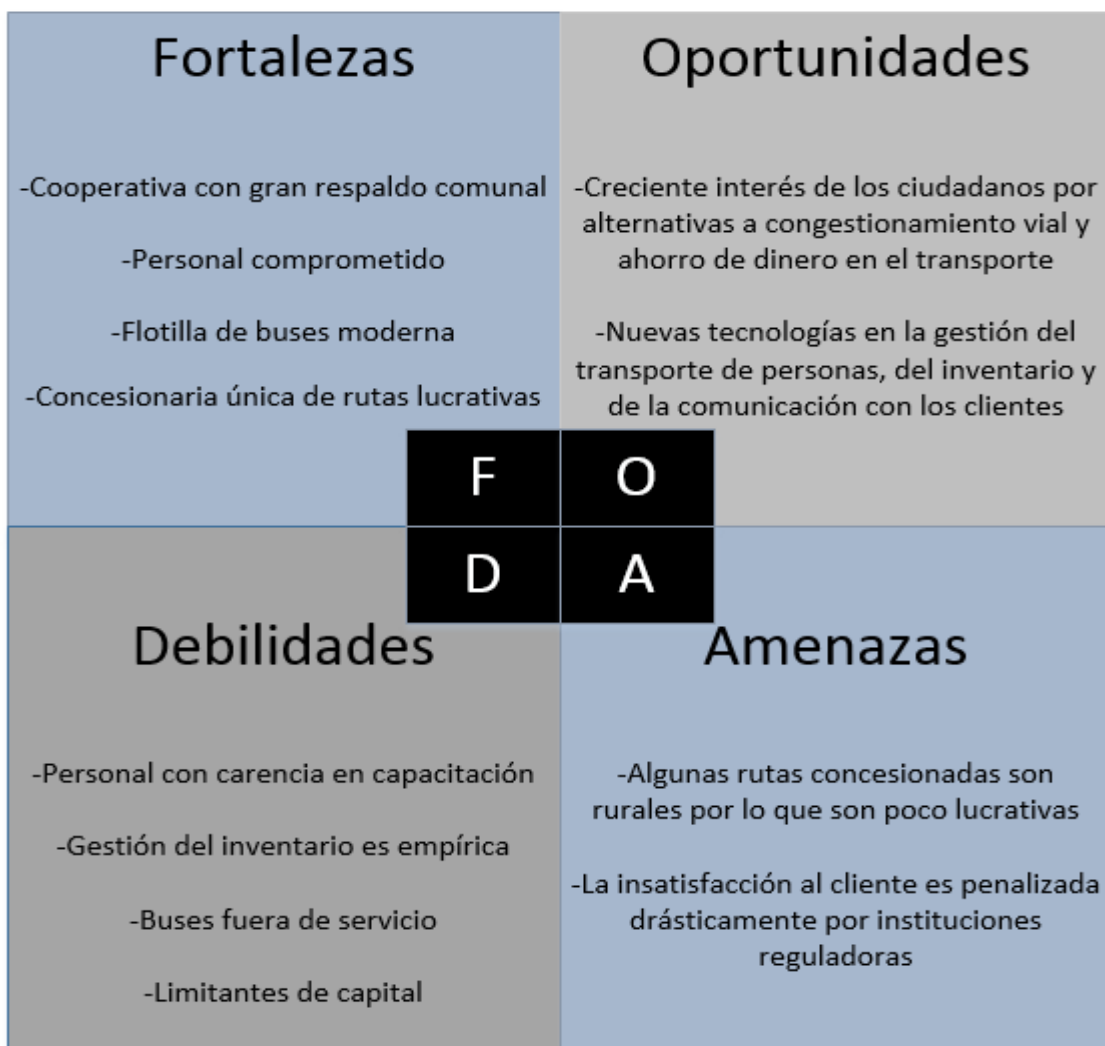


Figura 1 Análisis FODA de Coopetransatenas, R.L.

Elaboración propia.

1.2.1. Organización de la empresa

Coopetransatenas, R.L., cuenta con 801 socios activos, cada dos años se realiza una asamblea de sectoriales para el nombramiento de 80 delegados propietarios por un período de dos años que participan como representantes de los asociados en las asambleas ordinarias o extraordinarias de la cooperativa. De acuerdo con lo establecido en el artículo 37 del estatuto de la cooperativa, todos los asociados deberán ser organizados por Barrio o Caserío, calle o afinidad: en grupos de 10. Cada uno tendrá derecho a voz y a un solo voto.

El consejo de administración es elegido por la asamblea de delegados y está conformado por una estructura de junta directiva con puestos como presidente, vicepresidente, tesorero, fiscal y vocales titulares y suplentes. La cooperativa cuenta con consejos de comité de vigilancia y un comité de educación y bienestar social que se encargan de resguardar los activos de la cooperativa y fomentar programas de educación en diferentes tópicos dentro de la organización. Los comités están formados por asociados o personas con reconocida trayectoria de liderazgo en la comunidad (Luna, El nacimiento de Coopetransatenas, R.L., en 1985, 2015).

La toma de decisiones respecto de aprobaciones de adquisiciones de activos, presupuestos, proyectos, cambios organizacionales, acuerdos con otras instituciones y demás medidas de gran impacto en la cooperativa son realizadas por el consejo administrativo para lo que existen sesiones mensuales donde se van evaluando diferentes temas. La Gerencia General trabaja en conjunto con el consejo en la toma de decisiones y, a la vez, sirve de unión entre los demás departamentos y el consejo.

Coopetransatenas, R.L., está conformada por los siguientes departamentos: contabilidad, finanzas, recursos humanos y operaciones, así como personal para administración general y secretariado. La organización posee planteles propios donde se ubican las oficinas, el estacionamiento de autobuses y el taller. En la Figura 2 puede observarse el organigrama. En el cuadro rojo se resalta el área donde se realiza el proyecto.

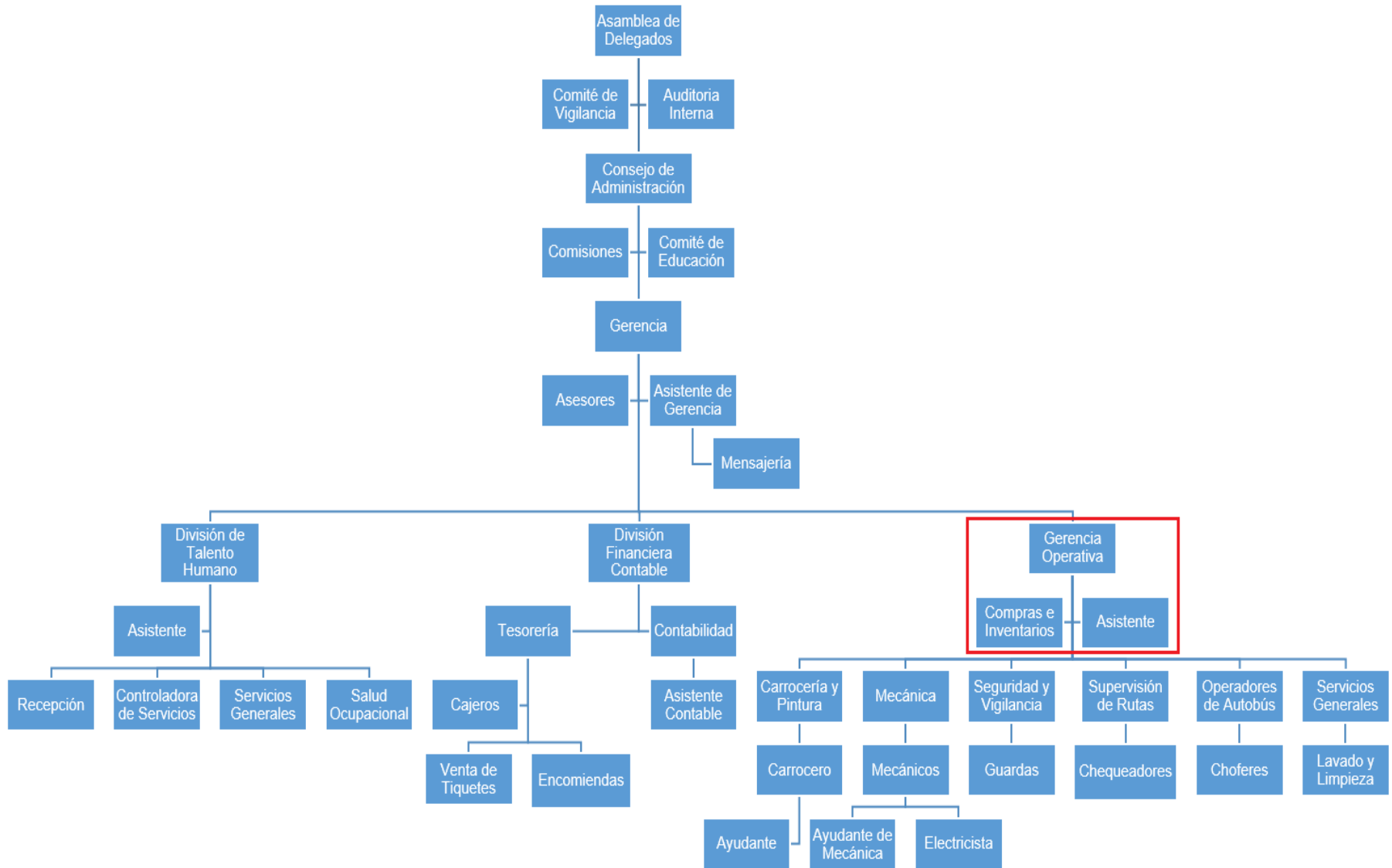


Figura 2 Organigrama de Coopetransatenas, R.L.

Facilitado por el Encargado de Compras e Inventarios.

1.3 Definición del problema

La forma actual como se gestionan las compras, el almacenamiento y la entrega de los repuestos de autobuses en el área de inventarios de Coopetransatenas,R.L., está provocando retrasos de semanas o meses en el programa de reparación que se maneja en el área de taller.

1.4 Justificación del proyecto

El sistema de administración de inventario del taller de Coopetransatenas,R.L., debe colaborar con la buena prestación de servicio al cliente hacia los usuarios de las rutas mediante la eficiencia en el soporte al mantenimiento preventivo y correctivo que permiten tener una flotilla en buen estado. El Consejo de Transporte Público (CTP) se fundamenta en el Decreto Ejecutivo 28 833-MOPT, denominado “Reglamento para la Evaluación y Calificación de la Calidad del Servicio Público de Transporte Remunerado de Personas” para llevar a cabo evaluaciones periódicas a todas las rutas de transporte público. El decreto ejecutivo indica la importancia de ofrecer niveles óptimos en aspectos tales como el cumplimiento de horarios, frecuencia de servicio, respeto de paradas, respeto de capacidades máximas de pasajeros por unidad, mantener el buen estado físico y mecánico de las unidades, así como cumplir con todas las especificaciones técnicas, mecánicas y estructurales. Cuando no se cumple con esos parámetros, se arriesga a que no se revisen sus modelos tarifarios o inclusive a perder una o varias concesiones. (Consejo de Transporte Publico [CTP], 2009). Por lo anterior, es importante que el sistema de administración de inventario sea eficiente en el manejo de piezas de repuestos para unidades de transporte e información con el propósito de cumplir con los rubros contemplados en las evaluaciones del Consejo de Transporte Público (CTP).

Este proyecto es novedoso porque Coopetransatenas, R.L., nunca ha implementado en su taller un sistema de administración de inventario que dé respuesta eficiente a las necesidades de la organización por medio de procedimientos formalmente documentados y técnicas de buenas prácticas de manejo de inventario, en conjunto con un control de información simple, rápido y proactivo. Mediante la metodología Lean Six Sigma y su herramienta DMAIC se puede analizar la situación actual e implementar una

mejora al sistema de administración de inventario que sea pertinente, integral y sostenida. Además, un estudio de estas características sirve como antecedente para que en el futuro se efectúen otras mejoras de esta naturaleza.

El presente proyecto se desarrolla en un ambiente donde el manejo de información es ineficiente y se carecen de herramientas para aprovechar los datos que se generan de sus procesos. Por lo tanto, mediante la propuesta del proyecto que incluye la mejora del ingreso y actualización de los datos, la dinamización del flujo de información y señales de existencias, se tendrá un mejoramiento del sistema de gestión de inventarios reduciendo así los tiempos muertos de las unidades de transporte.

1.5 Objetivos del proyecto

1.5.1 Objetivo general

Mejorar el proceso de administración de inventarios que permita la reducción de los costos de compras no controladas, de almacenamiento y de abastecimiento al área de mantenimiento.

1.5.2 Objetivos específicos

- 1) Identificar las causas del problema en el área de inventarios
- 2) Clasificar las causas según su nivel de significancia en el problema.
- 3) Determinar el impacto económico que le significa la situación actual a la empresa
- 4) Elaborar una propuesta de mejora que permita la resolución efectiva del problema.
- 5) Elaborar un plan de implementación para la propuesta de mejora evidenciando el resultado dentro del alcance de este estudio.
- 6) Determinar el atractivo económico que genera la propuesta de solución por medio del enfoque de la relación beneficio-costos.
- 7) Elaborar un plan de recomendaciones para la solución de las causas menos significativas.

1.6 Alcances y limitaciones

1.6.1 Alcances

Mejorar las prácticas del manejo de la administración de inventario, especialmente sobre los de niveles óptimos de material e inventarios de seguridad.

Agilizar el manejo de la información del inventario en el taller para satisfacer las necesidades de los demás departamentos.

La investigación se realiza en el área de inventarios del departamento de operaciones.

1.6.2 Limitaciones

Los históricos de consumo de material son limitados o inaccesibles.

No existen registros de atrasos en tiempos de entrega.

No existen registros de tiempos improductivos de personal encargado de mantenimiento y choferes de autobuses.

No existen registros de flotilla de autobuses fuera de operación por falta de repuestos para su mantenimiento debido a falta de piezas.

No existen SKUs.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Marco técnico conceptual

2.1.1 La cadena de suministros

Uno de los aspectos más importantes de las operaciones es la cadena de suministros. Debido a la globalización y a la división de trabajo, el concepto de la cadena de suministros toma mayor relevancia cada día. La cadena de suministros tiene como su mayor objetivo la conexión de la organización, los proveedores y el cliente final mediante el flujo de bienes e información. Este flujo se puede dar en el sentido del proveedor hacia el cliente, así como en sentido contrario. La administración de la cadena de suministros es un campo multidisciplinar que busca la gestión de la integración de ese flujo. La administración de la cadena de suministros puede abarcar áreas tales como logística, planeación, administración del inventario, calidad, etc.

La administración de la cadena de suministros (SC, por sus siglas en inglés) es la integración de estas actividades mediante el mejoramiento de las relaciones de la cadena de suministros para alcanzar una ventaja competitiva sustentable (Mentzer *et al.*, 2001, citado por Ballou, Logística Administración de la Cadena de Suministro). Abarca todas las actividades relacionadas con el flujo y transformación de bienes, desde la etapa de materia prima (extracción) hasta el usuario final, así como los flujos de información relacionados. Los materiales y la información fluyen en sentido ascendente y descendente en la cadena de suministros.

La función principal de la administración de la cadena de suministros es la integración del flujo de materiales e información desde el proveedor hasta el cliente final. Esta integración busca hacer que este flujo sea cada vez más eficiente y por lo tanto disminuir los costos de una manera continua. Este propósito busca apoyar la estrategia y las metas generales de la empresa y debe de ir de la mano con las mismas. La administración de la cadena de suministros debe ser flexible y tiene que adaptarse al cambio en los objetivos de la empresa. La eficiencia de la administración de la cadena de suministros implica un mejor servicio al cliente en términos de velocidad y calidad de los bienes o servicios que se les proveen a los clientes.

Existen dimensiones competitivas que cada organización debe tener y que tienen que ser apoyadas por la estrategia de suministro. El precio del producto que se ofrece al cliente debe ser lo más bajo posible para poder competir por lo que la administración de la cadena de suministro debe procurar reducir los costos de producir el bien o servicio. Las expectativas del producto deben ser establecidas cuidadosamente mediante la calidad de diseño y se debe soportar esas características mediante la calidad del proceso para que se logre reducir al máximo los defectos que recibe el cliente. La administración de la cadena de suministros juega un papel importante en lo anterior. Otras funciones de la administración de la cadena de suministros consisten en asegurar velocidad en la entrega, confiabilidad en el tiempo de entrega, así como flexibilidad en los incrementos de la demanda y en la inclusión de nuevos productos al portafolio actual de bienes o servicios. (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009).

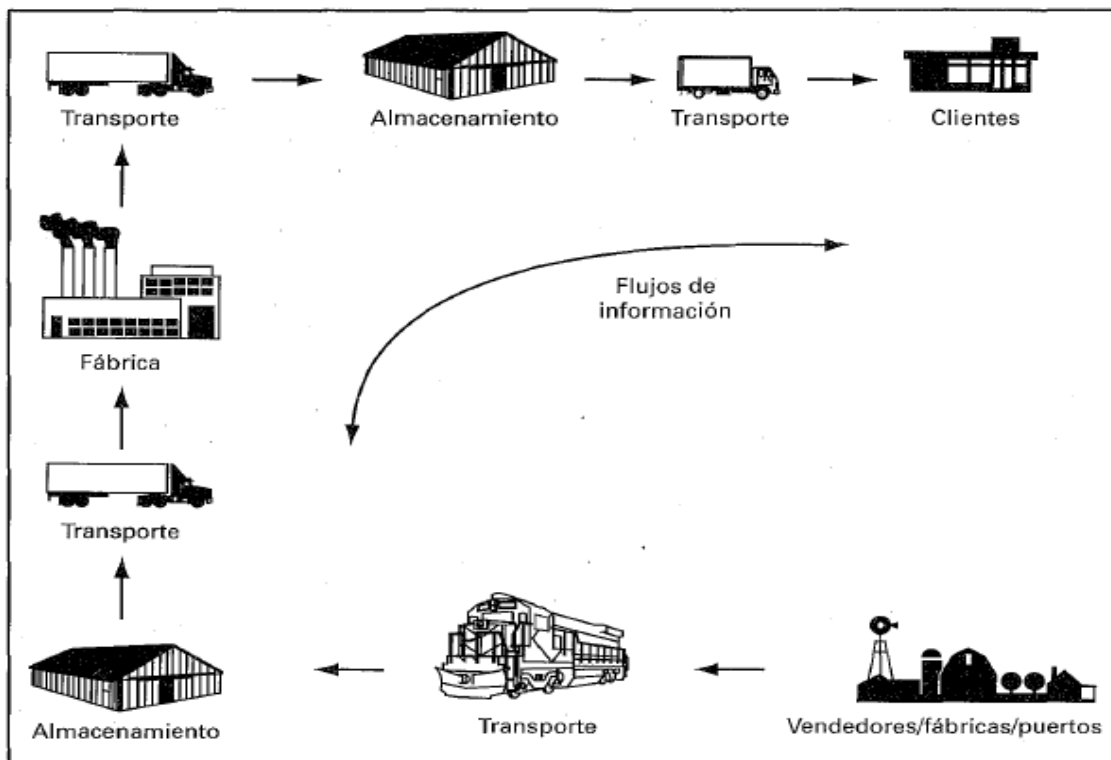


Figura 3 Flujo de bienes e información en una cadena de suministros
Ballou, 2004, p.8

La medición del desempeño de la cadena de suministro permite establecer referencias hacia aspectos que se deben mejorar en la misma. Los indicadores de rendimiento son instrumentos que brindan información clara y resumida acerca del comportamiento de los diferentes procesos. Por medio de los resultados de los indicadores se puede identificar si un proceso es eficiente o no. Las cadenas de suministros pueden ser bastante amplias y por lo tanto abarcar diversidad de procesos y personas por lo que es importante analizar la arquitectura de la cadena de suministros y aplicar las mediciones necesarias en los diversos puntos que se requieran.

Una de las perspectivas sobre la cadena de suministros se centra en la posición de los inventarios en el sistema en cada caso, se maneja un inventario y éste tiene un costo particular para la compañía. El inventario sirve como amortiguador, permitiendo que cada paso funcione de manera independiente de los demás. En cada etapa el inventario es desplazado, lo cual representa un costo para la compañía, por lo tanto, es importante que las operaciones estén sincronizadas para minimizar el tamaño de los inventarios de protección. La eficiencia de la cadena de suministro se puede medir con base en el tamaño de la inversión en inventario en la cadena de suministros. La inversión en inventario se mide en relación con el costo total de los bienes que se suministran en toda la cadena. (Chase *et al.*, 2009, p.359). En este contexto, el inventario desplazado se refiere a que en cada paso de la cadena de suministro se puede manejar un inventario que en cierto punto se moverá a la siguiente etapa, a modo de ejemplo, el inventario de un centro de distribución permite que el sistema que suministra a las tiendas detallistas opere en forma independiente de las operaciones de manufactura.

2.1.2 Administración de inventarios

El inventario es uno de los activos más importantes de todas las organizaciones. Es común que el inventario y su manejo sean un tema de discusión a todos niveles de las empresas. Puede ser una herramienta para darle soporte a las diferentes actividades de la organización y lograr la eficiencia, pero también puede tener efectos negativos ya que expone a la empresa económicamente. Comúnmente existen lugares específicos dentro de la empresa que se dedican exclusivamente al almacenamiento del inventario como

cuartos o bodegas. Existen personas dedicadas al manejo del inventario pero casi todos los departamentos interactúan con el inventario.

Según definen Chase, Jacobs y Aquilano (2009) el inventario consiste en “las existencias de una pieza o recurso utilizado en una organización.” (p. 547). Igual que otros componentes de las empresas el inventario varía de acuerdo al giro de negocio al que pertenece la organización que lo posee. Por lo general el inventario para empresas de manufactura conlleva una amplia gama como materias primas, productos terminados, componentes, suministros y trabajos en proceso debido a que su proceso productivo así lo demanda. En las empresas de servicio los tipos de inventarios no son tan diversificados y comúnmente se conforman por bienes tangibles a vender y los suministros que se requieren para brindar el servicio (Chase *et al.*, 2009).

Existen cuatro tipos de inventarios que las empresas manejan.

- El inventario de materias primas es el que se refiere al inventario que se compró pero aún no se ha procesado o no ha entrado al proceso de manufactura. El inventario de trabajo en proceso consta de componentes o materias primas que han sufrido ciertos cambios, pero no están terminados.
- El inventario de trabajo en proceso existe por el tiempo requerido para hacer un producto o tiempo de ciclo por lo que al reducir este se disminuye el inventario.
- El inventario MRO se refiere a los artículos de mantenimiento, reparación y operaciones, necesarios para mantener productivos las máquinas y los procesos. Este inventario existe porque no se conocen la necesidad y los tiempos de mantenimiento y reparación de algunos equipos.
- El inventario de bienes terminados maneja productos completados en espera del embarque o envío a los clientes.

Todas las organizaciones que poseen inventario manejan políticas, criterios y métodos para administrar sus niveles. Siempre existen departamentos o individuos que por su función abogan por altos niveles de inventario o viceversa. Existe un cuerpo teórico de carácter científico sobre el manejo del inventario que busca el punto de equilibrio entre niveles y costos de inventario. En la mayoría de las empresas mantener un cierto nivel de inventario es imprescindible ya que la demanda y el desempeño de los proveedores

no es constante. Además, el inventario permite darle un buen nivel de servicio al cliente de una manera sostenida. El inventario debe poseer una estructura de control que permita que sea funcional. Las tecnologías de información poseen un papel preponderante en el control del inventario.

Un sistema de inventario debe ser un mecanismo integral de procedimientos y manejo de información ya que los autores señalan que el mismo:

Proporciona la estructura organizacional y las políticas operativas para mantener y controlar los bienes en existencia. El sistema es responsable de pedir y recibir los bienes: establecer el momento de hacer los pedidos y llevar un registro de lo que se pidió, la cantidad ordenada y a quién (Chase et al., 2009, p.551).

Existen sistemas de inventarios conceptuales que buscan optimizar lo anterior como los sistemas de cantidad fija o de periodo fijo. La realidad muestra que los manejos de inventarios en la práctica son más empíricos y se apoyan en sistemas de información (Chase et al., 2009).

El inventario se debe evaluar por los diversos costos que genera o que evita. Los costos se pueden dar por el hecho de que el inventario sea bajo e insuficiente o alto y excesivo. Dado lo anterior siempre se debe buscar un equilibrio entre esas dos situaciones. Existen percepciones buenas y malas acerca de que las organizaciones mantengan inventarios. El inventario puede convertirse en el rubro dentro de la organización que más genera costos. Sin embargo, mantener inventarios puede ser la única manera de dar un buen servicio al cliente o de mantener la capacidad operativa de la empresa al máximo. Un inventario es en realidad una suma de dinero invertida y como tal debe cuidarse al máximo para que genera los réditos adecuados.

Existen tres clases generales de costos relacionados con el inventario: costos de adquisición, costos de manejo y costos por falta de existencias.

Los costos de adquisición incluyen los costos asociados con el procesamiento, ejecución, transmisión, manejo y compra de pedido. Más específicamente, pueden incluir el precio o costo de manufactura, el costo de procesar un pedido a través de los departamentos de contabilidad y compras, el costo de transmitir un pedido a través de algún medio,

costos de transportar el pedido si no está incluido en el precio, y el costo de cualquier manejo o procesamiento de materiales de los artículos en el punto de recepción.

Los costos de mantener inventario resultan de guardar, o mantener, artículos durante un periodo y son bastantes proporcionales a la cantidad promedio de artículos disponibles.

- Los costos por espacio son cargos hechos por el uso de volumen dentro del edificio. Cuando el espacio es rentado, las tasas de almacenamiento se cargan normalmente por peso durante un periodo. Si el espacio es propio, los costos de espacio se determinan mediante la distribución de los costos de operación relacionados con el espacio, como electricidad, así como costos fijos, como costos de equipo del edificio.
- El costo de capital se refiere al costo de dinero en conexión con el inventario. Primero, el inventario representa una mezcla de activos de corto y largo plazo. Segundo, el costo de capital puede variar desde la tasa de interés preferencial hasta el costo de oportunidad del capital.
- Los costos de servicio de inventario incluyen los seguros e impuestos necesarios para mantener inventarios. Finalmente dentro de la categoría de costos de manejo, los costos de riesgos de inversión son aquellos relacionados con deterioro, pérdida (robo), daño u obsolescencia.

Los costos por falta de existencias se dan cuando se coloca un pedido pero éste no puede surtirse desde el inventario. En esta categoría se dan los costos por pérdida de venta, donde el cliente decide cancelar su orden. En este caso, se da una pérdida del beneficio que se iba a obtener por la venta y una posible afectación a ventas futuras. También, se dan los costos de pedido pendiente que ocurren cuando un cliente espera a que su pedido sea surtido pero se dan costos adicionales de personal y de ventas. En la Figura 4 se muestra la relación que existe en estos tres tipos de costos. Cuanto mayor sea la cantidad que se compra, los costos por adquisición y por falta de existencias tienden a disminuir y los costos de mantener inventario aumentan. En tanto que cuanto menor sea la cantidad del pedido, los costos de mantener inventario se reducen pero aumentan los costos por adquisición y por falta de existencias. (Ballou, 2004)

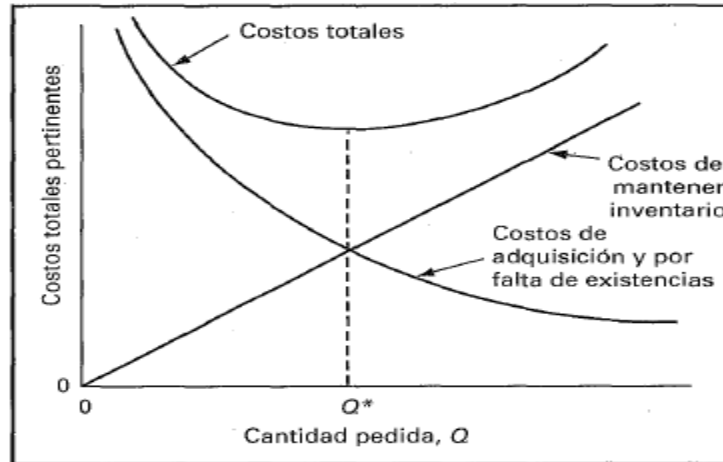


Figura 4 Relación de los costos del inventario

Ballou, 2004, p.337

Gaither y Frazier (2000) señalan que los inventarios tienen la importancia estratégica de permitir dar un buen servicio al cliente interno o externo. Además de lo anterior, el mantener cierto nivel de inventario permite reducir el costo de pedir, procesamiento de la orden, seguimiento de las órdenes y recepción de material. El inventario reduce los costos de faltantes que se dan cuando las existencias de productos terminados o de materia prima se agotan que puede llevar a clientes insatisfechos, pérdida de los mismos, o afectación de la capacidad operativa de la empresa. Desde otra perspectiva, el mantener inventarios puede acarrear los costos de almacenar como los intereses sobre la deuda, los intereses no aprovechados y el costo del almacenamiento físico. Los inventarios también reducen el rendimiento sobre la inversión de la empresa. Igualmente, existe el riesgo de costos por merma o daño del inventario almacenado.

Los inventarios agregan flexibilidad a la empresa, ya que permiten separar varias partes del proceso de producción. Por ejemplo, si las existencias de una empresa fluctúan, es importante un inventario adicional para desarticular los procesos de producción de los proveedores. Los inventarios también sirven para separar a la empresa de las fluctuaciones en la demanda y proporcionan seguridad y variedad a los clientes. Otros modos en que los inventarios son útiles para las organizaciones es que permiten aprovechar los descuentos por cantidad o las economías de escala, y protegen de la inflación y aumento de precios. (Heizer y Render, 2004)

Las buenas prácticas de inventarios pierden sentido si la administración no sabe que hay en su inventario. La exactitud de los registros es un elemento esencial de todo sistema de producción e inventarios. Esta precisión en los registros permite a las organizaciones centrarse en los artículos que necesitan, en lugar de aceptar que haya un “poco de todo” en su inventario. Solo cuando la organización sabe con exactitud con qué cuenta, toma decisiones concretas de órdenes, programación y embarque. Para asegurar la precisión, el registro de entradas y salidas debe ser bueno, como tiene que serlo la seguridad del almacén. Un almacén bien organizado se caracteriza por acceso restringido, buen manejo y áreas de almacenamiento para alojar cantidades fijas de existencias. Los cajones, los espacios en los anaqueles y las partes se etiquetan con exactitud. (Heizer y Render, 2004, p. 454)

2.1.3 Calidad

La calidad es un concepto muy amplio y complejo pero a la vez presente en todos los aspectos de la vida moderna. Las compañías no son las que definen los bienes y servicios que se encuentran en el mercado. Los clientes y sus necesidades y deseos son la fuerza impulsora de la oferta. La calidad de un producto o servicio es el grado de percepción del cliente en que dicho bien cumple con sus expectativas. Existen varios determinantes de la calidad. El diseño de un producto debe poseer los atributos que los clientes deseen. La capacidad de los procesos de producción se refiere a que estos deben estar diseñados y construidos para que tengan la capacidad de producir los productos con los atributos del diseño deseado por los clientes Gaither y Frazier (2000).

Las operaciones y servicios para la producción deben cumplir con las especificaciones de diseño y desempeño dirigidas a las expectativas de calidad de los clientes. La calidad del servicio al cliente consiste en que todos los miembros de la organización busquen la satisfacción al cliente y a que sus necesidades se atiendan con prontitud. Finalmente, la cultura de la calidad de la organización es un determinante que se relaciona con la capacidad de la organización para enfocarse en diseñar, producir y atender productos y servicios para los clientes. Lo anterior en un ambiente de mejora continua cuya última finalidad es conseguir mayores niveles de satisfacción en los clientes Gaither y Frazier (2000).

El servicio al cliente incluye en sentido amplio la disponibilidad de inventario, la velocidad de entrega, y la rapidez y precisión para cumplir con un pedido. Los costos asociados a estos factores se incrementan a mayor ritmo a medida que el nivel de servicio al cliente se eleva. Por ello, los costos de distribución serán muy sensibles ante el nivel de servicio proporcionado al cliente, en especial si este ya se encuentra alto. (Ballou, 2004, p. 43).

El nivel de servicio debe evaluarse constantemente. Debe existir un punto de equilibrio entre el nivel de servicio ofrecido por la empresa y las ganancias que se están obteniendo. Un alto nivel de servicio a productos que generan poca ganancia o que tienen históricos de consumo bajos puede significar un esfuerzo no justificado de la organización. Una situación inversa a la descrita anteriormente puede conllevar la pérdida de clientes claves. La segmentación del portafolio de productos es imprescindible para establecer niveles de servicio estratégicos.

El contexto empresarial actual hace que las empresas deban mantenerse competitivas en cualquier sector de la economía. Los objetivos estratégicos deben alcanzarse mediante la satisfacción del cliente en el menor tiempo posible. Lo anterior solo se puede lograr si los esfuerzos de la organización se centran en ejecutar las operaciones de una manera eficaz y eficiente. Toda iniciativa de mejora que redunde en el aumento de la eficacia y la eficiencia debe ser impulsada para que las operaciones de la empresa agreguen mayor valor a la organización y a sus clientes. Esta investigación pretende aumentar la eficacia y eficiencia en la gestión de inventarios de la empresa.

Cada empresa debe considerarse desde el punto de vista de **la eficacia y la eficiencia** simultáneamente. La eficacia es una medida del logro de resultados, mientras que la eficiencia es una medida de la utilización de los recursos en ese proceso. Una empresa puede ser eficiente en sus operaciones y quizá no sea eficaz, o viceversa; puede operar sin eficiencia y, a pesar de eso, ser eficaz. La eficacia debería ir acompañada de la eficiencia. Una empresa también puede operar sin ser eficiente ni eficaz. El ideal sería una empresa eficiente y eficaz, lo cual constituiría la excelencia. (Chiavenato, 2006, p. 132)

2.1.4 Clasificación ABC

Cualquier sistema de inventario debe especificar el momento de pedir una pieza y cuantas unidades ordenar. Casi todas las situaciones de control de inventarios comprenden tantas piezas que no resulta práctico crear un modelo y dar un tratamiento uniforme a cada una. Para evitar este problema, el esquema de clasificación ABC divide las piezas de un inventario en tres grupos: Volumen de dólares altos (A), volumen de dólares moderado (B) y volumen de dólares bajo (C). El volumen en dinero es una medida de la importancia; una pieza de bajo costo, pero de alta importancia puede ser más importante que una pieza cara, pues de bajo volumen. (Chase *et al.*, 2009, p. 569)

La clasificación de ABC es flexible en el sentido de que se puede utilizar en términos de volumen de consumo en vez de ingresos de acuerdo a la necesidad de la situación. El inventario del área de bodega de Coopetransatenas, R.L., tiene como fin proveer piezas de repuestos a los mecánicos los cuales son clientes internos por lo que en la categoría A están las piezas con mayor consumo. Esta situación también se da en inventarios cuyas piezas si se venden a clientes externos, ya que puede haber piezas críticas que no generan tantos ingresos pero que son necesarias para la operación normal de la organización. La clasificación ABC permite que se enfoquen los esfuerzos y estrategias en los segmentos de los inventarios que poseen mayor peso bajo diversos criterios.

2.1.5 Estadística Descriptiva

Triola (2004) define estadística como "...una colección de métodos para planear experimentos, obtener datos y después organizar, resumir, presentar, analizar, interpretar y llegar a conclusiones basadas en los datos." (p.4). El mismo autor habla de los datos como "las observaciones recolectadas (como mediciones, géneros, respuestas de encuestas)" (Triola, 2004, p.4).

Este proyecto tiene como una naturaleza cualitativa y la mayoría de datos que se recopilen son mediciones de variables relacionadas con la gestión de inventarios. El proceso de obtener y manipular esos datos, para obtener un valor de los mismos se desarrolla dentro del área de conocimiento de la estadística descriptiva. Estos métodos y fórmulas matemáticas son de gran relevancia para que el investigador adquiera una

perspectiva cuantitativa de la situación actual y para que las propuestas de mejora sean coherentes con la realidad.

a. Población y muestra

“Población es la colección completa de todos los elementos (puntuaciones, personas, mediciones, etcétera) a estudiar. Se dice que la colección es completa, pues incluye a todos los sujetos que se estudiarán” (Triola, 2004, p.4). La población es un concepto importante sobre el que se hacen estimaciones, ya que es el objeto de estudio final de la estadística. Muestra es definida por Triola como “...un subconjunto de miembros seleccionados de una población” (Triola, 2004, p.4). La muestra debe ser aleatoria para que tenga validez y el tamaño de la misma depende del tamaño de la población para que así sea representativa.

b. Media aritmética

La media se encuentra en la categoría de medidas de tendencia central y es la más utilizada en estadística para describir un conjunto de datos. La media también es conocida como promedio y su importancia se da, porque es representativa de la muestra o población a la que pertenece. Sin embargo, las otras medidas de tendencia central y de dispersión deben ser tomadas en cuenta en el análisis de datos.

Triola (2004) define media aritmética como “...medida de tendencia central que se obtiene, sumando los puntajes y dividiendo el total entre el número de puntajes...” (p. 60) A continuación se muestran sus fórmulas.

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \qquad \mu = \frac{\sum x}{N}$$

Σ = Sumatoria

X = Variable

n = Número de elementos de una muestra

N = Número de elementos de una población

c. Desviación estándar

La desviación estándar es una de las medidas de dispersión más representativas de una muestra o población. También, es conocida como desviación típica o error típico.

Triola (2004) define desviación estándar como "...medida de variación de los valores con respecto a la media. Es un tipo de desviación promedio de los valores" (p.75)

Desviación estándar de una muestra y de una población:

$$s = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad \sigma = \sqrt{\frac{\sum(x - \mu)^2}{N}}$$

2.1.6 Estadística inferencial

Con suma frecuencia se aplican instrumentos estadísticos para obtener conclusiones y hacer generalizaciones válidas a la población bajo estudio, a partir de la información proporcionada por una muestra seleccionada al azar de tal población. La rama de la estadística que se encarga del desarrollo y aplicación de instrumentos idóneos para lograr tal propósito se denomina inferencia estadística (Quintana, 1996, p.17).

La gestión de inventarios en las empresas conlleva el almacenamiento y manipulación de muchos datos. En este contexto, la estadística inferencial permite realizar análisis con muestras representativas para fines, tales como medición de desempeño o establecimiento de niveles de inventario según la demanda de los productos. La inferencia estadística permite realizar análisis que justifiquen u orienten acciones destinadas a la mejora continua en el ámbito empresarial.

a. Variables aleatorias

Uno de los conceptos básicos de la estadística inferencial son las variables. Una variable aleatoria es definida por Triola (2004) como "...variable (casi siempre representada por X) que tiene un solo valor numérico, determinado por el azar, para cada resultado de un procedimiento" (p. 183). En el contexto empresarial, las variables tienen la importancia de representar atributos de bienes, servicios y otros elementos de las organizaciones.

Existen dos tipos de variables aleatorias.

Variable aleatoria discreta se define como “...una variable tal que exista una determinada probabilidad de que tome cada uno de los valores aislados, cada uno su respectiva probabilidad. En este caso, la observación de la variables se hace por recuento...” (Quintana, 1996, p.20). Ejemplos son el número de empleados, número de artículos, etc. “La variable continua es aquella que dentro de determinado intervalo su medición puede dar lugar a cualquier valor” Ejemplos de esta variable son el peso de objetos, la altura de estanterías, longitud de distancias recorridas, etc.

b. Distribuciones de Probabilidad

Una distribución de probabilidad es definida como una “gráfica, Tabla o formato que da la probabilidad de cada valor de la variable aleatoria” (Triola, 2004, p.183). Las distribuciones de probabilidad sirven para representar escenarios que envuelven los atributos de elementos como bienes o servicios. El control estadístico de los procesos posee entre sus herramientas más básicas a las distribuciones de probabilidad.

- **Distribución normal**

La distribución continua más importante y más usada es la distribución normal. Consiste en una curva con forma de campana que se extiende indefinidamente en ambas direcciones. La curva de la distribución normal es simétrica. Está determinada por la media y la desviación estándar por lo que puede obtenerse el área bajo la curva entre dos puntos si se conoce la media y la desviación estándar (Quintana, 1996).

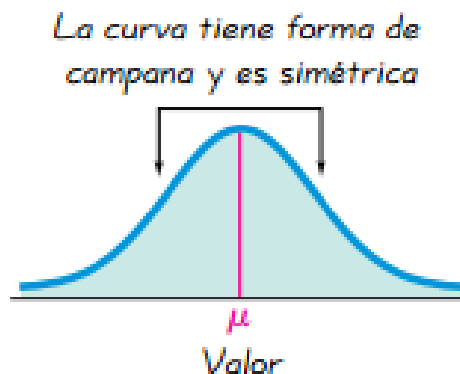


Figura 5 Distribución Normal

Triola, 2004, p.226

- **Distribución normal estándar**

La distribución normal estándar sirve para representar cualquier combinación de μ y σ . De esa manera solo se tiene que construir la Tabla de probabilidad con base en la distribución $\mu=0$ y $\sigma=1$. Se cambia la variable de x a z , donde $z = \frac{x - \mu}{\sigma}$ es una variable normal. El proceso anterior se conoce como estandarización. Finalmente, se calcula el porcentaje de probabilidad según el valor y la Tabla de probabilidad normal (Quintana, 1996). También es posible obtener el valor z mediante el conocimiento del porcentaje de la probabilidad aplicando el proceso inverso.

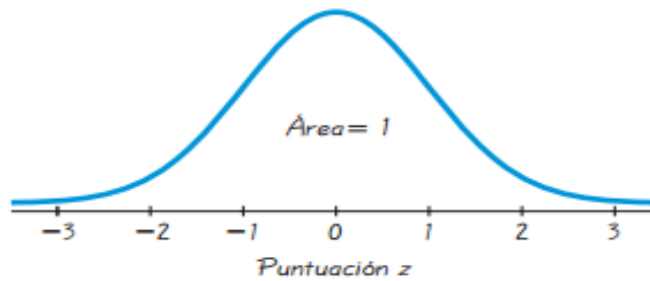


Figura 6 Distribución Normal Estándar

Triola, 2004, p.231

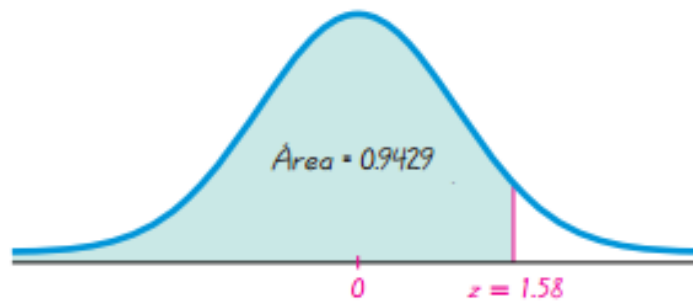


Figura 7 Probabilidad acumulada de Z

Triola, 2004, p.232

2.1.7 Punto de reorden e inventario de seguridad

Un sistema de cantidad de pedido fijo vigila en forma constante el nivel del inventario y hace un pedido nuevo cuando las existencias alcanzan cierto nivel, R . El peligro de tener faltantes en ese modelo ocurre sólo durante el tiempo de entrega, entre el momento de hacer un pedido y su recepción. Durante este tiempo de entrega, L , es posible que haya

gran variedad de demandas. Esta variedad se determina a partir de un análisis de los datos sobre la demanda pasada o de un estimado en caso de no contar con información sobre el pasado (Chase *et al.*, 2009, p. 559).

Un sistema de máximos y mínimos está basado en el concepto de un punto de reorden. El administrador del inventario debe vigilar este sistema con regularidad para tomar las acciones necesarias con el fin de mantener el nivel esperado de existencias. Una vez que el nivel de existencias sea igual o menor que el punto de reorden, se debe efectuar una nueva compra para reaprovisionarse. El tiempo de entrega de los productos debe ser registrado ya que es un dato necesario en el cálculo del punto de reorden. El criterio experto es importante para determinar el tiempo de entrega debido a que los proveedores pueden presentar particularidad o condiciones especiales. Por medio de las fórmulas de promedio y desviación estándar se obtiene la demanda esperada y su variabilidad durante L .

El inventario de seguridad se define como las existencias que se manejan además de la demanda esperada. En una distribución normal, ésta sería la media. Por ejemplo, si la demanda mensual promedio es de 100 unidades y se espera que el próximo mes sea igual, si se manejan 120 unidades, se tienen 20 unidades de inventario de seguridad, se supone que la demanda en un periodo tiene una distribución normal con una media y una desviación estándar para determinar la probabilidad de un faltante durante el período, simplemente se traza una distribución normal para la demanda esperada y se observa el lugar de la curva en que cae la cantidad disponible. Es común que las compañías utilicen este enfoque para establecer en 95% la probabilidad de que el inventario no se agote. Esto significa que manejarían alrededor de 1,64 desviaciones estándar de los inventarios de seguridad (Chase *et al.*, 2009, pp. 558 y 559).

Una vez calculados todos los datos, se aplica la fórmula del punto de reorden, la cual posee dos secciones. La demanda promedio multiplicada por el tiempo de entrega se obtiene como resultado la demanda esperada durante el tiempo de entrega. La otra sección es el inventario de seguridad que corresponde al número de desviaciones estándar correspondiente al nivel de servicio que se quiere dar multiplicado por la

desviación estándar de la demanda. Ambas secciones de la formula se suman y el resultado corresponde al punto de reorden.

$$R = d * L + z * \sigma$$

R = Punto de reorden

d = Demanda promedio durante tiempo de entrega

L = Tiempo de entrega

Z = Factor de seguridad

σ = Desviación estándar de la demanda durante tiempo de entrega

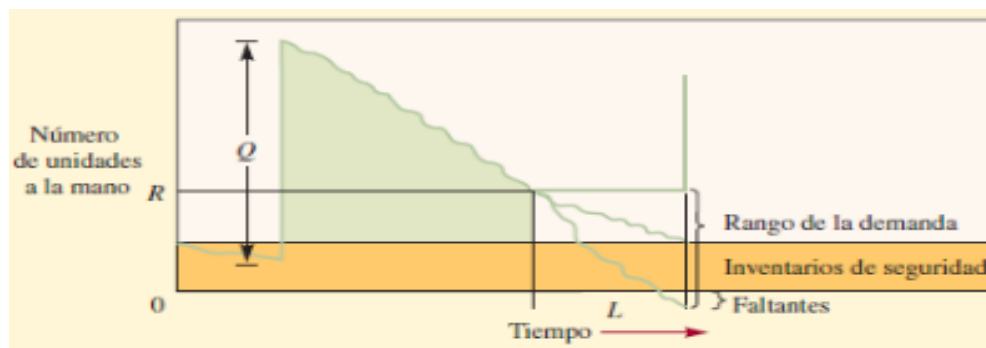


Figura 8 Modelo de punto de reorden

Chase et al., 2009, p.560

2.1.8 La capacidad operativa

Las empresas de manufactura y servicios poseen estructuras organizativas que permiten atender a sus clientes. Dentro de esas estructuras se encuentran los empleados, jefaturas, insumos, procesos, entre otros. De acuerdo con el número o rendimiento de los elementos anteriormente citados, las empresas podrán generar un número específico de bienes o servicios para sus clientes en un período determinado. Es importante que se optimice la utilización de los recursos de las empresas para que no se reduzca la capacidad operativa estándar.

Capacidad de la producción es la tasa máxima de producción de una organización. Varios factores subyacentes al concepto de capacidad hacen que su uso y comprensión resulten algo complejos. Primero, se combinan las variaciones diarias, como el ausentismo de los empleados, las fallas del equipo, las vacaciones y los retrasos en la

entrega de los materiales, para hacer incierta la tasa de producción de las instalaciones. Segundo, las tasas de producción para diferentes productos y servicios no son iguales. Como ejemplo, mensualmente pudiera producirse 55 000 de A, o bien, 20 000 de B, o alguna combinación de A y B. Por lo tanto, deberá tomarse en consideración la mezcla de productos al estimar la capacidad. Tercero, ¿Cuál es el nivel de capacidad del que estamos hablando? ¿El máximo posible, la capacidad basada en un calendario para una semana de cinco días, la capacidad práctica basada en el uso de las instalaciones existentes, sin tener necesidad de poner a funcionar instalaciones fuera de servicio, o algún otro nivel. (Gaither y Frazier, 2000, p. 230).

Determinar la capacidad operativa que se necesita para atender las necesidades de los clientes es vital. Existen aspectos dentro de las empresas que no precisan mayores cambios si la producción requiere ser aumentada. Aspectos como procesos, estructuras jerárquicas o personal administrativo, en ocasiones, no son susceptibles a muchos cambios. Por otra parte, aspectos como equipamiento, insumos y mano de obra requieren en la mayoría de los casos estar en línea con la demanda existente para mantener una capacidad operativa acorde. En el caso de empresas de servicios poseer la capacidad operativa adecuada es vital, ya que sus clientes esperan un servicio óptimo en todo momento

Aun cuando la planeación de la capacidad en los servicios está sujeta a muchas de las mismas cuestiones que la planeación de la capacidad en la manufactura y que el cálculo del tamaño de las instalaciones puede hacerse de manera muy parecida, también existen algunas diferencias importantes entre ellas. La capacidad en los servicios depende más del tiempo y la ubicación está sujeta las fluctuaciones de una demanda más volátil y su utilización repercute directamente en la calidad de los servicios... Los servicios a diferencia de los bienes, no pueden guardarse para usarlos más adelante. Debe haber capacidad disponible para producir un servicio en el momento que se necesita. La capacidad del servicio debe ubicarse cerca del cliente. (Chase *et al.*, 2009, p. 133)

Las medidas de la capacidad del aparato productivo dentro de las organizaciones son muy importantes para saber cuántos clientes se pueden atender. Las medidas de

capacidad se deben de llevar a cabo en base a período de tiempos. Si va a hacerse una comparación de medidas es necesario utilizar las mismas bases de tiempo. Los resultados de las medidas de la capacidad son muy importantes a la hora de la planeación operativa normal o cuando la empresa está valorando comprometerse en con otros clientes. Para las empresas de servicios es particularmente importante tener claro su capacidad operativa, ya que ellas tienen interacción directa con el cliente de una forma muy intensa y constante y deben comprometerse con un servicio acorde con lo que puede ofrecer.

Para aquellas empresas que solo producen un producto, o unos cuantos productos homogéneos, las unidades utilizadas para medir la capacidad de salida son simples: automóviles mensuales, toneladas de carbón por día, o barriles de cerveza por trimestre, son ejemplos de este tipo de mediciones. Sin embargo, cuando en una instalación se produce una mezcla formada por productos como podadoras, semillas para pasto y muebles para intemperie, la diversidad de los productos presenta un problema para medir la capacidad. En estos casos, debe establecerse una unidad agregada de capacidad. En la planeación para la capacidad de los servicios, la medición de los volúmenes es particularmente difícil. En estos casos, pudieran utilizarse medidas de capacidad de tasas de entrada (Gaither y Frazier, 2000, p. 230).

2.1.9 El control de la información en los inventarios

La importancia de los sistemas de información en todos los giros de negocios es evidente y crece día a día. El flujo de información en paralelo con el flujo de materiales es crucial para cualquier cadena de suministros. Desde que el cliente interno o externo hace un pedido hasta que este es entregado se generan datos. Los datos pueden ser convertidos en información crucial para evaluar el nivel de inventario, el estado de los pedidos, y la generación de toma de decisiones operativas y estratégicas. Las herramientas que se utilicen para el manejo de la información deben ser ágil y deben estar acorde con las necesidades del negocio. Ballou (2004) afirma:

Convertir datos en información, representarlos gráficamente en forma útil para la toma de decisiones, y entrecruzar la información con métodos de ayuda en la toma de

decisiones, son considerados a menudo como el corazón de un sistema de información. El manejo de la base de datos implica la selección de los datos que van a almacenarse y recuperarse, la elección de los métodos de análisis que se van a incluir y la elección de los procedimientos básicos de procesamiento de los datos que se van a poner en práctica... Después de determinar el contenido de la base de datos, el primer tema para su diseño es decidir qué datos deberán mantenerse en la forma tradicional fotostática, los datos que van a ser conservados en la memoria de la computadora para rápido acceso y los datos que no se van a conservar (p.155).

La manera en que se registran, administran y controlan los datos es un aspecto relevante en todas las empresas de hoy en día. La gestión de datos es una labor que debe ser eficiente para que cumpla con las necesidades de la organización. Estas funciones están apoyadas principalmente en paquetes de software ya que los registros físicos son más proclives a daños y son menos eficientes. Las bases de datos constituyen una herramienta vital en estos procesos. En muchas ocasiones las herramientas digitales no tienen que ser necesariamente complejas para cumplir con su función pero si deben tener un diseño adecuado. Silbertschatz, Korth y Sudarshan (2002) señalan que:

Los sistemas de bases de datos se diseñan para gestionar grandes cantidades de información. La gestión de datos implica tanto la definición de estructuras para almacenar la información como la provisión de mecanismos para la manipulación de la información. Además, los sistemas de bases de datos deben proporcionar la fiabilidad de la información almacenada, a pesar de las caídas del sistema o los intentos de acceso sin autorización. Si los datos van a ser compartidos entre diversos usuarios, el sistema debe evitar posibles resultados anómalos... Un sistema de gestión de datos es una colección de archivos interrelacionados y un conjunto de programas que permitan a los usuarios acceder y modificar estos archivos. (p. 1 y 3)

Existen varias medidas de evaluación para un sistema de información o de una base de datos en el campo de la logística. Entre ellas están cuanto tiempo se debe invertir para extraer datos, que tan confiable es la base de datos y cuanto uso se le da por parte de los empleados. La velocidad es una necesidad obvia dadas las condiciones competitivas actuales. La confiabilidad es vital, ya que tener datos correctos a la hora de tomar

decisiones es imprescindible. El grado de uso que los empleados le dan a la herramienta de información es un indicador de que tan buena es la herramienta y que tan fácil es usarla en términos de experiencia del usuario. Tiene que haber una clara comprensión de las herramientas de la información y de las implicaciones que tienen en el manejo de inventario las decisiones que se tomaran en base a esas herramientas.

Se dispone de programas de computadora artificialmente inteligentes y sistemas expertos para ayudar a la interpretación de patrones de desempeño y a la sección de líneas de acción adecuadas. La velocidad para que estos programas se utilicen ampliamente dependerá más de nuestra capacidad para articular la naturaleza del proceso de control, de manera que pueda programarse con base de conocimiento más que de la tecnología de cómputo. Esto dependerá de nuestro claro entendimiento de los principios y conceptos sobre los que está basada la logística y la cadena de suministros (Ballou, 2004, p. 759).

2.2 Marco atinente a la gestión del proyecto

2.2.1 Definir

La metodología DMAIC posee cinco fases. La primera consiste en Definir. La importancia de la fase definir es poder identificar el problema claramente. Antes de la etapa de definición solamente se posee una idea o percepción de algún proceso que no está funcionando correctamente o de una oportunidad de mejora, por efectos que pueden observarse. En esta etapa, se trabaja con datos, opiniones de expertos u observaciones, para elaborar una definición concreta de la situación actual en términos operativos. Esta definición comúnmente incluye o identifica los elementos que no están funcionando correctamente o que pueden ser mejorados, así como los procesos o individuos dentro o fuera de la organización que están siendo afectados por la situación actual.

Un buen enunciado de problema debería también identificar a los clientes y los CPC que tienen mayor impacto en el desempeño del producto o del servicio. Igualmente, describe el nivel actual de desempeño o la naturaleza de los errores o de las quejas de los clientes, identifica las mediciones de desempeño relacionadas, los mejores estándares de

desempeño según el benchmarking, calcula las implicaciones costo/beneficio del proyecto y cuantifica el nivel esperado de desempeño en un esfuerzo Six Sigma. La fase *definir* debe enfocar estos temas de administración de proyectos en qué debe hacerse, por quién y cuándo. (Evans y Lindsay, 2008, p.510)

2.2.1.1 Diagrama de flujo

Los diagramas de flujo tienen un uso muy extendido dentro de las organizaciones. Estos diagramas ayudan a describir procesos.

Identifica la secuencia de actividades o flujo de materiales e información en un proceso. Los diagramas de flujo ayudan a la gente que participa en el proceso a entenderlo mucho mejor y con mayor objetividad al ofrecer un panorama de los pasos necesarios para realizar la tarea. (Evans y Lindsay, 2008, p.663)

Como puede observarse en la Figura 9, se poseen Figuras para la construcción de un diagrama de flujo, así como los símbolos de semántica ampliada.

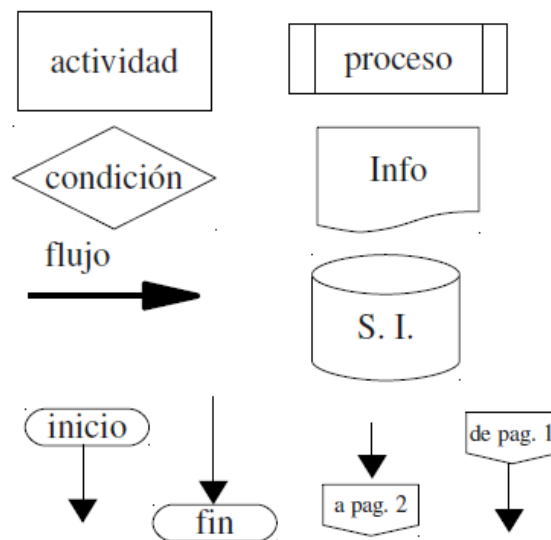


Figura 9 Diagrama de flujo

Ramonet, 2013, p.3

Un diagrama de flujo posee un solo inicio y un solo final. Pueden diseñarse con un flujo horizontal o vertical, aunque se recomienda usar el sentido vertical. Además, cada bloque solo puede tener un punto de llegada y uno de salida, a excepción de los rombos que

tienen un punto de llegada y dos de salida ya que representan una u otra decisión. Los puntos de conexión entre las líneas entrantes y un rectángulo es la parte superior del símbolo. Los puntos de conexión entre las líneas salientes y un rectángulo es la parte inferior del símbolo. En el caso de los rombos, el vértice inferior indica el flujo normal del proceso. El vértice izquierdo indica retroceso y el vértice derecho representa salto de actividades o procesos menos habituales (Ramonet, 2013).

Las líneas representan el flujo o secuencia de actividades. Las líneas también representan las entradas y salidas sobre las actividades. Se recomienda diferenciar tales líneas mediante un diferente formato. Cada rectángulo incluye una etiqueta con el nombre de la actividad. Estas actividades deben estar redactadas, utilizando verbos en infinitivo. Los triángulos deben contener la condición o pregunta. Los símbolos de pregunta son opcionales. Solo puede existir respuestas de sí o no. Una o ambas salidas deben de ser etiquetadas. Existen otros símbolos adicionales como los de documento, base de datos o proceso complejo. El símbolo pseudo-rectángulo representa un documento o información que puede ser una entrada o salida de datos. Las informaciones entran o salen de los rectángulos y no de las líneas. El cilindro representa una entrada desde o salida hacia una base de datos o similar. Las entradas o salidas se realizan sobre las actividades. El rectángulo o caja doble con doble línea lateral representa un proceso o actividad compleja que se detalla en otra sección del documento. El pseudo-rectángulo con los laterales de $\frac{1}{2}$ arco de circunferencia representan los puntos de inicio y de fin. El pentágono apuntando hacia abajo es el conector de página del flujo. Estos se incluyen en la página origen o destino del flujo (Ramonet, 2013)

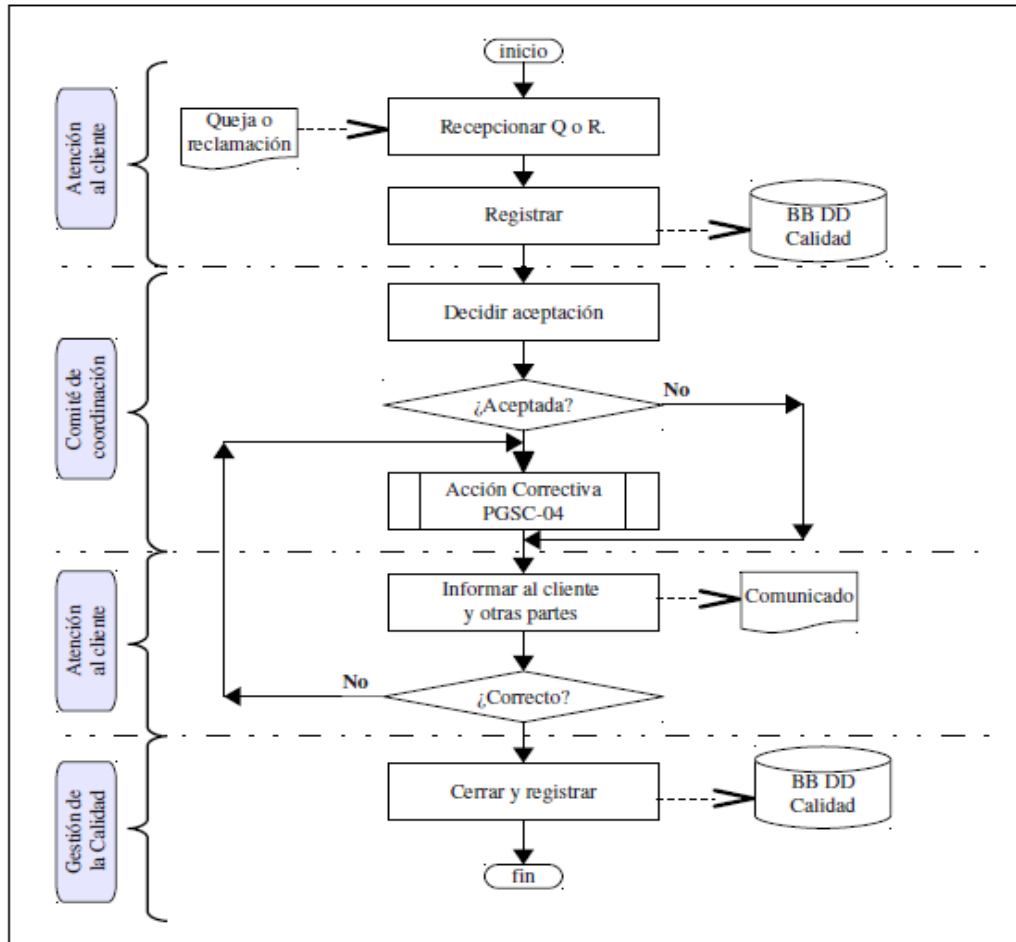


Figura 10 Ejemplo de Diagrama de Flujo

Ramonet, 2013, p.17

2.2.1.2 Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa fue introducido por Kaouru Ishikawa. Se le llama diagrama de espina de pescado por su similitud en su estructura con el sistema óseo de los pescados. La estructura básica consiste en una línea horizontal y varias ramificaciones que se dirigen al tronco. Al final de la línea horizontal se menciona el problema. Cada ramificación representa una causa del problema. (Evans y Lindsay, 2008, p.674)

2.2.1.3 Las 6'M de la calidad

Las 6'M consisten en la categorización de las causas de un problema. Cada M representa un tipo de causa. Cuando las 6'M se presentan en el diagrama de Ishikawa, cada una de las ramificaciones del diagrama contendrá una de las categorías de las causas. La

creación y el análisis del diagrama se facilitan debido al agrupamiento de las causas. A continuación se presenta la lista de las categorías:

- Mano de obra
- Maquinaria
- Métodos
- Mediciones
- Materia prima
- Medio ambiente

La categoría mano de obra contiene los aspectos relacionados al personal como capacitación, motivación, aptitudes, etc. La maquinaria se refiere a la infraestructura que se requiere para llevar a cabo el proceso productivo. Son aspectos, tales como el estado, funcionamiento, velocidad y eficiencia de esa infraestructura. La categoría Métodos se refiere a la forma en que se ejecutan los procesos. Cuando se evalúan los métodos se analiza si la forma en que se llevan a cabo las actividades de los procesos productivos es eficiente y agrega valor. En la categoría medición recae lo relacionado con las actividades de inspección, aseguramiento de calidad y consideraciones estadísticas de los datos que se obtienen. En la categoría de material prima se evalúan aspectos como características, variabilidad y otros aspectos de los materiales que tienen que ver, de alguna u otra manera, con los procesos evaluados. El medio ambiente son las condiciones físicas, legales u organizacionales en que se labora. (Ingenioempresa, Diagrama de Ishikawa)

2.2.2 Medir

La segunda etapa de la metodología DMAIC es Medir. Esta fase se enfoca en recolectar datos de las diferentes variables que pueden influir. Los datos recolectados pueden ser cualitativos o cuantitativos. Los datos cualitativos son aquellos, tales como color, tipo, etc. Los datos cuantitativos son aquellos que pueden medirse como peso, edad, etc. Los datos pueden ser continuos en los casos en que puedan dividirse continuamente como los pesos, estatura y otros. Los datos en los que no puedan realizar el proceso anterior

se definen como discretos. Ejemplos de datos discretos son frecuencias de ocurrencias o número de personas.

Esta etapa del proceso DMAIC se concentra en cómo medir los procesos internos que tienen impacto en los CPC o puntos críticos de calidad. Es necesario entender las relaciones causales entre el desempeño de los procesos y el valor para el cliente. Sin embargo, una vez que se entienden, es necesario definir e implementar los procedimientos para reunir los hallazgos (recopilar los datos adecuados, observar y escuchar con atención). La información de los procesos y prácticas de producción existentes a menudo proporcionan información importante, al igual que la realimentación de los supervisores, trabajadores, clientes y empleados de servicio en el campo. El primer paso en cualquier esfuerzo de recopilación de datos es desarrollar definiciones operativas para todos los indicadores de desempeño que se van a utilizar.

$$Y = f(X)$$

Donde Y es el conjunto de CPC y X representa el conjunto de variables críticas de entrada que influyen en Y. (Evans y Lindsay, 2008, p.510 y 511)

2.2.2.1 Grupo focal

El grupo focal se define como una herramienta o instrumento de información en los que se organizan una o varias sesiones con un grupo de personas y se trabaja con ellas en relación con las variables de la investigación. En primera instancia se define el tipo de persona, se identifican las personas de ese tipo que forman parte de la investigación. Finalmente, se lleva a cabo esa sesión con la participación de los sujetos de la investigación y un moderador que guía las actividades por realizar. Entre las actividades por realizar se encuentran aplicar cuestionarios, discutir casos, intercambiar puntos de vistas y otros. Finalmente, se documentan los resultados obtenidos (Hernández, Fernandez y Baptista, 1991).

2.2.2.2 Diagrama de Pareto

La medición de las variables debe ser estructurada y representada gráficamente para completar la etapa medir de la metodología DMAIC. Una vez que se haya asignado un

peso a todas las causas del problema se procede a crear un diagrama de Pareto. En primera instancia, se ordenan las causas de mayor a menor. Finalmente, se construye a un histograma de los datos ordenados de mayor a menor. Este proceso permite identificar las causas del problema con mayor impacto.

“El análisis de Pareto separa con claridad los pocos elementos vitales de los muchos triviales y ofrece una dirección para seleccionar los proyectos, para mejorar... También, es posible trazar una curva de frecuencia acumulada en el histograma... Este apoyo visual muestra con claridad la magnitud relativa de los defectos y puede utilizarse para identificar oportunidades de mejora. Los problemas más costosos o significativos saltan a la vista.” (Evans y Lindsay, 2008, p.672)

2.2.3 Analizar

La tercera fase de la metodología DMAIC es Analizar. En esta etapa se realiza un análisis de los datos recolectados para poder determinar cuáles son las causas probables del problema. Para realizar el análisis de datos se utilizan herramientas estadísticas y gráficas, para comprender cuáles son las causas que están causando un mayor impacto en el problema. La identificación de las causas principales de un problema permite que puedan enfocarse los esfuerzos de mitigación correctamente. Lo anterior es vital en el sentido de que puede eliminarse un problema y no solamente mejorarlo superficialmente.

Encontrar las respuestas requiere identificar las variables clave que tienden a generar más errores y una variación excesiva. Después de identificar las variables potenciales, se realizan experimentos para verificarlas. Por lo general, estos experimentos consisten en formular algunas hipótesis para investigar, recopilar datos, analizarlos y obtener una conclusión razonable y sustentada estadísticamente. El pensamiento y análisis estadísticos tienen un papel vital en esta etapa. (Evans y Lindsay, 2008)

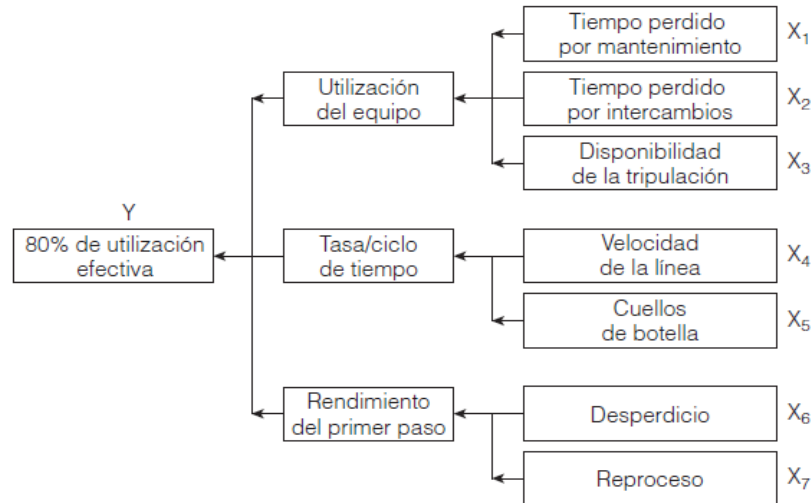


Figura 11 Mapeo Visual de $Y=f(X)$

Fuente: Bertels y Patterson, 2003, Citado por Evans y Lindsay, *Administración y Control de la Calidad*.

2.2.3.1 Entrevista

La entrevista permite el acercamiento directo a los individuos de la realidad. Mientras el investigador pregunta, acumulando respuestas objetivas, es capaz de captar sus opiniones, sensaciones y estado de ánimo, enriqueciendo la información y facilitando la consecución de los objetivos propuestos. Ahora bien, sería recomendable complementarla con otras técnicas como la observación participante y los grupos de discusión.

En las entrevistas estructuradas, el investigador lleva a cabo una planificación previa de todas las preguntas que quiere formular. El entrevistado no podrá realizar comentarios ni apreciaciones y solo podrá afirmar, negar o responder una respuesta concreta y exacta sobre lo que se pregunta. En las entrevistas semiestructuradas, el investigador elabora un guion previo. Ahora bien, las preguntas que se realizan son abiertas. Se permite al entrevistado la realización de matices en sus respuestas que añadan valor. En las entrevistas no estructuradas o abiertas no se requiere ningún guion previo. La información que se obtiene de ella es el resultado de la construcción simultánea. En este tipo de entrevista debe existir mucha documentación. (Murillo Torrecilla)

2.2.4 Mejorar

La cuarta etapa de la metodología DMAIC es Mejorar. En esta etapa busca resolverse el problema. Las causas son atacadas con las soluciones pertinentes a la naturaleza de esas causas. Lo anterior para eliminar el problema, y no solo atenuar sus efectos. Las soluciones son generadas por medio de la realimentación de los participantes del proyecto. Una vez que se obtengan las diferentes ideas o propuestas de mejora, se procede a seleccionar las que sean más convenientes. Posteriormente, se ponen a prueba esas soluciones y se implementan en el caso de que funcionen.

Una vez que se entiende de raíz la causa de un problema, el analista o el equipo necesitan generar ideas para eliminarlo o resolverlo y mejorar los indicadores del desempeño y del CPC. Pueden utilizarse numerosos procesos y herramientas para facilitar la generación de ideas. Uno de los más populares es la lluvia de ideas. Las soluciones de los problemas a menudo implican cambios técnicos u organizacionales. Con frecuencia se utilizan algún tipo de modelo de decisión o calificación para evaluar las posibles soluciones en relación con criterios importantes como costo, tiempo, potencial para mejorar la calidad, recursos necesarios... Para implementar una solución de manera eficaz, es necesario asignar la responsabilidad a una persona o grupo que realizará un seguimiento de qué debe hacerse, dónde va a hacerse y cómo se hará (Evans y Lindsay, 2008, pp. 513-514).

2.2.4.1 Lluvia de ideas

Se pueden utilizar numerosos procesos y herramientas para facilitar la generación de ideas. Uno de los más populares es la lluvia de ideas, que es un procedimiento grupal útil de solución problemas para generar ideas, en el cual no se permite ninguna crítica, y las personas están motivadas para generar gran cantidad de ideas al combinar y mejorar las existentes. Después de proponer un grupo de ideas, es necesario evaluarlas y seleccionar las más promisorias (Evans y Lindsay, 2008, p.513).

2.2.4.2 Análisis Costo-Beneficio

El análisis costo-beneficio es una herramienta financiera que mide la relación entre los costos y beneficios asociados a un proyecto de inversión, para evaluar su rentabilidad. La relación costo-beneficio (B/C), también conocida como índice neto de rentabilidad, es un cociente que se obtiene al dividir los beneficios netos entre los costos totales de un proyecto.

$$\frac{B}{C}$$

Según el análisis costo-beneficio, un proyecto o negocio será rentable cuando la relación costo-beneficio es mayor que la unidad.

$$\frac{B}{C} > 1$$

Los pasos necesarios para hallar y analizar la relación costo-beneficio son identificar las proyecciones de los costos de inversión y de los beneficios del proyecto, dividir el valor de los beneficios totales entre el valor de los costos totales, y analizar la relación tomando en cuenta que si el valor resultante es mayor que 1 el proyecto es rentable, pero si es igual o menor que 1 el proyecto no es viable (Crecenegocios, El análisis costo-beneficio)

2.2.4.3 Estudio de tiempos

Cualquier de las técnicas de medición de trabajo – estudio de tiempos con cronometro (electrónico o mecánico), datos de movimientos fundamentales, datos estándar, fórmulas de tiempo o estudio de muestreo de trabajo-representan mejores caminos para establecer estándares de producción justos. Estas técnicas se basan en hechos. Todas establecen estándares de tiempo permitido para realizar una tarea dada, con los suplementos por fatiga y por retrasos personales y retrasos inevitables (Niebel y Freivalds, p.374)

El encargado de medir tiempos debe asegurarse de elegir al candidato correcto para la medición y registrar los resultados cuidadosamente. Para un estudio de tiempos se requieren materiales como cronometro, lápiz, tablero, papel y otros. El encargado de medir no debe de intervenir en la labor del operario. Las labores se deben dividir en

elementos manejables para su medición. Los elementos pueden medirse con el método regreso a cero o con el método continuo. Los ciclos que requieren la medición se definen por criterio del encargado de medir tiempos o por medio de métodos estadísticos. La idea es que las mediciones sean representativas. Finalmente, se obtiene un tiempo estándar con base en la calificación de las mediciones y se registran.

Heizer y Render (2004) indican que el primer paso para ejecutar el estudio de tiempos es definir la tarea que va a estudiarse. Lo siguiente consiste en dividir la tarea en elementos precisos y decidir cuantas veces se medirá la tarea. Posteriormente, se toma el tiempo y se registran los tiempos elementales y las calificaciones de desempeño.

En este punto se calcula el tiempo de ciclo que corresponde a la media aritmética de los tiempos para cada elemento medido, eliminando cualquier medición que sea muy inusual.

$$\textit{Tiempo del ciclo} = \frac{\textit{Suma de los tiempos de cada elemento}}{\textit{Número de ciclos observados}}$$

La calificación de desempeño ajusta el tiempo observado a lo que se espera que realice un trabajador normal. Un factor de calificación de 1,05 indica que el trabajador observado ejecuta la tarea un poco más rápido de lo normal.

$$\textit{Tiempo normal} = \textit{Tiempo del ciclo} \times \textit{factor de calificacion}$$

El siguiente paso consiste en sumar los tiempos normales de cada elemento para determinar el tiempo normal de la tarea.

Finalmente se calcula el tiempo estándar. Este ajuste al tiempo normal total agrega los suplementos para necesidades personales, demoras inevitables del trabajo y fatiga.

$$\textit{Tiempo estandar} = \frac{\textit{Tiempo normal}}{1 - \textit{Factor de suplemento}}$$

Un conjunto de muestras de suplementos personales y por fatiga se muestran en la Figura 12. Para efectos del cálculo del tiempo estándar de este proyecto, se tomaron en cuenta los suplementos constantes de tiempo personal y fatiga básica. Mientras que los

suplementos variables que se incluyen son los de atención y tensión mental. El factor de suplemento es de 15.

1. Suplementos constantes:	(ii) Bastante inadecuada	5
(A) Suplemento de tiempo personal	(E) Condiciones atmosféricas (calor y humedad):	
(B) Suplemento por fatiga básica	Variable	0-10
2. Suplementos variables:	(F) Mucha atención:	
(A) Suplemento por estar de pie	(i) Fino o preciso	2
(B) Suplementos por posición anormal:	(ii) Muy fino o muy preciso	5
(i) Incómodo (encorvado)	(G) Nivel de ruido:	
(ii) Muy incómodo (recostado, estirado).	(i) Intermitente—fuerte.	2
(C) Uso de fuerza o trabajo muscular	(ii) Intermitente—muy fuerte o muy agudo	5
para levantar, empujar, jalar	(H) Tensión mental:	
Peso levantado (en libras):	(i) Complejo o atención a múltiples factores	4
20	(ii) Muy complejo	8
40	(I) Tedio:	
60	(i) Tedioso	2
(D) Mala iluminación:	(ii) Muy tedioso	5
(i) Mucho menor que la recomendada		

Figura 12 Suplementos para estudio de tiempos

Niebel y Freivalds, 2003, Citado por Heizer y Render, Principios de Administración de Operaciones.

2.2.4.4 Análisis del modo de fallas en el diseño y los efectos

El propósito del análisis del modo de fallas en el diseño y los efectos (AMFE, en inglés, FMEA, failure mode and effects analysis) es identificar todas las formas en que una falla puede ocurrir, estimar el efecto y gravedad de la falla y recomendar acciones correctivas de diseño. Por lo general, un AMFYE consiste en especificar la siguiente información:

- Modos de fallas: Formas en que cada elemento o función puede fallar. Esta información generalmente requiere de cierta investigación e imaginación. Una forma de empezar es con las fallas conocidas que han ocurrido en el pasado.
- Efecto de la falla en el cliente: Como la ausencia de satisfacción, daños potenciales o algún otro aspecto de seguridad, tiempo de inactividad, requisitos de reparación, etc.
- Severidad, verosimilitud, índice de detección: La severidad se puede medir de 1 a 10, donde “1” indica que la falla es tan insignificante que es posible que el cliente no lo note, y “10” significa que el cliente podría estar en peligro. La frecuencia es la ocurrencia con base al historial del servicio.

- Causas potenciales de la falla: A menudo, la falla es resultado de un mal diseño. Las deficiencias en el diseño pueden dar lugar a errores, ya sea en el campo o en los procesos.
- Acciones preventivas o controles: Estos controles pueden incluir cambios en el diseño, “procesos a prueba de errores”, mejores instrucciones para el usuario, responsabilidad de los directivos y fechas de terminación meta.

Análisis del modo de fallas en el diseño y los efectos
Analista J.A. White

Producto: lámpara 2C

Nombre del componente	Modo de falla	Causa de la falla	Efecto de la falla en el sistema	Corrección del problema	Comentarios
Parte del enchufe número P-3	Cables sueltos	Vibración por el uso, manejo	No va a transmitir corriente; quizá genere calor	Enchufe y cable moldeados	Si no se corrige, puede provocar un incendio
	No es una falla del enchufe en sí	El usuario la provoca cuando se abren las pijas (puntas) al momento de conectar o desconectar	Puede causar un daño severo o la muerte	Punta de seguridad alargada en el enchufe moldeado	Niños
Base de metal y vástago	Doblado o desportillado	Caída, golpes, envío	Degrada la apariencia	Mejorar el acabado y el empaçado	Cosmética
Enchufe del foco (bombilla)	Quebrado	Calor excesivo, golpes, se forzó	Puede provocar una descarga al tocar la base de metal o el pedestal; puede provocar una descarga al cambiar el foco	Mejorar el material utilizado para la toma de corriente	Peligrosa
Cableado	Roto, desgastado, del foco al enchufe	Fatiga, calor, descuido, lo dañó un niño	No va a conducir la corriente; puede generar calor, fundir los fusibles o provocar una descarga	Utilizar cables adecuados para larga duración en un ambiente previsto como extremoso	Peligrosa; advertencia en las instrucciones
	Cortocircuito interno	Calor, aislamiento por fragilidad	Puede provocar una descarga eléctrica o dejar la lámpara inservible	Usar cables adecuados para larga duración en un ambiente previsto como extremoso	
	Cable interno roto	La toma de corriente se resbala y los cables están torcidos	Puede provocar una descarga eléctrica o dejar la lámpara inservible	Uso de muescas o cortes para evitar que la toma de corriente gire	

Figura 13 Ejemplo de FMEA

Fuente: Case y Jones, 1978, Citado por Evans y Lindsay, Administración y control de la calidad.

2.2.5 Controlar

Controlar es la quinta y última etapa de la metodología DMAIC. Controlar consiste en mantener los resultados obtenidos mediante la implementación. Esta etapa también implica hacer los ajustes necesarios. Todo lo anterior se logra mediante revisiones periódicas por medio de las cuales se monitorea la situación. Debe existir una persona o

un equipo encargado de dar este seguimiento y dar realimentación al equipo del proyecto a la gerencia en caso de que se requiere alguna acción.

La etapa de control se enfoca hacia cómo conservar las mejoras, que incluye tener las herramientas en su lugar para garantizar que las variables clave continúen dentro de los rangos máximos aceptables en el proceso modificado. Estas mejoras pueden incluir el establecimiento de nuevas normas y procedimientos, la capacitación del personal y la institución de controles para tener seguridad de que las mejoras no desaparezcan en el tiempo. Los controles pueden ser tan sencillos como el uso de listados de verificación o revisiones periódicas de las condiciones para asegurarse de que se siguen los procedimientos apropiados (Evans y Lindsay, 2008, p. 514).

2.2.5.1 Diagrama GANTT

Un diagrama GANTT es un gráfico que muestra el tiempo previsto para tareas o actividades a lo largo de un tiempo total determinado. El gráfico también muestra el orden secuencial de esas tareas o actividades. En este proyecto, se construirá un diagrama GANTT, para asignar un tiempo esperado para todas las actividades que se realizan para completar los objetivos, así como para secuenciar todas esas actividades.

2.3 Marco conceptual referente al impacto del proyecto

El proyecto pretende reducir los faltantes de piezas para el programa de mantenimiento del área mecánica. Una empresa de transporte de personas debe asegurar el nivel de servicio al cliente, ya que su naturaleza y jurisdicción así se lo demanda. El área mecánica requiere partes de autobuses de una manera constante, ya que es uno de sus principales insumos. Los mecánicos son los clientes directos del área de inventarios de Coopetransatenas, R.L. Las labores de mantenimiento aseguran que se mantenga al máximo la capacidad de producción de las unidades de transporte lo que redundará en la satisfacción y atracción de clientes. Además, la ejecución del mantenimiento asegura que la flota tenga mayor rendimiento y vida útil.

El objetivo del mantenimiento y la confiabilidad es mantener la capacidad del sistema al mismo tiempo que controlar los costos. Un buen sistema de mantenimiento evita la

variabilidad del sistema. Los sistemas deben diseñarse y mantenerse para lograr el desempeño y los estándares de calidad esperados. El mantenimiento incluye todas las actividades involucradas en conservar el equipo de un sistema trabajando. Confiabilidad es la probabilidad de que un producto o las partes de una maquina funcionen correctamente durante el tiempo especificado y en las condiciones establecidas (Heizer y Render, 2004, p. 619).

2.4 Antecedentes de proyectos o experiencias similares

Nunca se ha dado un proyecto de esta naturaleza en el área de inventarios de Coopetransatenas, R.L. Se han implementado mejoras significativas en los últimos tiempos pero ninguna se ha desarrollado ni implementado de una manera científica e integral. Se buscan casos que se presentan en la literatura consultada con el fin de tenerlos como referencia. Empresas como Hewlett Packard, WalMart, Coca-Cola y otras empresas han presentado mejoras en el manejo del inventario y son líderes globales de tal manera que son referencias muy buenas.

CAPÍTULO III
MARCO METODOLÓGICO

3.1 Metodología para la definición del problema

El diagnóstico y definición del problema en este proyecto se realiza en la etapa definir de la metodología DMAIC. En el proceso de construcción de la metodología de definición se investigaron las técnicas e instrumentos que comúnmente se aplican en la etapa definir. Una vez que se identifica una técnica o instrumento de la etapa definir, se procede a evaluar si esa técnica o instrumento ayudaría a la ejecución y cumplimiento del objetivo general de diagnóstico y de los objetivos específicos de diagnóstico. En el caso de que la técnica o instrumento aporte valor al proyecto y ayude a completar el objetivo de diagnóstico, se adapta a los fines del proyecto y se procede a ejecutar.

3.1.1 Carácter

Este proyecto presenta las características de una investigación de tipo causal ya que busca explorar las causas que hacen que el sistema de inventarios de Coopetransatenas, R.L., sea ineficiente en suministro de piezas. También es exploratoria ya que nunca se ha realizado un trabajo de su naturaleza en el departamento. El trabajo es analítico porque cuantifica, mide y examina los datos de la administración del inventario como niveles de existencias, tiempos de entrega y visibilidad de piezas. El proyecto es evolutivo ya que tiene como una de sus finalidades mejorar el estado del departamento optimizando el flujo de materiales y de información mediante la eliminación de faltantes y automatización de reportes.

3.1.2 Naturaleza

Las investigaciones pueden tener una naturaleza cuantitativa o cualitativa. Las investigaciones cuantitativas recolectan datos que son numéricos o cuantificables de procesos o fenómenos naturales. Las investigaciones cualitativas recogen datos acerca de percepciones o sentimientos que tienen las personas. Este proyecto se clasifica como una investigación cuantitativa. La investigación se basa principalmente en la recolección de datos generales del inventario, la cuantificación del impacto de causas, cálculo del impacto económico de la situación actual mediante la medición de variables operacionales y descripción de su peso económico. En las etapas más avanzadas del proyecto se hacen cálculos matemáticos relativos a la teoría de inventarios.

3.1.3 Sujetos y fuentes de información

Las fuentes de información primarias de este proyecto son los sujetos que se relacionan con el sistema de inventario actual. El encargado de inventario de la empresa Coopetransatenas, R.L., es el señor Carlos Arias Picado. El señor Arias posee varios años de laborar para la empresa en diferentes puestos del área operativa y de mantenimiento. El señor Arias posee un gran conocimiento de los diferentes procesos de la administración del inventario como compras, facturación, registro de material y comparativa de proveedores. El señor Arias es la única persona que maneja las bases de datos de material.

El área de inventario, el área mecánica y el área operativa son administradas directamente por el gerente de operaciones. El señor Kendall Suárez es la persona que ostenta el puesto. El señor Suárez posee varios años de experiencia en todas las áreas que maneja incluida la de inventarios. El gerente de operaciones es la persona que se encarga de coordinar los esfuerzos de las diferentes áreas, así como de planificar el desarrollo de las operaciones de la empresa. Entre las labores de planificación esta la generación de planes diarios de asignación de buses y choferes a las rutas. El señor Suárez también es el encargado y patrocinador de las iniciativas y proyectos de mejora en los procesos.

Las fuentes secundarias de este proyecto son libros y normas afines al tema del proyecto. Una de las finalidades de este trabajo es que la administración de inventario aporte al servicio al cliente que Coopetransatenas, R.L., ofrece a sus usuarios. Para tener una referencia sobre cuál es el nivel de servicio que la cooperativa necesita dar por ley se tomará la norma de medición más acorde. El Manual para la Evaluación y Calificación de la Calidad del Servicio Público de Transporte Remunerado de Personas es la norma elegida para tales fines. Este documento señala que grado de eficiencia, confortabilidad y calidad del servicio debe ofrecer toda empresa dedicada al transporte público. Las funciones del sistema de administración de inventarios relacionadas con la provisión de materiales a los departamentos operativo y mecánico deben estar acorde a las normativas para asegurar su cumplimiento.

El libro *Administración y Control de la Calidad* de James R. Evans y William M. Lindsay fundamenta aspectos básicos de este proyecto relacionado con la calidad. Este libro provee definiciones básicas y avanzadas sobre calidad desde diversas perspectivas. De igual manera, se extraen desde este libro conceptos teóricos de herramientas y metodologías que buscan el mejoramiento del grado de calidad en los procesos a estudiar. El libro se compone de tres grandes secciones. La primera parte es una introducción teórica de la calidad y filosofías relacionadas a este tema. La segunda parte desarrolla el concepto de la calidad en aplicaciones administrativas clásicas. La tercera parte introduce la metodología Six Sigma, el enfoque estadístico de la calidad y las herramientas de mejoramiento de la calidad.

El objeto de estudio de este proyecto es el sistema de administración de inventario de una empresa. Esta área de conocimiento se ubica dentro del contexto de la administración de operaciones. Como referencia en esta área se ha elegido el libro *Administración de Producción y Operaciones* de Norman Gaither y Greg Frazier. Este libro está dividido en cuatro grandes secciones que son: administración de la producción, planeación de productos, procesos tecnologías e instalaciones, planeación de la producción para cumplir con la demanda, y planeación y control de las operaciones para la productividad, calidad y confiabilidad. El libro abarca todas las funciones de una empresa en el contexto de las operaciones. La característica más importante de este libro consiste en que su enfoque se da en la toma de decisiones estratégicas. Se le da prioridad al desarrollo de conceptos cruciales como eficiencia y productividad.

En la misma línea de la administración de operaciones se eligió el libro *Administración de Operaciones, Producción y Cadena de Suministros* de Richard B. Chase, F. Robert Jacobs y Nicholas J. Aquilano. El libro se divide en cinco secciones: estrategia, procesos, diseño de la cadena de suministros, planeación y control de la cadena de suministros, y programación. Este libro explora el área de las operaciones desde una perspectiva menos estratégica y más práctica. Además, posee una sección completa dedicada a la planeación y control de la cadena de suministros. Ese capítulo se enfoca en gran medida en los inventarios y el desarrollo de su teoría, modelos matemáticos y casos de aplicación

práctica. El libro es bastante actual y presenta las últimas tendencias de buenas prácticas y herramientas tecnológicas en el área.

El proyecto posee ciertos aspectos menos relacionados con la planeación de inventarios y más enfocados a la logística. Entre esos temas se encuentran la entrega de material y las instalaciones físicas. Para tener fundamento teórico a la hora de trabajar esos tópicos se toma en consideración el libro Logística Administración de la Cadena de Suministro de Ronal H. Ballou. El libro se divide en seis secciones: introducción y planeación, objetivos del servicio al cliente, estrategia del transporte, estrategia de inventario, estrategia de ubicación, y organización y control. El libro se centra principalmente en aspectos físicos como transporte y ubicación. De esta manera los fundamentos teóricos en este libro permiten un enfoque más integral al proyecto.

3.1.4 Técnicas o instrumentos para recolectar información

Durante la etapa del diagnóstico de la situación se utiliza la técnica de la entrevista. Existe un grupo reducido de personas expertas en el funcionamiento del departamento. Por lo anterior se considera que la entrevista es la técnica ideal para generación de datos relevantes. Las preguntas serán de respuesta abierta para no manipular la visión del entrevistado. Se busca aplicar entrevistas de tipo semiestructuradas y libres. La entrevista libre es la conversación que se mantiene con el entrevistado para conocer por primera vez la situación general de algún tema. Las entrevistas semiestructuradas se realizarán para buscar la opinión de uno de los entrevistados sobre un aspecto específico del funcionamiento del departamento.

La otra técnica que se utiliza es la observación. En este proyecto se utiliza la observación no participante. La observación del investigador provee datos de primera mano acerca del objeto de estudio. Estos datos proveen una visión imparcial y precisa de la situación actual. Esta técnica se utilizará en conjunto con la recolección de datos de archivos o bases de datos de la empresa. La bitácora será uno de los instrumentos a utilizar. La bitácora se usa para anotar toda la información relevante durante la visita a las instalaciones.

3.1.5 Metodología utilizada

Tabla 1 Metodología Utilizada

Objetivos Generales	Elaborar un diagnóstico de la situación actual que permita la identificación de las causas, su significancia así como su impacto económico en la empresa.			Elaborar una propuesta de mejora que por medio de su implementación permita la solución efectiva del problema en estudio de manera económicamente atractiva para la empresa.			
Fase de DMAIC	Definir	Medir	Analizar	Mejorar			Controlar
Objetivos Específicos	Identificar las causas del problema en el área de inventarios.	Clasificar las causas según su nivel de significancia en el problema.	Determinar el impacto económico que le significa la situación actual a la empresa.	Elaborar una propuesta de mejora que permita la resolución efectiva del problema.	Determinar el atractivo económico que genera la propuesta de solución por medio del enfoque de la relación beneficio-costeo.	Elaborar un plan de recomendaciones para la solución de las causas menos significativas.	Elaborar un plan de implementación para la propuesta de mejora evidenciando el resultado dentro del alcance de este estudio.
Técnicas y Herramientas	Entrevistas	Grupo Focal	Entrevistas	Lluvia de ideas de mejoras	Análisis de Inversión Análisis de beneficios	Criterio experto	Línea base del proyecto (PMBOK) Seguimiento de implementación
Producto	Diagrama Ishikawa Diagrama de flujo	Diagrama Pareto	Informe de Evaluación económica del problema	Propuesta de mejora Pareto después de propuesta de mejora FMEA	Análisis costo-beneficio de la propuesta	Plan de recomendaciones	Plan de implementación
	Conclusiones de Diagnostico			Conclusiones de Diseño			

Elaboración propia con base en las tutorías.

3.2 Metodología para la medición y respaldo cualitativo del proyecto

La medición del problema y sus causas identificadas corresponde a la etapa medir de la metodología DMAIC. En esta etapa se recolecta información por medio de técnicas o instrumentos pertenecientes a esta etapa de la metodología. El primer paso consiste en identificar las técnicas o instrumentos de la metodología y posteriormente elegir aquellas que sirvan para cumplir con los objetivos de diagnóstico. Esas técnicas o instrumentos se ejecutan para obtener datos cuantitativos. Finalmente, se diseña y construye un producto o diagrama que ordene y represente gráficamente las mediciones realizadas, para entender el peso de las variables en el problema.

En toda investigación se aplica un instrumento para medir las variables contenidas en la hipótesis (y cuando no hay hipótesis, simplemente para medir las variables de interés). Esta medición es efectiva cuando el instrumento de recolección de los datos realmente representa las variables que tenemos en mente (Hernández, Fernández y Baptista, 1991, p. 242).

3.2.1 Grupo focal

En este proyecto se diseñaran grupos focales para medir el peso de las causas del problema según su frecuencia de ocurrencia y su impacto en términos de tiempo de retraso. Los sujetos que participaran en esas sesiones son los expertos del proceso. Las personas identificadas como expertos del proceso son el Encargado de Compras e Inventarios y el Gerente de Operaciones.

3.3 Metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo proceso, producto o servicio

La construcción de la propuesta de mejora consiste en la etapa mejorar de la metodología DMAIC. En esta sección se diseñan propuestas para la solución o mitigación de las causas más significativas. Se desarrollan sesiones de lluvias de ideas donde se obtienen las opiniones y perspectivas de los expertos del proceso en posibles soluciones a las causas del problema. Una vez que se identifican los lineamientos generales de las

soluciones deseadas, el investigador procede a diseñar las soluciones. El proceso de diseño se realiza de la mano del criterio experto.

Todos los componentes de la propuesta son presentados al Encargado de Compras e Inventario para que este brinde su retroalimentación y de esta manera se van realizando los ajustes gradualmente. Cada propuesta posee una fundamentación literal y gráfica por lo que cada aspecto de la misma se explica y luego se representa por medio de algún gráfico o imagen para facilitar su comprensión y validación. Todas las propuestas buscan la integración de los procesos, la automatización e incremento de velocidad, grado de calidad y eficiencia en los procesos de gestión de inventarios.

3.3.1 Lluvia de ideas

En este proyecto se utilizan las lluvias de ideas en sesiones para encontrar soluciones o elegir opciones. Estas sesiones se realizan con la dirección del investigador y con la participación del Encargado de Compras e Inventarios y del Gerente de Operaciones en su posición de expertos del proceso. Se busca realizar las sesiones de lluvias de ideas en un ambiente tranquilo y aislado, además se promueva la participación y discusión respetuosa de manera constante.

3.3.2 Criterio Experto

Los expertos de un proceso son aquellos colaboradores de la empresa los cuales tienen un conocimiento profundo de ese proceso. Este conocimiento se da por un tiempo prolongado en la ejecución o supervisión total o parcial de ese proceso por parte de un individuo. En este proceso se consideran expertos al Encargado de Compras e Inventarios y al Gerente de Operaciones. El juicio de expertos es definido por el Project Management Institute [PMI] como:

Un juicio que se brinda sobre la base de la experiencia en un área de aplicación, área de conocimiento, disciplina, industria, etc., según resulte apropiado para la actividad que se está ejecutando. Dicha experiencia puede ser proporcionada por cualquier grupo o persona con una educación, conocimiento, habilidad, experiencia o capacitación especializada. (2013, p. 551)

3.4 Metodología para la implementación del proyecto

La implementación de la propuesta del proyecto se ubica en la fase implementar de la metodología DMAIC. Este proyecto posee un objetivo de implementación de las propuestas y en consecuencia se traza un plan de implementación. Las propuestas incluyen todas las estrategias diseñadas en el capítulo V para eliminar las causas del problema. La implementación busca aplicar las propuestas diseñadas de una manera integral para asegurar el éxito de las mismas y el plan de implementación se basa en la Guía de los Fundamentos de Gestión de Proyectos o PMBOK por sus siglas en Ingles. Se pretende lograr la integridad de la propuesta mediante la inclusión de los aspectos aplicables de todas las áreas de conocimiento del PMBOK en el plan de implementación. La implementación solamente se iniciará cuando las propuestas hayan sido aceptadas formalmente por la organización. Los encargados de la implementación son el Encargado de Compras e Inventarios, el Gerente de Operaciones y el Investigador.

3.4.1 PMBOK

La Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos o PMBOK por sus siglas en inglés presenta un conjunto de buenas prácticas para la dirección de proyectos

Proporciona pautas para la dirección de proyectos individuales y define conceptos relacionados con la dirección de proyectos. Describe asimismo el ciclo de vida de la dirección de proyectos y los procesos relacionados, así como el ciclo de vida del proyecto (PMI, 2013).

La Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos describe la naturaleza de los proceso de la dirección de proyectos en términos de la integración entre los procesos, de sus interacciones y de los propósitos a los que responden. Existen 5 categorías o grupos de procesos de la administración de proyectos. Los grupos de proceso son inicio, planificación, ejecución, monitoreo y control, y cierre. Existen 47 procesos de dirección de proyectos. Estos procesos se agrupan a su vez en 10 categorías llamadas áreas de conocimiento (PMI, 2013).

Un área de conocimiento “...representa un conjunto completo de conceptos, términos, actividades que conforman un ámbito profesional, un ámbito de la dirección de proyectos o un área de especialización.” PMI (2013). A continuación se presentan la lista de áreas de conocimiento:

- Integración
- Alcance
- Tiempo
- Costos
- Calidad
- Recursos humanos
- Comunicación
- Riesgos
- Adquisición
- Interesados

3.5 Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados

La verificación, aseguramiento, control y seguimiento de la propuesta del proyecto se ubica en la fase controlar de la metodología DMAIC. Para realizar el seguimiento de la implementación se crea una lista de verificación que establece indicadores o resultados esperados. El Encargado de Compras e Inventarios deben llenar la lista con los resultados que se vayan presentando. El Gerente de Operaciones revisará y auditará los resultados reportados. En caso de que no se cumpla con el resultado esperado, se procederá a revisar porque se dio el problema, y una vez solucionado, se procederá a repetir la actividad de implementación. Este ciclo se deberá repetir la cantidad de veces que sea necesario.

CAPÍTULO IV
LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS

4.1 Línea base y análisis de causas

Coopetransatenas R.L es la empresa de transporte más grande de Atenas y una de las instituciones más importantes del cantón. La cooperativa cubre siete rutas incluidas Atenas-San José y Atenas-Alajuela las cuales son claves en el desarrollo del cantón debido que en esos lugares se concentran la mayoría de los centros de trabajo y estudio de los atenienses. El departamento de operaciones le da soporte a una flotilla de cuarenta y dos unidades de transporte que se utilizan para cubrir las rutas concesionadas mediante los servicios de planeación operativa, mantenimiento mecánico, manejo de buses y compras e inventarios. El área e inventarios es donde se realiza este proyecto de investigación. La forma en cómo se gestionan las compras, el almacenamiento en la entrega ha provocado retrasos en el programa de mantenimiento.

Para el desarrollo de este capítulo y el análisis de la situación actual se utilizan diversas técnicas de recolección de la información como las entrevistas semiestructuradas, grupos focales y la observación del estudiante. Para efectos de las entrevistas y del grupo focal se incluyeron al señor Carlos Arias, quien es el Encargado de Compras e Inventarios y la única persona que trabaja en el área, así como al señor Kendall Suárez, quien es el Gerente de Operaciones. Ambas personas se consideran las expertas en el proceso. Se excluyeron mecánicos y choferes, porque ellos solo interactúan con el área de compras e inventarios en calidad de clientes. Lo anterior permite identificar las causas del problema.

A lo largo del capítulo, se utiliza las herramientas del diagrama de flujo, diagrama de Ishikawa y la categorización de las 6Ms para identificar las causas del problema con base en la información recolectada en las entrevistas y las observaciones. Posteriormente se utiliza la Clasificación ABC y el Diagrama de Pareto con el fin de identificar las causas que generan mayor impacto en el problema en base a la sesión del grupo focal. En paralelo a la identificación y clasificación de las causas del problema se indagan diversas fuentes dentro de la organización para sustraer información que sustente un informe de evaluación económica del problema y así poder identificar su impacto en la organización desde el punto de vista monetario y, a la vez, justificar los esfuerzos de la investigación.

4.1.1 Sistema de administración de inventarios actual

La cadena de suministros de Coopetransatenas,R.L., consiste en un flujo de insumos necesarios para darle soporte a los servicios de transporte que se proveen a los usuarios de las rutas administradas. La cooperativa es una organización de un tamaño significativo y tanto los departamentos administrativos como el operativo requieren gran variedad de insumos y para ello poseen muchos proveedores. El departamento operativo posee entre sus proveedores más importantes a las agencias oficiales de las marcas de los autobuses, así como a empresas que comercializan repuestos genéricos. La administración de la cadena de suministros es gestionada por el Encargado de Compras e Inventarios y es supervisada por el Gerente de Operaciones.

La función principal de la administración de la cadena de suministros en el área operativa de Coopetransatenas,R.L., consiste en proveer repuestos al área mecánica para el programa de mantenimiento preventivo y correctivo. La entrega a tiempo de esos repuestos asegura que los buses continúen en funcionamiento y por lo tanto se brinde un servicio de calidad al usuario. Los tipos de productos que conforman el inventario de Coopetransatenas, R.L., son principalmente piezas de repuestos mecánicos, filtros, llantas, aceites, pinturas, entre otros.

La flota que maneja la institución es bastante variada en términos de marcas, tamaños y edad de vehículos, por lo que el inventario es diverso en cuanto a las líneas de producto. La empresa comúnmente busca mantener bajos volúmenes de inventario para evitar mermas y el daño de piezas.

Las piezas nuevas son solicitadas al vendedor por el Encargado de Compras e Inventarios para cubrir necesidades del departamento mecánico, quien se encarga del transporte hasta las instalaciones de Coopetransatenas, R.L. Las piezas son recibidas en recepción y ahí se realiza la facturación, el pago al vendedor y la asignación del código contable. Posteriormente, recepción hace entrega de las piezas y la factura aprobada al Encargado de Compras e Inventarios, el cual realiza el ingreso de la información del nuevo material en la herramienta de control.

La herramienta de control actual se compone por dos hojas de cálculo principales con la información de ingreso y de existencias. Cuando se recibe material se añade un registro de factura con los productos incluidos en esa factura en la hoja de ingresos. También se incluyen descripciones, proveedor, fecha de ingreso, precio unitario, precio total y cantidad de entrada.

CODIGO	DESCRIPCION	ENT	PRECIO UNIDAD	PRECIO TOTAL	NO FACTURA	FECHA	PROVEEDOR
5144-01	DIAFRACMA DE 30"	2	₡ 2,492.00	₡ 4,984.00	270480	10/29/2016	CORPORACION DE EMPRESARIOS DE TRANSPORTE
5146-01	BOLSA DE AIRE TRASERA MB	1	₡ 47,132.00	₡ 47,132.00			
5145-01	BOLSA DE AIRE DELANTERO	1	₡ 42,898.00	₡ 42,898.00			

Figura 15 Registro de una factura en la hoja de ingreso

Copia de herramienta de control facilitada por el Encargado de Compras e Inventarios.

Una vez que se incluye la información en la hoja de ingreso, se procede a incluir los códigos de las nuevas piezas, su descripción, cantidad, existencias y valor unitario en la hoja de existencias. La cantidad es el número de piezas que se recibieron o cantidad de entrada y existencias es la cantidad actual en el inventario.

CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	EXISTENCIA	VALOR UN.	TOTAL
5144-01	DIAFRACMA DE 30"	2	2	₡ 2,492.00	4,984.00
5145-01	BOLSA DE AIRE DELANTERO	1	1	₡ 42,898.00	42,898.00
5146-01	BOLSA DE AIRE TRASERA MB	1	1	₡ 47,132.00	47,132.00

Figura 16 Registro de los productos de una factura en la hoja de existencias

Copia de herramienta de control facilitada por el Encargado de Compras e Inventarios.

La mayoría de la información que se ingresa a la hoja de existencias ya se ha incluido en la hoja de ingresos. Lo anterior indica que debido a la estructura de la herramienta actual existe un reproceso innecesario. Otra dificultad en el ingreso de la información consiste en que la hoja de existencias posee cuatro secciones para las categorías generales de los productos, las cuales son repuestos, filtros, accesorios y llantas. Una factura puede estar relacionada con productos pertenecientes a dos o más categorías. Cada vez que se ingresa la información de los nuevos productos de una factura en la hoja de existencias debe buscarse la sección correspondiente a la categoría general de esos productos para incluirlos.

La Figura 17 muestra el diseño de la herramienta de control actual. El registro es el mismo en ambas hojas y se repiten varios de sus atributos. Los atributos repetidos están señalados en los cuadros.

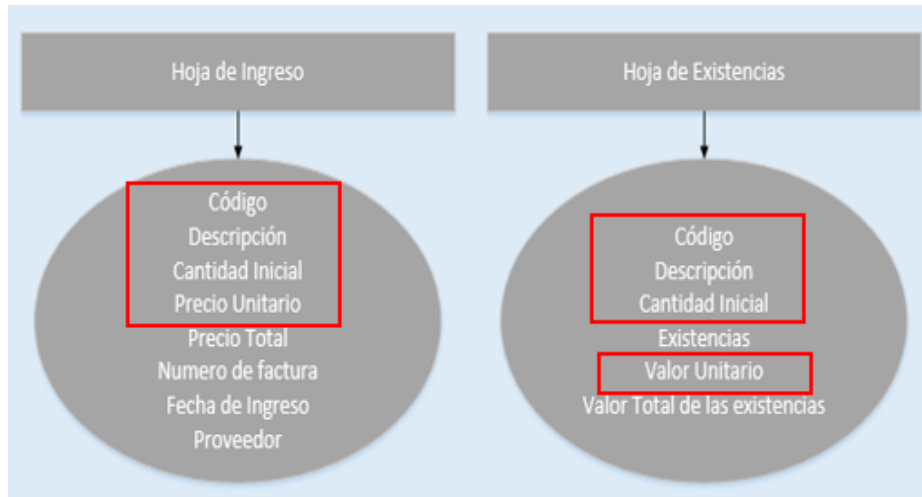


Figura 17 Estructura de las hojas de ingreso y existencias
Elaboración propia.

En el sistema actual, siempre que se extrae una existencia del inventario para requisición de los mecánicos, se procede a llenar la boleta de salida que es un documento físico. Seguidamente, en la hoja de existencias se le resta a la cantidad en existencia registrada el número de unidades que se extrajeron con una calculadora y se digita manualmente el nuevo número de existencias. El único dato de las boletas de salida o requisición que se incluye en la herramienta de control es el número de boleta mediante un consecutivo y se ingresa a la derecha de los registros en la hoja de existencias. La boleta física se guarda en el archivo de la bodega.

Existe un reproceso de información, ya que algunos de los mismos datos que se incluyen en la boleta de salida se utilizan otra vez para actualizar las cantidades existentes en la herramienta de control. Además, las actividades que se realizan para actualizar el número de existencias son manuales por lo que exponen a errores.

En la Figura 18 se puede observar el flujo de trabajo para la adquisición de materiales que se describió anteriormente. La secuencia de las actividades es lineal y participan el Encargado de Compras e Inventarios y el Recepcionista.

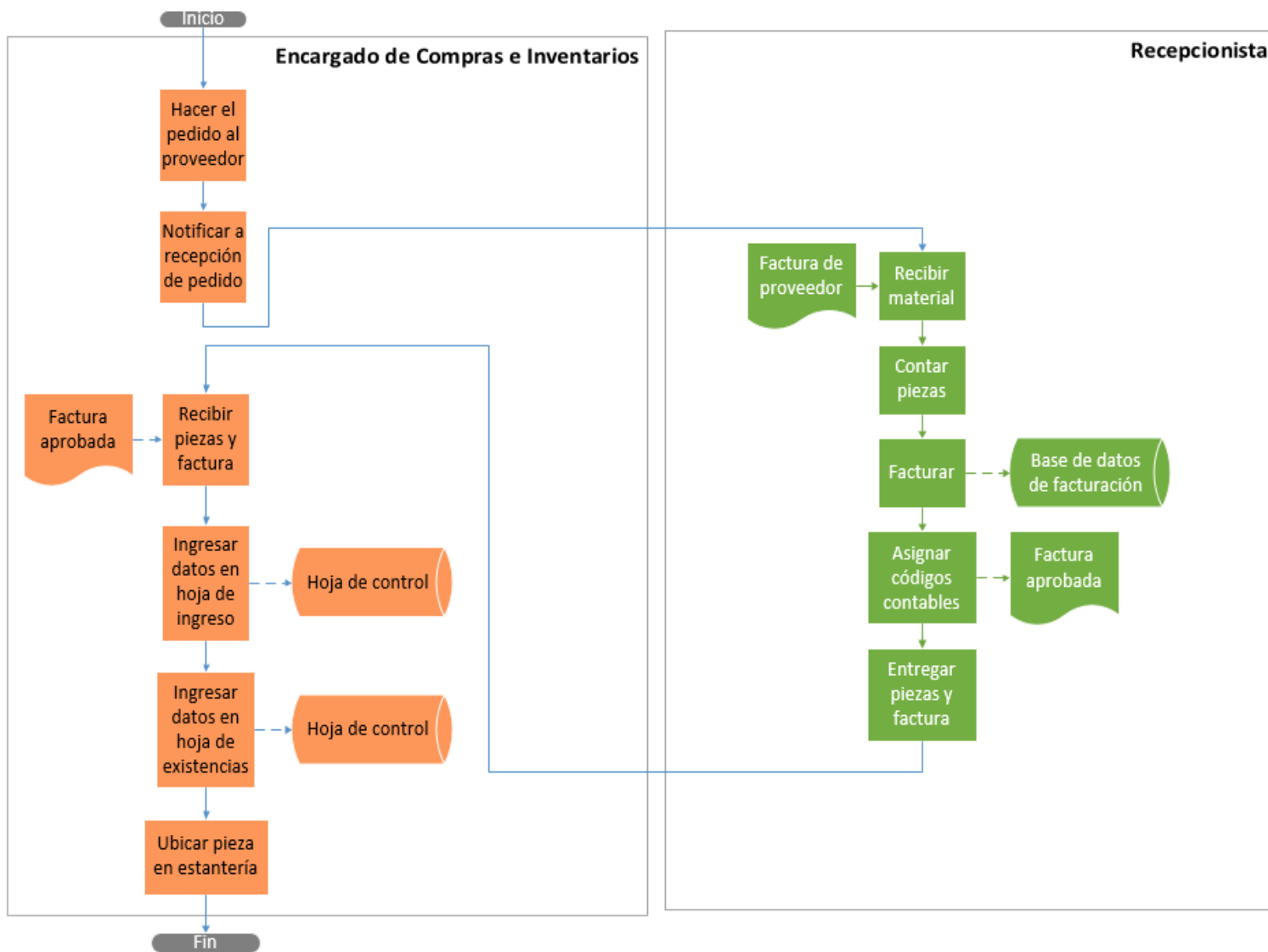


Figura 18 Flujo de compras actual

Elaboración propia.

4.1.2 Identificación de las causas

Para identificar cuáles son las causas que están generando el problema en la gestión de compras, almacenamiento y control se procedió a realizar un Diagrama de Ishikawa. Este diagrama permite comprender las relaciones causa-efecto en la situación actual. La categorización de las diferentes espinas del diagrama se realizó de acuerdo con las 6Ms que son Métodos, Maquinaria y Equipo, Mano de obra, Medioambiente, Medición y Materiales. Por medio de lo anterior se agrupan las causas de acuerdo con su naturaleza lo que permite una mejor perspectiva de estas.

Los datos necesarios para sustentar el diagrama de Ishikawa se recolectaron por medio de entrevistas y la observación del estudiante. Las entrevistas se le realizaron al Encargado de Compras e Inventarios y al Gerente de Operaciones. Las entrevistas están debidamente documentadas por medio de una grabación. En el Anexo 02 se encuentran el objetivo, el cuestionario y otros detalles de las entrevistas. Igualmente el criterio del estudiante sirvió para la generación del diagrama. La observación quedó documentada por medio de fotos que se tomaron en las instalaciones a elementos que se consideran relevantes.

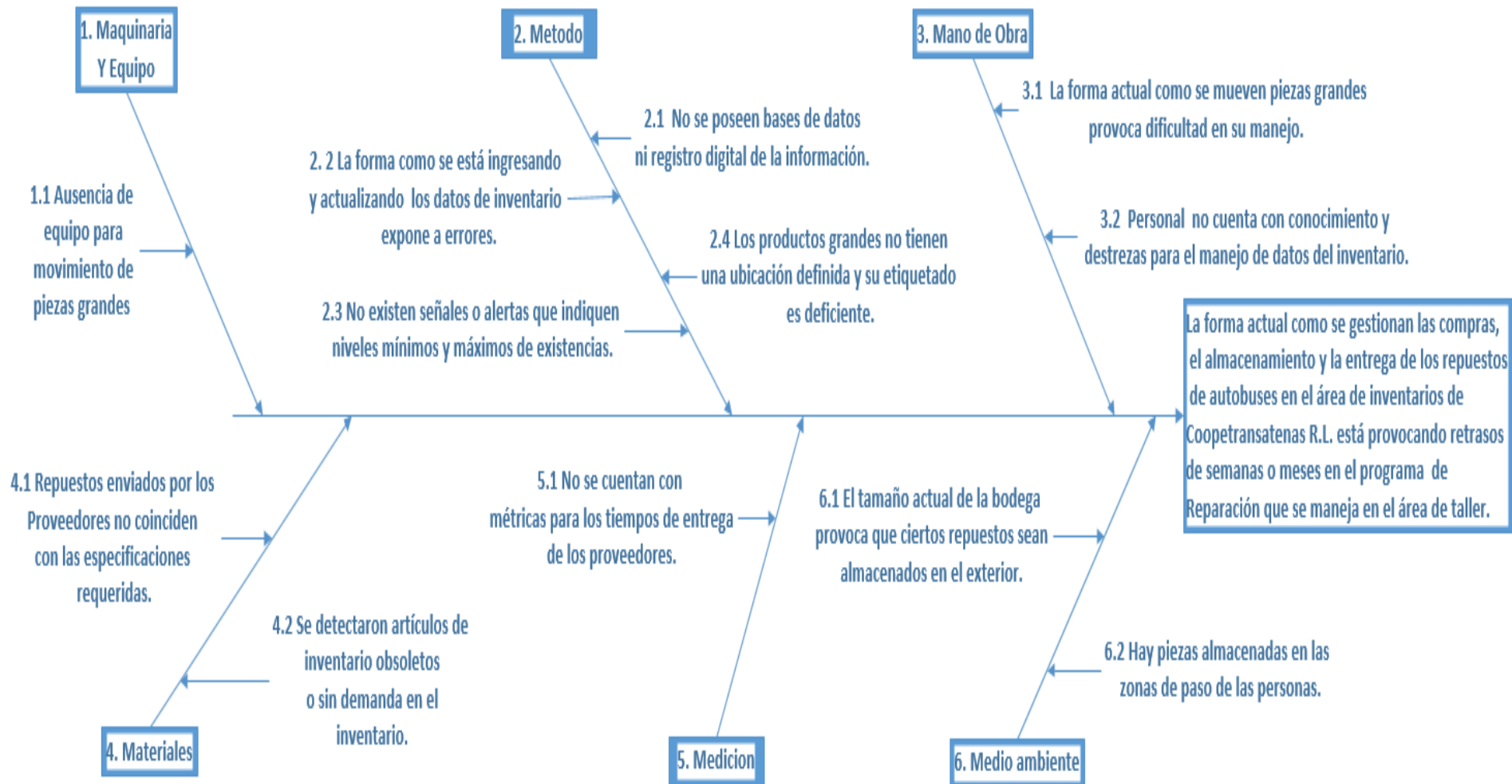


Figura 19 Diagrama de Ishikawa de las causas del problema

Elaboración propia en base a las entrevistas y a la observación

Maquinaria y Equipo

1.1 Ausencia de equipo para movimiento de piezas grandes

Esta causa posee el mismo tipo de impacto que la causa 3.1, “La forma actual como se mueven piezas grandes provoca dificultad en su manejo.”. El sistema de gestión actual no cuenta con dispositivos necesarios para movilizar repuestos grandes. Entre los instrumentos que no se poseen están los dispositivos tecles, carretillas hidráulicas o algún tipo de carro transportador.

De acuerdo al Encargado de Compras e Inventarios y al Gerente de Operaciones, el control del inventario es efectivo ya que no se dan casos de merma de materiales por lo que esta situación no forma parte de las causas del problema. Las auditorías internas se realizan regularmente y no han detectado casos de merma.

2.1 No se poseen bases de datos ni registro digital de la información

Se registra el consumo de partes por medio de boletas de salida las cuales son documentos físicos por lo que los datos no pueden acceder de manera práctica. La ausencia de esta información hace que el Encargado del área de Compras e Inventarios no tenga la posibilidad de tener un criterio estadístico ni gráfico para la toma de decisiones en la gestión del inventario. Las compras se realizan únicamente a orden de requisición y no existe ningún análisis sobre qué pedir.

2.2 La forma como se está ingresando y actualizando los datos de inventario expone a errores

Siempre que se ingresa un nuevo repuesto al control del inventario debe registrarse en diferentes hojas de cálculo del control de inventario. El ingreso de la información referente a las boletas de salida de material se realiza en una misma hoja, pero debe desplazarse varias columnas hasta encontrar el lugar de ingreso correspondiente. Cuando requiere consultarse la información referente a las boletas de salida de material debe buscarse la boleta física, ya que solo se registra el número de boleta en el control de información y no aspectos, tales como cantidad de salida, fecha de salida y solicitante. Cuando se dan auditorias el Encargado de Inventarios y Compras debe realizar labores

manuales de búsqueda. El proceso de actualizar la cantidad de existencia es manual. Se dan casos en que el inventario físico no concuerda con el teórico.

2.3 No existen señales o alertas que indiquen niveles mínimos y máximos de existencias de productos críticos

No existen señales físicas o en el control de información que alerten sobre niveles mínimos o máximos de piezas. De esta manera no se posee una visibilidad proactiva de existencias de repuestos con niveles altos de consumo, con tiempos de entrega largos, con rotación muy baja o que por decisión se quieren mantener. No se poseen métodos de Kanban ni nada similar. Los productos críticos se definen como los clasificados como categoría A en el análisis ABC en base a criterio experto o a consumo histórico.

2.4 Los productos grandes no tienen una ubicación definida y su etiquetado es deficiente

Existen productos de tamaño pequeño o normal para los que existe estantería adecuada por lo que su ordenamiento y etiquetado es bueno. Para los productos grandes no existe una estantería acorde a su tamaño por lo que su distribución no es definida y su etiquetado es deficiente. En ocasiones, esos repuestos se terminan almacenando en espacios sin visibilidad en la bodega como debajo de las estanterías.

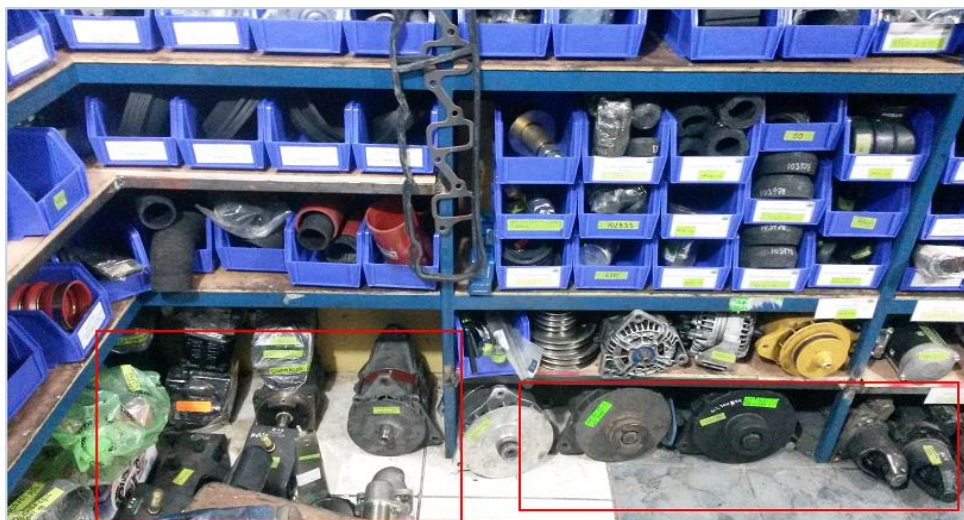


Figura 20 Producto sin estantería

Facilitada por el Encargado de Compras e Inventarios



Figura 21 Producto con etiquetado deficiente

Facilitada por el Encargado de Compras e Inventarios

Mano de obra:

3.1 La forma actual como se mueven piezas grandes provoca dificultad en su manejo

El personal debe alzar piezas grandes para transportarlas desde su área de almacenamiento al área mecánica. La necesidad de varios individuos para mover la pieza puede generar retrasos. Igualmente una lesión física del personal puede hacer que haya retrasos en la entrega de la pieza.

3.2 Personal no cuenta con conocimiento y destrezas para el manejo de datos del inventario

El Encargado de Compras e Inventario debe manejar una base de datos de aproximadamente 3 000 registros de productos con existencias o agotados. A su vez, esos registros poseen varias columnas ubicadas en varias hojas de cálculo donde se encuentra diversa información. El Encargado de Compras e Inventario posee nociones básicas de las funcionalidades de las hojas de cálculo. Sin embargo, no posee conocimientos de fórmulas condicionales, fórmulas de búsqueda, Tablas pivote y otras funcionalidades avanzada de una hoja de cálculo, lo que hace que su trabajo sea, en ocasiones, muy manual y su capacidad de análisis limitado.

Materiales

4.1 Repuestos enviados por los proveedores no coinciden con las especificaciones requeridas

En ocasiones se presentan casos de proveedores que envían piezas que no son las solicitadas. Lo anterior provoca que se deba realizar una devolución lo cual genera un retraso. Esta situación se puede dar debido a que Coopetransatenas, R.L., tenga un número de parte diferente del que posee el proveedor o a un error del vendedor. En cada pedido se incluye el número de parte de la casa matriz, así como fotografías por algún medio electrónico como correo o mensajería instantánea. En los casos donde se compra partes complejas o que no se adquieren normalmente, se incluyen imágenes de los diagramas de los buses que especifican la localización de la parte.

4.2 Se detectaron artículos de inventario obsoletos o sin demanda en el inventario

Existen repuestos obsoletos en el inventario debido a que solo pueden ser utilizados en autobuses que ya no están en la flotilla. Ese material sigue ocupando espacio en la bodega y aún está registrado en el control de información.

Medición

5.1 No se cuentan con métricas para los tiempos de entrega de los proveedores

Actualmente, no existe un indicador que compare el tiempo de entrega real de los proveedores con lo considerado a tiempo por Coopetransatenas, R.L. De acuerdo con lo indicado por el Encargado de Compras e Inventarios, el tiempo en que se esperan las piezas después de hacer el pedido es de 3 o 4 horas, lo anterior porque todos los proveedores tienen inventario en el país ya que todas las marcas de buses poseen agencias en el país. El problema consiste en que en algunas ocasiones los proveedores no cumplen con el tiempo de entrega como se detalla en la sección 4.1.4

Medioambiente

6.1 El tamaño actual de la bodega provoca que ciertos repuestos sean almacenados en el exterior

Los repuestos que no caben en la bodega se deben almacenar en la parte trasera del puede apreciarse la bodega, por lo pequeño de la bodega deben tomarse varias fotos desde diversos ángulos para dar una idea adecuada de su estructura.



Figura 22 Bodega. Estantería derecha.

Facilitada por el Encargado de Compras e Inventarios



Figura 23 Bodega. Estantería central.

Facilitada por el Encargado de Compras e Inventarios



Figura 24 Bodega. Estantería Central de fondo y estantería izquierda.
Facilitada por el Encargado de Compras e Inventarios

6.2 Hay piezas almacenadas en las zonas de paso de las personas

Es común dejar parte de los autobuses en medio de los pasillos lo que obstaculiza el paso de la bodega al área de reparación o viceversa. De igual manera, es común encontrar derramamientos de aceites, agua y otros líquidos en los pasillos del edificio que dificulta el movimiento de personas con piezas.



Figura 25 Piezas en pasillos
Facilitada por el Encargado de Compras e Inventarios



Figura 26 Derrames en los pasillos

Facilitada por el Encargado de Compras e Inventarios

4.1.3 Clasificación de las causas según su nivel de importancia

Con el fin de clasificar las causas según su nivel de impacto en el problema que está afectando la gestión de compras, almacenamiento y entrega de repuestos se realiza un diagrama de Pareto. El proceso de realización del diagrama de Pareto implica en primera instancia realizar una clasificación ABC del porcentaje de impacto sobre el problema de cada una de las causas identificadas en el diagrama de Ishikawa. Después de lo anterior se procede a graficar el diagrama según los principios básicos de Pareto para así visualizar gráficamente las causas, según su impacto en el problema y su peso en relación con el de las demás.

Los datos requeridos para la elaboración del diagrama de Pareto se obtuvieron por medio de una actividad de grupo focal. En la actividad participaron el encargado del proyecto como mediador, así como el Encargado de Compras e Inventarios y el Gerente de Operaciones, quienes son considerados como expertos del proceso. También, se compartieron las perspectivas de ambos con respecto a las causas identificadas por medio de la guía del encargado del proyecto. Se excluyeron otros empleados debido a que se considera que no aportarían al tema de manera significativa.

Para la realización de esta actividad se les pidió a los expertos del proceso que le asignaran una ponderación a todas las causas de acuerdo a dos criterios. Los dos criterios se desarrollaron en línea con el problema actual que está generando retrasos en el programa de reparación que se maneja en el área de taller. Después se procede a combinar ambos criterios para generar los datos requeridos por el gráfico de Pareto.

Frecuencia de retrasos:

El criterio de frecuencia de retrasos se refiere a la reiteración con que una causa genera un retraso en la entrega de un repuesto al área de taller. De esta manera, si una causa genera retrasos nunca o poco de acuerdo con el criterio del experto, el individuo le asignará una ponderación baja. Por el contrario, si el experto considera que la causa genera retrasos de una manera reiterada le asignará un mayor peso.

Tabla 2. Frecuencias y pesos de retrasos

Frecuencia de retraso	Peso
Nunca	0
Una vez cada 3 meses	20
Una vez cada mes	40
Una vez cada 2 semanas	60
Una vez a la semana	80
Todos los días	100

Fuente: Elaboración propia.

Tiempo de retrasos:

El otro criterio se refiere a la cantidad de tiempo de retraso que se da por cada causa. Si una causa genera un retraso nulo o limitado, se le asigna un peso menor. Caso contrario, se procede a asignarle un peso mayor.

Para la elaboración de esa escala de peso se tomó en consideración la definición operacional que se le da a una entrega a tiempo. De acuerdo con el Encargado de Compras e Inventarios no existe una definición escrita, pero si señalo que se considera que un tiempo aceptable es de 3 o 4 horas. Este tiempo abarca desde que se pone la orden hasta que se recibe el pedido. Lo anterior, porque cada una de las marcas de autobuses de la flotilla actual posee una agencia en el país.

Tabla 3. Asignación de peso según tiempo de retraso

Tiempo de retraso	Peso
Menos de 1/2 día	0
De 1/2 día - 1 día	2
1 día - 3 días	4
3 días - 7 días	6
7 días - 15 días	8
15 días - 30 días	10

Fuente: Elaboración propia.

La ponderación es realizada por los expertos en una matriz. La matriz contiene cada una de las causas y espacios en blanco junto a ellas para que los participantes asignen los pesos de acuerdo con ambos criterios. Posterior a lo anterior procede a realizarse la fórmula para obtener el resultado.

La fórmula utilizada es la siguiente:

$$\text{Total} = \text{Frecuencia de retraso} * \text{Tiempo de Retraso}$$

Los resultados de ambos expertos se unen en una Tabla y se procede a promediarlos. Los promedios de los resultados son la ponderación final con la que se va a realizar el diagrama de Pareto. En la Tablas 4 y 5 se muestra la asignación de pesos de ambos expertos. En la Tabla 6 se muestra la ponderación final.

Tabla 4 Matriz de pesos de acuerdo al Encargado de Compras e Inventarios

	Causas identificadas	Frecuencia de ocurrencia de retraso	Impacto de tiempo de retraso	Resultado
2.1	No se poseen bases de datos ni registro digital de la información.	40	10	400
2.2	La forma como se está ingresando y actualizando los datos de inventario expone a errores.	80	4	320
2.3	No existen señales o alertas que indiquen niveles mínimos y máximos de existencias de productos críticos.	60	8	480
2.4	Los productos grandes no tienen una ubicación definida y su etiquetado es deficiente.	20	2	40
3.1	La forma actual como se mueven piezas grandes provoca dificultad en su manejo.	0	0	0
1.1	Ausencia de equipo para movimiento de piezas grandes	0	0	0
3.2	Personal no cuenta con conocimiento y destrezas para el manejo de datos del inventario.	60	4	240
4.1	Repuestos enviados por los proveedores no coinciden con las especificaciones requeridas.	60	2	120
4.2	Se detectaron artículos de inventario obsoleto o sin demanda en el inventario.	0	0	0
5.1	No se cuentan con métricas para los tiempos de entrega de los proveedores.	40	2	80
6.1	El tamaño actual de la bodega provoca que ciertos repuestos sean almacenados en el exterior.	20	2	40
6.2	Hay piezas almacenadas en las zonas de paso de las personas.	20	2	40

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. Matriz de pesos de acuerdo al Gerente de Operaciones

	Causas identificadas	Frecuencia de ocurrencia de retraso	Impacto de tiempo de retraso	Resultado
2.1	No se poseen bases de datos ni registro digital de la información.	60	8	480
2.2	La forma como se está ingresando y actualizando los datos de inventario expone a errores.	100	2	200
2.3	No existen señales o alertas que indiquen niveles mínimos y máximos de existencias de productos críticos.	80	8	640
2.4	Los productos grandes no tienen una ubicación definida y su etiquetado es deficiente.	0	0	0
3.1	La forma actual como se mueven piezas grandes provoca dificultad en su manejo.	10	1	10
1.1	Ausencia de equipo para movimiento de piezas grandes	10	1	10
3.2	Personal no cuenta con conocimiento y destrezas para el manejo de datos del inventario.	60	4	240
4.1	Repuestos enviados por los proveedores no coinciden con las especificaciones requeridas.	60	2	120
4.2	Se detectaron artículos de inventario obsoleto o sin demanda en el inventario.	20	2	40
5.1	No se cuentan con métricas para los tiempos de entrega de los proveedores.	40	4	160
6.1	El tamaño actual de la bodega provoca que ciertos repuestos sean almacenados en el exterior.	20	2	40
6.2	Hay piezas almacenadas en las zonas de paso de las personas.	20	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6 Tabla de ponderación y clasificación de las causas

	Causas identificadas	Encargado de Compras e Inventario	Gerente de Operaciones	Promedio	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
2.3	No existen señales o alertas que indiquen niveles mínimos y máximos de existencias de productos críticos.	480	640	560	30%	30%
2.1	No se poseen bases de datos ni registro digital de la información.	400	480	440	24%	54%
2.2	La forma como se está ingresando y actualizando los datos de inventario expone a errores.	320	200	260	14%	68%
3.2	Personal no cuenta con conocimiento y destrezas para el manejo de datos del inventario.	240	240	240	13%	81%
4.1	Repuestos enviados por los proveedores no coinciden con las especificaciones requeridas.	120	120	120	6%	87%
5.1	No se cuentan con métricas para los tiempos de entrega de los proveedores.	80	160	120	6%	94%
6.1	El tamaño actual de la bodega provoca que ciertos repuestos sean almacenados en el exterior.	40	40	40	2%	96%
2.4	Los productos grandes no tienen una ubicación definida y su etiquetado es deficiente.	40	0	20	1%	97%
4.2	Se detectaron artículos de inventario obsoletos o sin demanda en el inventario.	0	40	20	1%	98%
6.2	Hay piezas almacenadas en las zonas de paso de las personas.	40	0	20	1%	99%
3.1	La forma actual como se mueven piezas grandes provoca dificultad en su manejo.	0	10	10	0,5%	99,5%
1.1	Ausencia de equipo para movimiento de piezas grandes	0	10	10	0,5%	100%
Totales				1860	100%	100%

Fuente: Elaboración propia.

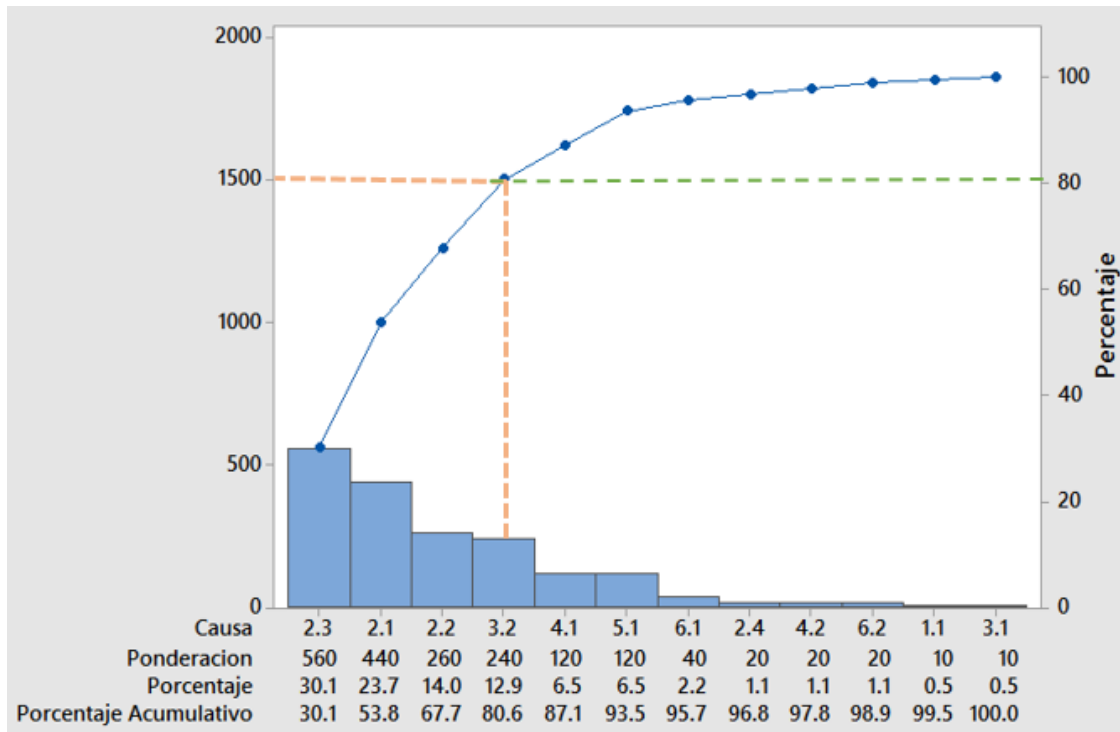


Figura 27 Diagrama Pareto de priorización de causas

Elaboración propia.

En la Figura 27 se puede observar que 4 causas de las 12 identificadas representan 81% del problema. Consecuentemente, las restantes 8 causas representan 19% del problema. Tres de las causas principales pertenecen a la categoría de métodos y una a la de mano de obra.

Las causas más significativas son las siguientes:

2.3 No existen señales o alertas que indiquen niveles mínimos y máximos de existencias de productos críticos

Esta causa representa el 30% del 81%. Como se explicó anteriormente, no existen señales físicas en la herramienta de información actual que alerte sobre niveles de existencias. No hay un mecanismo que informe proactivamente al Encargado de Compras e Inventario sobre niveles mínimos o máximos de existencias a los que ha llegado un producto.

Esta situación impacta especialmente cuando un repuesto de consumo alto no se encuentra disponible y se requiere inmediatamente para una labor de reparación en el

área mecánica. De manera paralela, poseer niveles de inventario muy altos de ciertas piezas puede impactar al área de compras en las auditorías internas, ya que es política de la empresa tener solo el inventario necesario.

2.1 No se poseen bases de datos ni registro digital de la información

Esta causa representa el 24% del 81%. Como se explicó anteriormente, no se tiene acceso a los datos de consumo de los repuestos en la herramienta de control de información actual. Se registran las salidas del inventario por medio de las boletas de requisición física donde se incluyen el número de código, descripción, cantidad requerida, precio, placa, persona que entrega, persona que retira y firma de la persona que retira. En la herramienta de información actual solo se incluye el número de boleta.

Esta situación implica que no exista análisis de datos sobre los compras por realizar. No pueden analizarse tendencias o promedios de consumo de los repuestos. Las compras solo se realizan a requisición. No se poseen datos que sustenten la necesidad de estrategias de aseguramiento de material. La mayor afectación de esta causa consiste en que se presenta desabastecimiento de existencias de productos que se deben solicitar a países como Chile y China. El tiempo de entrega largo hace que el programa de reparación se atrase, y no hay ninguna medida correctiva en proceso de compras.

REQUISICIONES DE BODEGA		01054						
SEMANA: DEL 21 AL 27 DE Noviembre DEL 2016								
#	Cantidad	Código	Descripción	Precio	Placa	Entrego	Retirado	FIRMA
01	1	4598-01	Reparación Amarrador	55000	GOSS	Calbs	Mario	
02	2	5186-01	Baterías N150	222610	GOSS	Calbs	Mario	
03	1	4939-01	Union Plastica	1925	GOSS	Calbs	Hovario	
04	1	104334	Relay	2797	GOSS	Calbs	Mario	
05	1	700000	Limpia parabrisa yAuxilio	959	GOSS	Calbs	Kenneth	
06	4	5255-01	Hules Baja Est DW	9548	GOSS	Calbs	Esteban	
07	4	5256-01	Hules Baja Est DW	5892	GOSS	Calbs	Esteban	
08								
09								
10								
11								
12								
13								
14								
15								

Figura 28 Boleta de requisición

Facilitada por el Encargado de Compras e Inventarios

2.2 La forma como se está ingresando y actualizando los datos de inventario expone a errores.

Esta causa representa el 14% del 81%. Se presentan casos de errores en el ingreso y la actualización de datos como cantidades de existencias. Estos errores llevan a que se tengan números diferentes en el inventario físico y en el teórico. Esto genera problemas de retrasos en la entrega de las piezas de repuesto al área mecánica, así como en los procesos de auditoría. También, se dan errores referentes en los nombres de los proveedores y en los precios de los productos.

Los datos del inventario están distribuidos en diversas hojas de cálculo por lo que cuando se da el ingreso se debe trabajar en esas hojas. En una hoja se ingresa por factura y en la otra por producto. En el ingreso por factura debe incluirse el número de código, la descripción, el número de factura, la cantidad, el precio unitario, la fecha de ingreso y el proveedor.

ENTRADA DE REPUESTOS									
CODIGO	UBIC	DESCRIPCION	ENT	PRECIO UNIDAD	PRECIO TOTAL	NO FACTURA	FECHA	PROVEEDOR	
5131-01		ROTULA ROSCA IZQ MANDO CAJA CAMBIOS	1	€ 5,763.00	€ 5,763.00	270367	10/27/2016	CORPORACION DE EMPRESARIOS	
5132-01		COPLIN BARRA 17-21	1	€ 54,149.00	€ 54,149.00			DE TRANSPORTE	
5133-01		FUSIBLE 10 A	100	€ 90.00	€ 9,000.00				
5134-01		TERMINAL HEMBRA	100	€ 39.00	€ 3,900.00				
5135-01		TUBO INYECTOR 3	1	€ 9,220.00	€ 9,220.00				
5136-01		BULBO FRENO AIRE SCANIA K 124	1	€ 21,008.00	€ 21,008.00	270332	10/27/2016	CORPORACION DE EMPRESARIOS	
5137-01		CABLE ACELERACION DE 17 21	2	€ 9,322.00	€ 18,644.00			DE TRANSPORTE	
5138-02		FILTRO LFP 8925	4	€ 19,136.00	€ 76,544.00	1022050	10/28/2016	JSM FILTROS	
5139-02		FILTRO LFF 8020	2	€ 7,230.00	€ 14,460.00				
5140-02		FILTRO L 8701F	2	€ 5,648.00	€ 11,296.00				
5141-02		FILTRO LP 8741	3	€ 6,665.00	€ 19,995.00				
5142-02		FILTRO FBS 3034	2	€ 9,659.00	€ 19,318.00				
5143-02		FILTRO PA 2676	1	€ 44,778.00	€ 44,778.00				
5144-01		DIAFRACMA DE 30"	2	€ 2,492.00	€ 4,984.00	270480	10/29/2016	CORPORACION DE EMPRESARIOS	
5145-01		BOLSA DE AIRE DELANTERO	1	€ 42,898.00	€ 42,898.00			DE TRANSPORTE	
5146-01		BOLSA DE AIRE TRASERA MB	1	€ 47,132.00	€ 47,132.00				
5147-01		JUEGO EJES DE ESCOBILLAS O-500 GRA 1149DCJ	1	€ 36,605.00	€ 36,605.00	270555	10/31/2016	CORPORACION DE EMPRESARIOS	
								DE TRANSPORTE	
		ASENTAR ARMAR CABEZOTES	10			450	10/31/2016	CHACA DEL ALTO	
		RECTIFICAR SENTADEROS DE INYECTORES.	5						
		CHEQUEAR BIELAS AB 3725	6						

Figura 29 Sección de Ingreso de la actual herramienta de control

Facilitada por el Encargado de Compras e Inventarios

El ingreso por producto se realiza en la otra hoja. Todos los productos incluidos en la factura se ingresan uno por uno. En esta hoja existe una sección para cada una de las cuatro líneas de productos generales como lo son repuestos, filtros, llantas y accesorios. Como una factura puede poseer productos de las cuatro categorías, se debe buscar la sección correspondiente de cada producto y efectuar el ingreso. En el ingreso por producto se debe incluir por segunda vez el número de código, la descripción, la cantidad y el precio unitario.

CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	EXISTENCIA	VALOR UN.	TOTAL	BOL#	BOL#	BOL#	BOL#	BOL#	BOL#	BOL#	BOL#	BOL#	BOL#	BOL#	BOL#
5253-01	REPARACION DE RADIADOR	1	1	€ 67,800.00	67,800.00												
5264-01	WITCH DASH BOTON	1	1	€ 5,884.00	5,884.00												
5268-01	FAJA DOBLE 1350 MM	2	2	€ 12,998.00	25,996.00												
5289-01	BUJES SOPORTE ALTERNADOR 403 155 02 50	6	6	€ 1,937.00	11,622.00												
5270-01	MANGUERA DE 6MM	25	25	€ 639.00	15,975.00												
5271-01	UNION DE 15MM METALICA	3	3	€ 3,386.00	10,158.00												
5272-01	BRAZO LIMPIAPARABRISAS	3	3	€ 11,802.00	35,406.00												
5273-01	ESCOBILLAS LIMPIA PARABRISAS	3	3	€ 3,882.00	11,646.00												
5274-01	MINI RELE 24V	6	6	€ 2,204.00	13,224.00												
5276-01	EJE BRAZO LIMPIADOR	2	2	€ 10,283.00	20,566.00												
					0.00												
					0.00												
					0.00												
					0.00												
					0.00												
					0.00												
					0.00												
					0.00												
					0.00												
					0.00												
					0.00												
					0.00												
					0.00												

Figura 30 Sección de existencias de la actual herramienta de control
 Facilitada por el Encargado de Compras e Inventarios.

El proceso de actualización de existencias se lleva a cabo en la hoja “INVENTARIO” la cual es en la que se realiza el ingreso por producto. La columna “Existencias” no posee ninguna fórmula por lo que el proceso de sustraer o adicionar una o varias unidades es totalmente manual. Además, se incluye en las columnas a la derecha del código el número de boleta de requisición. Como se señaló en la explicación de la causa 2.1, el resultado de solo incluir el número de boleta es la falta de registro de la información para poder contar con los datos históricos.

3.2 Personal no cuenta con conocimiento y destrezas para el manejo de datos del inventario.

Representa un 13% del 81%. El Encargado de Compras e Inventarios debe realizar búsquedas y verificaciones en varias hojas de cálculo con miles de registros sin contar con conocimientos técnicos adecuados, por lo que las tareas son manuales y expuestas a errores.

4.1.4 Cuantificación del costo económico

Para determinar el costo económico de la situación actual de la empresa se identifican elementos de la organización que se ven afectados directa o indirectamente por el tiempo de entrega de los repuestos. Posteriormente, se evalúa si estos elementos tienen tiempos muertos provocados por retrasos en la entrega de los repuestos. En estos tiempos muertos esos elementos dejan de operar regularmente y, por lo tanto, no producen dinero para la organización. Finalmente, busca cuantificarse el impacto económico de los tiempos muertos.

El área de inventarios provee repuestos al área mecánica donde el personal de mantenimiento realiza su labor. En el caso de que se dé un retraso en la entrega de un repuesto, el plan de mantenimiento no puede llevarse a cabo en el orden establecido, afectando que los autobuses operen normalmente. Los choferes de autobuses no pueden trabajar y los clientes se ven afectados, porque la oferta de carreras se ve reducida o no incrementa proporcionalmente a las necesidades actuales.

Tiempo improductivo del personal de mantenimiento

Los mecánicos pueden tener tiempos muertos a razón directa del atraso de entrega de repuestos. Sin embargo, de acuerdo al Gerente de Operaciones, los tiempos muertos de los mecánicos son mínimos, porque el número de mecánicos es relativamente pequeño comparado con el número de autobuses a los que deben dar soporte. Dado lo anterior, comúnmente se trabaja paralelamente el programa de mantenimiento preventivo y el mantenimiento correctivo para diferentes unidades. En el caso de que no pueda ejecutarse la reparación de una unidad de transporte, el equipo de mecánicos se enfoca en el mantenimiento preventivo de otra unidad. En consecuencia al criterio experto y a

este análisis se concluye que los tiempos muertos de los mecánicos no tienen un peso de significancia en el impacto económico.

Tiempo improductivo del choferes de autobuses

Los choferes de autobuses pueden verse afectados indirectamente por la entrega tardía de un repuesto. Cada chofer tiene un autobús asignado y en el caso de que el mantenimiento correctivo no pueda ser ejecutado, el chofer no puede operar ese bus. Sin embargo, según explicó el Encargado de Compras e Inventarios, los choferes tienen pocos tiempos muertos, ya que si su bus no está operando se le asigna otra unidad de otro chofer que se encuentre en mantenimiento preventivo para poder cumplir con la carrera. Todas las carreras deben cubrirse para asegurar la satisfacción del cliente y evitar la penalización del ente regulador, aunque aún no se haya presentado ninguna. Se concluye de acuerdo con el análisis realizado y basado en el criterio experto que los tiempos muertos de los choferes no tienen un peso de significancia en el impacto económico.

Es importante destacar que la práctica de asignar un bus en mantenimiento preventivo para cubrir una carrera en caso de emergencia no es sustentable y se debe reducir al máximo. Cada bus tiene tiempos planificados para operación regular y otros tiempos para cambio de aceite, cambio de llantas, evaluación técnica de motor y frenos, limpieza, etc. El caso de que a una unidad de bus sea asignada para una labor de operación normal durante el tiempo de mantenimiento preventivo significa que esa unidad está operando por encima de su capacidad normal. De acuerdo con el Encargado de Compras e Inventarios, esta práctica se ha tratado de minimizar mediante la asignación de buses que si estén operativos, pero en rutas más cortas, sin embargo en ocasiones se da una o dos veces al mes. Puesto que se cubre la carrera, al corto plazo no existe pérdida de dinero por parte de la empresa. Sin embargo, a mediano o largo plazo, el autobús sobreutilizado puede requerir reparaciones costosas o puede provocar accidentes.

Tiempo improductivo de autobuses

De acuerdo al Encargado de Compras e Inventario, en el último semestre se han presentado diferentes casos de buses sin operación por falta de algún repuesto. Se presentó un caso de un bus sin actividad casi un mes y otro por 21 días. También cada

3 semanas se presenta el caso de un bus fuera de servicio de 3 a 7 días. Por último, se tiene el caso de que cada una o dos semanas una unidad se queda sin funcionar por lo menos 1 día. En el Anexo 6 se puede ver la comunicación del Encargado de Compras e Inventario donde explica la situación. El encargado de Compras e Inventarios también confirmó que anterior a ese último semestre se han dado situaciones similares en los semestres anteriores por lo que la situación es representativa. En la Tabla 7 puede observar un resume de la situación descrita anteriormente.

Tabla 7 Casos de buses sin operación

Caso	Descripción	Frecuencia por semestre	Impacto en días
Caso 1	Un bus por 30 días sin operación	1	30
Caso 2	Un bus por 21 días sin operación	1	21
Caso 3	Un bus sin operación durante 3 a 7 días	9	5
Caso 4	Un bus sin operación durante 1 día	18	1

Elaboración propia.

Como se refirió anteriormente, las carreras actuales se han venido cumpliendo, se deben cubrir hasta 267 carreras en todas las rutas y se cuenta con una flotilla de 42 buses. Sin embargo, la pérdida directa de dinero se presenta debido a que esos buses sin operación podrían utilizarse para abrir más carreras en las rutas más lucrativas como lo son Atenas-Alajuela y Atenas-San José. Coopetransatenas,R.L., posee concesión exclusiva para esas rutas. Según el Gerente de Operaciones, sería ideal tener 6 carreras más en la ruta Atenas-San José para poder ofrecer el servicio por la autopista 27 hacia San José cada 10 minutos desde las 6:00 am hasta las 6.30 a.m. hacia san José, así como desde las 6.00 p.m. hasta las 6.30 p.m. hacia Atenas.

Cuantificación de un día sin operación:

Para cuantificar cuánto puede generar un bus en operación en la ruta San José- Alajuela-Atenas se trabaja con el Encargado de Compras e Inventarios en su análisis y se identificaron 3 características principales de la ruta. La primera característica consiste en que un bus dura aproximadamente 1,5 horas, completando una carrera en esta ruta, ya

sea ida o vuelta. Un autobús dura aproximadamente 1 hora en ir de Atenas a San José o viceversa y 0,45 horas en ir de Atenas a Alajuela o viceversa. Se agrega 0,5 horas y 0,45 horas respectivamente con el fin de contemplar el tiempo de preparación del autobús, carga de pasajeros y la congestión vial que pueda presentarse.

El tiempo de preparación corresponde a algunos minutos en que el bus es inspeccionado revisar que esté en condiciones normales, el tiempo de carga de pasajeros es el tiempo en que los pasajeros duran abordando el autobús y el tiempo de congestión vial corresponde al tiempo adicional que se dura en el ingreso o salida de Alajuela o San José, por las presas vehiculares. La jornada laboral de un chofer es de 9 horas aproximadamente ya que las rutas son consideradas largas por el ministerio de trabajo, si se divide 8 horas de la jornada laboral efectiva de un chofer entre 1,5 horas por cada carrera se obtiene 5,33. El chofer tiene una hora para almuerzo y descanso. Por lo tanto, se puede decir que un bus puede completar 5 carreras al día en la ruta San José-Alajuela-Atenas.

La siguiente característica es el precio del pasaje. La ruta San José-Alajuela-Atenas abarca los siguientes lugares puntos geográficos: Atenas-San José, Atenas-Alajuela, Atenas-La Garita (Escuela), Atenas-Calle La Garita. Todas estas rutas pueden ser utilizadas en ambos sentidos. También, existe la ruta San José-Alajuela, pero no es tomada en consideración en este análisis, ya que su utilización es mínima. El Anexo 7 muestra el desplegable tarifario actual de esta ruta de acuerdo con la Aresep. Se procede a obtener esas tarifas y calcular su promedio. Como muestra la Tabla 8, la tarifa promedio de la ruta San José-Alajuela-Atenas es de ₡560,00

Tabla 8 Tarifas de la ruta San José-Alajuela-Atenas

Ruta	Tarifa Regular
San José-Atenas	₡940,00
Atenas - Alajuela	₡670,00
Atenas-La Garita (Escuela)	₡340,00
Atenas-Calle La Garita	₡290,00
Promedio	₡560,00

Elaboración propia.

La tercera característica consiste en la capacidad de pasajeros por bus y su utilización real. Todos los buses poseen capacidad en asientos y en el pasillo. Los pasajeros en el pasillo deben ir de pie. Para los buses que van a San José por la ruta 27 se recomienda solo transportar pasajeros sentados. Las carreras de Atenas-San José y viceversa por la ruta 27 son las más apetecidas por los clientes. Por esta razón, en este análisis de capacidad solo se toma en cuenta la capacidad en los asientos.

La mayoría de buses poseen una capacidad en asientos para 60 pasajeros. Es normal que carreras de la ruta San José-Atenas y viceversa se carguen de pasajeros a la máxima capacidad. Por el contrario, es normal que carreras de Atenas-Alajuela y viceversa se carguen a la mitad de su capacidad. En consecuencia, se toma a 45 como el número de pasajeros que normalmente utiliza la ruta San José-Alajuela-Atenas, siendo que corresponde al promedio entre 60 y 30. Finalmente, por medio de la multiplicación de la capacidad de bus promedio, los usuarios por bus promedio y la tarifa regular promedio se obtiene el ingreso monetario en un día por bus.

Ingreso monetario por bus diario = Capacidad de carreras diarias por bus * Usuarios por bus promedio * Tarifa regular promedio

Tabla 9 Ingreso monetario diario por bus

Capacidad de carreras diarias por bus	Usuarios por bus promedio	Tarifa Regular Promedio	Ingreso diario por bus
5	45	₡ 560,00	₡126 000,00

Elaboración propia.

En la Tabla 10 se presentan los costos operativos aproximados que el Encargado de Compras e Inventarios confirmó.

Tabla 10 Costo operativo

Factor	Costo
Aceite	₡150 000,00
Gasolina	₡700 000,00
Costo repuestos promedio	₡300 000,00
Salario Mensual Chofer	₡400 000,00
Total Mensual	₡1 550 000,00
Total diario	₡51 666,67

Elaboración propia.

Tabla 11 Ingreso bruto, costo operativo e ingreso neto

Factor	Monto
Ingreso diario por bus	¢126 000,00
Costo operativo diario	¢51 666,67
Ingreso diario neto diario	¢74 333,33

Elaboración propia.

Con el fin de cuantificar el impacto total de la situación, se procede a multiplicar la frecuencia de ocurrencia de cada caso, su impacto en días de operación y el ingreso por autobús diario neto. De esta manera se obtiene el impacto económico por cada caso. Posteriormente se suman los impactos económicos de todos los casos y ese monto corresponde a la cuantificación de la situación actual. Como se puede observar en la Tabla 12, el impacto económico de la situación actual en el segundo semestre del año 2016 corresponde a ¢ 8 473 999,62. Siendo que este semestre es representativo de acuerdo al Encargado de Compras e Inventarios, se procede a la multiplicación por dos para obtener el impacto anualizado.

Impacto Económico = Ocurrencia en último semestre * Impacto en días sin operación * Ingreso monetario por bus diario

Tabla 12 Impacto económico de la situación actual para II Semestre del 2016

Caso	Descripción	Ocurrencia en el último semestre	Impacto en días sin operación	Ingreso monetario por bus diario neto	Impacto Económico
1	Un bus por 30 días sin operación	1	30	¢ 74 333,33	¢ 2 229 999,90
2	Un bus por 21 días sin operación	1	21	¢ 74 333,33	¢ 1 560 999,93
3	Un bus sin operación durante 3 a 7 días	9	5	¢ 74 333,33	¢ 3 344 999,85
4	Un bus sin operación durante 1 día	18	1	¢ 74 333 33	¢ 1 337 999,94
Total Semestral					¢ 8 473 999,62
Total Anual					¢ 16 947 999,24

Elaboración propia

Oportunidades de mejora

- Simplificar el método de ingreso y actualización de datos del inventario.
- Cambiar el método de captura de los datos de consumo de manera que sean accesibles.
- Establecer un sistema de mínimos y máximos que alerte sobre niveles de existencias.
- Reducir la necesidad del personal por manipular los datos del inventario.
- Mejorar el proceso de pedir material para ser más específicos y así evitar que los proveedores envíen piezas equivocadas.
- Implementar un sistema de registro, medición y seguimiento de los tiempos de entrega de los proveedores.
- Aumentar el tamaño de la bodega para que pueda dar cabida a las piezas más grandes.
- Mejorar el almacenamiento y el método de etiquetado de los productos más grandes.
- Mejorar el proceso de transporte de piezas más grandes.
- Eliminar piezas del inventario que sean obsoletas.

CAPÍTULO V

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN

5.1 Diseño

En este capítulo se presenta la propuesta de mejora que busca mitigar las causas más significativas del problema que son “2.3, No existen señales o alertas que indiquen niveles mínimos y máximos de existencias de productos críticos”, “2.1, No se poseen bases de datos ni registro digital de la información”, “2.2, La forma como se está ingresando y actualizando los datos de inventario expone a errores”, “3.2, Personal no cuenta con conocimiento y destrezas para el manejo de datos del inventario”.

Por otra parte, se trabaja en un análisis costo-beneficio para la propuesta, para determinar su viabilidad económica.

En otra sección de este capítulo se diseña un plan de implementación por medio de las buenas prácticas del PMBOK, buscando incluir todas las áreas de conocimiento de la administración de proyectos que sean aplicables. Además, se presenta un segmento donde se elabora un conjunto de recomendaciones para las causas menos significativas del problema.

Para elaborar las propuestas de mejora para las causas de mayor impacto se consulta el criterio de los expertos del proceso. Para lo anterior se realiza una sesión de lluvias de ideas donde participan los dos expertos del proceso y el encargado del proyecto. Los expertos consultados son el Encargado de Compras e Inventarios y el Gerente de Operaciones. En la actividad se comparten ideas para la solución de las causas principales del problema, en el Anexo 8 se puede observar la bitácora de la sesión de lluvias de ideas.

Por último se elaboran las propuestas tomando en cuenta todas las perspectivas, de las 4 causas principales, existen tres que se relacionan mucho, ya que todas pertenecen a la categoría de métodos. La otra causa principal corresponde a la categoría de mano de obra por lo que su naturaleza es distinta.

En la Tabla 13 puede observarse el mapa metodológico para resolución de las causas principales. Se incluye una columna llamada datos generados, donde se identifican los resultados esperados de la propuesta.

Tabla 13 Metodología para la propuesta de mejora

Nombre de la propuesta	Datos Generados	Causa que resuelve	Porcentaje de impacto
Mejoramiento del flujo de datos del inventario de piezas de repuestos y creación de un mecanismo de máximos y mínimos para existencias dentro de un sistema de información apropiado.	Niveles de existencias	2.3 No existen señales o alertas que indiquen niveles mínimos y máximos de existencias.	30%
	Datos históricos de consumo	2.1 No se poseen bases de datos ni registro digital de la información.	24%
	Rediseño y automatización	2.2 La forma como se está ingresando y actualizando los datos de inventario expone a errores.	14%
	Rediseño y automatización	3.2 Personal no cuenta con conocimiento y destrezas para el manejo de datos del inventario.	13%
Total			81%

Fuente: Elaboración propia.

5.1.1 Propuesta

Desarrollo de un sistema de información de información que permita el registro automatizado, consulta de datos históricos y el control de existencias para la gestión del inventario: esta propuesta busca solventar las causas 2.3, 2.1, 2.2 y 3.2. El peso de las 4 causas en el problema corresponde a un 81%. Esta propuesta implica el diseño de un sistema de información que permita la automatización del registro de datos, la captura y consulta de datos históricos y el control de existencias por medio de señales que indiquen niveles mínimos o máximos. Por otra parte, esta propuesta también debe contemplar la migración de los datos que contiene la herramienta de control actual hacia el nuevo sistema de información, ya que no puede obviarse el estado actual del inventario.

En primera instancia se define cuál tipo de software se utilizará en el sistema de información. Se analizan alternativas y se identifican tres posibles opciones. Todas poseen diversas características, pero debe establecerse cuál es la más viable y óptima.

Opción 1 Desarrollar una base de datos en Microsoft Excel como la que se utiliza en la herramienta de control actual.

Opción 2 Desarrollar una base de datos en Microsoft Access.

Opción 3 Considerar un software especializado o el módulo de inventario de un ERP. En el mercado nacional se comercializan tanto softwares exclusivos para manejo del

inventario como módulos de inventarios de ERP. Ejemplos de ERP son SAP, Oracle u otro similar.

Para elegir cuál software utilizar para el sistema de información procede a elaborarse una lista de criterios de selección, los cuales están relacionados con la funcionalidad y otros aspectos generales de los softwares. La funcionalidad es una característica que un software debe poseer para que con base en este logre desarrollarse un sistema de información amigable, flexible, seguro, con alta capacidad de almacenamiento y manejo de datos, y se identifica con base en las carencias de la herramienta de control de información actual y en las propuestas de mejora de este proyecto. A continuación se presenta la lista completa de criterios de selección.

- **Interfaz:** se define como la capacidad que posee el software para que sus aplicaciones interactúen de manera amigable con el usuario. Esto incluye el que se reduzcan las labores manuales que debe realizar el usuario al máximo.
- **Personalización:** consiste en la facilidad con que el software permite que se realicen cambios a la estructura original del sistema de información como es la adición o eliminación de fórmulas, tablas, etc.
- **Multiusuario:** consiste en la capacidad del software para generar diferentes perfiles de acceso a sus aplicaciones para diversas personas dentro y fuera del departamento.
- **Interacción con código de barras o escáner:** consiste en la capacidad de compatibilidad y sincronización con un sistema de control de códigos de barras o escáner.
- **Adaptabilidad a un sistema de punto de reorden:** es la capacidad y facilidad con que un sistema de punto de reorden se puede diseñar, implementar y modificar en ese software.
- **Seguridad de datos:** es la habilidad con que el software protege a los datos que han sido ingresados de casos de pérdida de información o errores humanos.
- **Capacidad de almacenamiento:** se define el grado de eficiencia con que el software almacena gran cantidad de datos sin que esto afecte la experiencia del usuario.

- **Extracción de datos y generación de reportes:** es la facilidad con que se puede consultar el sistema de información para obtener datos almacenados y crear reportes a partir de esos datos.
- **Precio relativo:** es la comparativa del precio de la opción con respecto al de las otras.

Se diseña una matriz multicriterio para seleccionar la mejor opción que se observa en la Tabla 15, donde se incluyen los criterios mencionados y las opciones por evaluar. La escala de evaluación se encuentra en la Tabla 14.

Tabla 14 Matriz multicriterio por tipo de Software

Calificación	Escala Numérica
Buena	3
Regular	2
Mala	1

Fuente: Elaboración propia.

El encargado del proyecto procede por estudiar las opciones con base en las descripciones de los softwares y contactos con los comercializadores. Tomando en cuenta los criterios de si se procede a realizar la selección. Como se observa en la Tabla 15 el software de inventarios es la mejor opción de acuerdo con las calificaciones obtenidas, ya que obtuvo la puntuación más alta que fue de 26.

Tabla 15 Selección de Software

Criterio	Opción			
	Excel	Access	Módulo ERP de inventarios	Software de inventarios
Interfaz	1	1	3	3
Personalización	3	3	2	3
Multiusuario	1	1	3	3
Interacción con código de barras o escáner	2	1	3	3
Adaptabilidad a un sistema de punto de reorden	1	1	3	3
Seguridad de datos	1	3	3	3
Capacidad de almacenamiento	1	3	3	3
Extracción de datos y generación de reportes	3	2	3	3
Precio	3	3	1	2
Calificación Total	16	18	24	26

Fuente: Elaboración propia.

La arquitectura general del nuevo sistema de información debe mantener los datos de la cantidad que se ingresó y los datos de existencias actuales. También, deben incluirse los datos de descripciones, facturas, proveedores, fechas de ingreso, valor del producto. Como se explicó en el capítulo IV, página 62 y 63, la herramienta de control de información actual posee todos esos datos, pero no se relacionan entre sí de manera adecuada. Las actualizaciones de las existencias se realizan manualmente, y no se registran digitalmente las boletas de salida.

Para eliminar o reducir "...la causa 2.2, la forma como se está ingresando y actualizando los datos de inventario expone a errores", lo cual equivale al 14% del problema, debe modificarse el manejo que se le da a los datos en la herramienta de control actual por medio del rediseño y la automatización.

Se propone combinar la hoja de control de ingreso y de control de existencias, ya que ambas son bases de datos separadas con información de los mismos registros. De esta manera, un registro se almacena solo una vez y sus atributos se mantienen juntos.

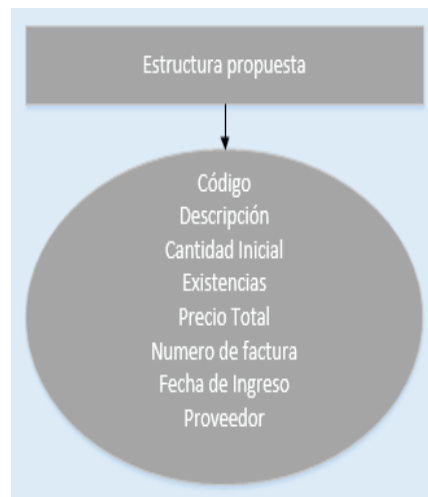


Figura 31 Estructura propuesta para los registros de inventario

Fuente: Elaboración propia

El concepto de secciones por categoría se elimina ya que no es compatible con ningún sistema normalizado de almacenamiento de datos. Además, esta estructura suponía mayor esfuerzo para el ingreso y actualización de la información de los productos. Sin embargo, es necesario mantener la información de la categoría general de otra manera. Se propone incluir otro atributo en la estructura propuesta de registros de inventario que

incluya la categoría general del producto. En la Figura 32 puede observarse el nuevo campo.

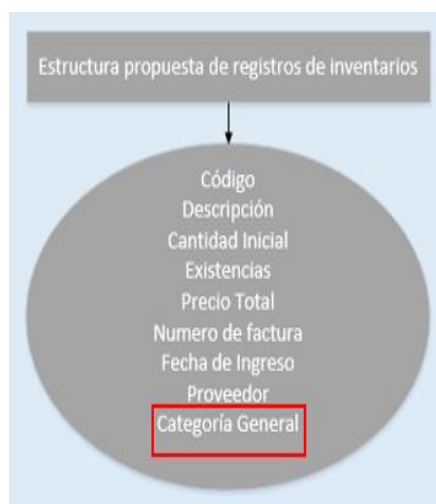


Figura 32 Campo de Categoría General incluido en la estructura propuesta

Fuente: Elaboración propia

Una vez que se haya realizado la propuesta del diseño básico del nuevo un sistema de información puede trabajarse en la automatización del ingreso y de la actualización de datos del inventario. Como mejora se tiene que el ingreso de nuevos datos se hará una sola vez y para esto se propone la implementación de un formulario de ingreso de nuevas piezas. De esta manera, el usuario solo debe completar el formulario para adicionar un nuevo registro, y no tiene que interactuar directamente con la base de datos.

Después de mejorar el método de ingreso de datos nuevos se tiene que corregir el de la actualización de los datos de los registros ya existentes. La mayoría de campos o datos de los productos se mantienen igual desde el momento en que se ingresan a la herramienta de control hasta que se agotan sus existencias. La única excepción se da cuando se identifica alguna inconsistencia en las auditorías y se tiene que corregir. El único dato que se debe actualizar constantemente es el de existencias de un producto en específico.

Como se explicó en el capítulo IV, página 63, las boletas de salida incluyen la mayoría de la información requerida para la construcción de una base de datos de históricos de consumo. Entre los datos más importantes que contiene la boleta se encuentran el código contable del producto, la cantidad de salida y la semana en que se dio la salida.

El proceso de actualización de datos de inventario se relaciona directamente con la causa 2.1, “No se poseen bases de datos ni registro digital de la información” que tiene un impacto del 24% en el problema y la causa 2.2, “...la forma como se está ingresando y actualizando los datos de inventario, expone a errores” por lo que mediante el mejoramiento del proceso se lograría mitigar ambas causas.

El concepto de boleta de salida es utilizado en procesos de auditoría, por lo que no puede modificarse. La propuesta consiste en la digitalización de esa boleta, por lo cual debe crearse una Tabla en el sistema de información para el registro de las boletas. La tabla incluirá campos para el número de documento o número de boleta, la fecha en que se dio la salida, el código del producto, la cantidad por producto, el nombre de la persona que entrega, el nombre de la persona que retira y la placa del autobús en que va a utilizarse. Todos estos campos ya se incluyen en la boleta de salida, por lo que no representa trabajo adicional.

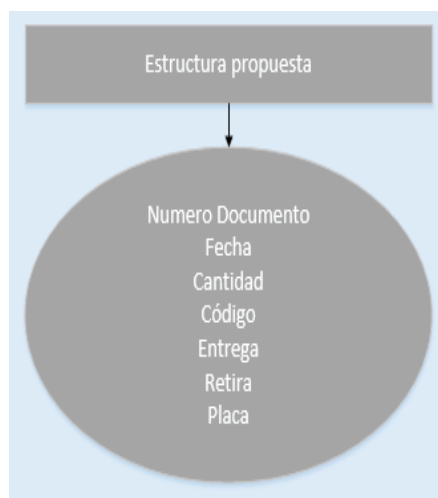


Figura 33 Estructura propuesta para los registros de boletas de salida

Fuente: Elaboración propia

Cada vez que se ingrese una boleta se restará la cantidad de las existencias del producto con el código correspondiente. Lo anterior automatiza la actualización de existencias y, a la vez, reduce la interacción del usuario con las Tablas.

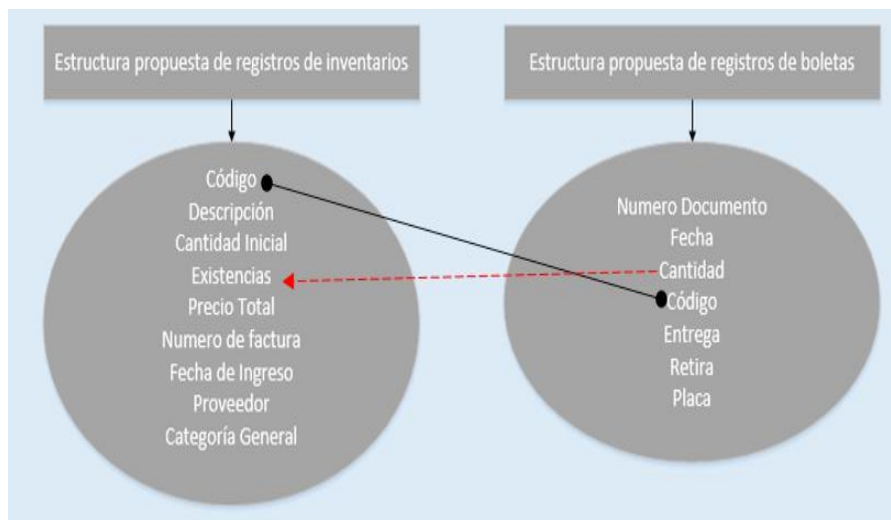


Figura 34 Relación entre registros de inventario y de boletas

Fuente: Elaboración propia

Con el fin de hacer más eficiente el ingreso de la información de las boletas de salida y la actualización de estas, se propone que en el sistema de información incluya un formulario para ingreso y otro para la actualización de las boletas de salida.

En la Figura 35 se muestra la comparación de los flujos de datos, en la actualidad, y en el escenario propuesto. Como puede observarse, el flujo de datos propuesto es más corto y solo se tiene que interactuar con dos formularios en el sistema de información, mientras que, actualmente, se debe ingresar datos en diferentes hojas de cálculo y en papel. La actividad equivalente en el ciclo actual de las nuevas actividades “Llenar formulario de ingreso de inventario” y “Llenar el formulario de boleta de salida” son “Incluir datos en la hoja de ingresos” y “Llenar la boleta de salida”, respectivamente. Asumiendo que las actividades del nuevo ciclo duren lo mismo que sus actividades equivalentes en el ciclo actual, el ciclo propuesto tendrá una duración de tiempo normal de 2,03 minutos vs. el ciclo actual tiene una duración de 6,69 minutos, lo cual se resume en una reducción del 69% del tiempo normal. En el Anexo 9 puede observarse la bitácora de la medición de tiempos del ciclo actual.

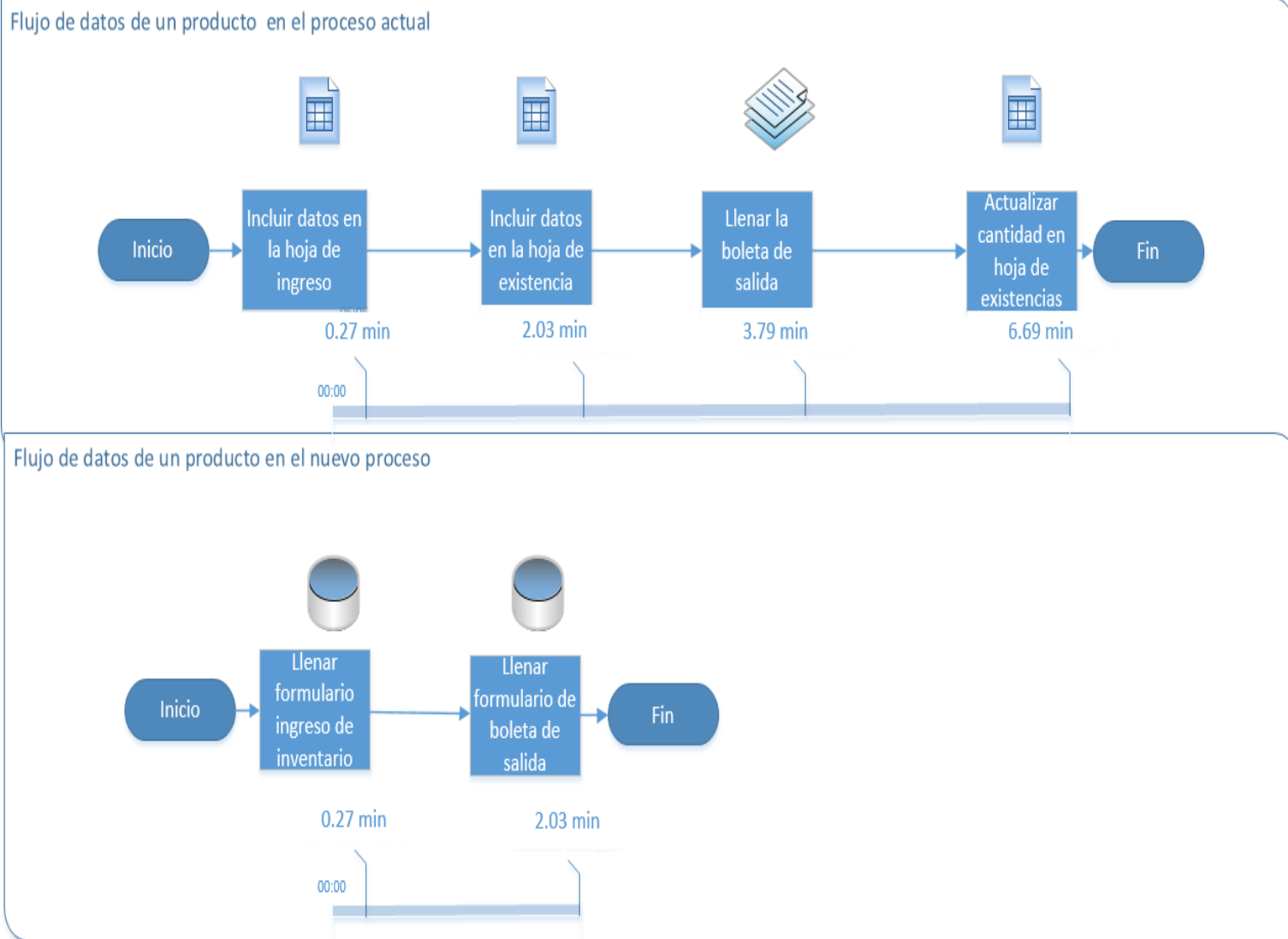


Figura 35 Comparativa de diagramas de flujo de datos

Fuente: Elaboración propia

Debido a que según el Encargado de Compras e Inventarios se dan un promedio aproximado de 15 ingresos y salidas de piezas al día, se muestran los cálculos en la Tabla 16.

Tabla 16 Cálculo de tiempo ahorrado

Calculo	Resultado
Tiempo normal del ciclo actual	6 69 Minutos
Tiempo normal del nuevo ciclo	2 03 Minutos
Tiempo Estándar del ciclo actual	7 87 Minutos
Tiempo Estándar del nuevo ciclo	2 39 Minutos
Promedio de piezas ingresadas y dadas de baja (Diario)	15 Piezas
Tiempo invertido en ingresos y salidas actualmente (Diario)	118 05 Minutos
Tiempo invertido en ingresos y salidas después de la implementación (Diario)	35 85 Minutos
Minutos ahorrados (Diario)	82 2 Minutos
Minutos ahorrados (Semanal)	493 2 Minutos
Horas ahorradas (Semanal)	8 22 Horas
Horas ahorradas (Anual)	427 44 Horas
Días ahorrados (Anual)	53 Días

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con este análisis, el Encargado de Compras e Inventarios se ahorrará 53 días anuales en actividades de ingreso y actualización del inventario. Por lo anterior, se propone que se invierta ese tiempo ahorrado en actividades de comparativa de proveedores para repuestos, llantas y otros. Esta actividad es beneficiosa ya que permite explorar alternativas de proveedores en el mercado, sin embargo se requiere mucho tiempo para llevarla a cabo, ya que existe la necesidad de pruebas de calidad y rendimiento de los nuevos oferentes. Actualmente el Encargado de Compras e Inventarios no disponen de tiempo para ejecutarla. Por otra parte, estas actividades de comparativas ya se encuentran en la descripción del puesto del Encargado de Compras e Inventarios, de esta manera se logra un mejor aprovechamiento del tiempo.

Otro de los aspectos a mejorar son los permisos de acceso para realizar cambios o extraer información del sistema de información. La herramienta actual es administrada por una sola persona, la cual es la única que tiene acceso para realizar ingresos, modificaciones o salidas.

La presente propuesta tiene como uno de sus puntos, el que se diseñe un sistema de información en base a un software que permita la multiplicidad de usuarios cuando sea necesario. Estos usuarios deben poseer perfiles y accesos individuales para aumentar la seguridad de datos. Existen diferentes niveles de usuarios y superusuarios, los cuales tendrán acceso a todas las transacciones del sistema de información, definirán los accesos y permisos, y serán los gerentes. Un usuario normal podrá tener permiso de hacer ingreso de nuevo material y de nuevas boletas de salida, o solamente un tipo de ingreso.

Por medio de la digitalización de las boletas de salida y la automatización de las actualizaciones del inventario se puede capturar los históricos de consumo. Sin embargo, existe una restricción para que los históricos de consumo agreguen valor real. Las piezas de un mismo tipo de producto ejemplo una válvula de suspensión dentro de una factura A se le asigna un mismo código X, pero si otras piezas del mismo tipo se incluyen en otra factura B se le asigna un código diferente Y.

Estos códigos son asignados para trazabilidad del departamento contable con fines de auditoría, por lo que es una restricción que no se puede alterar. La función de auditoría es el aseguramiento de que las piezas sean utilizadas adecuadamente o que se conserven en el *stock* de la empresa. En este proyecto esta situación se considera una restricción que esta fuera del alcance, ya que pertenece a otro departamento. Por otra parte, se tiene claro de que la gestión de inventario no puede depender de estos códigos, ya que aunque se digitalicen los datos de las boletas de salida, no puede saberse cuál es el consumo por tipo de producto, ya que puede existir más de un código por tipo de producto.

En primera instancia, se propone agregar un campo adicional a la estructura del sistema de información. Este campo será un SKU y es el atributo que define a qué tipo de producto específico pertenece cada registro del inventario. Se propone la implementación de un sistema de código de barras que alimente el SKU, cuando una pieza sea ingresada al inventario, su código de barras será escaneado por un lector. En la Figura 36 se puede observar el flujo de una compra después de la implementación de los códigos de barras.

Si al escanear el producto el código no es reconocido, se mostrará en la pantalla el formulario de ingreso de SKU donde se debe completar la descripción del mismo. Una vez que el formulario sea completado, los superusuarios van a recibir esa información, los cuales deben validar la solicitud de creación del SKU y deben analizar el caso para evitar errores. Una vez aprobado y creado el SKU, se continúa con el registro de la pieza específica en el formulario correspondiente. Si el código de barras ya está registrado, solo se ingresa la información específica de la nueva pieza.

Se propone el siguiente formato para las descripciones del SKU:

Categoría general + Familia + Modelo de bus

- La categoría general puede ser repuesto, filtro, accesorio o llanta.
- La familia son los nombres de las partes y se utilizan en todas las marcas de buses pero poseen especificaciones diferentes por cada marca.
- Un modelo de autobús posee un diseño único y estandarizado dentro de la marca. Sus partes tienen especificaciones únicas que se pueden encontrar en los diagramas de los autobuses y en los catálogos de partes. Esas especificaciones son referentes a tamaño, peso y sub-partes. De la misma manera, las casas matrices asignan un código único a esas partes en los catálogos. Los vendedores genéricos deben respetar las especificaciones de la parte ya que de otra manera no funcionaría en el autobús. Cada modelo de autobús posee un código único.

El proceso inicia cuando el Encargado de Compras e Inventarios realizan el pedido al proveedor y notifica al recepcionista de ese pedido. Una vez que las piezas le son entregadas, las escanea y registra. En el caso de que sea un nuevo producto, debe solicitar la creación de un nuevo SKU. Una vez aprobado el SKU, debe de terminar de registrar la pieza.

Una de las mejoras con respecto al proceso actual consiste en que el Encargado de Compras e Inventarios no debe realizar un reproceso en el manejo de datos, como se explica en la página 99, se da un ahorro de tiempo del 69% en el ciclo de ingreso y actualización de datos.

El Recepcionista realiza las mismas actividades que en el proceso actual, los cuales consisten principalmente en recibir las piezas del proveedor, contarlas, facturar y entregarlas al Encargado de Compras e Inventarios.

Los superusuarios o gerentes solo intervienen cuando se debe evaluar y aprobar la solicitud de creación de un nuevo SKU. La inclusión del superusuario en las actividades de control de información hace que se mejore la integridad de la información ya que se implementa un mecanismo de control de lo que se registra.

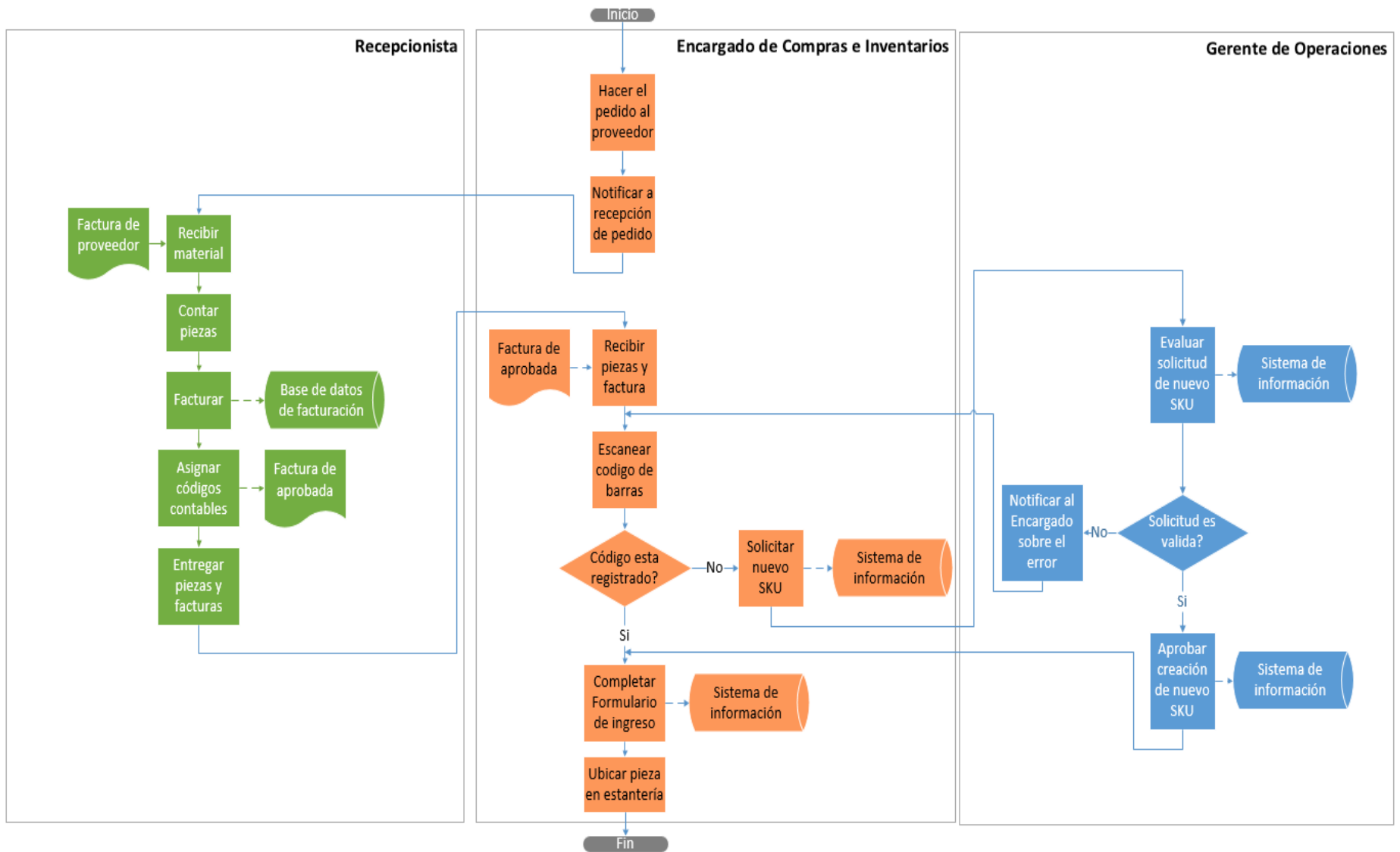


Figura 36 Nuevo flujo de compras

Fuente: Elaboración propia

La causa 2.3 “No existen señales o alertas que indiquen niveles mínimos y máximos de existencias”, tiene un impacto del 30% en el problema. La propuesta para mitigar esta causa es diseñar un mecanismo de punto de reorden que se aplicará a productos críticos según el nivel de consumo y que permita al Encargado de Compras e Inventarios saber en qué momento hacer un pedido y el tamaño de ese pedido. Una vez que se hayan creado los SKUs en el sistema, se podrá empezar a ejecutar este mecanismo.

La propuesta consiste en dos partes: la primera es identificar a que productos se aplicará este procedimiento y la segunda es determinar el punto de reorden y el tamaño de orden para esos productos.

Para realizar la clasificación, se determinan cuáles son los artículos más importantes, según su consumo:

Productos de tipo A: Son los productos más importantes, por su nivel de consumo o criticidad para el programa de mantenimiento del área mecánica. La suma del consumo total corresponde a un 80%.

Productos de tipo B: Son los productos de importancia media bajo el criterio del nivel de consumo. La suma del consumo total corresponde a un 15%.

Productos de tipo C: Son los productos de importancia baja. La suma del consumo total corresponde a un 5%.

En la Tabla 17, se muestra un análisis FMEA realizado por el encargado del proyecto en conjunto con el Encargado de Compras e Inventarios y uno de los mecánicos del departamento operativo. En la tabla se subdividen las partes principales de una unidad de transporte, su función y las fallas más comunes que se presentan actualmente. También se evalúan esas fallas en términos de ocurrencias, severidad y detección. Mediante el análisis se determinó que las fallas se dan por el desgaste o mal funcionamiento de componentes del autobús. Esos componentes son productos que deben mantenerse siempre en *stock*, para darle soporte a las actividades de mantenimiento preventivo, y que, por lo tanto, son críticos para el área mecánica.

Tabla 17 Análisis FMEA

FMEA										Equipo: Autobús
Descripción de la parte	Función de la parte	Modo de Falla	Efecto de la Falla	Causa de la Falla	Situación Actual					Acciones Recomendadas
					Acciones Actuales	OCURR	SEVE	DETE	NPR	
Eje	Guiar el movimiento de rotación de las ruedas y engranajes	Quiebre de rol	Desbalance o de la unidad	Desgaste de roles	Reparación o cambio de los de roles	8	6	6	288	Cambio de roles de acuerdo al plan de mantenimiento preventivo
Sistema de frenos	Detener o disminuir la velocidad	Error en transmisión de señal de freno	Frenado deficiente	Desgaste de dientes del engranaje de las válvulas de suspensión y falla en ajustador	Reparación o cambio del ajustador automático y válvulas de suspensión	6	10	6	360	Cambio periódico de ajustador automático y válvulas de suspensión
Motor	Parte de la máquina que hace funcionar el sistema mediante la transformación de energía	Bloqueo de giro del motor	No se da el arranque	Desgaste general del arrancador	Reparación o cambio del arrancador	6	4	10	240	Cambio periódico del arrancador
		Ausencia de corriente	Batería no se carga correctamente	Fallos en los accesorios eléctricos del alternador	Reparación o cambio del alternador	6	6	8	288	Cambio periódico del alternador
Trasmisión	Parte encargada de transmitir potencia	Cambios no son asimilados por la maquina	Potencia no se aplica correctamente	Fallo en el diferencial	Reparación o cambio del diferencial	6	6	4	144	Cambio de diferencial de acuerdo al plan de mantenimiento preventivo

Fuente: Elaboración propia

A continuación se muestran los productos considerados críticos o tipo A para el área mecánica de acuerdo al análisis FMEA:

- Roles
- Ajustador automático
- Válvulas de suspensión
- Arrancador
- Alternador
- Diferencial

Los productos de tipo A serán a los que se aplique el método de punto de reorden y cantidad de pedido.

La propuesta consiste en una consulta del sistema de información que muestre los SKUs que pertenecen a la categoría A, la señal de si se requiere comprar o no, sus puntos de reorden, existencias actuales y las cantidades del pedido que se debe realizar.

La forma a utilizar para el cálculo del punto de reorden es:

$$R = d \times L + z \times \sigma$$

R = Punto de reorden

d = Demanda promedio durante el tiempo de entrega.

L = Tiempo de entrega

z = Factor de seguridad correspondiente a la tabla de distribución normal

s = Desviación estándar de la demanda durante tiempo de entrega

Se propone algunos lineamientos para la implementación de la fórmula en el sistema de información:

- Dado que la mayoría de tiempos de entrega de los productos son de días, se propone utilizar la escala de tiempo de días en esta fórmula.
- La demanda diaria se obtendrá automáticamente por medio del cálculo del promedio de consumo diario que presenten las líneas de producto de acuerdo con la base de datos de las boletas de salidas digitalizadas.

$$d = \frac{\sum x}{N}$$

x = Cantidades registradas en las boletas de salida de la línea de producto

n = Número de días del período

- Cada SKU se debe registrar con un tiempo de entrega en términos de días. De esta manera, el sistema obtendrá automáticamente la información del tiempo de entrega cuando realice el cálculo de la fórmula del punto de reorden.
- El nivel de servicio podrá ser modificado y podrá definirse específicamente para un SKU o para la totalidad del portafolio. El factor de seguridad está dado por el porcentaje de nivel de servicio en relación con la distribución normal como puede observarse en el Anexo 11 donde se representa un nivel de servicio del 85%.
- La desviación estándar se obtendrá automáticamente con base en la dispersión del consumo diario que presenten las líneas de producto de acuerdo con los datos de las boletas de salidas digitalizadas.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - \mu)^2}{N}}$$

Para determinar la cantidad máxima de inventario para un producto se propone el siguiente procedimiento:

Cada vez que las existencias de ese producto sean iguales o menores que su punto de reorden, el sistema de información calcula la demanda semanal de ese producto y lo multiplica por las semanas que el Encargado de Compras e Inventario defina. Al resultado de lo anterior, se suma la cantidad de punto de reorden, y así se identifica la cantidad por pedir.

$$q = (x \times d) + R$$

q = Cantidad a pedir

x = Cantidad de semanas máximas definidas por el Encargado de Compras e Inventarios

d = Demanda promedio semanal del producto

R = Punto de reorden

A fin de validar la propuesta se aplican las fórmulas del punto de reorden y la cantidad por pedir de los productos críticos de acuerdo con el análisis FMEA. Dado que en este momento no se cuentan con históricos accesibles, ni SKUs, se le consulta al Encargado de Compras e Inventarios cuál es el consumo aproximado de los productos críticos en una unidad de transporte durante un semestre y se confirma que es bastante regular, y no varía significativamente de acuerdo con la marca, porque el ciclo de vida es similar. En el caso del diferencial, una unidad de transporte consume una pieza por año de ahí que su consumo semestral sea de 0,5 piezas. En la Tabla 18 se muestra el consumo semestral de los productos críticos por autobús.

Tabla 18 Consumo de productos críticos por autobús en un semestre

Producto Crítico	Consumo Individual por Semestre
Roles	8
Ajustador automático	4
Válvulas de auspensión	4
Arrancador	1
Alternador	1
Diferencial	0,5

Fuente: Elaboración propia.

En la flota actual de Coopetransatenas, R.L., existen 4 marcas de autobuses que requieren versiones diferentes de los productos críticos por lo que deben realizarse el cálculo del punto de reorden y cantidad a pedir individualmente para cada versión del producto. En la Tabla 19 se detallan las marcas de autobuses y la cantidad de unidades de transporte de esa marca en la flota.

Tabla 19 Cantidad de buses por marca

Marca	Cantidad de Autobuses
Mercedes Benz	26
Daewoo	12
Hyundai	2
Scania	2
Total	42

Fuente: Elaboración propia.

Con el fin de determinar el consumo semestral de un producto crítico de acuerdo con la marca, debe multiplicarse el consumo del producto crítico en un autobús durante un semestre por la cantidad de autobuses de la marca respectiva en la flota de Coopetransatenas, R.L.,

$$\text{Consumo semestral} = \text{Consumo individual} * \text{Cantidad de autobuses}$$

En la Tabla 20 se muestran los productos críticos de acuerdo con la marca y su respectiva demanda semestral. En esa Tabla también se observan el punto de reorden o R y la cantidad a pedir o Q por cada producto crítico de acuerdo con la marca, así como los elementos necesarios para su cálculo. La demanda promedio durante el tiempo de entrega “d” corresponde al promedio de consumo diario en un semestre ya que el tiempo de entrega o L es de aproximadamente un día. El factor de seguridad es de 85%, por medio del que busca protegerse la posición del inventario de algún nivel de variabilidad en la demanda, pero manteniendo un balance, por las restricciones de espacio en la bodega y a la política de niveles bajos de inventarios en la empresa. Dado que el consumo se obtuvo del criterio experto, y no de históricos, se parte del supuesto que la desviación estándar es cero. Una vez que se posean históricos de consumo accesibles y SKUs podrá utilizarse la fórmula normal de desviación estándar. En la cantidad a pedir o Q se propone que se pida el equivalente a una semana de consumo dadas las restricciones de tamaño de la bodega y las políticas organizacionales ya citadas.

Tabla 20 Propuesta de R y q para productos críticos

Productos críticos de acuerdo a marca	Consumo Semestral	d	L	z	σ	R	Q
Roles - Mercedes Benz	208	1,16	1	1.04	0	2	10
Roles – Daewoo	96	0,53	1	1.04	0	1	5
Roles – Hyundai	16	0,09	1	1.04	0	1	2
Roles – Scania	16	0,09	1	1.04	0	1	2
Ajustador Automático - Mercedes Benz	104	0,58	1	1.04	0	1	5
Ajustador Automático – Daewoo	48	0,27	1	1.04	0	1	3
Ajustador Automático – Hyundai	8	0,04	1	1.04	0	1	2
Ajustador Automático – Scania	8	0,04	1	1.04	0	1	2
Válvulas de Suspensión - Mercedes Benz	104	0,58	1	1.04	0	1	5
Válvulas de Suspensión – Daewoo	48	0,27	1	1.04	0	1	3
Válvulas de Suspensión – Hyundai	8	0,04	1	1.04	0	1	2
Válvulas de Suspensión – Scania	8	0,04	1	1.04	0	1	2
Arrancador - Mercedes Benz	26	0,14	1	1.04	0	1	2
Arrancador – Daewoo	12	0,07	1	1.04	0	1	2
Arrancador – Hyundai	2	0,01	1	1,04	0	1	2
Arrancador – Scania	2	0,01	1	1,04	0	1	2
Alternador - Mercedes Benz	26	0,14	1	1,04	0	1	2
Alternador – Daewoo	12	0,07	1	1,04	0	1	2
Alternador – Hyundai	2	0,01	1	1,04	0	1	2
Alternador – Scania	2	0,01	1	1,04	0	1	2
Diferencial - Mercedes Benz	13	0,07	1	1,04	0	1	2
Diferencial – Daewoo	6	0,03	1	1,04	0	1	2
Diferencial – Hyundai	1	0,01	1	1,04	0	1	2
Diferencial – Scania	1	0,01	1	1,04	0	1	2

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los resultados que se muestran en la Tabla 20 referente al punto de reorden o R para los productos críticos de acuerdo a las marcas de autobuses, se mantienen niveles bajos pero adecuados para el reaprovisionamiento de acuerdo al tiempo de entrega. Por otra parte, la cantidad a pedir o Q que se propone permite poseer volúmenes de inventario que cubran la demanda por una semana o más en el caso de productos consumo bajo. Esas cantidades máximas están acorde con la capacidad de almacenamiento actual.

Con respecto a la causa 3.2, “Personal no cuenta con conocimiento y destrezas para el manejo de datos del inventario”, una vez que se haya implementado el sistema de

información, la necesidad de búsqueda o verificación de existencias va a disminuir debido a las consultas o reportes que puede generar el sistema de información. Por otra parte, el plan de implementación contempla la capacitación pertinente para el manejo adecuado del nuevo sistema, lo que refuerza lo anterior. Con base en esto, se determina que esta causa es eliminada por la propuesta.

En la Figura 37 se muestra la comparativa del Pareto antes y después del diseño de la propuesta. Las causas 2.1 “No se poseen bases de datos ni registro digital de la información”, 2.2 “La forma como se está ingresando y actualizando los datos de inventario expone a errores”, y 3.2 “Personal no cuenta con conocimiento y destrezas para el manejo de datos del inventario” se eliminan ya que la propuesta soluciona esas causas específicas. La causa 2.3 “No existen señales o alertas que indiquen niveles mínimos y máximos de existencias” es reducida en su mayor parte pero existen productos para los que no se les puede aplicar un inventario de seguridad ni punto de reorden como motores de autobuses debido a que la inversión no sería rentable. En los casos identificados en el Capítulo IV Tabla 7, solo el 3% correspondió a faltantes por ese tipo de partes de ahí que la reducción de la causa 2.3 es casi total.

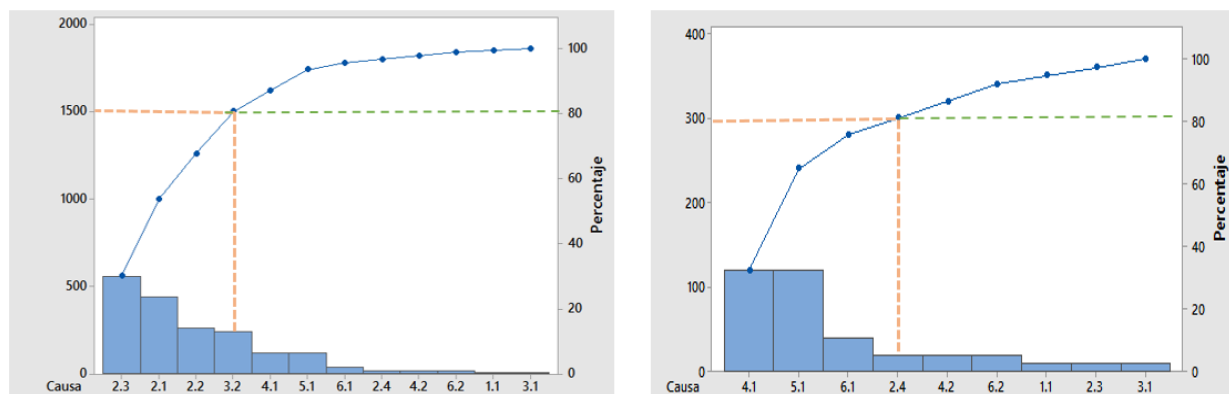


Figura 37 Pareto antes y después de la propuesta de mejora

Fuente: Elaboración propia

Se busca en el mercado opciones de Software de inventarios y se reciben algunas ofertas de empresas, las cuales cuentan con gran trayectoria y experiencia. Para seleccionar el software de inventarios más conveniente se procede a realizar una matriz de selección múltiple. Los criterios se detallan a continuación.

Precio: Corresponde al valor monetario del Software de inventarios. Representa la inversión principal que se debe hacer. Siendo el precio mínimo ofertado ₡564 070,00 y el máximo ₡864 105,00, se procede a elaborar una escala en base a la diferencia entre esos montos.

Tabla 21 Escala de precios

Rango (Colones)	Escala
500 000 – 650 000	3
650 000 – 800 000	2
800 000 – 950 000	1

Fuente: Elaboración propia.

Requiere Hardware adicional: Este criterio evalúa si para la instalación del Software de inventarios debe adquirirse equipo de cómputo.

Tabla 22 Escala de hardware adicional

Requiere equipo de cómputo adicional	Escala
Sí	0
No	1

Fuente: Elaboración propia

Oferta incluye Instalación: Este factor corresponde a la inclusión dentro de la oferta del proceso de instalación del software en el equipo de Coopetransatenas, R.L.

Tabla 23 Escala de instalación

Oferta incluye Instalación	Escala
Sí	1
No	0

Fuente: Elaboración propia.

Oferta incluye capacitación: Este factor corresponde a la inclusión dentro de la oferta del proceso de capacitación del software en el equipo de Coopetransatenas, R.L.

Tabla 24 Escala de capacitación

Oferta incluye capacitación	Escala
Sí	1
No	0

Fuente: Elaboración propia.

Periodo de garantía: Corresponde al periodo en donde la empresa oferente se hará responsable de desperfectos o errores del sistema de información. Siendo el periodo mínimo de garantía ofertado 2 meses y el máximo 10 años, procede a elaborarse una escala con base en la diferencia entre esos periodos.

Tabla 25 Escala de garantía

Rango	Escala
1 año o más	3
6 meses – 1 año	2
0 – 6 meses	1

Fuente: Elaboración propia

Costo de mantenimiento: Monto económico por hora que la empresa cobra por soporte técnico. Siendo el costo mínimo ofertado ₡ 0 y el máximo ₡16 922,01 se procede a elaborar una escala con base en la diferencia entre esos montos.

Tabla 26 Escala de mantenimiento

Rango (Colones por hora)	Escala
0 - 5 000	3
10 000 – 20 000	2
20 000 o más	1

Fuente: Elaboración propia.

Ubicación geográfica: Corresponde a la localización geográfica de la empresa oferente relativamente a la localización de Coopetrasatenas, R.L. Se evalúa este factor para determinar la facilidad de traslado del personal a las instalaciones de Coopetrasatenas R.L. en caso de que se requiera soporte de emergencia. Es importante señalar que Atenas se ubica a 42 km de San José.

Tabla 27 Escala de ubicación geográfica

Rango (Kilómetros)	Escala
0-10	3
10-30	2
30-45	1

Fuente: Elaboración propia

Estructura de registros: El software posee la arquitectura para los registros de inventarios y para los registros de salidas.

Tabla 28 Escala de estructura

Estructura para registros	Escala
Sí	1
No	0

Fuente: Elaboración propia

Formularios de ingreso de datos: El software posee formularios para ingreso de datos

Tabla 29 Escala de formularios

Formularios de ingreso	Escala
Sí	1
No	0

Fuente: Elaboración propia

Perfiles: El software debe poseer en su estructura perfiles con diferentes permisos de acceso, según lo establezca la organización. Deben existir superusuarios y usuarios normales.

Tabla 30 Escala de perfiles

Perfiles	Escala
Sí	1
No	0

Fuente: Elaboración propia

Código de barras: El software debe ser compatible con el sistema de código de barras.

Tabla 31 Escala de código de barras

Código de barras	Escala
Sí	1
No	0

Fuente: Elaboración propia

Clasificación ABC: El software debe poseer en su estructura la clasificación ABC de consumo.

Tabla 32 Escala de clasificación ABC

Clasificación ABC	Escala
Sí	1
No	0

Fuente: Elaboración propia

Punto de reorden y cantidad de pedido: El software debe poseer en su estructura el Punto de reorden y cantidad de pedido.

Tabla 33 Escala de punto de reorden y cantidad de pedido

Punto de reorden y cantidad de pedido	Escala
Sí	1
No	0

Fuente: Elaboración propia

Código fuente: Se evalúa el código fuente del software en términos de lo utilizado que sea para asegurar la facilidad de intervención en caso necesario.

Tabla 34 Escala de Código Fuente

Código Fuente	Escala
SQL, Visual Studio	1
Otro	0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 35 Tabla de alternativas

Factor	HECOMSA S.A.	Informáticos y sistemas digitales de Costa Rica S.A.	Finanzas Pro
Precio	₡564 070,00	₡864 105,00	Cuota Mensual
Requiere Hardware adicional	No	No	No
Oferta incluye Instalación	Sí	Sí	Sí
Oferta incluye Capacitación	Sí	Sí	Sí
Periodo de garantía	No se brinda	10 años	2 meses
Costo Mantenimiento (por hora)	₡11 281,40	₡16 922,01	₡ 0
Ubicación geográfica de la empresa	2 km	22 km	44 km
Registros inventarios y de salida	Sí	Sí	Sii
Formularios de ingreso de datos	Sí	Sí	Si
Perfiles de usuarios y superusuarios	Sí	Sí	Sí
Código de barras para SKUs	Sí	Sí	Sí
Clasificación ABC de consumo	No	Sí	No
Sistema de punto de reorden y cantidad de pedido	No	Sí	Sii
Código fuentes	Visual FoxPro	Visual Studio	No se brinda

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 36 corresponde a la selección del software. El encargado del proyecto asignó la ponderación en base al diseño de la propuesta. La mayoría de criterios tienen la misma ponderación. Los criterios que poseen una ponderación más alta corresponden a los que son imprescindibles para que el diseño de la solución tenga un verdadero efecto de mejora en la situación actual y que el mismo sea sostenido en el tiempo.

Tabla 36 Tabla de selección

Factor	Ponderación	HECOMSA S.A.	Informáticos y sistemas digitales de Costa Rica, S.A.	Finanzas Pro
Precio	5%	0,15	0,05	0
Requiere Hardware adicional	5%	0,05	0,05	0,05
Oferta incluye Instalación	5%	0,05	0,05	0,05
Oferta incluye Capacitación	5%	0,05	0,05	0,05
Periodo de garantía	10%	0,1	0,3	0,1
Costo Mantenimiento (por hora)	5%	0,1	0,1	0,15
Ubicación geográfica de la empresa	5%	0,15	0,1	0,05
Registros inventarios y de salida	10%	0,1	0,1	0,1
Formularios de ingreso de datos	5%	0,05	0,05	0,05
Perfiles de usuarios y superusuarios	5%	0,05	0,05	0,05
Código de barras para SKUs	10%	0,1	0,1	0,1
Clasificación ABC de consumo	10%	0	0,1	0
Sistema de punto de reorden y cantidad de pedido	10%	0	0,1	0,1
Código fuente	10%	0	0,1	0
Total	100%	0,95	1,3	0,85

Fuente: Elaboración propia

Como puede observarse, la opción Informáticos y sistemas Digitales de C.R., S.A. es la mejor alternativa para cubrir las necesidades de la organización ya que obtuvo una calificación de 1.3; por lo tanto se recomienda su implementación. En el Anexo 12 puede observarse la oferta económica de esa empresa. El código fuente del software es el lenguaje de programación Visual Studio, el cual es bastante utilizado en el mercado actual. Además, posee módulo de Mínimos y Máximos, puntos de reorden, pedidos óptimos y clasificación ABC. El software es compatible con el mecanismo de código de barras y es adaptable por lo que puede personalizarse de acuerdo con las necesidades del negocio. El Anexo 14 muestra la descripción completa.

5.2 Evaluación costo-beneficio de la propuesta

Esta sección busca determinar la viabilidad económica de la propuesta mediante la comparación de su costo y sus beneficios. El primer paso es determinar el costo de la mano de obra. En la Tabla 37 se puede ver los costos identificados.

Tabla 37 Tabla costo de mano de obra

Colaborador	Salario Neto Mensual	Días Laborados al mes	Horas laboradas por día	Salario Diario	Salario por hora
Gerente de Operaciones	₡1 200 000,00	25	8	₡48 000	₡6 000
Encargado de Compras e Inventarios	₡600 000,00	25	8	₡24 000	₡3 000
Asistente de gerencia de operaciones	₡500 000,00	25	8	₡20 000	₡2 500

Fuente: Facilitado por Encargado de Compras e Inventarios.

También se debe considerar el costo de la implementación del mecanismo de mínimos y máximos. Se analizaron los costos de mantener con el Encargado de Compras e Inventarios y se llegó a la conclusión de que el aumento en este rubro es despreciable, porque la bodega es propia y los costos de mantenimiento son mínimos. Las piezas de repuesto no requieren temperaturas ni cuidados especiales y mantener su ciclo de vida normal.

Los productos críticos poseen espacios asignados que pueden albergar las cantidades máximas definidas en la propuesta, por lo que no se tiene que expandir la bodega por este motivo. Por otra parte, si debe considerarse el costo de comprar las cantidades de punto de reorden, ya que son volúmenes que se mantendrán en el *stock*. El Encargado de Compras e Inventarios facilitó el precio promedio de los productos críticos y, de esta manera, se calculó el costo de comprar las cantidades de punto de reorden o R que se puede observar en la Tabla 38.

Tabla 38 Costo de compra de R para productos críticos

Producto Crítico	Costo Promedio	R	Costo Total
Roles	₡6 500,00	5	₡32 500,00
Ajustador Automático	₡53 000,00	4	₡212 000,00
Válvulas de Suspensión	₡32 000,00	4	₡128 000,00
Arrancador	₡21 000,00	4	₡84 000,00
Alternador	₡50 000,00	4	₡200 000,00
Diferencial	₡38 000,00	4	₡152 000,00
Total			₡808 500,00

Fuente: Elaboración propia.

Con la información del costo de mano de obra y del costo de comprar los puntos de reorden para los productos críticos, se elabora la Tabla 39 que corresponde al costo total de la propuesta. En esta Tabla también se incluye el costo del software, el costo del disco duro y el costo de un lector de código de barras.

Tabla 39 Costo de la propuesta

Actividad	Duración	Responsable de ejecución	Costo
Reunión para la presentación de la propuesta	1 hora	Encargado de compras e Inventarios, Gerente de Operaciones, Asistente de Gerencia de Operaciones	€11 500,00
Contacto con la empresas	4 horas	Asistente de Gerencia de Operaciones	€10 000,00
Ejecución de Compras	4 horas	Asistente de Gerencia de Operaciones	€10 000,00
Capacitación	1 día	Encargado de compras e Inventarios, Gerente de Operaciones, Asistente de Gerencia de Operaciones	€92 000,00
Prueba Piloto	1 día	Encargado de compras e Inventarios, Asistente de Gerencia de Operaciones	€44 000.00
Aprobación manual de uso del sistema de información	4 horas	Encargado de compras e Inventarios, Asistente de Gerencia de Operaciones	€22 000.00
Realizar ingreso, actualización de datos y revisión del mecanismo de alerta en el sistema de información	5 días	Encargado de compras e Inventarios	€120 000.00
Labores de control y auditoria	5 horas	Encargado de compras e Inventarios, Asistente de Gerencia de Operaciones, Gerente de Operaciones	€246 000.00
Software	N/A	Asistente de Gerencia de Operaciones (Ejecución de Compra)	€864,105,00
Lector Código Barras	N/A	Asistente de Gerencia de Operaciones (Ejecución de Compra)	€214 409,65
Disco Duro externo	N/A	Asistente de Gerencia de Operaciones (Ejecución de Compra)	€45 000,00
Compra de los puntos de reorden o R para los productos críticos	N/A	Encargado de compras e Inventarios	€808,500,00
Total			€2 487 514,00

Elaboración propia.

Costos totales de la propuesta: €2 487 514,00

Para identificar si el proyecto es viable o no se debe realizar una comparación entre la razón de Beneficio/Costo y 1.

Beneficio /Costo > 1, Los beneficios son mayores que los costos por lo que el proyecto es viable.

Beneficio/Costo = 1, Los beneficios son iguales que los costos por lo que no hay ganancias.

Beneficio/Costo < 1, Los beneficios son menores que los costos por lo que el proyecto no es viable.

De acuerdo a lo identificado en el capítulo IV de diagnóstico, se da un impacto de ₡16 947 999,24 anualmente por retrasos en la entrega de repuestos para el programa de reparación. Este impacto se eliminará con la propuesta de este proyecto.

Como se detalló anteriormente, en el ciclo actual se invierten 7,87 minutos en el ingreso y salida de una pieza en el inventario. Con la nueva estructura propuesta, se estima que el nuevo ciclo durará 2,39 minutos. Dado que el Encargado de Compras e Inventarios asegura que en promedio se ingresan y extraen 15 piezas al día, se estima que se ahorran 427 horas anuales. Si se toma en cuenta solo esas horas ahorradas y el salario por hora del trabajador, se tiene una utilidad de ₡1 281 000,00 anual. Es importante señalar que este tiempo va a ser redirigido a otras funciones con mayor valor agregado como comparativa de proveedores las cuales generan más dinero.

$$\frac{₡16\,947\,999,24 + ₡1\,281\,000,00}{₡2\,487\,514,00} = 7,33$$

7.33 > 1, Bajo este criterio se determina que la propuesta del proyecto es viable

El beneficio del proyecto consiste en que se eliminará el impacto de ₡16 947 999,24 anuales que se da actualmente por el retraso en la entrega de piezas de repuesto al programa de mantenimiento de la flota de autobuses de Coopetransatenas, R.L., por medio de la propuesta que implica el mejoramiento de la gestión del área de inventarios.

Otra forma de visualizar el beneficio es mediante la fórmula:

Ahorros anuales – Costo de la propuesta = **Utilidades Anuales**

$$₡18\,228\,999,24 - ₡2\,487\,514,00 = ₡15\,741\,485,24$$

5.3 Estructurar un plan de implementación para la propuesta

El plan de implementación de este proyecto está basado la guía PMBOK. Por lo tanto, este incluye todas las áreas de conocimiento pertinentes. Se detallan las actividades, los responsables de las mismas, el cronograma, el presupuesto, riesgos, interesados y otros aspectos más de las diferentes áreas de conocimiento de la administración de proyectos.

Acta de constitución del proyecto: Mejoramiento del flujo de datos del inventario de piezas de repuestos y creación de un mecanismo de máximos y mínimos para existencias dentro de un sistema de información apropiado. 28.03.2017

Contexto:

No existen señales o alertas que indiquen niveles mínimos y máximos de existencias.

La forma como se está Ingresando y actualizando los datos de inventario expone a errores.

Los datos históricos de consumo de repuestos no se encuentran accesibles.

Objetivos

- Diseñar una nueva herramienta de control de información
- Automatizar el ingreso y actualización de datos del inventario
- Crear un sistema de punto de reorden con inventario de seguridad

Alcance

Desarrollo de una herramienta de control de información que permita el registro automatizado, consulta de datos históricos y el control de existencias para la gestión del inventario.

Principales interesados

Patrocinador	Gerente de Operaciones – Kendall Suarez
Gerente de Proyectos	Estudiante – Elías Arias
Miembros del equipo	Gerente de Operaciones, Encargado de Compras e Inventarios, Investigador, Operadores de la empresa de Herramientas Computacionales HECOMSA S.A.
Clientes	Asistente de gerencia de operaciones Mecánicos

Hitos del proyecto

Formalización de la propuesta, Aprobación final de la propuesta, Comienzo de utilización de la nueva herramienta, Seguimiento de la propuesta

Presupuesto del proyecto

€2,487.514.00

Métodos de comunicación

Personal, llamadas de teléfono y correos electrónicos

Aprobaciones:

Kendall Suarez, Patrocinador

Figura 38 Acta de constitución de la propuesta

Elaboración propia

En la Figura 39 se muestra el diagrama GANTT del proyecto. Las actividades están divididas en cuatro grupos. Las tareas que pertenecen al grupo de formalización de la propuesta incluyen la presentación formal de la propuesta, la ejecución de la compra del Software, el lector de código de barras y el disco externo. También se dan los ajustes del software para adaptarlo y la migración de datos desde la herramienta de control actual al nuevo sistema de información. En esta fase se pone en marcha el proyecto. En la etapa de aprobación se da la capacitación a los empleados de Coopetransatenas, R.L., por parte de la empresa oferente, la prueba piloto, correcciones y aprobación del manual de uso. Paralelamente a esta etapa, se empiezan a realizar las actividades de seguimiento donde se verifica que se ejecute la prueba piloto y la aprobación del manual de uso, esto se realiza con ayuda del cuadro de control y es supervisado por el Gerente de Operaciones.

Posteriormente, la etapa de comienzo de utilización incluye las actividades de ingreso, actualización y consulta de datos del inventario en el sistema de información de manera inicial. Esta etapa se realiza paralelamente a las actividades de seguimiento donde se valida que se dé inicio a la utilización del nuevo sistema. De la misma manera, estas actividades de seguimiento se ejecutan con ayuda del cuadro de control y son ejecutadas por el Gerente de Operaciones. Finalmente, las actividades de seguimiento se siguen ejecutando después de que el sistema de información se empiece a utilizar regularmente para asegurar que el sistema se siga utilizando de manera normal y efectiva. En primera instancia, las actividades de seguimiento serán mensuales y posteriormente trimestrales. Como se puede observar, la mayoría de actividades son lineales a excepción de las del grupo de seguimiento.

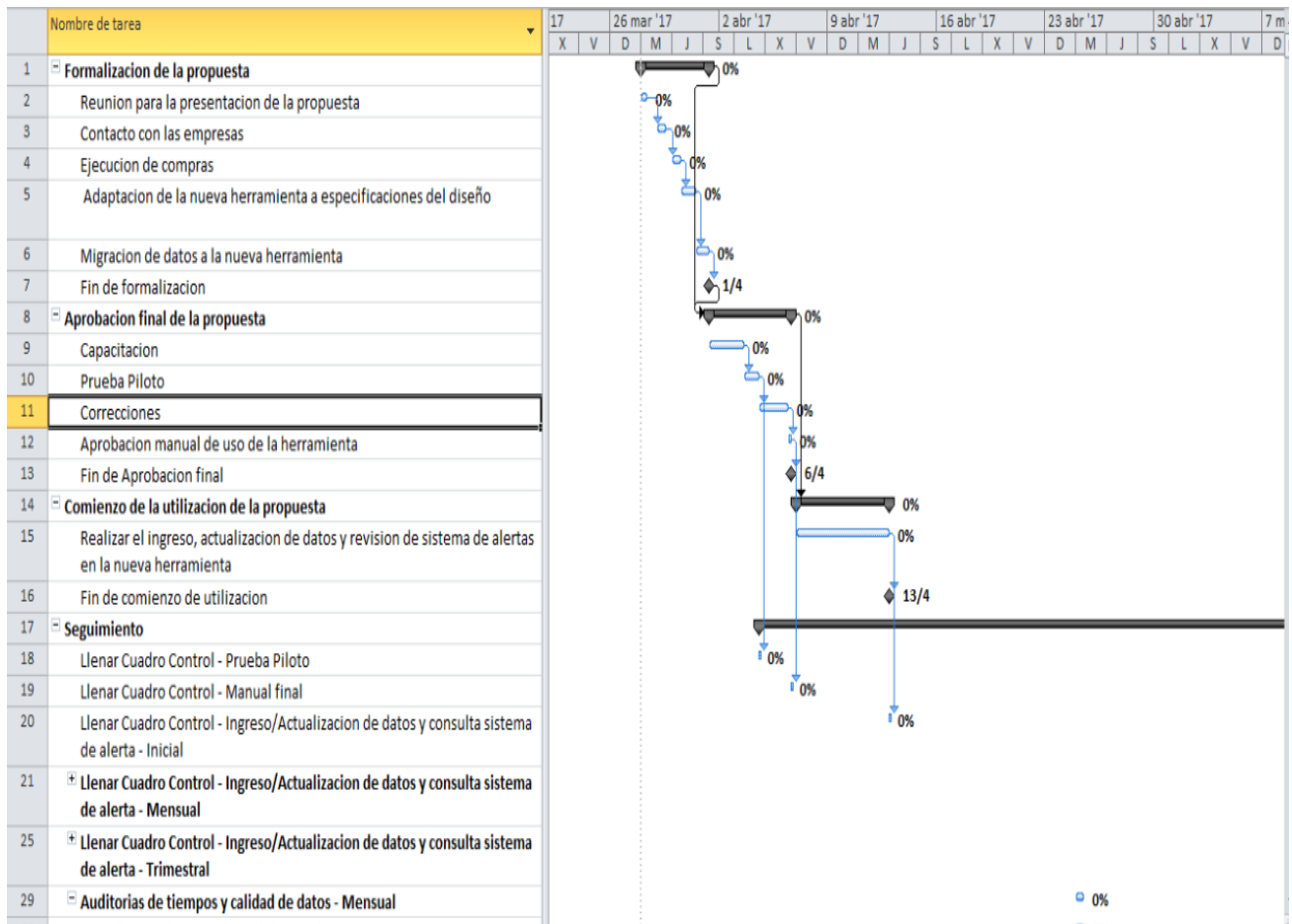


Figura 39 Cronograma del plan de implementación de la propuesta

Elaboración propia.

Consideraciones:

- El cuadro de control se debe llenar de acuerdo al cronograma del plan de implementación. En la Tabla 40 se encuentran la frecuencia con que debe ocurrir.
- La verificación del ingreso y actualización de datos lo realizará el Gerente de Operaciones por medio de la comparativa del inventario inicial y actual en el sistema de información con reportes de contabilidad que deberá solicitar al departamento contable.
- La verificación de la consulta de sistema de alertas y el consecuente reaprovisionamiento lo realizara el Gerente de Operaciones por medio de la revisión de una bitácora diaria que debe mantener el Encargado de Compras e Inventario. La bitácora consistirá en un pantallazo del sistema de alertas y las compras llevadas a cabo.

Tabla 40 Tabla detallada del plan de implementación de la propuesta

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Nombres de los recursos
Formalización de la propuesta	4,75 días	mar 28/3/17	sáb 1/4/17	
Reunión para la presentación de la propuesta	1 hora	mar 28/3/17	mar 28/3/17	Encargado de Compras e Inventarios; Gerente de Operaciones; Estudiante; Asistente de gerencia de operaciones
Contacto con las empresas	4 horas	mié 29/3/17	mié 29/3/17	Asistente de gerencia de operaciones
Ejecución de compras	4 horas	jue 30/3/17	jue 30/3/17	Asistente de gerencia de operaciones; Software [(\$864 105); Lector de Código Barras [(\$214 409,65); Disco duro [(\$45 000]
Adaptación del sistema de información a especificaciones del diseño	1 día	jue 30/3/17	vie 31/3/17	Operador 2; Operador 1
Migración de datos al sistema de información	1 día	vie 31/3/17	sáb 1/4/17	Operador 1; Operador 2
Fin de formalización	0 días	sáb 1/4/17	sáb 1/4/17	
Aprobación final de la propuesta	4,5 días	sáb 1/4/17	jue 6/4/17	
Capacitación	1 día	sáb 1/4/17	lun 3/4/17	Encargado de Compras e Inventarios; Operador 1; Operador 2; Asistente de gerencia de operaciones; Gerente de Operaciones
Prueba Piloto	1 día	lun 3/4/17	mar 4/4/17	Encargado de Compras e Inventarios; Operador 1; Operador 2; Asistente de gerencia de operaciones
Correcciones	2 días	mar 4/4/17	jue 6/4/17	Operador 1; Operador 2
Aprobación manual de uso del sistema de información	4 horas	jue 6/4/17	jue 6/4/17	Encargado de Compras e Inventarios; Operador 1; Operador 2; Asistente de

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Nombres de los recursos
				gerencia de operaciones
Fin de Aprobación final	0 días	jue 6/4/17	jue 6/4/17	
Comienzo de la utilización de la propuesta	5 días	vie 7/4/17	jue 13/4/17	
Realizar el ingreso, actualización de datos y revisión de mecanismo de alertas en el sistema de información	5 días	vie 7/4/17	jue 13/4/17	Encargado de Compras e Inventarios
Fin de comienzo de utilización	0 días	jue 13/4/17	jue 13/4/17	
Seguimiento	343,63 días	mar 4/4/17	mar 24/4/18	
Llenar Cuadro Control - Prueba Piloto	0,5 horas	mar 4/4/17	mar 4/4/17	Encargado de Compras e Inventarios; Gerente de Operaciones
Llenar Cuadro Control - Manual final	0,5 horas	jue 6/4/17	jue 6/4/17	Encargado de Compras e Inventarios; Gerente de Operaciones
Llenar Cuadro Control - Ingreso/Actualización de datos y consulta sistema de alerta – Inicial	0,5 horas	jue 13/4/17	jue 13/4/17	Encargado de Compras e Inventarios; Gerente de Operaciones
Llenar Cuadro Control - Ingreso/Actualización de datos y consulta sistema de alerta – Mensual	57,38 días	vie 12/5/17	vie 14/7/17	
Llenar Cuadro Control - Ingreso/Actualización de datos y consulta sistema de alerta - Mensual – 1	0,5 horas	vie 12/5/17	vie 12/5/17	Encargado de Compras e Inventarios; Gerente de Operaciones
Llenar Cuadro Control - Ingreso/Actualización de datos y consulta sistema de alerta - Mensual – 2	0,5 horas	vie 9/6/17	vie 9/6/17	Encargado de Compras e Inventarios; Gerente de Operaciones
Llenar Cuadro Control - Ingreso/Actualización de datos y consulta sistema de alerta - Mensual – 2	0,5 horas	vie 14/7/17	vie 14/7/17	Encargado de Compras e Inventarios; Gerente de Operaciones
Llenar Cuadro Control - Ingreso/Actualización de datos y consulta sistema de alerta – Trimestral	161,56 días	vie 13/10/17	jue 12/4/18	

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Nombres de los recursos
Llenar Cuadro Control - Ingreso/Actualización de datos y consulta sistema de alerta - Trimestral 1	1,5 horas	vie 13/10/17	vie 13/10/17	Encargado de Compras e Inventarios; Gerente de Operaciones
Llenar Cuadro Control - Ingreso/Actualización de datos y consulta sistema de alerta - Trimestral 2	1,5 horas	vie 12/1/18	vie 12/1/18	Encargado de Compras e Inventarios; Gerente de Operaciones
Llenar Cuadro Control - Ingreso/Actualización de datos y consulta sistema de alerta - Trimestral 3	1,5 horas	jue 12/4/18	jue 12/4/18	Encargado de Compras e Inventarios; Gerente de Operaciones
Auditorias de tiempos y calidad de datos - Mensual	56,63 días	mar 25/4/17	mar 27/6/17	
Auditorias de tiempos y calidad de datos - Mensual 1	3 horas	mar 25/4/17	mar 25/4/17	Gerente de Operaciones; Asistente de gerencia de operaciones
Auditorias de tiempos y calidad de datos - Mensual 2	3 horas	mar 23/5/17	mar 23/5/17	Gerente de Operaciones; Asistente de gerencia de operaciones
Auditorias de tiempos y calidad de datos - Mensual 3	3 horas	mar 27/6/17	mar 27/6/17	Gerente de Operaciones; Asistente de gerencia de operaciones
Auditorias de tiempos y calidad de datos - Trimestral	244,13 días	mar 25/7/17	mar 24/4/18	
Auditorias de tiempos y calidad de datos - Trimestral 1	3 horas	mar 25/7/17	mar 25/7/17	Gerente de Operaciones; Asistente de gerencia de operaciones
Auditorias de tiempos y calidad de datos - Trimestral 2	3 horas	mar 24/10/17	mar 24/10/17	Gerente de Operaciones; Asistente de gerencia de operaciones
Auditorias de tiempos y calidad de datos - Trimestral 3	3 horas	mar 23/1/18	mar 23/1/18	Gerente de Operaciones; Asistente de gerencia de operaciones
Auditorias de tiempos y calidad de datos - Trimestral 4	3 horas	mar 24/4/18	mar 24/4/18	Gerente de Operaciones; Asistente de gerencia de operaciones

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 41 es un cuadro de control que utilizará el Gerente de Operaciones en las actividades de seguimiento señaladas en la Tabla 40. El cuadro servirá para validar que se empiece a utilizar el sistema de información y se cumplan con las métricas referentes al ingreso y actualización de datos, así como a la consulta de las señales de reaprovisionamiento. En apartado *Mes* variará, dependiendo del mes en que se ejecute la actividad de seguimiento.

Tabla 41 Cuadro de control mensual de la propuesta

Acción	Colaborador	Encargado de Compras e Inventarios		<i>Mes</i>		Firma aprobación del supervisor (Gerente de Operaciones)
		Indicador - Meta	Recurso (Tiempo) - Meta	Indicador	Recurso (Tiempo)	
Ejecución de prueba piloto	Encargado de Compras e Inventarios	Sí	1 día			
Aprobación final	Encargado de Compras e Inventarios	Sí	1 hora			
Ingreso y actualización de datos en el sistema de información	Encargado de Compras e Inventarios	95% (Datos Ingresado/ Total de datos recibidos)	0,5 horas diarias			
Consulta de sistema de alertas y reaprovisionamiento	Encargado de Compras e Inventarios	2 veces por día	20 Minutos diarios			

Elaboración propia

Gestión de riesgos

La ejecución de este plan de gestión de riesgos está a cargo de la asistente de la gerencia de operaciones quien deberá llevar a cabo las acciones contempladas para paliar los riesgos en caso de que estos se den.

1) Resistencia al cambio

- Se le preguntará al colaborador si posee alguna justificación para su actitud.
- Si hay una situación causada por la implementación que afecte al colaborador, se tratará de buscar un punto de equilibrio que no afecte el plan de implementación.
- También se procederá a explicar los beneficios que traen las propuestas de mejora para los trabajadores y para la empresa.
- Se redactará un documento donde el colaborador se comprometa por escrito a mejorar su actitud.
- Si la situación persiste, se procederá a escalar la situación al Gerente General.
- El Gerente de General programará una reunión con el colaborador donde explicará la necesidad de esta propuesta de mejora y obtendrá la versión del colaborador. Si no hay justificación se hará una amonestación verbal. Si existe una situación causada por la implementación que afecte al colaborador, el Gerente de General implementará alguna medida para atenuar la situación pero sin afectar la propuesta de mejora.
- Si la situación persiste, el Gerente de General realizará una amonestación escrita. Dos amonestaciones escritas implican despido sin responsabilidad patronal.

2) Problemas técnicos el equipo de cómputo (Hardware o sistema operativo)

- Se debe mantener un repositorio de la información en un disco duro con los datos del inventario y boletas de salida.
- El disco duro se debe de almacenar en las oficinas administrativas de la cooperativa para mayor seguridad. Esta tarea debe ser llevada a cabo por la asistente de la gerencia de operaciones de manera semanal.
- Debe generarse una copia de seguridad periódica.
- Activarse la garantía para la reposición del sistema y demás aspectos estipulados.

3) Software con elementos no corregidos

- Se solicita una cláusula en el contrato de compra donde la empresa oferente del software asegure que el sistema de información posea los requerimientos estipulados en el diseño y se adapte a los procesos en términos de velocidad del sistema, automatización de transacciones y calidad de información.
- En el plan de implementación se incluye una prueba piloto donde se ponen en práctica los procesos reales de la gestión de inventario.
- En el caso de que en la prueba piloto se identifique que los procesos no se adaptan al sistema de información, se solicitará a la empresa oferente del software las correcciones pertinentes mediante la cláusula.
- La empresa oferente debe realizar las modificaciones pertinentes y se debe efectuar una nueva prueba piloto. Si la nueva prueba piloto resulta con los mismos problemas, debe repetirse el mismo proceso hasta que se presenten los resultados esperados.

En la Tabla 42 se presenta una lista de verificación que debe completarse durante la prueba piloto. Si una de las condiciones no se cumple, se debe solicitar la corrección pertinente.

Tabla 42 Lista de verificación del software

Condición	SÍ/NO	Comentarios
¿Los superusuarios poseen acceso a todas las transacciones del sistema? ¿Solo los superusuarios poseen este tipo de acceso?		
¿Los usuarios normales solo poseen acceso a las transacciones estipuladas por el superusuarios?		
¿El registro de inventario captura toda la información que se necesita?		
¿El registro de Boletas de salida captura toda la información que se necesita?		
¿Existen formularios para ingreso/actualización del inventario y boletas de salida?		
¿Las cantidades de existencias se actualizan correctamente cuando se hace un registro de una boleta de salida?		
¿Los registros, actualizaciones y extracciones de datos se dan rápidamente?		

Elaboración propia

- El Encargado de Compras e Inventarios debe continuar usando la herramienta actual en MS Excel por lo menos un trimestre a partir de la implementación del nuevo sistema de información, para tener una alternativa.

4) Personal capacitado sale de la organización

- Incluir no solo al Encargado de Compras e Inventarios capacitación, sino al Gerente de Operaciones y a la Asistente de gerencia operativa.
- Evaluar si se puede incluir más personal de Coopetransatenas, R.L., a la capacitación.
- Solicitar a la empresa un manual de utilización detallado para todas las funciones del sistema de información que describa los pasos para llevar a cabo todas las transacciones e incluya imágenes de la pantalla con señales.
- El manual debe ser verificado en la prueba piloto y aprobado formalmente por el Gerente de Operaciones y el Encargado de Compras e Inventarios.

5) Superusuarios salen de la organización

- Se debe formalizar por escrito la obligación del superusuario de entregar sus credenciales del sistema a su superior cuando se da la renuncia o despido.
- La persona que remplace al superusuario en su puesto jerárquico debe tener como parte de su proceso de inducción el otorgamiento de las credenciales del sistema, así como del manual de usuario.

6) Problemas de corriente eléctrica o rayerías

- Se debe utilizar la batería de la computadora que se encuentra en la bodega para reducir el impacto de esos fenómenos.
- Se debe realizar una revisión general de las instalaciones eléctricas para solventar cualquier problema latente.

5.4 Plan de recomendaciones para las causas menos significativas

En esta sección se plantean recomendaciones para atenuar las causas con menor impacto en el problema.

Causa 4.1 Repuestos enviados por los proveedores no coinciden con las especificaciones requeridas

Esta causa posee un impacto del 6% en el problema. Se recomienda una mayor utilización de los diagramas mecánicos e inclusión de las especificaciones que se encuentran en los manuales de los autobuses cuando se realizan pedidos. También, se recomienda la utilización de otros recursos como catálogos de autobuses y fotografías en todos los pedidos. Es una buena práctica hacer llegar al proveedor recursos gráficos, documentales, y fichas técnicas cuando se pone una orden para así ser tan específico como sea posible.

Causa 4.1 No se cuentan con métricas para los tiempos de entrega de los proveedores

Esta causa posee un impacto del 6% en el problema. Se recomienda implementar un registro del cumplimiento de tiempos de los proveedores. Este registro debería ser implementado en el sistema de información. Las comparativas de tiempo de entrega prometido y las métricas reales de tiempos de entrega deben ser evaluadas como uno de los criterios para la selección de los proveedores.

Causa 6.1 El tamaño actual de la bodega provoca que ciertos repuestos sean almacenados en el exterior

Esta causa posee un impacto del 2% en el problema. Se recomienda la expansión física de la bodega. De acuerdo al Gerente de Operaciones ya se está en la etapa de planeación para la expansión. En la planeación se debe calcular el tamaño adecuado dependiendo del inventario para que de esta manera se tenga espacio para todos los tipos de producto.

Causa 2.4 Los productos grandes no tienen una ubicación definida y su etiquetado es deficiente

Esta causa posee un impacto del 1% en el problema. Se recomienda adquirir estantería de tamaño adecuado que permita el almacenamiento y etiquetado de esas piezas. Esta recomendación va de la mano de aumentar el tamaño de la bodega ya que de otra manera esa estantería no tendría un espacio adecuado.

Causa 3.1 La forma actual como se mueven piezas grandes provoca dificultad en su manejo

Se recomienda la adquisición de herramientas de transporte como carros de transportadores, juegos de soportes, u otros que faciliten la movilización de esas piezas. También se recomienda capacitar a los trabajadores con respecto a temas de salud ocupacional que sea referentes a los alzamientos de objetos con tal de evitar lesiones.

Causa 1.1 Ausencia de equipo para movimiento de piezas grandes

Esta causa se relaciona directamente con la causa 3.1 “La forma actual como se mueven piezas grandes provoca dificultad en su manejo”, por lo que tienen un peso compartido. Igual que para la causa 3.1, se recomienda adquirir equipo adecuado para el movimiento de piezas grandes o muy pesadas como carros de transportadores, juegos de soportes, dispositivos tecles, o algún artefacto similar.

Causa 4.2 Se detectaron artículos de inventario obsoletos o sin demanda en el inventario

Esta causa posee un impacto del 1% en el problema. Se recomienda la búsqueda de alternativas para esos artículos como reventa, alquiler o donación. Esos artículos son en su mayoría piezas mecánicas de modelos de buses que no se utilizaran más. Esas piezas se deben eliminar del inventario físico y del sistema.

Causa 6.2 Hay piezas almacenadas en las zonas de paso de las personas.

Esta causa posee un impacto del 1% en el problema. Para esta causa también se recomienda la expansión de la bodega como solución definitiva. Se recomiendan buscar medidas temporales como áreas donde se puedan poner esas piezas mientras se expande la bodega. El sector trasero del área mecánica posee algunos espacios que pueden aprovecharse para tales fines.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones de diagnóstico

En el diagnóstico se realizaron una serie de conclusiones que permiten identificar las causas que en la gestión de compras, almacenamiento y entrega de piezas de repuestos generan el retraso del programa de reparación de la flota de autobuses de Coopetransatenas, R.L.

Se identifica que el área de inventarios tiene como principal función proveer piezas de repuestos al área mecánica para el programa de reparación y en el caso de retrasos se impacta la capacidad operativa de la empresa.

El proceso de compras es lineal y simplificado y solo intervienen el Encargado de Compras e Inventarios y el Recepcionista, pero el control de datos del inventario es inadecuado ya que existe duplicidad de registros, actividades manuales en el ingreso y actualización de la información, y el control de salidas de material se da por medio de boletas físicas.

Se encontraron 12 causas del problema actual. La mayoría de causas identificadas tienen relación con el manejo de la información del inventario, la forma de ingresar y actualizar datos, ausencia de bases de datos y digitalización, ausencia de un mecanismo de alerta de existencias mínimas y máximas, carencia de conocimientos del Encargado de Compras e Inventario en el análisis y manipulación de datos.

Existen causas relacionadas con las piezas de gran tamaño como la forma de moverlas, la falta de maquinaria adecuada para su manejo, su ubicación actual y su etiquetado. También se determina causas relacionadas con los proveedores envían repuestos que no coinciden con las especificaciones requeridas, la ausencia de métricas para tiempos de entrega de proveedores y el tamaño actual de la bodega.

Se identifica que las 4 causas relacionadas con la manera en que se manejan los datos del inventario son las causas raíz del problema.

Se analiza y cuantifica el problema que se manifiesta por medio de tiempos muertos de las unidades de transporte y se concluye que el impacto económico anual neto es de ₡ 16, 947,999.24 en la ruta San José-Alajuela-Atenas.

6.2 Conclusiones de diseño

En esta etapa se diseñó una propuesta de mejora para eliminar las cuatro causas principales identificadas en el diagnóstico. La propuesta consiste en el mejoramiento del flujo de datos del inventario de piezas de repuestos y la creación de un mecanismo de máximos y mínimos para existencias dentro de un sistema de información apropiado.

El diseño propuso la creación de SKUs de manera que los datos históricos que se capturan en la boleta de salida digital puedan ser analizados y de esta manera permitir un mecanismo de mínimos y máximos. Después de poner en práctica el mecanismo de alertas de existencias en los productos críticos, se eligió el sistema de información en el mercado.

Se propuso la utilización de un sistema de información basado en un tipo de software especializado en la administración de inventario.

Se diseñó una estructura de datos del inventario que incluya registros únicos y digitalización de las boletas de salida de material para así permitir un flujo de información más eficiente y que el ciclo de ingreso y actualización sea más rápido y seguro.

En el análisis de costo beneficio se compararon las reducciones del impacto del problema y la inversión total que incluye la adquisición del software, el disco duro, el lector de código de barras, los volúmenes para los puntos de reorden y la mano de obra.

El proyecto es viable económicamente, ya que en el primer año se recuperaría la inversión y se obtendría ganancia por medio de la eliminación de retrasos en el programa de reparación de autobuses.

- Se encontró que existe una razón de 7,33 en la relación beneficio/costo por lo que el proyecto es viable.
- Se cuantifican utilidades netas anuales de ₡15 741 485,24, respecto al servicio al cliente mejoraría, ya que podría ofrecerse más carreras en las rutas más utilizadas.

Se establece un plan de implementación y recomendaciones para las causas menos significativas buscando reducir el impacto de las mismas.

6.3 Recomendaciones

Se recomienda poner en práctica la propuesta de mejora por medio del plan de implementación para aumentar las utilidades y ofrecer un mejor servicio al cliente. Por lo tanto, se recomienda la adquisición del software y su implementación siguiendo los lineamientos de la nueva estructura datos como eliminación de registros duplicados y digitalización de boletas de salida con el fin de lograr un mejor flujo de información, así como la creación de SKUs que permitan la construcción de bases de datos de históricos que puedan ser analizadas en función a consumo por tipo de producto. También se recomienda utilizar el mecanismo de mínimos y máximos de existencias en los productos críticos de acuerdo con el nivel de consumo o a importancia para el área mecánica.

En la implementación del proyecto se deben trabajar en las actividades de control y auditoria para evaluar y corregir todas las situaciones que puedan afectar la propuesta de mejora, así como en las actividades de manejo de riesgos para evitar que factores externos o internos afecten la propuesta. También, se recomienda ejecutar el plan de capacitación para el manejo del sistema de información y la verificación de su correcto funcionamiento. Finalmente se recomienda seguir utilizando la herramienta de control actual por un trimestre más en el caso de que se den problemas graves en el sistema de información.

Se recomienda la expansión de la bodega actual y la adquisición de estantería más grande para piezas que así lo requieran, así como la definición de espacios específicos para estas piezas y mejoras en el etiquetado. También se debe adquirir equipo de levantamiento y movilización de piezas más pesadas. Se recomienda el registro y medición de tiempos de entrega real de los proveedores para evaluar su rendimiento. Es necesario aumentar la utilización de recursos como diagramas, fotografías y catálogos de piezas cuando se pide material a los proveedores para evitar que se envíen productos que no hayan sido solicitados. También, debe procurarse la eliminación de piezas obsoletas en el inventario físico y en el control de la información.

De manera general, se recomienda incentivar proyectos de mejora continua en el departamento de operaciones, así como iniciativas de estandarización y documentación de procesos, capacitación a empleados e inversión en salud ocupacional y tecnología.

Bibliografía

Instituto Nacional de Fomento Cooperativo. (2012). *IV Censo Nacional Cooperativo*. San José: Instituto Nacional de Fomento Cooperativo.

Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2011). *X Censo Nacional de Población y VI de Vivienda: Resultados Generales*. San José: Instituto Nacional de Estadística y Censos.

Project Management Institute. (2013). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK)*. Quinta Edición. Pensilvania: Project Management Institute.

Ballou R. (2004) *Logística Administración de la Cadena de Suministro*. Quinta edición. México: Pearson Education.

Chase R., Jacobs R., Aquilano N. (2009). *Administración de Operaciones, Producción y Cadena de Suministros*. Duodécima Edición. México: McGraw-Hill.

Chiavenato I. (2006). *Introducción a la teoría general de la administración*. (7ª. ed.). México: McGraw-Hill.

Evans J., Lindsay W. (2008). *Administración y Control de la Calidad*. (7ª. ed.). México: Cengage Learning.

Gaither N., Frazier G. (2000). *Administración de Producción y Operaciones*. (8ª. ed.) México: International Thomson Editores.

Heizer J., Render B. (2004). *Principios de administración de operaciones*. (5ª. ed.). México: Pearson Educacion.

Hernández R., Fernández C., Baptista P. (1991). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw-Hill.

Niebel B., Freivalds A. (2004). *Metodos, estándares y diseño del trabajo*. Alfaomega.

Quintana C. (1996). *Elementos de inferencia estadística*. (2ª. ed.). San José: Euned.

Silbertschatz, A., Korth, H., Sudarshan, S. (2002). *Fundamentos de Bases de Datos*. (4ª. ed.). Madrid: McGraw-Hill.

Triola M. (2004). *Estadística*. (9ª. ed.). México: Pearson Educación.

Ministerio de Planificación. (2009). *Plan de Desarrollo Humano Local Cantón de Atenas 2010-2020*. San José: Ministerio de Planificación.

Consejo de Transporte Público. (2009). *Manual para la Evaluación y Calificación de la Calidad del Servicio Público de Transporte Remunerado de Personas*. San José: Consejo de Transporte Público.

Jaume Ramonet. (2013). *Análisis y Diseño de Procesos Empresariales*. Recuperado de <http://www.jramonet.com/content/publicaciones/diagramas-de-flujo-guia>

Luna, G. (2015). *El nacimiento de Coopetransatenas,R.L., en 1985*. Recuperado de <https://lunaprensa.wordpress.com>

Javier Murillo Torrecilla. *Metodología de la investigación avanzada*. Recuperado de [https://uam.es/personal_pdi/stmaria/jmurillo/Met_Inves_Avan/Presentaciones/Entrevista_\(trabajo\).pdf](https://uam.es/personal_pdi/stmaria/jmurillo/Met_Inves_Avan/Presentaciones/Entrevista_(trabajo).pdf)

Coopetransatenas, R.L. (s.f.). *Historia*. Recuperado de <http://www.Coopetransatenas.com>

Coopetransatenas, R.L. (s.f.). *Nosotros*. Recuperado de <http://www.Coopetransatenas.com>

CreceNegocios (2012). *El análisis costo-beneficio*. Recuperado de <http://www.crecenegocios.com/el-analisis-costo-beneficio/>

Ingenioempresa (2016). *Diagrama de Ishikawa*. Recuperado de <http://ingenioempresa.com/diagrama-causa-efecto/>

Anexos

Anexo 1

Formulación del problema firmada por el Encargado de Compras e Inventarios

FORMULACION DEL PROBLEMA

La forma actual como se gestionan las compras, el almacenamiento y la entrega de los repuestos de autobuses en el área de inventarios de Coopetransatenas R.L. está provocando retrasos de semanas o meses en el programa de reparación que se maneja en el área de taller.


Encargado Compras e inventarios

Anexo 2

Bitácora de entrevista para Encargado de Compras e Inventario y Gerente de Operaciones


Bitácora de entrevista	
Objetivo:	Identificar las causas que en la gestión de las compras, el almacenamiento y la entrega de los repuestos generan retrasos en la entrega de repuestos al área taller.
Alcances:	La estructura de la entrevista se basa en las categorías de las 6Ms
Personas seleccionadas:	Encargado de compra e inventarios, Gerente de operaciones
Materiales:	Computadora, Papel, Lápiz, Instrumento de grabación
Preguntas	
1. ¿Considera que en las labores de gestión de compras, almacenamiento y entrega de repuestos se deben realizar funciones o tareas que superan sus capacidades físicas? (Fuerza, audición, vista, equilibrio, etc.) ¿Esto puede directamente afectar la entrega a tiempo de repuestos al área de taller?	
2. ¿Considera que en el ambiente de trabajo algunas situaciones personales e interpersonales pueden favorecer a que se den retrasos en la entrega de repuestos al taller?	
3. ¿Considera que factores de la bodega o del área de reparación generen retrasos en la entrega de repuestos al taller?	
4. ¿Considera que algunos otros factores ambientales (Cortes eléctricos, rayería, ruido, contaminación u otro similar) favorecen a que se den retrasos en la entrega de repuestos al taller?	
5. ¿Considera que la distribución física de los repuestos provoque retrasos en la entrega de la entrega de repuestos al taller?	
6. ¿Considera que la forma actual en que se llevan a cabo las compras (compra a requisición, no inventario de seguridad, no consulta de datos históricos, selección de proveedor, segmentación muy general, etc.) puede generar retrasos en la entrega de repuestos al taller?	
7. ¿La forma como se registran las entradas y salidas del inventario pueden generar retrasos en la entrega de repuestos al taller?	
8. ¿Cómo se define una entrega a tiempo? (Por tipo de producto, marca, etc.)	
9. ¿Se miden los retrasos en la entrega de repuestos al área del taller?	
10. ¿Qué otros elementos críticos se deben medir para evitar retrasos en la entrega de repuestos al taller?	
11. ¿Existen máquinas o equipo del área de inventarios que por su estado o rendimiento incidan negativamente en la entrega a tiempo? (Computadoras, impresoras, lectores de código, etc.)	
12. ¿Se dan problemas de compatibilidad de los repuestos que generen retrasos en su entrega al área del taller?	
13. ¿Existen insumos que generen retrasos en la entrega a tiempo de repuestos al taller debido a que no hay suficiente, su calidad o sus características? (boletas, tinta, carpetas, clips, etc.)	

Anexo 3
Área Mecánica




Anexo 4

Bitácora de grupo focal para la clasificación de causas, según su impacto (Encargado de Compras e inventario)

Lugar	Taller	Fecha	26/11	Hora Inicio	3:00 pm	Hora Finalización	3:30 pm
Objetivo:	Clasificar las causas que generan retraso de la entrega de repuestos al área taller en la gestión de las compras, el almacenamiento y la entrega de repuestos.						
Alcances:	Identificación del impacto de cada causa.						
Personas seleccionadas:	Encargado de compra e inventarios, Gerente de operaciones.						
Materiales:	Computadora, Papel, Lápiz.						
	Causas Identificadas	Frecuencia de ocurrencia de retraso	Impacto de tiempo de retraso				
2.1	Los datos históricos de consumo de repuestos no se encuentran accesibles.	40	10				
2.2	La forma como se está ingresando y actualizando los datos de inventario expone a errores.	80	4				
2.3	No existen señales o alertas que indiquen niveles mínimos y máximos de existencias de productos críticos.	60	8				
2.4	Los productos grandes no tienen una ubicación definida y su etiquetado es deficiente.	20	2				
3.1	La forma actual como se mueven piezas grandes provoca dificultad en su manejo.	0	0				
3.2	Personal no cuenta con conocimiento y destrezas para el manejo de datos del inventario.	60	4				
4.1	Repuestos enviados por los proveedores no coinciden con las especificaciones requeridas.	60	2				
4.2	Se detectaron artículos de inventario obsoletos o sin demanda en el inventario.	0	0				
5.1	No se cuentan con métricas para los tiempos de entrega de los proveedores.	40	2				
6.1	El tamaño actual de la bodega provoca que ciertos repuestos sean almacenados en el exterior.	20	2				
6.2	Hay piezas almacenadas en las zonas de paso de las personas.	20	2				
Nombre del participante				Firma del participante			
Carlos Arias Picado							


Anexo 5


Bitácora de grupo focal para la clasificación de causas, según su impacto (Gerente de Operaciones)

Lugar	Taller	Fecha	26/1	Hora Inicio	3:00pm	Hora Finalización	3:30pm
Objetivo:	Clasificar las causas que generan retraso de la entrega de repuestos al área taller en la gestión de las compras, el almacenamiento y la entrega de repuestos.						
Alcances:	Identificación del impacto de cada causa.						
Personas seleccionadas:	Encargado de compra e inventarios, Gerente de operaciones.						
Materiales:	Computadora, Papel, Lápiz.						
	Causas identificadas	Frecuencia de ocurrencia de retraso	Impacto de tiempo de retraso				
2.1	Los datos históricos de consumo de repuestos no se encuentran accesibles.	60	8				
2.2	La forma como se está ingresando y actualizando los datos de inventario expone a errores.	100	2				
2.3	No existen señales o alertas que indiquen niveles mínimos y máximos de existencias de productos críticos.	80	8				
2.4	Los productos grandes no tienen una ubicación definida y su etiquetado es deficiente.	0	0				
3.1	La forma actual como se mueven piezas grandes provoca dificultad en su manejo.	20	2				
3.2	Personal no cuenta con conocimiento y destrezas para el manejo de datos del inventario.	60	4				
4.1	Repuestos enviados por los proveedores no coinciden con las especificaciones requeridas.	60	2				
4.2	Se detectaron artículos de inventario obsoletos o sin demanda en el inventario.	20	2				
5.1	No se cuentan con métricas para los tiempos de entrega de los proveedores.	40	4				
6.1	El tamaño actual de la bodega provoca que ciertos repuestos sean almacenados en el exterior.	20	2				
6.2	Hay piezas almacenadas en las zonas de paso de las personas.	20	0				
Nombre del participante		Firma del participante					
Kendall Suarez Chaves							

Anexo 6

Comunicación con el Encargado de Compras e Inventario referente a los buses sin operación


 **Elias Arias Leon** <ealeon9@gmail.com> 1 feb. ☆ ↶ ▾
para taller ▾
Hola Carlos,
Me podrías ayudar con la siguiente información:
Me podrías explicar la situación actual de unidades de transporte sin operación debido a la falta de repuestos?
Necesito saber el número de unidades afectadas, la cantidad de tiempo sin operación, y la frecuencia de los diferentes casos que se han venido presentando.
Existe algún registro de esta situación?
Muchas gracias
Elias Arias.


 **Carlos Arias Picado** <taller@coopetransatenas.com> 1 feb. ☆ ↶ ▾
para mí ▾
Hola Elias,
Si te comento que en los últimos 6 meses hemos tenido el caso de dos buses varados por mucho tiempo. uno estuvo aproximadamente tres semanas sin funcionar en el taller mientras esperabamos el repuesto de china y otro estuvo casi un mes mientras se realizaba la compra y se esperaba el repuesto.
Luego cada una o dos semanas tenemos el caso de alguna unidad sin funcionar por lo menos un día por la falta de algun repuesto y mientras se recibe.
cada 3 semanas mas o menos se tiene el caso de alguna unidad varada de 3 a 7 dias. esto mas que todo por lo que ya te explicaba de que falta el repuesto y hay que pedirlo y se da el caso de que la agencia no lo tiene entonces se debe mandar a pedir a chile o otro pais.
Lastimosamente no tenemos un registro de estas fallas pero la situacion es como te la describi.
cualquier otra cosa me dices

Carlos Arias P.
Bodega y Compras
taller@coopetransatenas.com
2446-87-55




www.coopetransatenas.com Coopetransatenas

 **Elias Arias Leon** <ealeon9@gmail.com> 17 mar. (hace 3 días) ☆ ↶ ▾
para taller ▾
Hola Carlos,
Muchas gracias.
Queria confirmar esto: Esta situación es algo especial o ya se venia presentado anteriormente?
Se han dejado de cubrir carreras por estos casos?
Gracias!

 **Carlos Arias Picado** 17 mar. (hace 3 días) ☆ ↶ ▾
para mí ▾
Hola Elias,
No es especial siempre se ha presentado, te detalle el ultimo semestre porque es lo que tengo mas fresco pero es algo normal aca. No se han dejado de cubrir carreras por lo que te comente que las cubrimos con otros buses pero no es lo ideal porque se recargan y además estamos ocupando todos los buses que tengamos porque la oferta de carreras actual aveces no se puede cubrir. Mas que todo en la mañana y en la tarde. Aveces los buses salen llenos de las estaciones y no pueden recoger gente en la pista o casos de esos. Ha habido quejas

Carlos Arias P.
Bodega y Compras
taller@coopetransatenas.com
2446-87-55



www.coopetransatenas.com Coopetransatenas

Anexo 7


Pliego tarifario de la ruta San José-Alajuela-Atenas (14-12-2016)

PLIEGO TARIFARIO

Ruta	Descripción	Km por Viaje	Tarifa Regular	Tarifa Adulto Mayor (€)	RIT	Fecha	Gaceta	Alcan	Fecha Gaceta	Fecha Vigencia
1216	SAN JOSE-RINCON DE ZARAGOZA	(GPS)							AUTOTRANSPORTES PALMARES JAV S.A	(RA-130)
	SAN JOSE-RINCON DE ZARAGOZA	61.50	930	700	0108-RIT	4-Oct-16	194	213	10-Oct-16	11-Oct-16
202	SAN JOSE-PALMARES	(GPS)							AUTOTRANSPORTES PALMARES JAV S.A	(RA-130)
	SAN JOSE-PALMARES	57.30	970	730	0108-RIT	4-Oct-16	194	213	10-Oct-16	11-Oct-16
203-246	SAN JOSE-ALAJUELA-ATENAS	(GPS)							COOPERATIVA DE TRANSPORTE DE USU	(RA-021)
	SAN JOSE-ATENAS	41.80	940	470	0108-RIT	4-Oct-16	194	213	10-Oct-16	11-Oct-16
	SAN JOSE-ALAJUELA	16.90	650	0	0108-RIT	4-Oct-16	194	213	10-Oct-16	11-Oct-16
	ATENAS-ALAJUELA	23.70	670	0	0108-RIT	4-Oct-16	194	213	10-Oct-16	11-Oct-16
	ATENAS-LA GARITA (ESCUELA)	11.20	340	0	0108-RIT	4-Oct-16	194	213	10-Oct-16	11-Oct-16
	ATENAS-CALLE LA GARITA	11.80	290	0	0108-RIT	4-Oct-16	194	213	10-Oct-16	11-Oct-16
	TARIFA MINIMA	0.00	275	0	0108-RIT	4-Oct-16	194	213	10-Oct-16	11-Oct-16
251	ATENAS-SABANA LARGA-B° JESUS	(GPS)							COOPERATIVA DE TRANSPORTE DE USU	(RA-021)
	ATENAS-ESTANQUILLO	13.10	470	0	0108-RIT	4-Oct-16	194	213	10-Oct-16	11-Oct-16
	ATENAS-B° JESUS	5.20	245	0	0108-RIT	4-Oct-16	194	213	10-Oct-16	11-Oct-16
	ATENAS-SABANA LARGA	2.70	225	0	0108-RIT	4-Oct-16	194	213	10-Oct-16	11-Oct-16
204	SAN JOSE-SAN RAMON (SERVICIO REGULAR)								EMPRESARIOS UNIDOS DE PUNTARENAS	(RA-058)
	SAN JOSE-SAN RAMON	66.07	1315	985	0108-RIT	4-Oct-16	194	213	10-Oct-16	11-Oct-16


Anexo 8

Bitácora de la sesión de lluvias de ideas.

Lugar:	Taller		Fecha:	7/2/16	Hora Inicio:	3:30pm	Hora Finalización:	4:30pm
Objetivo:	Identificar ideas de mejora para las causas del problema más significativas.							
Alcances:	Generar una idea de mejora por cada causa principal.							
Personas seleccionadas:	Encargado de Compra e Inventarios, Gerente de Operaciones.							
Materiales:	Computadora, Papel, Lápiz.							
2.3	No existen señales o alertas que indiquen niveles mínimos y máximos de existencias.							
<p>Generación de una señal de alerta que indique cuando las existencias de un producto crítico alcance cierto nivel.</p>								
2.1	Los datos históricos de consumo de repuestos no se encuentran accesibles.							
<p>Capturar los datos de consumo históricos mediante la inclusión de los datos de las boletas de salida en la herramienta de control.</p>								
2.2	La forma como se está ingresando y actualizando los datos de inventario expone a errores.							
<p>Revisar la manera en que se incluyen los datos de los repuestos entrantes, así como de los salidos.</p>								
3.2	Personal no cuenta con conocimiento y destrezas para el manejo de datos del inventario.							
<p>Mejorar las destrezas de manejo de datos del personal o disminuir ese manejo.</p>								
Nombre del participante					Firma del participante			
Carlos Arias Picado								
Kendall Suarez Chavez								

Anexo 9

Bitácora de estudio de tiempos

Lugar:	Taller		Fecha:	3/11/16	Hora Inicio:	2:00 pm	Hora Finalización:	4:30 pm	
Objetivo:	Determinar el tiempo que toma realizar las diferentes actividades de ingreso y actualización de inventario								
Alcances:	Estudio de tiempo								
Materiales:	Computador, papel, Lápiz, cronometro								
	Tiempo de Operación								
Actividad	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Medición 5	Promedio			
Recibir Factura con datos	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A			
Incluir datos en la hoja de ingreso	0,24	0,29	0,35	0,25	0,24	0,27			
Incluir datos en la hoja de existencias	1,15	2,22	1,29	1,58	2,77	1,76			
Llenar la boleta de salida	1,34	1,31	1,46	2,31	2,42	1,76			
Actualizar la hoja de existencias	2,32	3,79	2,49	3,71	2,61	2,90			
Total	5,05	7,41	7,79	7,65	7,84	6,70			
Colaborador			Carlos Arias P. carb						

Anexo 10

Lector de código de barras (Cotizaenlineacr.com)

LECTBAR005 LECTOR HONEYWELL(1202G) VOYAGER C/ ESTANTE BLUETOOTH / 1202G



Precio: **\$336.40 + i.v.**

Marca: **Honeywell**
Número de parte: 1202G



Cantidad:

1

AÑADIR AL CARRITO

LECTBAR005 LECTOR HONEYWELL(1202G) VOYAGER C/ ESTANTE BLUETOOTH / 1202G

Red Inalámbrica

Radio / Alcance

Bluetooth versión 2.1 con salto de frecuencia adaptativo de 2,4 a 2,5 GHz (Banda ISM); Clase 2: 10 m lineales pecan Obstáculos

Velocidad de Datos

(Velocidad de transmisión)

Hasta 3 Mbps

Batería

De Iones de litio de 1.800 mAh Como Mínimo

Número de lecturas

Hasta 45.000 lecturas por carga

Horas estimadas de FUNCIONAMIENTO

12 horas

Tiempo estimado de carga

4 horas

Mecánicas / eléctricas

Escáner: Voyager 1202g

Base: CCB00-010BT

Dimensiones (Largo x Ancho x Alto)

180 mm x 66 mm x 92 mm

200 mm x 67 mm x 97 mm

Peso

180 g (batería Incluida)

185 g

Consumo en FUNCIONAMIENTO

(Durante la carga)

DAKOTA DEL NORTE

5 W (1 A a 5 V con Alimentación); 2,5 W (0,5 A a 5 V

con USB)

Consumo en Vacío

DAKOTA DEL NORTE

0.625 W (0.125 A a 5 V)

Interfaces del Sistema de acogida

DAKOTA DEL NORTE

USB, conexión de teclado, RS232, IBM 46xx (RS485)

Ambientales

Escáner: Voyager 1202g

Base: CCB00-010BT

Temperatura de FUNCIONAMIENTO

De 5 a 40 ° C

En carga: De 5 a 40 ° C; sin carga: De 0 a 50 ° C

Temperatura de Almacenamiento con

Batería

de -5 a 35 ° C

de -5 a 35 ° C

Humedad

De 0% a 95% Humedad Relativa de, sin condensación

De 0% a 95% Humedad Relativa de, sin condensación

Caidas

Diseñado para Resistir Hasta 30 Caidas Hormigón contraindicado desde 1,5 m

Diseñado para Resistir Hasta 30 Caidas Hormigón contraindicado desde 1 m

sellado ambiental

IP42

IP42

Niveles lumínicos

De 0 a 70.000 lux

DAKOTA DEL NORTE

Rendimiento de lectura

Tipo de lectura

Una Sola Línea de lectura

Velocidad de lectura (sólo láser)

100 Líneas de lectura por Segundo

Ángulo de lectura

Horizontales: 30 °

Contraste de impresión

Mínimo: 10% de Diferencia de reflectancia

Inclinación, oblicuidad

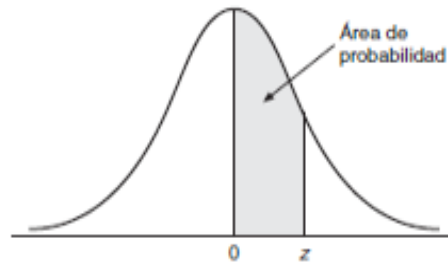
60 °, 60 °

Funciones de decodificación

Lee simbologías Estándar de 1D y GS1. (Nota: Las Funciones de decodificación dependen de la configuration del kit)

Anexo 11

Distribución normal con factor de seguridad de nivel de seguridad del 85%



z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.0000	0.0040	0.0080	0.0120	0.0160	0.0199	0.0239	0.0279	0.0319	0.0359
0.1	0.0398	0.0438	0.0478	0.0517	0.0557	0.0596	0.0636	0.0675	0.0714	0.0753
0.2	0.0793	0.0832	0.0871	0.0910	0.0948	0.0987	0.1026	0.1064	0.1103	0.1141
0.3	0.1179	0.1217	0.1255	0.1293	0.1331	0.1368	0.1406	0.1443	0.1480	0.1517
0.4	0.1554	0.1591	0.1628	0.1664	0.1700	0.1736	0.1772	0.1808	0.1844	0.1879
0.5	0.1915	0.1950	0.1985	0.2019	0.2054	0.2088	0.2123	0.2157	0.2190	0.2224
0.6	0.2257	0.2291	0.2324	0.2357	0.2389	0.2422	0.2454	0.2486	0.2518	0.2549
0.7	0.2580	0.2612	0.2642	0.2673	0.2704	0.2734	0.2764	0.2794	0.2823	0.2852
0.8	0.2881	0.2910	0.2939	0.2967	0.2995	0.3023	0.3051	0.3078	0.3106	0.3133
0.9	0.3159	0.3186	0.3212	0.3238	0.3264	0.3289	0.3315	0.3340	0.3365	0.3389
1.0	0.3413	0.3438	0.3461	0.3485	0.3508	0.3531	0.3554	0.3577	0.3599	0.3621
1.1	0.3643	0.3665	0.3686	0.3708	0.3729	0.3749	0.3770	0.3790	0.3810	0.3830
1.2	0.3849	0.3869	0.3888	0.3907	0.3925	0.3944	0.3962	0.3980	0.3997	0.4015
1.3	0.4032	0.4049	0.4066	0.4082	0.4099	0.4115	0.4131	0.4147	0.4162	0.4177
1.4	0.4192	0.4207	0.4222	0.4236	0.4251	0.4265	0.4279	0.4292	0.4306	0.4319
1.5	0.4332	0.4345	0.4357	0.4370	0.4382	0.4394	0.4406	0.4418	0.4429	0.4441
1.6	0.4452	0.4463	0.4474	0.4484	0.4495	0.4505	0.4515	0.4525	0.4535	0.4545
1.7	0.4554	0.4564	0.4573	0.4582	0.4591	0.4599	0.4608	0.4616	0.4625	0.4633
1.8	0.4641	0.4649	0.4656	0.4664	0.4671	0.4678	0.4686	0.4693	0.4699	0.4706
1.9	0.4713	0.4719	0.4726	0.4732	0.4738	0.4744	0.4750	0.4756	0.4761	0.4767
2.0	0.4772	0.4778	0.4783	0.4788	0.4793	0.4798	0.4803	0.4808	0.4812	0.4817
2.1	0.4821	0.4826	0.4830	0.4834	0.4838	0.4842	0.4846	0.4850	0.4854	0.4857
2.2	0.4861	0.4864	0.4868	0.4871	0.4875	0.4878	0.4881	0.4884	0.4887	0.4890
2.3	0.4893	0.4896	0.4898	0.4901	0.4904	0.4906	0.4909	0.4911	0.4913	0.4916
2.4	0.4918	0.4920	0.4922	0.4925	0.4927	0.4929	0.4931	0.4932	0.4934	0.4936
2.5	0.4938	0.4940	0.4941	0.4943	0.4945	0.4946	0.4948	0.4949	0.4951	0.4952
2.6	0.4953	0.4955	0.4956	0.4957	0.4959	0.4960	0.4961	0.4962	0.4963	0.4964
2.7	0.4965	0.4966	0.4967	0.4968	0.4969	0.4970	0.4971	0.4972	0.4973	0.4974
2.8	0.4974	0.4975	0.4976	0.4977	0.4977	0.4978	0.4979	0.4979	0.4980	0.4981
2.9	0.4981	0.4982	0.4982	0.4983	0.4984	0.4984	0.4985	0.4985	0.4986	0.4986
3.0	0.4986	0.4987	0.4987	0.4988	0.4988	0.4989	0.4989	0.4989	0.4990	0.4990

Anexo 12

Correo de Informáticos y sistemas digitales de Costa Rica, S.A.



Carlos Moya <carlos.integralsuite@gmail.com>

4 mar. ☆ ↶ ↷

para mí, isuite

Saludos y gracias por su interés en nuestros productos.

Todo lo que indica y más lo tiene nuestro Sistema Integrado.

Puede adquirirlo en varias modalidades de pago.

Módulo de Inventario, Facturación y servicios:

Contado \$1500
A 60 días \$1800
A 1 año \$2300

Nos indica y nos reunimos para hacerle presentación si a bien le parece.

Cordialmente,

Ing. Carlos H. Moya A.
Informática y Sistemas
Digitales de C.R. S.A.
www.integralsuite.com

Cel: 8841-8479 (whatsapp)
Of: 2249-0489
email: moya@integralsuite.com
Skype: carlosh.moya

> El 4 mar. 2017, a las 8:15 p.m., eaaleon9@gmail.com escribió:

>

> Detalles del formulario de contacto:

>

> Nombre: Elias Arias

> E-mail: eaaleon9@gmail.com

> Teléfono: 88108812

> Mensaje: Buenas,

>

> Estoy buscando información de su módulo de inventario. Necesito una solución que se adapte a mi giro de negocio es transporte (Taller) y que posea funcionalidades como máximos y mínimos, y posibilidad de usar código de barras.

>

> Gracias

>

>

Anexo 13

Pantallazo de Software

I.S.D. de Costa Rica S.A./POS. SU EMPRESA S.A. Salir

Cant.	Descripción	Precio(ivi)
1.00	LLANTA LISA	16,440.00
1.00	LLANTA DE BICICROSS	19,830.00
1.00	COLONIA ROSA NEGRA MUJER 3.3	4,940.00

Imagen del Producto

Montos en Colones y Moneda Extranjera

Números y Letras GRANDES

Facturas Pendientes

SU COMPRA
Tipo Cambio \$82.42

41,210.00

Devolucion Cód. Prod. 0 Cantidad 1 Precio 0.00

Descuento 0.00 0.00 Exonerado Base Adm CAJA 1

Eficiente *Búsqueda Incremental* de Productos y por *Código de Barras*.

Descuentos y Otros Movimientos, Protegidos por *Contraseñas*

Anexo 14

Descripción del software

Señores
Estimados Clientes.
S.M.

Estimados señores:

Es un gusto dirigirnos a ustedes para saludarlos y al mismo tiempo, agradecerles su confianza al solicitarnos información de nuestros Sistemas Informáticos, seguros de que nuestras soluciones de Software, excederán sus expectativas, necesidades y exigencias.

Contamos con una experiencia de casi 30 años dedicados a producir tecnología Informática, desarrollando en equipo entre usuarios, clientes y programadores, poniendo especial cuidado en la seguridad, la versatilidad y la **facilidad de uso** de los mismos, conscientes de que los usuarios finales, no tendrán necesariamente conocimientos previos en informática, para poder utilizar adecuada y eficientemente el Sistema desde el momento mismo de su implementación. Nuestros Sistemas de Cómputo cuentan con altos estándares de seguridad y estabilidad de lo cual, **las referencias de nuestros clientes satisfechos, son nuestra principal carta de presentación**, (lista disponible en nuestro sitio web: www.integralsuite.com). El siguiente es el detalle de algunas de las principales características de nuestro Sistema Integrado Modular: **INTEGRAL SUITE Versión Evolution 2.0**.

Módulo de Contabilidad

Catálogo de cuentas inteligentes, asientos manuales y automáticos, mayorización, cierres fiscales mensuales y anuales, estados financieros, analizador de la Gestión Administrativa mediante la aplicación de 70 razones y tendencias financieras incluyendo **gráficos**, reportes y estados personalizados, reconstrucción de movimientos, generación de simulaciones de mayorización para ver el impacto contable de los asientos sobre los saldos contables, antes de aplicarlos, consultas y reportes en general propios de la gestión contable, multiempresarial. Cuenta además con registro y control de Presupuesto y su cumplimiento.

Módulo de Bancos

Control dinámico de Saldos de cuentas corrientes, Impresión de cheques, bloqueo de cuentas corrientes, control de sobregiros, registro de depósitos, notas de débito y crédito transferencias bancarias, conciliaciones bancarias, estados conciliados, consultas interactivas de cheques por monto, por número de documento, por beneficiario, por fecha de giro, por monto, consultas y reportes en general, multiempresarial.

Módulos de Inventario y Facturación.

Facturación y Control de límites de crédito, inventarios permanentes, mínimos y máximos, cálculo automático de pedidos óptimos, rotación de inventarios, ABC, explosión de insumos y componentes para empresas manufactureras, uso de códigos madre, volúmenes y pesos, **registro fotográfico de productos**, catálogos digitales en tabletas y para envío por correo, manejo de código de barras y códigos internos alfanuméricos como números de parte, costos y valuaciones, categorías de productos a tres niveles, múltiples márgenes de utilidad, múltiples precios de venta, búsqueda interactiva de productos con múltiples llaves de búsqueda como son: Código de Producto, Descripción, Marca, Modelo, Género, Fabricante etc., manejo y reporte de alistado por ubicación física de los productos, multiempresa, reconstrucción de movimientos, manejo de proformas y cotizaciones, que pueden convertirse en facturas sin necesidad de re-digitar, pre-facturación, (se pueden mantener almacenadas en forma indefinida, tantas prefecturas y cotizaciones como se desee, para su impresión posterior sin necesidad de volver a digitar).

Pronósticos de venta y puntos de reorden, pedidos óptimos al proveedor calculados en forma automática integrando gráficos, cálculo automatizado de precios de venta a partir de facturas de compra con aplicación automática a inventarios y Cuentas por Pagar, consultas, estadísticos y reportes en general. Las facturas que el Sistema imprime están autorizadas por el Ministerio de Hacienda por lo que no tendrá que invertir en formularios pre impresos si no lo desea. Puede exportar e importar movimientos de inventario a **Sucursales** en forma totalmente automática sin necesidad de tener que digitar dos veces los envíos a las oficinas descentralizadas. Preventa y cobro mediante **Dispositivos móviles**.

Usted puede personalizar y programar el Sistema para que este se comporte de acuerdo a sus necesidades aún cuando usted no está en el local. Por ejemplo, puede asignar a sus clientes, diferentes plazos de crédito, porcentajes de descuento por familias, precios especiales solo aplicables a ciertos clientes, comportamiento de control de créditos y vencimientos, integración con el Padrón del Registro Civil de la República de Costa Rica para generación de informes a Hacienda, etc. El Sistema posee incorporados e integrados

Anexo 15

Cotización de disco duro

 UNITEC COMPUTACIÓN www.uniteccr.com	DISCO DURO EXTERNO 1 TERA			
	ID: 00003368 Fecha: 20/03/2017			
Información del Cliente: ELIAS ARIAS LEON ATENAS ALAJUELA 89108912 ealeon9@gmail.com	Emitido Por: Unitec Computación Atenas S.A Ced. Jurídica 3-101350121 Soluciones Integrales en el área de las Tecnologías de la Información y Comunicación desde el año 2002. Tel: 24460549-24467409 Soporte Técnico: 24460548 info@uniteccr.com			
Adjuntamos información solicitada, si tiene alguna consulta adicional estamos para servirle.				
Producto	Precio Unitario	Cantidad	Descuento	Total
WD ELEMENTS DISCO DURO 1TB	C50,000.00	1	10%	C50,000.00
		Subtotal:		C50,000.00
		Descuentos:		-C5,000.00
		Total:		C45,000.00
Joice Monge				
12 MESES GARANTIA PRECIO PARA PAGO EN EFECTIVO				
Unitec Computación Atenas S.A Gracias por preferirnos. Servicio Técnico Profesional y Permanente a su Alcance.				

UNITEC COMPUTACIÓN
ATENAS, S.A.
Céd. Jur.: 3-101-35012
Fax: 2446-0005
Tel.: 2446-0549