



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DESARROLLO DE UN CENTRO DE DISTRIBUCIÓN ENFOCADO EN LA ENTREGA TOTAL
Y SATISFACCIÓN DEL CLIENTE EN LA ESTRUCTURA FUNCIONAL DE UN CENTRO DE
DISTRIBUCIÓN DE LUBRICANTES A NIVEL NACIONAL**

Juan Carlos Alejos Marroquin
Asesorado por Inga. Fabiola Nicté Javier

Guatemala, enero de 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DESARROLLO DE UN CENTRO DE DISTRIBUCIÓN ENFOCADO EN LA ENTREGA TOTAL
Y SATISFACCIÓN DEL CLIENTE EN LA ESTRUCTURA FUNCIONAL DE UN CENTRO DE
DISTRIBUCIÓN DE LUBRICANTES A NIVEL NACIONAL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JUAN CARLOS ALEJOS MARROQUIN
ASESORADO POR LA INGA. FABIOLA NICTÉ JAVIER

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, ENERO DE 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martinez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

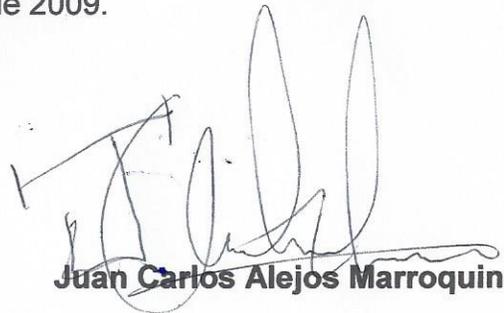
DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Edwin Antonio Echeverría Marroquin
EXAMINADOR	Ing. Pablo Fernando Hernández
EXAMINADOR	Ing. Ismael Homero Jérez González
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DESARROLLO DE UN CENTRO DE DISTRIBUCIÓN ENFOCADO EN LA ENTREGA TOTAL Y SATISFACCIÓN DEL CLIENTE EN LA ESTRUCTURA FUNCIONAL DE UN CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE LUBRICANTES A NIVEL NACIONAL

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería de Mecánica Industrial, con fecha 14 de mayo de 2009.



Juan Carlos Alejos Marroquin

Guatemala, 13 de Noviembre de 2012

Ingeniero
César Ernesto Urquizú Rodas
Director de la Escuela
Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado Señor Director:

Por este medio me dirijo a usted para informarle que habiendo asesorado al estudiante **Juan Carlos Alejos Marroquin** con carné No. 200511741, en el trabajo de graduación titulado **“DESARROLLO DE UN CENTRO DE DISTRIBUCIÓN ENFOCADO EN LA ENTREGA TOTAL Y SATISFACCIÓN DEL CLIENTE EN LA ESTRUCTURA FUNCIONAL DE UN CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE LUBRICANTES A NIVEL NACIONAL”**, y llenando éste los objetivos trazados, extendiendo la APROBACIÓN del mismo.

Por lo tanto, el autor de éste trabajo y yo como asesora, nos hacemos responsables del contenido del mismo.

Atentamente.


Inga. Fabiola Nicté Javier Monroy
No. Colegiación 7793



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DESARROLLO DE UN CENTRO DE DISTRIBUCIÓN ENFOCADO EN LA ENTREGA TOTAL Y SATISFACCIÓN DEL CLIENTE EN LA ESTRUCTURA FUNCIONAL DE UN CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE LUBRICANTES A NIVEL NACIONAL**, presentado por el estudiante universitario **Juan Carlos Alejos Marroquin**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Inga. Nora Leonor Elizabeth García Tobar
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, septiembre de 2016.

/mgp



REF.DIR.EMI.001.020

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **DESARROLLO DE UN CENTRO DE DISTRIBUCIÓN ENFOCADO EN LA ENTREGA TOTAL Y SATISFACCIÓN DEL CLIENTE EN LA ESTRUCTURA FUNCIONAL DE UN CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE LUBRICANTES A NIVEL NACIONAL**, presentado por el estudiante universitario **Juan Carlos Alejos Marroquin**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Cesar Ernesto Urquizu Rodas
DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, enero de 2020.

/mgp



DTG. 003.2020

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **DESARROLLO DE UN CENTRO DE DISTRIBUCIÓN ENFOCADO EN LA ENTREGA TOTAL Y SATISFACCIÓN DEL CLIENTE EN LA ESTRUCTURA FUNCIONAL DE UN CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE LUBRICANTES A NIVEL NACIONAL**, presentado por el estudiante universitario: **Juan Carlos Alejos Marroquín**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, enero de 2,020

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por ser mi más grande fuente de inspiración y por darme las fuerzas necesarias para cumplir mis objetivos.
- Mis padres** Edgar Arturo Alejos y Mary Marroquin, por su esfuerzo incansable, su amor, su paciencia y por inculcarme los valores necesarios para lograr todo lo que me propongo.
- Mi hermano** Edgar Alejandro, por su amor, respeto, apoyo y ser fuente de inspiración en todo momento para alcanzar mis metas y objetivos.
- Mis tíos** Marina, Ricardo, Raúl y Juan Carlos Alejos, por ser una importante influencia en mi vida, por su amor y su apoyo en todo momento.
- Mis primos** Luis Carlos, Juan Carlos, Isabela, Penélope, Oscar Ricardo, Andrea, José Carlos, María Gabriela y Carlos Alberto Alejos, que esta sea una fuente de inspiración para ellos y que puedan cumplir todos los objetivos trazados en su vida.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser mi casa de estudios, el lugar donde pude desarrollarme intelectualmente y formarme como profesional.
Facultad de ingeniería	Por ser una importante influencia en mi desarrollo profesional.
Los ingenieros Mario Montenegro y Fabiola Nicté Javier	Por su amistad y tiempo dedicado al asesoramiento de este trabajo de tesis.
A mis amigos de infancia	Por formar parte primordial de mi vida como fuente de inspiración y por apoyarme en todo momento.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XIX
1. CONTEXTO HISTÓRICO Y FUNCIONAL DE LA EMPRESA EN DONDE SE GENERARÁ LA RED DE DISTRIBUCIÓN ÓPTIMA	1
1.1. Historia de la empresa distribuidora de lubricantes.....	1
1.2. Productos o servicios generados por la empresa distribuidora de lubricantes	2
1.3. Organigrama de funciones de la empresa distribuidora de lubricantes.....	4
2. CONCEPTOS BÁSICOS EN LA CREACIÓN DE UNA RED DE ABASTECIMIENTOS, ASÍ COMO DEL MANEJO DE UNA RED LOGÍSTICA DE ALMACENAMIENTO.....	17
2.1. Estrategia de creación de una red de abastecimiento dentro del centro de distribución.....	17
2.1.1. Definición y evolución de la logística en empresas de distribución.....	17
2.1.1.1. Definición de logística.....	18
2.1.1.2. Evolución de logística y de la cadena de abastecimiento.....	18

2.1.1.3.	Cadena de suministros en logística.....	19
2.1.1.4.	Actividades dentro de las operaciones logísticas.....	21
2.1.1.4.1.	Servicio al cliente	21
2.1.1.4.2.	Gerencia y administración de inventarios.....	23
2.1.1.4.3.	Suministro o compras ...	24
2.1.1.4.4.	Transportes.....	25
2.1.1.4.5.	Almacenamiento	27
2.2.	Logística de almacenamiento y manejo de materiales.....	29
2.2.1.	La importancia de una bodega	29
2.2.1.1.	Desequilibrios en la cadena de abastecimiento.....	29
2.2.1.2.	Almacenamiento con valor agregado ...	30
2.2.1.3.	Las actividades del gerente de almacenamiento.....	32
2.2.1.4.	Fundamentos del almacenamiento	34
2.2.2.	Operaciones innovadoras en almacenamiento	36
2.2.2.1.	Principios de recepción y acomodo.....	36
2.2.2.1.1.	Recepción	37
2.2.2.1.2.	Acomodo	39
2.2.2.2.	Sistemas de almacenamiento y sistemas de extracción en tarimas	41
2.2.2.2.1.	Sistemas de almacenamiento en tarimas.	42
2.2.2.2.2.	Sistemas de extracción de tarimas. ...	47

	2.2.2.3.	Sistemas de preparación de cajas.....	50
	2.2.2.3.1.	Sistema de preparación sobre tarimas.....	51
	2.2.2.3.2.	Preparación de cajas desde una tarima... ..	55
3.		DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS FUNCIONALES LLEVADOS A CABO DENTRO DEL PROCESO DE PREPARACIÓN DE FLOTAS DE DISTRIBUCIÓN.....	57
	3.1.	Diagnóstico, evaluación y estudio dentro del proceso de necesidad en la creación de un centro de distribución óptimo que permita la entrega total de todos los productos para aumentar la credibilidad de la empresa.....	57
	3.2.	Descripción del proceso de preparación de flotas de distribución para crear una idea global de la estructura funcional de una empresa dedicada a la distribución para desarrollar un análisis numérico	63
4.		GENERACIÓN DE LOS PROCESOS PRÁCTICOS PARA EL PROCESO DE ESTRUCTURACIÓN EN EL DESARROLLO DE UN CENTRO DE DISTRIBUCIÓN ENFOCADO EN LA ENTREGA TOTAL Y SATISFACCIÓN AL CLIENTE.....	69
	4.1.	Definición y descripción del proyecto de desarrollo de la estructura de un centro de distribución con la optimización del uso de bienes y tiempo para el proceso de distribución y la minimización de los costos de operaciones	69
	4.1.1.	Definición	69
	4.1.2.	Justificación	70

4.1.3.	Misión	70
4.1.4.	Visión.....	71
4.1.5.	Alcance.....	71
4.2.	Determinación de la demanda esperada de un periodo de 5 años	72
4.3.	Determinación de los niveles de inventario adecuados para el modelo del centro de distribución.....	77
4.4.	Determinación de formas de demanda mediante el análisis de los productos ABC.....	96
4.5.	Utilización de los modelos gráficos como medios de ilustración para la determinación de perfiles de requerimientos de los clientes.....	110
4.5.1.	Perfil de porcentaje de tarima en pedidos	111
4.5.2.	Perfil de forma de pedidos de cajas (caja llena o completa, caja fraccionada y mezcla)	113
4.5.3.	Perfil de líneas por pedido.....	118
4.5.4.	Perfil de libras solicitadas por pedido	121
4.5.5.	Perfil de pedidos por importancia de acomodo (artículo-categoría ABC).....	123
5.	PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN DEL NUEVO CENTRO DE DISTRIBUCIÓN	129
5.1.	Lista de resultados generados luego del desarrollo de los procesos numéricos en la concretización de un centro de distribución óptimo	129
5.2.	Conclusiones acerca del proceso de generación de un centro de distribución óptimo	130
5.3.	Recomendaciones para la correcta implementación del centro de distribución	131

5.4.	Periodo de inducción del personal de la empresa ante el nuevo centro de distribución.....	131
5.5.	Proceso de capacitación del personal que tiene contacto directo dentro de la estructura funcional del correcto desarrollo del nuevo centro de distribución	132
6.	SEGUIMIENTO Y MEJORA CONTINUA DE LOS LINEAMIENTOS GENERADOS PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN NUEVO MODELO DE DISTRIBUCIÓN.....	133
6.1.	Pasos para el correcto seguimiento en la implementación del nuevo centro de distribución óptimo	133
6.2.	Proceso de mejora continua, pasos a seguir para lograr mejorar la estructura formulada del nuevo centro de distribución	134
6.3.	Acciones preventivas ante inconvenientes que se generan al implantar el nuevo centro de distribución	136
	CONCLUSIONES	139
	RECOMENDACIONES.....	143
	BIBLIOGRAFÍA.....	145
	APÉNDICES	147

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Área de carga y descarga, bodega C1 y C2	3
2.	Organigrama de funciones dentro de un centro de distribución	4
3.	Atención al cliente en el área de recepción y facturación de bodega ...	22
4.	Contenedor descargado en rampa de carga y descarga	24
5.	Adquisición de contenedor de producto	25
6.	Vehículo distribuidor estacionado en parqueo de rampa de carga y descarga.....	27
7.	Almacenamiento de productos en estantes y colocados en tarimas en posiciones ordenadas acorde al código designado.....	28
8.	Almacenamiento de productos en zonas específicas de la bodega, acorde al código del producto.....	41
9.	Arrume de tarimas en bodega... ..	44
10.	Arrume de tarimas, 4 bloques en bodega	44
11.	Arrume de tarimas en bodega, área frontal.....	45
12.	Estante de tarima de profundidad simple en bodega	46
13.	Parte frontal de estante de tarima de profundidad simple en bodega ..	46
14.	Montacargas de contrapeso marca TCM	50
15.	Montacargas de contrapeso marca Yale.....	50
16.	Preparación de tarima con carretillas hidráulicas.....	52
17.	Preparación de tarima con montacargas de contrapeso en bodega	53
18.	Parte frontal de preparación de tarima con montacargas de contrapeso en bodega.....	53

19.	Preparación de tarima con un equipo pórtico extensible (<i>straddle reach truck</i>).....	54
20.	Parte frontal de la preparación de tarima con un equipo pórtico extensible (<i>straddle reach truck</i>).....	55
21.	Preparación manual de tarima por parte del encargado de bodega	56
22.	Proceso de distribución en un centro de productos lubricantes	67
23.	Modelos de pronósticos de los productos de la denominada marca A en un periodo de 5 años.....	75
24.	Modelos de pronósticos de los productos de la denominada marca B en un periodo de 5 años.....	76
25.	Métodos de almacenamiento acorde a su nivel de tarimas en inventario y popularidad.....	94
26.	Gráfico de acomodo de los productos en los pedidos acorde a su peso total.....	95
27.	Valores del criterio de análisis de la popularidad de pedidos dentro del proceso de distribución.....	101
28.	Análisis de los métodos de almacenamiento con base en los criterios de número de tarimas en inventario vs solicitudes (popularidad).....	101
29.	Análisis de los modos de almacenamiento de tarimas en relación a la popularidad de los productos (solicitudes/mes)	104
30.	Perfil de porcentaje de tarima en pedidos.....	113
31.	Perfil de pedidos por formas de combinaciones en cajas	115
32.	Perfil de porcentaje de pedidos por formas de combinaciones en cajas.....	115
33.	Perfil de líneas en pedidos por formas de combinaciones en cajas....	117
34.	Perfil de porcentaje de líneas en pedidos por formas de combinaciones en cajas.....	118
35.	Perfil de líneas por pedido.....	120

36.	Perfil de líneas por pedido (%)... ..	120
37.	Perfil de libras solicitadas por pedido	122
38.	Perfil de libras solicitadas por pedido (%)	122
39.	Perfil de pedidos en función de la curva de acomodo ABC.....	124
40.	Perfil de porcentaje (%) de pedidos en función de la curva de acomodo ABC.....	124
41.	Perfil de tipos de acomodo de los productos en los pedidos acorde a su peso total (Libras).....	125
42.	Perfil del porcentaje de libras solicitadas acorde a los pedidos del acomodo ABC (%).....	125

TABLAS

I.	Valores de APE con relación a la demanda versus los pronósticos en un periodo de 41 meses (febrero 2006 - junio 2009).....	73
II.	Datos de conversión de demanda en libras y obtención del precio utilizado para la conversión.....	78
III.	Datos de pronósticos expresados en libras y en moneda nacional (Q) de los productos de la marca A (agrupado anualmente).....	79
IV.	Datos de pronósticos expresados en libras y en moneda nacional (Q) de los productos de la marca B (agrupado anualmente).....	80
V.	Ejemplo de cálculo de residuales dentro del inventario.....	82
VI.	Datos de la tabla resumen del inventario final expresado en libras de los productos de la marca A en relación al nivel de servicio prestado.....	84
VII.	Datos de la tabla resumen del inventario final expresado en libras de los productos de la marca B en relación al nivel de servicio prestado.....	84

VIII.	Datos de los costos (Q) respecto al análisis de inventarios en relación a los productos de la marca A.....	86
IX.	Datos de los costos (Q) respecto al análisis de inventarios en relación a los productos de la marca B.....	86
X.	Datos del inventario final (libras) definido con un nivel de servicio del 99 % de los productos de la marca A.....	87
XI.	Datos del inventario final (libras) definido con un nivel de servicio del 99 % de los productos de la marca B.....	88
XII.	Sumatoria de porcentajes de movimiento de libras acorde a la clasificación del producto.....	103
XIII.	Área por tarima almacenada y espacios requeridos por cada 20 tarimas acorde al modelo de almacenamiento utilizado.....	105
XIV.	Requerimientos del espacio en mts ² respecto a cada uno de los modelos de almacenamiento, según los porcentajes obtenidos en la curva ABC.....	109
XV.	Porcentaje de tarimas en pedidos.....	112
XVI.	Número de pedidos y líneas acorde a la forma de agrupación de cajas.....	114
XVII.	Pedidos y porcentaje de pedidos acorde a la forma de pedir por agrupación de cajas.....	114
XVIII.	Líneas en los pedidos y porcentaje de líneas acorde a la forma de pedir por agrupación de cajas.....	116
XIX.	Rango de líneas por pedidos y porcentajes.....	119
XX.	Libras solicitadas por pedidos.....	121
XXI.	Pedidos, peso total y porcentajes formados por productos A, B, y C.....	123

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Q	Quetzales
Lbs.	Libras
MB	Margen bruto
mts²	Metros cuadrados
mts³	Metros cúbicos
T	Periodo
P	Popularidad

GLOSARIO

<i>APE</i>	<i>Absolut percentage error</i> o error absoluto porcentual.
<i>Área de picking</i>	Sector o espacio físico designado dentro de la bodega en el centro de distribución, utilizado para la recolección de cierto tipo de productos, para su carga posterior y distribución.
<i>Líneas de pedido</i>	Entiéndase una línea como un SKU en el pedido o factura a solicitud del cliente.
<i>Olas de picking</i>	Órdenes con la descripción completa de los productos que deben de ser recolectados y tomados en consideración para su respectiva carga y distribución.
<i>SKU</i>	<i>Stock keeping unit</i> o unidad en <i>stock</i> . Hace referencia a un artículo específico almacenado en un determinado lugar.

RESUMEN

Durante el desarrollo de este trabajo de graduación se tendrá a disposición analizar la estructura funcional necesaria para poder crear un centro de distribución enfocado en la entrega total de productos y, por consiguiente, asegurar la satisfacción del cliente.

El desarrollo de la investigación se llevó a cabo mediante el diagnóstico del contexto funcional de un centro de distribución de lubricantes a nivel nacional fundado en junio de 1998.

Este trabajo de graduación se enfoca en el desarrollo de la estructura de funcionamiento de un centro de distribución enfocado en la entrega total y satisfacción del cliente; teniendo en cuenta los parámetros básicos de control de inventarios, personal en bodega, personal en el área administrativa, personal en el área de distribución de productos, creando un marco lógico de lo que se distribuirá y los costos asociados que se tendrán mediante el análisis de demandas.

Se podrán determinar las necesidades de los clientes de acuerdo a sus formas de compra (mayoristas o minoristas) analizando el centro de distribución a nivel global. La creación de un centro de distribución óptimo también permitirá conocer plenamente los ahorros generados al contar con un reabastecimiento de productos adecuado y preciso; al analizar los mejores proveedores para la entrega de productos y su colocación en bodega, de igual forma se generará una redistribución adecuada referente a las mejoras económicas esperadas.

A través de la investigación, realización y documentación de este trabajo de graduación se contribuye con el proceso de creación de un centro de distribución que permite generar un nivel de atención eficaz e inteligente, ante la creciente demanda de productos, así como la adaptación en respuesta a las crecientes exigencias de los clientes. Destaca que un cliente a quien se atiende rápidamente asegura una venta; contrario a un cliente a quien se le hace esperar.

OBJETIVOS

General

Realizar una investigación detallada del funcionamiento de un centro de distribución de lubricantes a nivel nacional y proporcionar la estructura funcional de un centro de distribución para un operador logístico, que le permita atender el crecimiento constante de la demanda y lograr alcanzar la satisfacción del cliente.

Específicos

1. Proporcionar pronósticos de ventas que permitan generar el mínimo reabastecimiento de inventarios mediante el análisis de la demanda actual.
2. Proponer perfiles de requerimientos de los clientes mediante el análisis de formas de pago, cantidad de compra y el servicio deseado por parte de los clientes que permitan determinar el comportamiento de la demanda.
3. Describir de manera organizada los procesos necesarios para determinar las dimensiones físicas del centro de distribución en función de la demanda y políticas de inventario, según los perfiles de formas de requerimientos de los clientes.

4. Aclarar las posibles incertidumbres del operador logístico respecto a las necesidades de distribución en función de la demanda y geografía del país.

5. Presentar el diseño óptimo del centro de distribución en función de las necesidades de almacenamiento y distribución, obteniendo una capacidad de respuesta adecuada.

INTRODUCCIÓN

Muchos clientes sin precisar la calidad de productos prefieren enfocarse más en su entrega, rapidez y en la necesidad de satisfacer lo requerido; para cumplir con lo exigido por el cliente es necesario reevaluar el modelo de operaciones y procesos en las diferentes áreas de la compañía, y una de las más importantes por su incidencia en dos de los factores diferenciadores hoy día: coste y nivel de servicio, es el área de logística en donde todo se genera. Dentro de esta área se ha hecho énfasis en sofisticados métodos de diseño y planificación de la cadena de suministros, relegando a un aspecto de orden secundario el diseño e implantación de las operaciones necesarias para ejecutar el modelo estratégico logístico.

El desarrollo de un centro de distribución dentro de la estructura funcional de una empresa de lubricantes tiene un impacto fundamental en el éxito global de la cadena de suministros, para lo cual este centro debe estar ubicado en el sitio óptimo, estar diseñado de acuerdo a la naturaleza y operaciones al realizar el producto, utilizar el equipamiento necesario y estar respaldado por una organización y sistema de información adecuados.

A través de este trabajo de graduación se desarrolla la estructura de una red de distribución enfocada en la entrega total de productos, cumpliendo con las exigencias generadas por el cliente; este trabajo también promueve los conceptos claves en la creación de una red de abastecimiento, así como el manejo de una red de logística de almacenamiento, sumamente importantes para la creación de un centro de distribución.

Dentro del trabajo de graduación se desarrollan estudios de la ingeniería industrial: análisis de pronósticos donde se establece la demanda futura para estimar el crecimiento de la empresa; desarrollo de perfiles de los clientes en función de sus requerimientos; desarrollo del correcto manejo de una red de abastecimientos todo enfocado en la entrega total de productos y satisfacción de las demandas del cliente.

Este documento está organizado en 6 capítulos donde se desarrolla todo el contenido necesario para la elaboración de un centro de distribución enfocado en la entrega total de productos y satisfacción del cliente:

- Contexto histórico y funcional de la empresa donde se generará la red de distribución óptima.
- Conceptos básicos en la creación de una red de abastecimiento, así como del manejo de un red de logística de almacenamiento.
- Descripción de los procesos funcionales llevados a cabo dentro del proceso de preparación de flotas de distribución.
- Generación de los procesos prácticos para el proceso de estructuración en el desarrollo de un centro de distribución enfocado en la entrega total y satisfacción del cliente.
- Proceso de implementación del nuevo centro de distribución.
- Seguimiento y mejora continua de los lineamientos generados para la implantación de un nuevo modelo de distribución.

Al concluir el análisis se tendrá una idea clara del desarrollo de un centro de distribución enfocado en la entrega total y satisfacción del cliente.

1. CONTEXTO HISTÓRICO Y FUNCIONAL DE LA EMPRESA EN DONDE SE GENERARÁ LA RED DE DISTRIBUCIÓN ÓPTIMA

A continuación, se describe el contexto histórico y funcional del centro de distribución de lubricantes a nivel nacional, con base en la extracción de datos, tomando como prioridades para el desarrollo del centro de distribución: la entrega total y satisfacción del cliente.

1.1. Historia de la empresa distribuidora de lubricantes

La empresa distribuidora de lubricantes inicia operaciones en junio de 1998. Durante los primeros 4 años, la distribución de productos dependía en un 80 % de subdistribuidores multimarcas. A partir del año 2002 se implementa una nueva estrategia de distribución en la ciudad y posteriormente en el interior hacia las regiones nororiente y suroccidente. En el año 2008 incursiona en el occidente y suroccidente del país.

Las negociaciones con proveedores que poseen marcas de prestigio de los países de México y EEUU conforman su portafolio, el cual se distribuye bajo la estructura de comercialización independiente que actualmente se tiene, pero aprovechando el conocimiento del mercado, clientes, métodos e infraestructura de distribución de la organización.

Actualmente, en el año 2016, la empresa se encuentra ubicada en un punto estratégico de distribución, por estar en un área céntrica dentro de la ciudad capital, lo cual le brinda fácil acceso a los diferentes puntos de venta y distribución de los productos. Es una empresa que conoce el desempeño de

sus operaciones, toma decisiones y aprende a través de la medición y el análisis de variables estratégicas, incluyendo aquellas relacionadas con la retroalimentación del mercado y del cliente. Posee los mejores métodos, procesos y sistemas en comparación de sus competidores para anticipar y responder oportunamente a las necesidades de sus clientes.

1.2. Productos o servicios generados por la empresa distribuidora de lubricantes

La empresa distribuidora de lubricantes se enfoca en la importación y comercialización de marcas de productos automotrices en casi toda Guatemala; brinda a todos los clientes una amplia gama de productos como solución integral a sus negocios:

- Lubricantes, aceites, grasas
- Grasas industriales, aceites industriales
- Refrigerantes, anticongelantes y aditivos para combustible
- Silicones y aditivos
- Fluidos funcionales (frenos e hidráulico)
- Bujías
- Equipo de lubricación
- Acumuladores y filtros
- Plumillas, líquido limpia parabrisas, baterías
- Ceras, pasta para pulir
- Otros productos distribuidos

Se debe de acotar que dentro del análisis de la tesis se hace referencia únicamente a los productos conformados por la marca A y por el resto de productos bajo las diferentes marcas conglomerándolas con el nombre de

marca B, esto por motivos de fuga de información y por cuestiones de privacidad dentro del centro de distribución.

Actualmente, el portafolio de productos llega a los clientes a través de:

- Subdistribuidores multimarcas.
- Preventa en la capital e interior.
- Ruteo en el interior, surtiendo con más frecuencia y prontitud a sus clientes.
- Distribución por medio de pedido (*contact center*).

En la figura 1 se muestran las áreas de carga y descarga de productos ubicados en las bodegas C1 y C2.

Figura 1. **Área de carga y descarga, bodega C1 y C2**

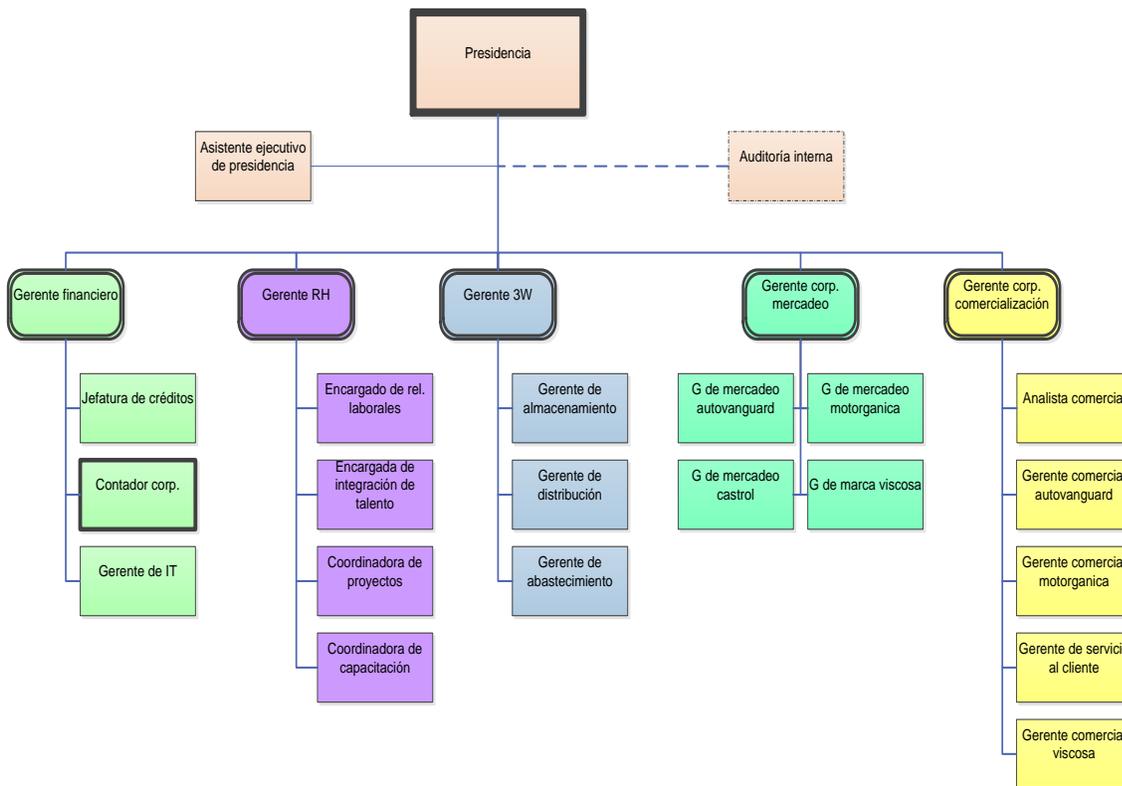


Fuente: elaboración propia.

1.3. Organigrama de funciones de la empresa distribuidora de lubricantes

El modelo propuesto respecto al organigrama de funciones de un centro de distribución se muestra a continuación.

Figura 2. **Organigrama de funciones dentro de un centro de distribución**



Fuente: elaboración propia.

Son los puestos gerenciales los encargados de guiar a todo el personal dentro del centro de distribución al desarrollo de las actividades correctas para lograr distribuir los productos a todos los clientes.

A continuación, se describen los puestos gerenciales mostrados en el organigrama.

- Presidencia
 - Identificación
 - Ubicación administrativa: unidad de presidencia o gerencia general
 - Puesto nominal: gerente general
 - Puesto funcional: presidente de la empresa
 - Inmediato superior: directores
 - Descripción del puesto
 - Naturaleza del puesto: cargo gerencial responsable de formular programas, estrategias, políticas necesarias para lograr que el personal a su cargo trabaje con el máximo de eficiencia global, haciendo uso racional de los recursos asignados en función a los planes establecidos.
 - Atribuciones
 - ✓ Administrar los recursos financieros, humanos y materiales, con independencia, en armonía con los

objetivos y propósitos establecidos dentro de la empresa.

- ✓ Garantizar la sostenibilidad de la empresa, estableciendo la orientación estratégica de la organización, monitoreando permanentemente los indicadores de la operación y la calidad del servicio prestado, verificando el uso óptimo de los recursos y la aplicación de las políticas de talento humano.
 - ✓ Poseer un adecuado criterio en el manejo de conflictos y de situaciones críticas.
 - ✓ Buena capacidad de negociación con proveedores de productos y servicios, habilidad para la organización del trabajo y elevada capacidad de razonamiento.
- Relaciones de trabajo
 - Internas: asistente ejecutivo de presidencia, auditoría interna, gerente financiero, gerente de recursos humanos, gerente de logística, gerente de mercadeo, gerente de comercialización.
 - Externas: directores de empresas proveedoras de productos y servicios, instituciones públicas y privadas del país.

- Especificaciones del puesto: ingeniero industrial, licenciado en administración de empresas, ingeniero mecánico industrial, carrera afín al cargo, de preferencia con estudios de postgrado o cursos especializados en administración de negocios. Estar en el goce de sus derechos civiles.
- Gerente de recursos humanos
 - Identificación
 - Ubicación administrativa: unidad de recursos humanos
 - Puesto nominal: gerente de recursos humanos
 - Puesto funcional: gerente de recursos humanos
 - Inmediato superior: presidencia o gerencia general
 - Descripción del puesto
 - Naturaleza del puesto: cargo gerencial responsable de dotar a la institución de los recursos humanos, formular políticas, estrategias y programas para dirigir y administrar el personal y fomentar el desarrollo permanente del personal de la empresa.
 - Atribuciones
 - ✓ Tiene como objetivo primordial dirigir el departamento de recursos humanos de la compañía.

- ✓ Crear políticas para mejorar los aspectos del personal; enfocando la eficacia, satisfacción del personal y rentabilidad de la empresa.
 - ✓ Mantener actualizado el sistema de información gerencial de recursos humanos empresarial que permita la toma de decisiones oportunas y la adecuada interrelación con otras unidades de la empresa.
 - ✓ Administrar sueldos, prestaciones y beneficios del personal y dictar normas, directrices y lineamientos a seguir por los miembros de la empresa para su óptimo funcionamiento.
 - ✓ Coordinar el proceso de reclutamiento y selección de personal.
- Relaciones de trabajo
 - Internas: encargado de relaciones laborales, encargado de integración de talento, coordinadora de proyectos, coordinadora de capacitación
 - Externas: centros de capacitación y universidades, bancos, instituciones públicas y privadas del país.
 - Especificaciones del puesto: ingeniero industrial, licenciado en administración de empresas, carrera afín al cargo, de preferencia

con estudios de postgrado o cursos especializados en administración de recursos humanos. Estar en el goce de sus derechos civiles.

- Gerente financiero
 - Identificación
 - Ubicación administrativa: unidad de finanzas
 - Puesto nominal: gerente financiero
 - Puesto funcional: gerente financiero
 - Inmediato superior: presidencia o gerencia general
 - Descripción del puesto
 - Naturaleza del puesto: cargo gerencial de primer nivel directivo que reporta directamente a la gerencia general y, dadas las características de sus funciones, debe garantizar la ejecución de los procesos y actividades de tipo administrativo y financiero propios de la empresa.
 - Atribuciones
 - ✓ Tiene como objetivo primordial maximizar la rentabilidad de la empresa y el buen uso de los recursos financieros sin utilizar para asegurar el funcionamiento óptimo de la empresa.

- ✓ Responsable de administrar, evaluar y supervisar las actividades relacionadas con la obtención y el uso de los recursos económicos y financieros.
- ✓ Debe mantener una información actualizada referente a las disponibilidades y compromisos financieros.
- Relaciones de trabajo
 - Internas: encargado de créditos, auditoría interna, jefe de área de presupuesto, jefe de área de facturación y cobranza, jefe de área de contabilidad.
 - Externas: bancos, instituciones públicas y privadas del país.
- Especificaciones del puesto: ingeniero industrial, licenciado en administración de empresas, licenciado en contaduría pública y auditoría, carrera afín al cargo, de preferencia con estudios de postgrado o cursos especializados en finanzas. Estar en el goce de sus derechos civiles.
 - Gerente de logística
- Identificación
 - Ubicación administrativa: unidad de logística
 - Puesto nominal: gerente de logística
 - Puesto funcional: gerente de logística

- Inmediato superior: presidencia o gerencia general
- Descripción del puesto
 - Naturaleza del puesto: cargo gerencial encargado de coordinar, organizar, desarrollar las actividades del sistema de abastecimientos en lo referente a la atención oportuna de las necesidades de bienes y servicios.
 - Atribuciones
 - ✓ Responsable del correcto funcionamiento, coordinación y organización del área logística de la empresa, tanto a nivel de producto como a nivel de gestión de personal, con el objetivo de distribuir a los clientes los pedidos de productos en tiempo y forma precisa.
 - ✓ Coordinar y controlar la adecuada programación de la adquisición de bienes y servicios que permita un abastecimiento fluido y oportuno, evaluando su necesidad y prioridad.
 - ✓ Presentar a la gerencia general al finalizar el año calendario, el informe sobre la ejecución del plan anual, la ejecución real de lo planeado y las adquisiciones extraordinarias que no estuvieron previstas en el plan anual.

- Relaciones de trabajo
 - Internas: gerente de almacenamiento, gerente de distribución, gerente de abastecimiento.
 - Externas: proveedores, distribuidores, instituciones públicas y privadas del país.
- Especificaciones del puesto: ingeniero industrial, licenciado en administración de empresas, carrera afín al cargo, de preferencia con estudios de postgrado o cursos especializados en logística. Estar en el goce de sus derechos civiles.
- Gerente de mercadeo
 - Identificación
 - Ubicación administrativa: unidad de mercadeo
 - Puesto nominal: gerente de mercadeo
 - Puesto funcional: gerente de mercadeo
 - Inmediato superior: presidencia o gerencia general
 - Descripción del puesto
 - Naturaleza del puesto: cargo gerencial responsable de mantener la presencia de la empresa en el mercado de distribución de productos, mediante una efectiva labor de mercadotecnia, orientada a desarrollar nuevos negocios tanto a nivel nacional como internacional.

- Atribuciones
 - ✓ Tiene como objetivo primordial lograr el óptimo posicionamiento de la empresa dentro del mercado, de una forma efectiva, duradera y rentable.
 - ✓ Definir un plan estratégico de marketing acorde a los objetivos empresariales.
 - ✓ Establecer un modelo de evaluación en coordinación con el gerente de comercialización que permita conocer el avance y alcance de las ventas.
 - ✓ Realizar planes estratégicos de mercadeo que permitan modificaciones y adaptaciones para operar en diferentes ambientes.
 - ✓ Estudiar las tendencias tecnológicas como soporte a nuevos mercados de servicio en los que pueda participar la empresa y formular e implementar políticas que orienten los estudios de mercado, promoción y labor publicitaria de los servicios que brinda o brindará la empresa.
- Relaciones de trabajo
 - Internas: jefe de mercadeo y jefe de marca.
 - Externas: empresas de publicidad, instituciones públicas y privadas del país.

- Especificaciones del puesto: ingeniero industrial, licenciado en administración de empresas, carrera afín al cargo, de preferencia con estudios de postgrado o cursos especializados en mercadeo. Estar en el goce de sus derechos civiles.
- Gerente de comercialización
 - Identificación
 - Ubicación administrativa: unidad de comercialización
 - Puesto nominal: gerente de comercialización
 - Puesto funcional: gerente de comercialización
 - Inmediato superior: presidencia o gerencia general
 - Descripción del puesto
 - Naturaleza del puesto: cargo gerencial responsable de dotar a la institución con el nivel de ventas y mercadeo a fin de maximizar el funcionamiento de la empresa.
 - Atribuciones
 - ✓ Coordinar las actividades de la fuerza de ventas los planes de comercialización y mercadeo, a fin de lograr el posicionamiento de la empresa, con base en las políticas establecidas para la promoción, distribución y venta de productos y servicios a fin de alcanzar los objetivos de ventas.

- Relaciones de trabajo
 - Internas analista comercial, jefe de servicio al cliente, jefe comercial de marca.
 - Externas instituciones públicas y privadas del país.
- Especificaciones del puesto: ingeniero industrial, licenciado en administración de empresas, carrera afín al cargo, de preferencia con estudios de postgrado o cursos especializados en mercadeo. Estar en el goce de sus derechos civiles.

Se debe tener en consideración que el organigrama debe ser adaptado a los procesos y desarrollo funcional del centro de distribución, en tal caso algunos de los puestos mencionados con anterioridad pueden no ser aplicados y en otros pueden ser generados nuevos puestos de trabajo que permitan adecuarse a la estructura funcional de la empresa con base en los servicios y productos ofrecidos.

2. CONCEPTOS BÁSICOS EN LA CREACIÓN DE UNA RED DE ABASTECIMIENTOS, ASÍ COMO DEL MANEJO DE UNA RED LOGÍSTICA DE ALMACENAMIENTO

Es esencial tener una idea clara bajo conceptos específicos de cómo se desarrolla la logística dentro del mundo de la distribución, es por esa razón que a continuación se desglosan los temas claves para que el modelo de un centro de distribución sea entendido en su totalidad, bajo parámetros teóricos analizados e investigados a profundidad.

2.1. Estrategia de creación de una red de abastecimiento dentro del centro de distribución

Es imperativo contar con una o varias estrategias a las cuales se les pueda dar seguimiento en el momento de considerar el satisfacer los requerimientos de los clientes y las formas en las que dentro de la bodega los productos puedan ser abastecidos y no crear déficit; por lo tanto, en este inciso únicamente se hace énfasis en la importancia de contar con una estrategia adecuada en la creación de una red de abastecimiento que se adapte al correcto funcionamiento del centro de distribución sin generar más detalle.

2.1.1. Definición y evolución de la logística en empresas de distribución

La logística dentro de las empresas depende del crecimiento en el que se estén desarrollando día a día, es por esa razón que a continuación se detalla la

información básica respecto a los parámetros que hay que considerar en el rubro de la logística.

2.1.1.1. Definición de logística

Logística es el flujo de información y dinero que se transporta entre los clientes o consumidores y los proveedores. La logística es un factor indispensable dentro de un centro de distribución ya que contiene factores determinantes dentro del contacto con el cliente interno y externo; al final la correcta aplicación de las funciones de logística (servicio al cliente, planeación y gerencia de inventario, suministro y compras, transporte, almacenamiento) crearán un ambiente de satisfacción tanto para el personal de la empresa como para los clientes a quienes se les ha distribuido el producto.

2.1.1.2. Evolución de logística y de la cadena de abastecimiento

Avances paralelos en la administración y en los sistemas de información, han hecho que el marco de la logística evolucione bajo la influencia del sector privado, a mediados y llegando hasta el final de 1940 cuando surge un mayor impacto de la logística dentro del mercado de distribución de productos.

En el año 1960, las organizaciones militares eran las únicas entidades que utilizaban la logística, no existía ninguna definición referente a la logística en ese periodo; fueron desarrollados cinco rubros de la logística que permitieron su evolución: centros de trabajo logísticos, instalaciones logísticas, corporaciones logísticas, cadena de abastecimiento logística y logística mundial, todas estas fases permitieron que la logística pudiese desarrollarse

con el tiempo y convertirse en la red de comunicación y de intercambio de productos generada hoy día.

2.1.1.3. Cadena de suministros en logística

La cadena de suministros hace referencia al flujo de materiales información y dinero entre empresas.

Siempre ha surgido confusión con respecto a las relaciones y diferencias entre una cadena de suministros y logística, las dos se distinguen mediante sus definiciones.

La cadena de suministros es la red de instalaciones (bodegas, fábricas, terminales, puertos, tiendas y casas) y vehículos (camiones, trenes, aviones y flotas marítimas); mientras que la logística es una conexión entre los proveedores de los proveedores de la empresa y los clientes de los clientes (los clientes de los proveedores y nuestros clientes), por lo que logística es lo que ocurre dentro de una cadena de suministros; las actividades de logística (servicio al cliente, manejo de inventarios, abastecimiento, transporte y almacenamiento) se conectan y activan los objetivos de la cadena de suministros.

Para definirlo de forma más específica, el objetivo primordial de la logística es gerenciar estratégicamente la adquisición, el movimiento, almacenamiento de productos y el control de inventario, así como todo el flujo de información asociado, a través de los cuales la organización y su canal de distribución se encauzan de modo tal que la rentabilidad presente y futura de la empresa sea maximizada, en términos de costos y efectividad.

La logística tiene como eje principal proporcionar un buen servicio al cliente, apoyando los esfuerzos de producción y *marketing* de la empresa; cuanto mayor sea la empresa y la importancia del servicio al cliente, más importante será el funcionamiento del área de logística, dentro de la organización.

Por otro lado, la cadena de suministros es una red de instalaciones y medios de distribución que tiene como funciones: la obtención de materiales, transformación de dichos materiales en productos intermedios y productos terminados, así como la distribución de estos productos terminados a los consumidores finales. La cadena de suministros consta de tres partes:

- El suministro
- La fabricación
- La distribución

La parte del suministro se concentra en cómo, dónde y cuándo se consiguen y suministran las materias primas para la fabricación. La parte de fabricación convierte estas materias primas en productos terminados y la parte de la administración se asegura de que dichos productos finales lleguen al consumidor a través de una red de distribuidores, almacenes y comercios minoristas.

De esta forma dentro del centro de distribución, la logística activa y administra la función global de la cadena de suministros ya que la logística es la parte específica y lo que le da movimiento y vida a la cadena de suministros; la logística determina y coordina en forma óptima el producto, el cliente, el lugar y el tiempo correctos; siendo la cadena de suministros la conexión mundial existente de comunicación para hacer realidad la logística.

2.1.1.4. Actividades dentro de las operaciones logísticas

Se detallan las actividades que se llevan a cabo dentro del sector de la logística.

2.1.1.4.1. Servicio al cliente

El servicio al cliente conecta la logística externamente con el cliente e internamente con el área de ventas y mercadeo.

El proceso de servicio al cliente es óptimo cuando alcanza los costos mínimos de venta, el menor costo de manejo de materiales y es en esta parte donde se da paso al proceso de distribución, el cual es identificado y ejecutado.

Dentro del proceso de servicio al cliente se generan las siguientes actividades:

- Desarrollo y mantenimiento de una política de servicio al cliente
- Monitoreo de satisfacción del cliente
- Entrada de orden
- Procesamiento de orden
- Almacenamiento y generación de colecciones de órdenes

El servicio al cliente es una parte fundamental en pro de alcanzar el máximo nivel de satisfacción al cliente, por supuesto conjugado con la correcta aplicación de otras actividades logísticas como distribución, preparación de órdenes de *picking* y disponibilidad de producto.

El centro de distribución se enfoca en el fortalecimiento de las relaciones existentes con respecto a los clientes actuales, para que de esta forma pueda incrementar el campo de aplicación de servicios; debe tenerse en cuenta que dentro de un centro de distribución, el 75 % de las razones por las cuales los clientes dejan de preferir los servicios y productos no tiene ninguna relación con el producto ni el servicio sino con el mal servicio.

Por otro lado, el 98 % de los clientes mal atendidos e insatisfechos no dirán ni reclamarán nada, simplemente dejarán de adquirir los productos y servicios prestados en la empresa; el 85 % de clientes insatisfechos propagan su insatisfacción con 9 personas mientras que un cliente satisfecho comenta su agrado con 5 personas más. En eso es a lo que el centro de distribución se ha enfocado a la satisfacción plena del cliente, pues, aunque parezca una actividad sencilla es una de las más complicadas en el rubro logístico. En la figura 3 se puede observar claramente la atención prestada por la empresa en el área de facturación y recepción.

Figura 3. **Atención al cliente en el área de recepción y facturación de bodega**



Fuente: elaboración propia.

2.1.1.4.2. Gerencia y administración de inventarios

La gerencia y administración de inventarios se fundamenta en la determinación y el mantenimiento del mínimo nivel de inventario posible, teniendo en cuenta los requerimientos del cliente y su abastecimiento.

Las actividades llevadas a cabo dentro del proceso de gerencia o administración de inventarios son:

- Previsiones
- Uso de pronósticos
- Optimización de los niveles de servicio
- Cantidad de orden mínima almacenada

Esta parte se fundamenta en la correcta administración de los productos que se movilizan dentro de la bodega; dentro de esta etapa en el centro de distribución el gerente de abastecimiento en conjunto con el gerente de mercadeo, gerente financiero y gerente de comercialización y con la autorización total del gerente de logística, definen la cantidad óptima de abastecimiento de productos para un periodo determinado; por supuesto se debe tener un porcentaje de tolerancia en donde se pida un porcentaje mínimo más de productos, ya que la demanda es cambiante y las previsiones o pronósticos no pueden ser perfectos y adaptarse al 100 % a la demanda real, pero sí se trata de que esta sea adaptada en el máximo porcentaje posible.

Esta etapa es muy importante, debido a que es aquí donde se decide cuánto producto comprar y así evitar el sobre *stock* de productos en la bodega. En la figura 4 se observa cuando un contenedor está siendo descargado en la

rampa de carga y descarga, esto luego de decidir qué producto ha de ser abastecido, con el objetivo de cumplir con la demanda.

Figura 4. **Contenedor descargado en rampa de carga y descarga**



Fuente: elaboración propia.

2.1.1.4.3. Suministro o compras

El suministro o compras es el proceso de creación de inventario basado en los resultados obtenidos en el proceso de gerencia o administración de inventarios; en la figura 5 se observa la compra de un contenedor de productos.

El objetivo de suministro o compras es el de minimizar el costo de adquisición de productos; esto conjugado con la disponibilidad, tiempo de respuesta y la satisfacción de los requerimientos de calidad estipulados, dentro de la política de satisfacción de requerimientos de clientes y dentro del plan de inventarios.

Dentro del proceso de suministro o compras se lleva a cabo las siguientes actividades:

- Desarrollar y mantener una política de servicio de suministros
- Integración del proveedor
- Compra y pagos
- Adquisición y procesamiento de orden de compra

La parte de suministros o compras se lleva a cabo luego de tener los lineamientos estipulados por la gerencia de inventarios, y es aquí en donde se deciden las formas de pagos y la adquisición de productos al mínimo costo posible mostrado en el mercado. Una correcta gestión en la función de compras y de los *stocks* de mercancías puede generar un incremento de los beneficios y de la rentabilidad de la empresa. Son tres los parámetros que definen una correcta gestión de compras: calidad, precio y plazo de entrega.

Figura 5. **Adquisición de contenedor de producto**



Fuente: elaboración propia.

2.1.1.4.4. Transportes

El proceso de distribución conecta los recursos de abastecimiento con el cliente, al cual se le ha decidido servir elegido dentro del proceso de servicio al cliente. El objetivo del transporte o distribución de productos es el de conectar

todos los puntos asignados acorde a los productos solicitados, basado en el cumplimiento del tiempo estipulado y seleccionado por el cliente, así como de la consideración de las limitantes de los transportes y eligiendo la ruta en la cual se genere el menor costo de transporte; en la figura 6 se muestra uno de los vehículos de distribución estacionados.

El proceso de distribución incluye las siguientes actividades:

- Diseño de ruta de distribución
- Manejo de flota
- Administración de distribución
- Control de carga de productos

La fase de transporte es coordinada por el gerente de distribución y el encargado de rutas o flotas; en este momento se eligen las rutas óptimas de distribución, minimizando el gasto de combustible y por supuesto asegurando que todos los productos sean entregados, esto mediante un proceso conocido como preparación de flotas de distribución donde se involucran aspectos de creación de olas de *picking*, concretización de olas de *picking* y preparación de tarimas, carga de productos, confirmación de ola de *picking* y, finalmente, facturación de olas generadas.

Figura 6. **Vehículo distribuidor estacionado en parqueo de rampa de carga y descarga**



Fuente: elaboración propia.

2.1.1.4.5. Almacenamiento

El proceso de almacenamiento se presenta como el último de los cinco procesos integrados en el marco de logística, esto debido a que una buena planeación y organización de los procesos anteriores puede eliminar el uso del almacenamiento o puede sugerir que el almacenamiento se dé en alguna otra bodega (*outsourcing* de almacenamiento); en el centro de distribución es imperativo la correcta administración de la bodega, por lo que en la figura 7 se observa claramente el manejo y la distribución adecuada de los productos dentro de una de las bodegas del centro de distribución.

Dentro del proceso de almacenamiento se generan las siguientes actividades:

- Recibir productos
- Desechar productos no deseados
- Almacenaje

- Concretización de órdenes de *picking*
- Envío de productos

Es aquí donde se llevan a cabo actividades muy importantes dentro de un centro de distribución: la materia prima que ha originado el proceso logístico; si se tiene un correcto manejo de la bodega, se podrán simplificar muchas actividades de distribución aumentando así el tiempo de entrega de productos; aquí se llevan a cabo todas las actividades físicas que son transmitidas por red por parte del gerente de almacenamiento o por parte del gerente de distribución y encargado de rutas al enviar las olas de *picking*, los encargados de bodega son los responsables de que los productos estén listos y preparados para que sean cargados sin ninguna demora al día siguiente.

Figura 7. **Almacenamiento de productos en estantes y colocados en tarimas en posiciones ordenadas acorde al código designado**



Fuente: elaboración propia.

2.2. Logística de almacenamiento y manejo de materiales

La logística tiene como punto primordial de análisis el considerar el correcto uso de la bodega y la previsión de demanda con mayor exactitud posible; por lo tanto, a continuación, se detallan los valores del uso adecuado de la bodega y del manejo de materiales para su distribución.

2.2.1. La importancia de una bodega

Con tantos intentos para eliminar los inventarios y el almacenamiento de la cadena de suministros es de indicar que existen muchos otros factores importantes para tener una bodega; dentro de un mundo en el que el almacenamiento se supone debe ser erradicado según algunos empresarios pero las exigencias del mundo actual lo impiden, ya que si se integra correctamente dentro del rubro de la logística el almacenamiento o uso óptimo de inventario genera un gran porcentaje de ganancias e ingresos monetarios que al ser correctamente distribuidos y utilizados pueden influir grandemente dentro del crecimiento de las empresas. Todos los temas que engloban los aspectos de importancia dentro del contexto funcional de una bodega aplicados dentro del centro de distribución, son desarrollados a continuación.

2.2.1.1. Desequilibrios en la cadena de abastecimiento

Las presiones competitivas y los cambios en el ambiente económico han forzado a las administraciones de las empresas a evaluar la operación y estructura de sus cadenas de abastecimiento.

A pesar de los cambios en los últimos años respecto al comercio electrónico, integración de la cadena de abastecimiento, respuesta eficiente al consumidor, respuesta rápida y entrega justo a tiempo, la cadena de abastecimiento que conecta la parte de manufactura con el usuario final nunca estará tan bien coordinada como para eliminar por completo el almacenamiento, ya que es parte fundamental en el desarrollo de la cadena de abastecimiento. El rol y la misión de las operaciones de almacenamiento continuarán cambiando adaptándose a los cambios y mejoras.

Debido a los cambios mencionados, el mundo del gerente de logística ha cambiado de igual forma, su objetivo principal de hace diez años o más, era equilibrar los inventarios entre la capacidad de producción y las demandas de servicio al cliente; en la actualidad el gerente de logística tiene como función principal conservar la salud de la empresa en general, generando un alto nivel de responsabilidad en la sostenibilidad de la empresa.

Los desequilibrios en la cadena de abastecimiento son creados generalmente en función del cambio de estructuras de comercialización, en los requerimientos de los clientes y en cambios económicos.

Por lo tanto, la flexibilidad será la clave del éxito del almacenamiento y el funcionamiento de la cadena de suministros, donde la flexibilidad de almacenamiento podrá ser aplicada por medio del diseño de los procesos, la selección y la justificación de los sistemas y la configuración del almacén.

2.2.1.2. Almacenamiento con valor agregado

Los almacenes son vitales en la cadena de abastecimiento, es por tal razón que se torna imperativo tener la capacidad de crear la mejor estructura de

almacenamiento, utilizando el menor número de recursos, pero obteniendo los mejores resultados, esto se puede lograr mediante el seguimiento de los puntos que se detallan a continuación:

- Los almacenes de componentes y materias primas guardan la materia prima en o cerca de su punto de ingreso al proceso de manufactura o ensamble.
- Los almacenes de trabajo en proceso guardan productos y ensambles parcialmente terminados en diversos puntos a lo largo de una línea de producción o de ensamble.
- Los almacenes de productos terminados guardan existencias con el fin de amortiguar desfases entre los ritmos de producción y la demanda. Debido a esto, el almacén generalmente se ubica cerca del punto de manufactura y a menudo se caracteriza por la entrada y salida de tarimas completas, siempre que el tamaño y el volumen del producto amerite cargas del tamaño de una tarima. La demanda en un almacén que solo cumpla esta función podría requerir capacidad de reabastecer existencias para el siguiente nivel de distribución de uno a tres meses.
- Los almacenes en los centros de distribución acumulan y consolidan los productos provenientes de varios puntos de manufactura para luego hacer un solo envío a clientes en común. Este almacén podría estar ubicado de manera centralizada entre los centros de producción o entre los clientes. Se podría tipificar el transporte de los productos por cajas o tarimas llenas que entran por cajas llenas o cantidades de cajas fraccionadas que salen.

- Típicamente dentro de los centros de distribución los almacenes o bodegas responden a pedidos regulares semanales o mensuales.
- Los almacenes o centros de *fulfillment* reciben, alistan y despachan envíos pequeños a clientes específicos.
- Los almacenes locales están diseminados en el territorio con el fin de acortar las distancias de transporte y así permitir dar una respuesta rápida a la demanda de los clientes. Con frecuencia, alistan un solo artículo y puede ser que este sea enviado al cliente todos los días.
- Los almacenes de servicio eficientes ejecutan actividades de individualización de productos clave, incluyendo empaque, etiquetado, marcado, fijación de precios y procesamiento de devoluciones.

Dentro del centro de distribución el almacenamiento es llevado a cabo bajo el criterio del cuarto punto, de igual forma los centro de *fulfillment* están integrados dentro del centro de distribución, ya que al hacerse pedidos de productos a pequeña escala, estos son distribuidos por ATC'S (*at customer service*), quienes son los encargados de visitar a los clientes y mantener relaciones a largo plazo con respecto a la empresa (centro de distribución) y los clientes.

2.2.1.3. Las actividades del gerente de almacenamiento

Debido a la influencia del comercio electrónico, la colaboración de los involucrados en la cadena de abastecimiento (proveedores, detallistas, clientes,

distribuidores) la globalización, la respuesta rápida y en algunos momentos la filosofía de justo a tiempo, a los almacenes actuales se les está solicitando:

- Realizar más transacciones y más pequeñas
- Manipular y almacenar más artículos
- Proveer más productos y servicios a la medida
- Ofrecer más servicios de valor agregado
- Procesar más devoluciones
- Recibir y despachar más pedidos internacionales

A la vez los almacenes de hoy en día tienen:

- Menor tiempo para procesar los pedidos.
- Menor margen de error.
- Menor capacidad del sistema de administración del almacén (WMS, *warehouse management system*).

A este escenario de estar entre la “espada y la pared” se le llama dilema del gerente de almacén. Al almacén nunca se le ha pedido hacer tanto, a la misma vez que se le han recortado tanto los recursos; pero dentro del centro de distribución al coordinar las actividades llevadas a cabo por el personal del área de logística combinado con los esfuerzos del personal anexo; es decir, el personal de mercadotecnia, área financiera y comercialización. Las actividades llevadas a cabo por el gerente de almacenamiento se simplifican y así puede cumplir con todos los requerimientos que el mercado actual exige, por supuesto minimizando costos en todas las actividades llevadas a cabo dentro de la bodega, y esto únicamente mediante el adecuado acomodo de productos y mediante la adquisición de la óptima cantidad de productos.

2.2.1.4. Fundamentos del almacenamiento

Aunque el almacenamiento ha ido adquiriendo más importancia en la logística y en la administración de la cadena de abastecimiento, continúa integrado a otras actividades de logística, de las cuales sigue dependiendo en gran medida. De hecho se presenta el almacenamiento muchas veces como la última de las cinco actividades de logística (servicio al cliente, abastecimiento de productos, compra de productos, suministro y compras, transporte, además de almacenamiento).

Existen tres aspectos que al aplicarse correctamente podrían eliminar por completo el uso de almacenamiento dentro de las instalaciones de cualquier centro de distribución.

Primero, la buena planificación en las otras cuatro áreas de logística bien podría eliminar la necesidad de almacenar, aunque esto sea un tanto complicado debido a la importancia del uso de la bodega.

Segundo, los requisitos en las otras cuatro áreas de logística podrían sugerir que debería contratarse una empresa de almacenamiento externa para operar el almacén.

Tercero, el almacén deberá estar diseñado para cumplir con todos los requisitos contenidos en la política de servicio al cliente detallados en el plan maestro de respuesta al cliente; deberá albergar todas las existencias establecidas en el plan maestro del inventario; deberá trabajar para recibir en cantidades según lo estipulado en el plan maestro de abastecimiento, y deberá cumplir con la misión estipulada en el plan maestro de transporte. Estos son los

lineamientos en los cuales se fundamenta el uso de una bodega donde se genera el proceso de almacenamiento.

Dentro del centro de distribución se prefiere el tener la bodega dentro de sus instalaciones, ya que de esta forma todo se encuentra estrechamente ligado y en observación que todos los procesos llevados a cabo dentro de la bodega en realidad se están llevando a cabo correctamente.

Se evita el utilizar una bodega externa a la propiedad de la empresa (centro de distribución) debido al alto costo monetario que puede generarse por día almacenado, también es muy complicado que las bodegas cumplan con las políticas de servicio al cliente presentados por la empresa, lo que sí se da y es bastante normal es que los productos se almacenen en las bodegas de los proveedores que distribuyen el producto hacia la bodega destino, en este caso siendo el centro de distribución de lubricantes, pero son almacenados por día debido a las restricciones de Guatemala, ya que los vehículos pesados, pasadas las 4:00 p.m. no pueden transitar libremente.

Por esas razones es que se ha decidido no eliminar la bodega en el centro de distribución, y se debe acotar que dentro de la bodega se desarrollan una serie de actividades importantes para el proceso de distribución total de productos, sin importar su nombre o función, las operaciones de un almacén tienen una serie de actividades en común y deben llevarse a cabo.

La lista que aparece a continuación incluye las actividades que ocurren dentro de la bodega del centro de distribución y se da en la mayoría de los almacenes:

- Recepción
- Preempaque
- Acomodo
- Almacenamiento
- Preparación de pedidos
- Empaque y marcado de precios
- Clasificación y recolección
- Embalaje y despacho

2.2.2. Operaciones innovadoras en almacenamiento

Dentro del proceso de almacenamiento de productos se llevan a cabo una serie de actividades que deben de entenderse para poderse desarrollar correctamente y así saber su importancia.

2.2.2.1. Principios de recepción y acomodo

Dentro de un centro de distribución se ha tomado en consideración y análisis aspectos de productividad y es en ese momento en el que se formula la siguiente interrogante: ¿cuál es la más alta productividad de almacenamiento posible?, se han visto operaciones donde la productividad de almacenamiento es de más de 2 000 líneas por hora/hombre.

Y de hecho no es esta la mayor productividad ya que en el almacén puede haber una productividad infinita, dentro de este concepto se debe desarrollar el término de productividad laboral donde el numerador es la salida/producción, líneas o unidades preparadas, el denominador es la entrada/insumo, horas-hombre.

Este cociente podría ser infinito si el denominador llegara a ser 0. En otras palabras de alguna manera se lograría hacer el trabajo de almacenamiento y así se lograría una productividad de almacenamiento infinita.

Todo lo mencionado es totalmente posible para que la productividad llegue a ser infinita. Existen dos posibilidades para lograrlo dentro de una bodega o centro de distribución.

La primera es automatizar completamente el almacén; en Japón existen grandes operaciones de preparación de cajas donde ningún humano toca una tarima o una caja, desde la recepción hasta el despacho; en Alemania hay operaciones de preparación de tarimas mixtas, en las cuales ningún humano manipula el producto. En estas operaciones, la productividad de la preparación del almacén es en realidad infinita. Desafortunadamente, la inversión necesaria es casi infinita también.

Mejor que automatizar por completo el almacén, es eliminar por completo la necesidad de tenerlo y despachar directamente o minimizar el despacho utilizando el *cross-docking*. Cuando no se puedan utilizar dichas prácticas, se tendrán que considerar otras opciones para simplificar y agilizar las actividades tradicionales de recepción y acomodo.

2.2.2.1.1. Recepción

La recepción es la preparación de las demás actividades de almacenamiento. Si no se recibe apropiadamente la mercancía será difícil manipularla apropiadamente durante el acomodo, almacenamiento, preparación y despacho.

Si se permite el ingreso de entregas dañadas o incorrectas probablemente se despachará, por la puerta, producto dañado o incorrecto.

Los principios de recepción de clase mundial que se presentan, pretenden ser lineamientos para agilizar las operaciones de recepción, están dirigidos a simplificar el flujo de materiales a través del proceso de recepción y asegurar que se necesite el menor trabajo posible. En la logística se logra minimizar la cantidad de trabajo, los errores, el tiempo y los accidentes reduciendo los pasos que implican manipulación. Las prácticas de recepción de clase mundial son:

- Despacho directo
- *Cross-docking*
- Programación de la recepción
- Prerrecepción
- Preparación para la recepción

A continuación, se describen algunas prácticas de recepción.

- Despacho directo

Para algunos materiales, la mejor recepción es no recibir; en el despacho directo, los proveedores le despachan directamente al cliente sin pasar por el almacén, puesto que los artículos nunca llegan al centro de distribución, no hay que descargarlos, acomodarlos, reabastecerlos en sitio de espera, prepararlos, empacarlos, verificarlos y cargarlos.

Por lo tanto, se elimina todo el trabajo, el tiempo y el equipo que normalmente se utiliza, así como todos los errores y accidentes que a menudo ocurren en el almacén.

Las oportunidades para realizar despachos directos incluyen artículos grandes y voluminosos; artículos hechos sobrepedido y combinaciones de artículos para los cuales el volumen regular de despacho ocupa al menos un camión completo.

- Programación de la recepción

El verdadero *cross-docking* premeditado exige poder programar las cargas entrantes para satisfacer los requisitos de despacho diario o incluso por hora; adicionalmente, para equilibrar el uso de los recursos de recepción, puertas, de muelles, personal, espacio de espera, equipo para manejo de materiales, se necesita tener la capacidad de programar los transportistas y trasladar las recepciones que consumen mucho tiempo a horas de menor actividad.

Por medio de internet, EDI y enlaces de fax, las empresas han mejorado su acceso a la información relacionada con la programación de cargas entrantes y salientes. Esta información puede y debe utilizarse para programar la recepción de manera proactiva y para brindar información de notificación de despacho anticipado.

2.2.2.1.2. Acomodo

El acomodo es la preparación de un pedido, pero a la inversa. Muchos de los principios que agilizan el proceso de preparación se aplican también para el acomodo. Los principios de preparación de clase mundial son:

- Acomodo directo
- Acomodo dirigido
- Acomodo por lote y secuencial

- Acomodo combinado

A continuación, se describe e ilustra el principio de preparación; acomodo por lote y secuencial.

- Acomodo por lote y secuencial

Clasificar la mercancía entrante para lograr un acomodo más eficiente. Así como la preparación por zonas y la secuenciación de sitios, son estrategias eficaces para mejorar la productividad de la preparación de pedidos, los materiales entrantes pueden y deben ser clasificados para su acomodo por zona de almacén y por secuencia de sitios. En la figura 8 dos encargados de bodega clasifican los productos y luego los acomodan por zona de almacén; en este caso por cada lote de estantes verificando por medio del uso de *hand held* y del código de barras que se está acomodando en la posición correcta el producto.

Figura 8. **Almacenamiento de productos en zonas específicas de la bodega, acorde al código del producto**



Fuente: elaboración propia.

2.2.2.2. Sistemas de almacenamiento y sistemas de extracción en tarimas

Es preciso que se denoten las diferencias entre un sistema de almacenamiento y un sistema de extracción. El sistema de almacenamiento de tarimas se refiere al equipo que se utiliza para acomodar una tarima con mercancía en alguna ubicación x del almacén para su almacenamiento; mientras el sistema de extracción de tarimas se refiere al vehículo o sistema que se utiliza para retomar o extraer la mercancía que fue almacenada en la ubicación x del almacén. La selección del sistema de almacenamiento se basa primordialmente en el interés por mejorar la densidad de almacenamiento y depende de las existencias físicas y de la rotación de los artículos que se encuentren en las tarimas de almacenamiento.

El sistema de extracción de tarimas que se escoja se basa, en primer término, en el interés que exista por tener alta productividad en el manejo y en las compensaciones que debe producir la inversión necesaria de capital.

2.2.2.2.1. Sistemas de almacenamiento en tarimas

Los sistemas más populares de almacenamiento en tarimas son:

- Arrume de tarimas
- Marcos de estiba
- Estante de tarima de profundidad simple
- Estante de tarima de doble profundidad
- Estante tipo *drive-in rack*
- Estante tipo *drive-thru rack*
- Estante de flujo de tarimas (*pallet flow*)
- Estante tipo *push-back rack*

Por lo que a continuación se describen algunos de los sistemas de almacenamiento de tarimas.

- Arrume de tarimas

El arrume de tarimas se refiere a cargas unitarias estibadas una sobre otra y almacenadas sobre el piso en bloques de almacenamiento de 2 a 10 cargas de profundidad; este sistema de almacenamiento puede ser observado en las figuras 9 y 10 donde es desarrollado en los costados del área frontal de la bodega del centro de distribución; también puede ser observado en la figura 11 donde se ilustra el arrume de tarimas en la bodega, específicamente en su

parte frontal dentro del centro de distribución, dependiendo del peso y la estabilidad de la carga; la altura de las torres de estiba pueden oscilar entre dos cargas y una altura determinada por los siguientes factores:

- Límites seguros aceptables
- Facilidad de estiba de la carga
- Peso de la carga
- Condiciones de la tarima
- Restricciones para cargar en el piso
- Clima (por ablandamiento del corrugado en condiciones de alta humedad)
- Capacidad del equipo para elevar la carga
- Compresión de la carga
- Altura del edificio

Las tarimas arrumadas deben extraerse según la disciplina UEPS (último en entrar, primero en salir); por lo tanto, si existen requisitos PEPS (primero en entrar, primero en salir) sumamente restrictivos, más estrictos que el lote o la fecha de código, el arrume en tarimas no será una opción viable de almacenamiento esto debido a que se generaría un retraso bastante enorme de la descarga de una cantidad de tarimas para poder descargar la primera en entrar.

Este tipo de arrume sobre tarimas es particularmente eficaz cuando hay varias tarimas por *stock keeping unit* (SKU) y cuando la rotación del inventario ocurre en incrementos importantes; por ejemplo, cuando se reciben o se retiran a la vez varias cargas del mismo *stock keeping unit* (SKU).

Conforme se van retirando las cargas del bloque de almacenamiento, va ocurriendo un fenómeno de pérdida de espacio en el arrume de tarimas que se conoce como efecto panal (*honeycombing*), puesto que solo se puede almacenar convenientemente un SKU por fila; se van creando espacios vacíos en la tarima que no se pueden aprovechar hasta que se haya acabado un bloque completo; por lo tanto, para mantener una alta utilización de las posiciones de almacenamiento disponibles, se debe determinar con cuidado la profundidad del bloque (número de cargas almacenadas desde el pasillo).

Figura 9. **Arrume de tarimas en bodega**



Fuente: elaboración propia.

Figura 10. **Arrume de tarimas, 4 bloques en bodega**



Fuente: elaboración propia.

Figura 11. **Arrume de tarimas en bodega, área frontal**



Fuente: elaboración propia.

- Estante de tarima de profundidad simple

Un estante de profundidad simple es una estructura sencilla de postes y travesaños de metal que da acceso inmediato a la carga almacenada; a diferencia del arrume en estiba, cuando queda un espacio en la tarima el remover una carga, de inmediato existe un espacio para estantería de fondo simple; además, puesto que el estante está sirviendo de apoyo a cada carga, la altura de la estiba no se ve limitada por la capacidad de estiba o compresión de las cargas, y se pueden estibar múltiples SKU en la misma columna vertical de espacio de almacenamiento.

Este sistema de almacenamiento de estante de profundidad simple puede ser observado claramente en las figuras 12 y 13 en donde se observa este sistema implementado y utilizado dentro de la estructura de almacenamiento de la bodega del centro de distribución.

Figura 12. **Estante de tarima de profundidad simple en bodega**



Fuente: elaboración propia.

Figura 13. **Parte frontal de estante de tarima de profundidad simple en bodega**



Fuente: elaboración propia.

2.2.2.2.2. Sistemas de extracción de tarimas

Los sistemas de extracción de tarimas más populares son:

- Carretillas tipo *walkie*
- Montacargas de contrapeso
- Equipos pórticos (*straddle trucks*)
- Equipos pórticos extensibles (*straddle reach trucks*)
- Equipo de carga lateral
- Montacargas tipo *turret*
- Equipos híbridos
- Máquinas de almacenamiento y extracción automatizados (ASR)

A continuación, se describen las ventajas y desventajas de algunos sistemas.

- Carretillas tipo *walkie*

Una carretilla tipo *walkie* permite levantar, estibar y transportar una tarima por distancias cortas, el operador camina y conduce desde una posición detrás del vehículo. En casos de poco movimiento, distancias cortas de recorrido y altura de almacenamiento vertical limitada, si se desea una solución de bajo costo, las carretillas *walkie* podrían ser apropiadas, una carretilla típica *walkie* puede estibar a un máximo de tres cargas de alto, cuesta cerca de 10 000 dólares y tiene la función doble de extracción/acomodo de tarimas y de carga/descarga de camiones.

La carretilla tipo *walkie* no es utilizada dentro del centro de distribución de lubricantes, ya que otros sistemas de extracción lo sustituyen debido a su fácil uso en el movimiento de tarimas.

- Montacargas de contrapeso

Como lo indica su nombre, el montacargas de contrapeso utiliza un contrapeso en la parte posterior del equipo para estabilizar las cargas transportadoras y levantadas sobre un mástil al frente del equipo. Los montacargas de contrapeso pueden ser operados por gasolina o por batería; además de las horquillas, se pueden utilizar otros aditamentos para elevar diversas configuraciones de carga por un mástil vertical, el límite de altura generalmente es de unos 7,5 metros, no se puede utilizar un montacargas de contrapeso para almacenar a profundidad doble. Existen equipos de contrapeso con capacidad de operar hasta 45 000 kg, y cuestan alrededor de 35 000 dólares.

Puesto que el operador viaja en el vehículo (sentado o de pie en algunos casos), los montacargas de contrapeso se pueden utilizar para recorridos más largos que las carretillas *walkie*.

Los montacargas de contrapeso también proveen la flexibilidad de extraer y acomodar una tarima y de cargar y descargar un camión en el mismo movimiento, esta flexibilidad junto con el costo relativamente bajo del vehículo, hace que el montacargas de contrapeso sea el punto de referencia o *benchmark* para los demás sistemas de extracción de tarimas.

La principal desventaja del montacargas de contrapeso es su amplio radio de giro. Como resultado, típicamente requiere un pasillo de almacenamiento de

3,35 a 3,65 metros de ancho, este ancho de pasillo justifica buscar sistemas de almacenamiento alternativos.

Al ir cubriendo el resto de la lista, los vehículos necesitarán pasillos de almacenamiento cada vez más angostos (por ello la referencia a vehículos de pasillo angosto) y alcances de alturas cada vez mayores; a la vez, los vehículos son progresivamente más costosos y ninguno de ellos ofrece la flexibilidad de extracción y acomodo así como carga y descarga de un montacargas de contrapeso. Por lo tanto, la creciente economía de espacio debe ser suficiente para compensar el mayor costo del sistema y la pérdida en flexibilidad de maniobra.

Puesto que el estante de tarima de profundidad simple es el modo de almacenamiento de tarimas de referencia, se podría considerar que el montacargas de contrapeso es el sistema de referencia en almacenamiento y extracción; cuando sea deseable usar el mismo vehículo para cargar y descargar camiones y para almacenar y retirar cargas, la opción más lógica es el montacargas de contrapeso, para el uso de arrume sobre tarimas, para uso del arrume sobre tarimas, en estantes tipo *drive-in drive-thru* y en marcos para estiba de tarimas, los pasillos de maniobra normalmente provistos son adecuados para los montacargas de contrapeso.

Figura 14. **Montacargas de contrapeso marca TCM**



Fuente: elaboración propia.

Figura 15. **Montacargas de contrapeso marca Yale**



Fuente: elaboración propia.

2.2.2.3. Sistemas de preparación de cajas

Los sistemas de preparación o *picking* por caja se organizan en tres categorías: una categoría es el sistema de preparación sobre tarima en que el preparador entarima en el frente de la preparación o a medida que realiza su

recorrido; otra categoría es el sistema de entarimado en el que las cajas se alistan (manual o automáticamente) y se colocan en bandas transportadoras, se dividen para los diferentes pedidos y se entariman en o cerca de la puerta de despacho; una tercera categoría es el sistema de carga directa en el que las cajas se envían directamente a las cargas de los camiones salientes sin entarimar.

2.2.2.3.1. Sistema de preparación sobre tarimas

Este sistema, como se describió anteriormente, es el proceso en el que se manejan tarimas conforme los requerimientos se desarrollan, dentro de una hoja de pedidos o mediante el recorrido dentro de la bodega, se describen a continuación los medios de preparación sobre tarimas y sus especificaciones.

- Preparación con carretillas o gatos hidráulicos

Una carretilla o gato es un equipo hidráulico equipado con paletas para transportar tarimas al nivel del piso; el operador se coloca en el frente del equipo y la tarima va asegurada en las paletas, en la parte trasera del equipo, la carretilla doble puede llevar dos tarimas a la vez.

Las carretillas ciertamente representan el método más popular de preparación por caja.

Las ventajas de la preparación con carretillas incluyen la baja inversión de capital requerida, la simplicidad del concepto, la flexibilidad y la seguridad, pues toda la preparación ocurre a nivel del piso, los promedios de preparación con carretillas oscilan entre 150 y 250 bultos por hora/persona.

El costo normal de una carretilla típica es alrededor de 8 000 dólares. Las caretillas dobles permiten al operador preparar más de una tarima o más de un pedido a la vez.

En la figura 16 se ilustran dos carretillas hidráulicas de tarimas, utilizadas para la preparación de tarimas de cajas; esta es utilizada en su mayoría cuando existe una variedad de tareas de *picking* referente a productos individuales o en cajas y para la movilización de la tarima de esos productos, es utilizado este equipo y manipulación.

Figura 16. **Preparación de tarima con carretillas hidráulicas**



Fuente: elaboración propia.

- **Preparación con montacargas**

A veces se omite considerar los montacargas como una opción para las operaciones de preparación, los montacargas son ideales para muchas operaciones de preparación, debido a que las paletas se pueden usar para mantener el nivel superior de la tarima cerca del nivel de la cintura del operador, para maniobrar a alta velocidad a lo largo de grandes distancias dentro de la bodega y para cargar contenedores salientes.

El uso del montacargas de contrapeso es de mucha ayuda en lo que respecta a la preparación de tarimas, ya que al colocarla a un nivel adecuado de altura hace que el encargado de bodega pueda optimizar esfuerzos y minimizar el tiempo de preparación de tarimas de productos.

Figura 17. **Preparación de tarima con montacargas de contrapeso en bodega**



Fuente: elaboración propia.

Figura 18. **Parte frontal de preparación de tarima con montacargas de contrapeso en bodega**



Fuente: elaboración propia.

- Equipos de preparación de pedidos

Los equipos de preparación o *picking* de pedidos, a veces denominados *stock pickers* y *order pickers*, permiten al preparador viajar a los sitios de preparación muy por encima del nivel del piso (figura 19 y 20), debido a que la velocidad de movimiento vertical es muy inferior a la velocidad de movimiento horizontal y puesto que el operador debe tomar especial cuidado en posicionar el vehículo frente al sitio de preparación, la productividad de la preparación de cajas con un equipo de este tipo oscila apenas entre 50 y 100 cajas por hora-persona (se puede mejorar la productividad reduciendo al mínimo el movimiento vertical a través de un almacenamiento basado en popularidad o el trazado inteligente del recorrido de la preparación). Por lo tanto, estos equipos usualmente se usan para preparar productos de baja rotación que requieren almacenamiento de alta densidad, cuestan aproximadamente 38 000 dólares.

Figura 19. **Preparación de tarima con un equipo pórtico extensible**
(*straddle reach truck*)



Fuente: elaboración propia.

Figura 20. **Parte frontal de la preparación de tarima con un equipo pórtico extensible (*straddle reach truck*)**



Fuente: elaboración propia.

2.2.2.3.2. Preparación de cajas desde una tarima

Debido a ciertos requerimientos de productos, los cuales no pueden ser manipulados o transportados por vehículos, es necesario manipular el movimiento de estos por medios manuales y es cuando se debe desarrollar un entarimado manual, el cual se describe a continuación.

- Entarimado manual

A menudo es la única alternativa técnica o económicamente factible. Existen sistemas computarizados de construcción de tarimas que muestran a los entarimadores la configuración óptima de carga de tarimas con cajas de gran variedad de dimensiones (puede observarse este proceso en la figura 21); los sistemas más avanzados generan pictogramas de la configuración óptima de la tarima. Las plataformas de levantamiento y rotación que mantienen la

parte superior de la tarima de despacho a nivel de la cintura aumentan significativamente la productividad y la seguridad del entarimado.

Figura 21. **Preparación manual de tarima por parte del encargado de bodega**



Fuente: elaboración propia.

El entarimado manual suele convertirse en la única alternativa de organización de productos para ser distribuidos o preparados para el almacenamiento en la bodega, esto debido a que representa la única alternativa económicamente factible para la empresa, limitando a los operadores de equipo móvil de alta tecnología, pues puede llegar a ser muy costoso.

3. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS FUNCIONALES LLEVADOS A CABO DENTRO DEL PROCESO DE PREPARACIÓN DE FLOTAS DE DISTRIBUCIÓN

3.1. Diagnóstico, evaluación y estudio dentro del proceso de necesidad en la creación de un centro de distribución óptimo que permita la entrega total de todos los productos para aumentar la credibilidad de la empresa

A continuación, se desarrolla el diagnóstico, el estudio y la evaluación, dentro del proceso de necesidad en la creación de un centro de distribución óptimo que permita la entrega total de productos y asegurar la satisfacción del cliente, aumentando la credibilidad de la empresa.

- **Diagnóstico**

La compra y abastecimiento de productos terminados oportunamente permite tener la capacidad para poder satisfacer los requerimientos de los clientes, el desarrollo inapropiado de este proceso es uno de los motivos por lo que la entrega de productos no es llevada a cabo de manera óptima, genera insatisfacción en los clientes y reduce la credibilidad de la empresa con base en los servicios y productos que ofrece; por lo que para asegurar la entrega total de productos es imperativo desarrollar adecuadamente dentro del centro de distribución los procesos de adquisición de productos, recepción, almacenamiento, cálculo de la demanda y control de inventarios.

Los centros de distribución son estructuras de tipo logístico, utilizados para el almacenamiento de diferentes productos, donde se realizan procesos de recepción, preparación y despacho para el posterior proceso de distribución. En algunos casos, los centros de distribución están conformados por uno o más almacenes, de acuerdo a su operación conforme a los productos que allí se almacenen, buscando, además, la ubicación correcta de estos centros dentro del territorio nacional; es importante tener en cuenta que deben contar con la infraestructura para tareas de carga y descarga: muelles, plataformas niveladoras y en algunos casos, bandas transportadoras.

En Guatemala existe un alto número de centros de distribución con características que se adecúa a los productos que almacenan, a los sectores que distribuyen y los servicios que prestan. Actualmente no existe un modelo de un centro de distribución que permita y asegure la entrega total de productos, asegurando la satisfacción del cliente, es por esa razón que en este trabajo de graduación se ha creado el modelo de un centro de distribución óptimo, que permita la entrega total de todos los productos, eliminando la inconformidad generada en los clientes ante la no entrega de productos requeridos, eliminando necesidades insatisfechas por distribución incompleta o nula de productos.

El desarrollo del modelo se lleva a cabo bajo la estructura funcional de un centro de distribución de lubricantes a nivel nacional, cuyo contexto histórico y funcional de la empresa se muestra a detalle en el capítulo 1: *Contexto histórico y funcional de la empresa en donde se generará la red de distribución óptima.*

La necesidad demanda que se busquen nuevos caminos y se generen procesos que logren satisfacer este apremio y así cumplir dicha necesidad y seguir con las otras. Por tal motivo la inquietud de crear un centro de

distribución enfocado en la entrega total y satisfacción del cliente, erradicando la inconformidad, debido a la falta de entrega de productos.

- Estudio

El proceso de creación de un centro de distribución óptimo que permita la entrega total de productos y asegurar así la satisfacción del cliente, se enfoca en el aumento de la productividad de la distribución, almacenamiento y acomodo de productos, con el objetivo de generar mejores resultados reduciendo el uso de recursos; es decir, lo que se busca es perfeccionar el funcionamiento de la empresa.

Los objetivos principales de los centros de distribución son:

- Mantener los stocks previstos de producto terminado al mínimo costo.
- Controlar eficientemente los inventarios, la facturación y los pedidos.
- Lograr que el movimiento diario de productos a lo largo de las operaciones sea eficiente.
- Prestar el mejor servicio al cliente interno y externo.

Lo que se busca en el desarrollo de un centro de distribución enfocado en la entrega total y satisfacción del cliente es crear los lineamientos ideales para mejorar el proceso operativo del centro de distribución; dicho proceso cuenta de 3 acciones:

- Recibir
- Almacenar

- Despachar

Los 3 procesos operativos del centro de distribución fueron explicados a detalle en el capítulo 2: *Conceptos básicos en la creación de una red de abastecimientos, así como del manejo de una red logística de almacenamiento.*

La demanda en el país, respecto a la diversidad de productos mostrados en el mercado, es bastante cambiante; la distribución pronta y sin fallas de productos es cada vez más necesaria dentro del país y su área geográfica, permite que los productos sean fácilmente distribuidos. La creación de un centro de distribución enfocado en la entrega total de productos permite determinar con mayor exactitud los pronósticos de demanda y los perfiles de los clientes en función de sus requerimientos.

- Evaluación

Luego de mostrar el estudio en el desarrollo del modelo del centro de distribución enfocado en la entrega total y satisfacción del cliente, en la estructura funcional de un centro de distribución de lubricantes a nivel nacional, se evalúan los puntos más importantes a considerar para asegurar que los productos sean entregados en su totalidad. Los procesos prácticos para la fase de estructuración en el desarrollo del centro de distribución mencionado con anterioridad se plantean a detalle en el siguiente capítulo: capítulo 4: *Generación de los procesos prácticos para el proceso de estructuración en el desarrollo de un centro de distribución enfocado en la entrega total y satisfacción del cliente.*

Donde se evalúan los siguientes puntos:

- El marco práctico indica la estructura necesaria para que un operador logístico pueda introducir los datos necesarios acorde al tipo del centro de distribución que quiera desarrollar, para esto se emplearon métodos que permitieron plantear y crear la estructura necesaria para desarrollar un modelo del centro de distribución óptimo, de los cuales se mencionan: métodos de pronósticos, de manejo de inventarios, modelos de dimensionamiento del espacio dentro de la bodega en el centro de distribución, clasificación de productos por medio de los conceptos de la curva ABC y, finalmente, los métodos de creación de perfiles de requerimientos de los clientes.
- Para poder determinar el comportamiento de la demanda en el futuro, se desarrolló el pronóstico de ventas en el periodo de febrero del año 2009 a diciembre del año 2014, considerando el *absolut percentage error* (APE) y también el análisis del periodo determinado y el comportamiento que se mostraba dentro de los gráficos con los valores pronosticados; se indica cuál es el mejor método a utilizar para la obtención de la demanda a futuro, de los productos etiquetados como marca A y marca B, debido a la discreción solicitada por parte del centro de distribución de lubricantes del que se obtuvo la información.

Se desarrollan los perfiles de requerimientos de demanda por parte de los clientes, los cuales permiten analizar sus formas de pedidos, creando una idea más clara del almacenamiento de los productos en la bodega, los niveles correctos de inventario en función de la demanda, así como la clasificación de

productos por orden de importancia con base en los criterios de la curva ABC. Se determinan los lineamientos a seguir para fijar las dimensiones necesarias respecto al espacio físico de la bodega, en función de la demanda pronosticada, tomando en consideración niveles de servicio del 99 %, 95 %, 90 %, 85 % y 80 %, se considera el nivel de servicio que provoque menor costo de ventas perdidas.

Al tener los valores del inventario, los requerimientos de espacio de piso para el almacenamiento de tarimas, el sistema de almacenamiento a utilizar de los productos, el ordenamiento de los productos de acuerdo a los criterios de la curva ABC, los sitios requeridos acorde al sistema de almacenamiento y finalmente la determinación del requerimiento de espacio de piso acorde al sistema de almacenamiento utilizado y su porcentaje dentro de la curva ABC, se puede entonces proceder a crear el *layout* de la bodega en el centro de distribución.

Al concluir los procesos prácticos se desarrollan las fases necesarias para la correcta implementación del nuevo centro de distribución; dicho proceso se muestra a detalle en el capítulo 5: *Proceso de implementación del nuevo centro de distribución*.

Finalmente se desarrollan los lineamientos necesarios para el seguimiento y la mejora continua en la implantación del nuevo modelo de distribución que se ajuste a la estructura funcional del centro de distribución, enfocado en la entrega total de productos, asegurando la satisfacción del cliente. Estos lineamientos se muestran a detalle en el capítulo 6: *Seguimiento y mejora continua de los lineamientos generados para la implantación de un nuevo modelo de distribución*.

3.2. Descripción del proceso de preparación de flotas de distribución para crear una idea global de la estructura funcional de una empresa dedicada a la distribución para desarrollar un análisis numérico

La estructura funcional de una empresa dedicada específicamente a la distribución de productos terminados (es decir, productos manufacturados y empacados, listos para ser distribuidos) se basa en la correcta aplicación de un sistema logístico adecuado que se integre a las funciones y necesidades de la empresa.

Todo el proceso de abastecimiento inicia con la creación de previsiones lo más exactas posibles, creadas por parte del gerente de abastecimiento, quien conjuntamente al personal de mercadotecnia y el gerente financiero deciden a la cantidad de productos que deben comprarse y qué marcas deben adquirirse; con la finalidad de poder abastecer la demanda de los clientes en los próximos meses en análisis.

Luego es tarea del encargado de importaciones el ponerse en contacto con las empresas encargadas de distribuir el producto de la bodega de los proveedores hacia la bodega, y se planifican las llegadas de los contenedores a esta, en los días que solicite el gerente de almacenamiento, quien es el encargado de mantener el mínimo *stock* posible de productos, para evitar los costos excesivos en el almacenamiento de productos y para que de esta forma al necesitar ingresar un alto número de productos en la bodega, debido a un alto número de pedidos y exigencias, se puedan abastecer mediante el almacenamiento completo de productos, pues se cuenta con el espacio suficiente para el acomodo de los mismos.

Por lo tanto, los productos son ingresados a las bodegas al momento en el que llega el contenedor de productos, los productos no son acomodados en primera instancia, ya que deben ser etiquetados, revisados y pesados esto con la finalidad de verificar que cumplen con las especificaciones estipuladas, por lo que son los encargados de bodega quienes llevan a cabo las tareas mencionadas (etiquetado, peso, revisión).

Al finalizar esas tres tareas, los encargados de bodega acomodan las tarimas de productos en los racks de las estanterías, acorde al código de cada una de las tarimas, ya que cada una de las divisiones de los estantes está identificado con una etiqueta de códigos, esto gestionado por el gerente de almacenamiento, para el correcto control de cada uno de los productos. Al finalizar los procesos referentes al abastecimiento de productos y administración de inventarios, se procede a la correcta dirección de pedidos y al proceso de preparación de flotas de distribución a nivel capitalino y departamental del país.

El proceso de preparación de flotas de distribución inicia con el ingreso de pedidos por parte de las recepcionistas del área de *contact center* conocido también como *call center* en el sistema SAP, donde automáticamente por medio de red se dirige al área de WMS (*warehouse management system*), en donde los pedidos son chequeados y analizados por el gerente de distribución, así como por el creador de olas de *picking*, se estipula de acuerdo a su propio razonamiento el número de pedidos que se deben hacer para iniciar el proceso de creación de olas de *picking*.

Inicia el proceso de creación de olas de *picking* y al confirmar el listado de olas, estos son enviados a los dispositivos computacionales de los encargados de bodega, dichos dispositivos computacionales son llamados *hand held*

terminal donde se chequea el código de cada uno de los productos y también el número de tareas que se tienen por completar; este proceso es llevado con 270 minutos de anticipación (4 horas y 30 minutos), por lo que se preparan las tarimas de productos, con un día de anticipación, para que en la mañana del día siguiente todos los productos sean cargados.

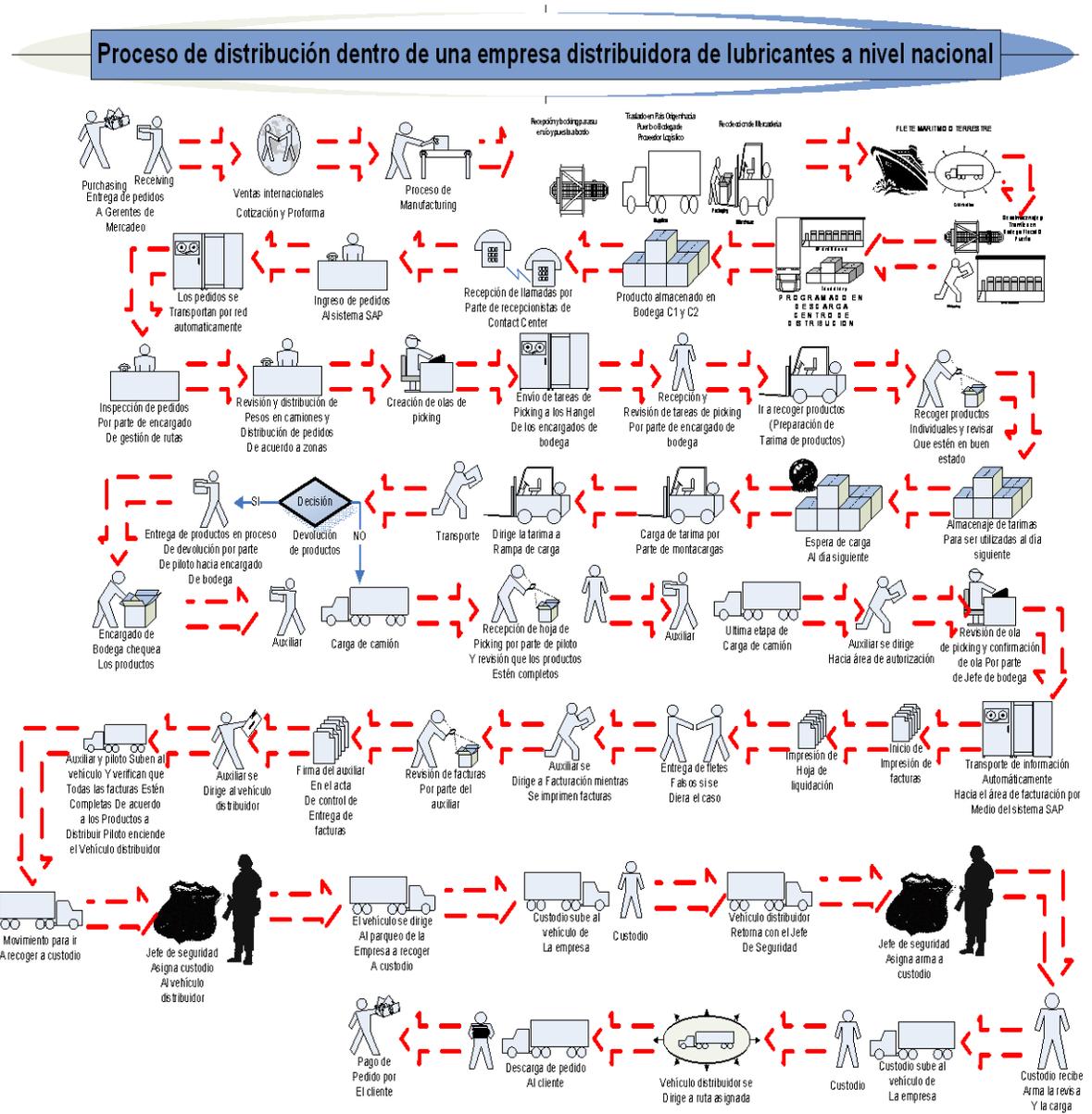
Al día siguiente, el encargado de la creación de olas de *picking* le entrega las hojas correspondientes a los pilotos asignados para que tengan conocimiento de qué productos llevan dentro del camión y a quiénes va dirigido. Es así como el proceso de carga de productos dentro del vehículo asignado, este es asignado acorde al peso que cargará.

Cargan los productos y el piloto chequea con el encargado de bodega que todos los productos estén completos, finalmente termina el proceso de carga, y el auxiliar se dirige a la oficina del jefe de bodega quien confirma la ola de *picking* para que de esta manera inicie inmediatamente el proceso de facturación; el auxiliar se dirige al área de facturación, para finalmente dirigirse al vehículo distribuidor en donde junto con el piloto revisan que todas las facturas estén completas, para proceder a recoger a un custodio, quien es el encargado de resguardar la vida del auxiliar y el piloto, durante el proceso de distribución, de esta forma el custodio carga su arma e ingresa al vehículo distribuidor, donde se integra al proceso de preparación de flotas de distribución.

Como se definió con anterioridad el proceso de preparación de flotas de distribución está estrechamente ligado con el correcto uso y buena aplicabilidad de un sistema de logística, ya que como sabemos las actividades de la logística son: Servicio al cliente, abastecimiento de productos, administración de inventarios, transporte (distribución), operaciones del almacén.

Todas estas actividades son procesos funcionales dentro de la preparación de flotas de distribución y es de acotar que el trabajo en conjunto por parte del gerente de abastecimiento, gerente de distribución, gerente de almacenamiento, gerente de mercadeo y gerente financiero debe ser llevado a cabo en un flujo lineal en donde todos tomen decisiones basándose en el cumplimiento de los requerimientos de los clientes, logrando alcanzar el máximo nivel de satisfacción del cliente.

Figura 22. **Proceso de distribución en un centro de productos lubricantes**



Fuente: elaboración propia.

4. GENERACIÓN DE LOS PROCESOS PRÁCTICOS PARA EL PROCESO DE ESTRUCTURACIÓN EN EL DESARROLLO DE UN CENTRO DE DISTRIBUCIÓN ENFOCADO EN LA ENTREGA TOTAL Y SATISFACCIÓN AL CLIENTE

Es por medio de los datos prácticos que se obtendrán resultados numéricos, los cuales son aplicables en el proceso funcional del centro de distribución, esto para poseer datos cuantitativos medibles.

4.1. Definición y descripción del proyecto de desarrollo de la estructura de un centro de distribución con la optimización del uso de bienes y tiempo para el proceso de distribución y la minimización de los costos de operaciones

Para la correcta creación de la estructura de un centro de distribución óptimo que garantice la entrega de productos al cliente, en su totalidad, que asegure la satisfacción de este, se deben de generar parámetros iniciales que definan correctamente lo que se desea alcanzar, ya que al tener lineamientos teóricos se puede proceder a determinar los lineamientos prácticos para así alcanzar el objetivo plasmado en el título.

4.1.1. Definición

La aplicabilidad de sistemas logísticos óptimos mediante el uso de decisiones subjetivas; toma de decisiones por parte de expertos y mediante el uso de decisiones objetivas; toma de decisiones por medio del uso de métodos

estadísticos y matemáticos para alcanzar conclusiones numéricas para lograr una distribución, dinámica, flexible y eficiente en la entrega total de productos abasteciendo un número creciente de clientes, los cuales solicitan la satisfacción de requerimientos más especializados y crecientes día con día.

4.1.2. Justificación

La satisfacción de necesidades conlleva que el centro de distribución se plantee nuevos métodos para cumplir con los requerimientos estipulados por las personas a las que se debe y fundamenta la empresa: los clientes; considerando la correcta aplicación de una ventaja competitiva que se fundamente en conocer al cliente y llegar a él cuando lo requiera, por supuesto tomando en consideración generar una respuesta rápida y eficiente ante la variable demanda, mediante la entrega total de productos, al menor costo posible.

4.1.3. Misión

Desarrollar una estructura de un plan de distribución óptimo con la finalidad de cumplir con los requerimientos de los clientes mediante el desarrollo de perfiles de clientes acorde a sus requerimientos y todo esto por medio de una serie de análisis matemáticos y estadísticos que permitan la formulación de soluciones numéricas que orienten a la gestión de conclusiones viables y de seguimiento continuo, teniendo una duración de largo plazo, integrándose en su totalidad dentro de la estructura funcional de la empresa.

4.1.4. Visión

Crear una estructura de un centro de distribución óptimo, el cual al ser aplicado genere inmediatamente beneficios económicos notables, de igual forma se elimine por completo la no entrega de productos, distribuyendo todos los productos estipulados al menor costo posible, generando la satisfacción total de todos los clientes que son atendidos.

4.1.5. Alcance

El centro de distribución óptimo tendrá como alcance de aplicabilidad a nivel global de la empresa ya que se integra a los sistemas de abastecimiento donde se integran las partes financieras, logísticas, mercadotecnia; así también se integran los procesos de preparación de flotas de distribución en donde se encuentran las actividades de servicio al cliente donde se genera la recepción de pedidos por parte del área de *contact center*, la creación de olas de *picking* generado por parte del encargado de rutas al mismo tiempo al crear olas de *picking* asigna vehículo, piloto y auxiliar encargado y responsable de cada ola; concretización de olas de *picking* llevadas a cabo por parte de los encargados de bodega quienes a su vez cargan y descargan tarimas, chequean olas de *picking* junto con el piloto; confirmación de ola, esto es llevado a cabo por el jefe de bodega; finalmente se aplica a los rubros de facturación en donde existe contacto directo con el cliente interno (pilotos y auxiliares) y cliente externo; también tendrá impacto en las partes de selección de proveedores en donde se crearán relaciones a largo plazo con la finalidad de poder crear despachos directos donde el proveedor puede ser el distribuidor, ya que puede que los productos pasen directamente a manos de los clientes sin pasar por la bodega, esto debido a la confianza y credibilidad que se creará por medio de la relación entre empresa-proveedor.

4.2. Determinación de la demanda esperada de un periodo de 5 años

Como punto de partida dentro del proceso de análisis para la determinación de un modelo de un centro de distribución óptimo, es imperativa la correcta obtención de datos pronosticados a futuro; el periodo de análisis es de 5 años esto con la finalidad de obtener resultados más exactos que si se analizaran únicamente 12 meses o 1 año.

Se analizará la demanda de los productos que compone la marca de lubricantes marca A y se agrupará la demanda del resto de productos de diversas marcas, también se nombrará como marca B, para poder observar los datos numéricos de los valores de demanda de las marcas A y B respecto a datos históricos y pronosticados, referirse al apéndice 1.

Como primer punto de análisis se desarrollaron los pronósticos en relación a la demanda actual en su periodo detallado con anterioridad de 41 meses, utilizando los modelos de regresión lineal, regresión logarítmica, regresión potencial, regresión exponencial, promedio móvil simple, modelo de atenuación exponencial simple, modelo de suavizado exponencial doble (método de Holt); se eligió el mejor método mediante el análisis del error porcentual absoluto.

La obtención del mejor método se generó mediante el análisis del error absoluto porcentual o *absolut percentage error* (APE), el cual se calcula mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$\text{Error absoluto porcentual (APE)} = \frac{\text{valor del error}}{\text{valor de la demanda mensual}}$$

La tabla con dichos datos luego de finalizar el proceso de realización de los pronósticos se muestra a continuación:

Tabla I. **Valores de APE con relación a la demanda versus los pronósticos en un periodo de 41 meses (febrero 2006 - junio 2009)**

Modelo usado en el pronóstico	Marca A	Marca B
	APE	APE
Regresión lineal	17 %	46 %
Regresión logarítmica	26 %	99 %
Regresión exponencial	17 %	22 %
Regresión potencial	25 %	68 %
Promedio móvil simple	18 %	34 %
Método de atenuación exponencial simple	19 %	23 %
Alisado exponencial doble	19 %	24 %

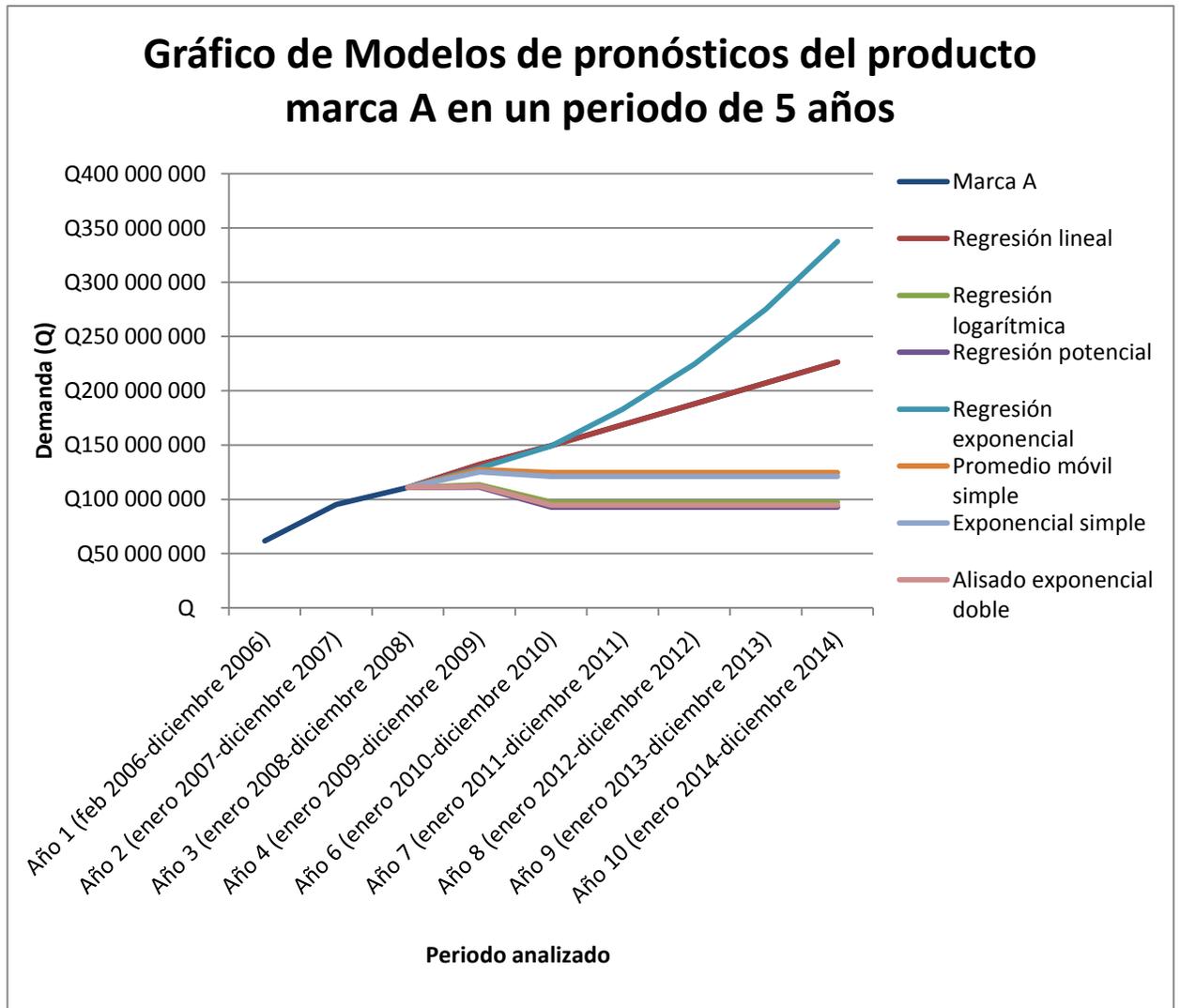
Fuente: elaboración propia.

Dentro del análisis, la agrupación que mejor se adecúa al desarrollo de un modelo óptimo de un centro de distribución sería la agrupación anual ya que permite tener una idea global del comportamiento de los requerimientos, en este caso el modelo que mejor se acopla al aumento de la demanda es el modelo de regresión lineal, tomando en cuenta que el modelo que se acerca en valores es la regresión exponencial; esta no se toma como un modelo de uso dentro del desarrollo de pronósticos, pues se debe tomar en cuenta que el crecimiento exponencial de un producto podría darse para un nuevo producto en su etapa de crecimiento y en este caso en ninguna de las marcas o agrupaciones de marcas se da de esta forma.

Si se toman en cuenta las condiciones actuales del petróleo, hacen considerar que el crecimiento no será tan acelerado, tal cual se diera en un crecimiento exponencial, y por análisis se descartan los modelos de Pronósticos de promedio móvil simple, método de atenuación exponencial simple y método de alisado exponencial doble, siendo estos métodos de análisis a corto plazo y no de un periodo tan largo como el que se está planteando.

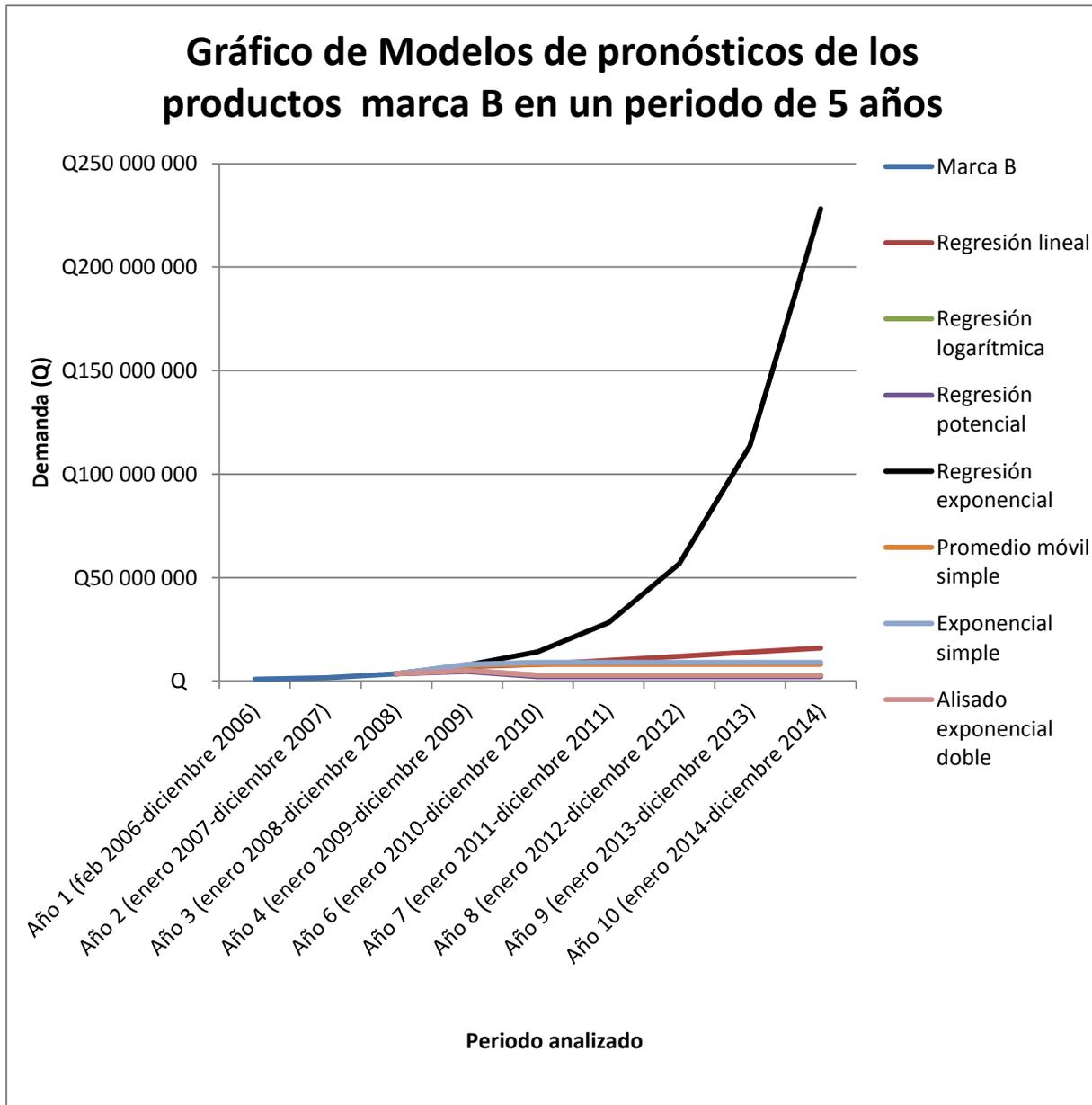
Por lo que se desarrollaron las siguientes gráficas: gráfico de modelos de pronósticos del producto de la marca A en un periodo de 5 años y gráfico de modelos de pronósticos del producto de la marca B en un periodo de 5 años que muestran las comparaciones entre los resultados de los valores de los pronósticos respecto al uso de los modelos mencionados anteriormente, para poder observar la tabla de valores con los pronósticos desarrollados anuales respecto al uso de los modelos previamente mencionados, referirse al apéndice 2.

Figura 23. Modelos de pronósticos de los productos de la denominada marca A en un periodo de 5 años



Fuente: elaboración propia.

Figura 24. Modelos de pronósticos de los productos de la denominada marca B en un periodo de 5 años



Fuente: elaboración propia.

4.3. Determinación de los niveles de inventario adecuados para el modelo del centro de distribución

Luego de determinar los pronósticos de la demanda, y teniendo en consideración el criterio de análisis del valor absoluto porcentual ($APE = \textit{absolut percentage error}$) y el corto tiempo de datos históricos obtenidos, se determina que el mejor método a utilizar para determinar futuras proyecciones es el método de regresión lineal adecuándose a las necesidades y expectativas de la creación del centro de distribución, enfocado en la entrega total de productos y garantía de la satisfacción del cliente.

Al tener el detalle de los pronósticos, se puede proceder a determinar los niveles de inventarios. Para ello se debe iniciar con la generación de la conversión de la demanda pronosticada de moneda nacional (Q) a medida de peso requerida en este caso en libras (Lbs).

Para mayor detalle de los resultados finales de la conversión (quetzales a libras), de los valores numéricos obtenidos en el pronóstico de los datos históricos previamente mencionados de la marca A y B expresados en libras y en moneda nacional (Q), referirse a los apéndices 4 y 5 en la tabla *datos de pronósticos expresados en libras y moneda nacional (Q) de los productos de la marca A (febrero de 2006 a diciembre de 2014)* y la tabla *datos de pronósticos expresados en libras y moneda nacional (Q) de los productos de la marca B (febrero de 2006 a diciembre de 2014)*.

En las tablas previamente mencionadas, se puede observar una columna con los datos de los pronósticos (Q) convertidos en libras; esto se pudo determinar mediante la agrupación de datos del periodo de 05/01/2009 – 31/03/2010 de las facturas de pedidos de los diversos productos requeridos

dentro del centro de distribución de lubricantes, los cuales se agruparon en marca A y marca B para así poder calcular el precio por libra (Q/Lb). Dicho resultado se obtuvo de la división del total de la venta en moneda nacional (Q) dividido la cantidad total de libras con base en la venta en quetzales, esto utilizado para la conversión de la demanda, los datos de ventas en Q y el peso de las mismas en Lbs se generaron por medio de SAP. Los resultados se muestran a continuación:

Tabla II. **Datos de conversión de demanda en libras y obtención del precio utilizado para la conversión**

Marca	Q	LB	PRECIO	COSTO	%MB 28 %		SOBRE PRECIO VENTA
					MB		
Marca A	68 152 344,40	5 702 232,91	11,95	8,61	3,35	28,00 %	
Marca B	15 241 545,20	1 604 076,21	9,50	6,84	2,66	28,00 %	

Fuente: elaboración propia.

Se tienen los datos del total de ventas expresados en quetzales (Q) y el peso total de dichas ventas expresado en libras (Lbs) de la marca A como del resto de productos denominados marca B; al dividir las ventas (Q) sobre el peso total (Lbs) se obtiene el precio de quetzales por libra vendida, de igual forma se obtiene el costo de generación de dichas ventas por medio de la consideración de un margen bruto del 28 % sobre el precio de venta, esto aplicado para lubricantes y definido por el gerente de logística, debido al historial del funcionamiento de la empresa, por lo que el costo sería igual a $\text{precio} \times (1 - \text{MB})$, el resultado de dicha fórmula es utilizado para establecer el costo de la política de inventarios, por lo que la nueva columna de la conversión de la demanda a libras se calcula mediante el desarrollo de la siguiente fórmula:

Conversión de demanda en (Q) a libras (Lbs.) = demanda (Q) ÷ precio (Q/Lbs.)

La tabla III muestra los valores anuales de demanda y proyecciones del periodo de febrero de 2006 a diciembre de 2014 en quetzales y libras de los productos de la marca A.

Tabla III. Datos de pronósticos expresados en libras y en moneda nacional (Q) de los productos de la marca A (agrupado anualmente)

MES	Demanda (Q)	Demanda (lbs.)	Pronósticos (Q)	Pronósticos (lbs.)
Año 1 (febrero 2006-diciembre 2006)	Q61 648 167,45	5 158 035,47		
Año 2 (enero 2007-diciembre 2007)	Q95 207 746,54	7 965 929,14		
Año 3 (enero 2008-diciembre 2008)	Q110 864 895,52	9 275 945,85		
Año 4 (enero 2009-diciembre 2009)			Q132 168 891,05	11 058 428,10
Año 6 (enero 2010-diciembre 2010)			Q149 396 665,01	12 499 857,31
Año 7 (enero 2011-diciembre 2011)			Q168 636 19057	14 109 607,60
Año 8 (enero 2012-diciembre 2012)			Q187 875 716,13	15 719 357,88
Año 9 (enero 2013-diciembre 2013)			Q207 115 241,69	17 329 108,17
Año 10 (enero 2014-diciembre 2014)			Q226 354 767,25	18 938 858,45

Fuente: elaboración propia.

De igual forma se muestra la tabla de la demanda anual de los productos denominados como marca B en el periodo de febrero de 2006 a diciembre de 2014:

Tabla IV. **Datos de pronósticos expresados en libras y en moneda nacional (Q) de los productos de la marca B (agrupado anualmente)**

Mes	Demanda (Q)	Demanda (lbs.)	Pronósticos (Q)	Pronósticos (lbs.)
Año 1 (febrero 2006-diciembre 2006)	Q915 502,53	96 350,85		
Año 2 (enero 2007-diciembre 2007)	Q1 582 003,00	166 495,81		
Año 3 (enero 2008-diciembre 2008)	Q3 485 127,15	366 787,58		
Año 4 (enero 2009-diciembre 2009)			Q6 899 654,69	726 145,00
Año 6 (enero 2010-diciembre 2010)			Q8 092 095,46	851 641,85
Año 7 (enero 2011-diciembre 2011)			Q10 045 858,51	1 057 263,05
Año 8 (enero 2012-diciembre 2012)			Q11 999 621,56	1 262 884,25
Año 9 (enero 2013-diciembre 2013)			Q13 953 384,60	1 468 505,45
Año 10 (enero 2014-diciembre 2014)			Q15 907 147,64	1 674 126,65

Fuente: elaboración propia.

En ambas tablas, la demanda real y la pronosticada (a partir del año 2009) se muestran tanto en quetzales (Q) o moneda nacional, en este caso como en libras (Lbs.), por lo que al tener dichos datos expresados y convertidos en libras (Lbs.) se procede entonces a determinar los modelos de inventarios para los productos de la marca A y para el resto de productos de los denominados marca B, esto con la finalidad de hallar el nivel ideal de servicio, en el cual se pueda obtener el inventario final que mejor se acople a las necesidades del centro de distribución.

Acotando que a partir de julio del año 2009 se restará la demanda pronosticada en libras.

Para poder determinar los ingresos, se consideraron los niveles de servicio de 99 %, 95 %, 90 %, 85 % y 80 % siendo sus valores respecto a la tabla de distribución normal 2,33, 1,64, 1,28, 1,03 y 0,84, respectivamente.

Al multiplicar cada uno de los valores generados en la tabla normal acorde a su porcentaje de nivel de servicio por un promedio del rango móvil de residuales, el cual es calculado mediante el valor absoluto de las diferencias de los residuales generados entre meses en un período de febrero 2006 a junio del año 2009 siendo este el periodo en el que se pueden restar los datos históricos (Lbs.) versus los datos pronosticados (Lbs.), se determina finalmente la cantidad en libras de reserva que se tiene acorde al nivel de servicio calculado.

Lo descrito anteriormente se muestra a continuación en fórmulas que fueron utilizadas para determinar la cantidad de libras de reserva:

$$\text{Residual} = \text{valor histórico (Lbs.)} - \text{valor pronosticado (Lbs.)}$$

El valor residual es lo que sobra o lo que hace falta en libras (Lbs.) en comparación de los datos pronosticados con relación a los datos reales o históricos en el periodo de febrero de 2006 a junio de 2009 que es el periodo en el que se tienen datos históricos.

Por lo que el rango móvil de residuales sería:

$$\text{Rango móvil de residuales} = \text{valor absoluto (residual del mes}_{n+1} - \text{residual del mes}_n)$$

Este es el móvil de los residuales que muestra la diferencia entre dos meses, corriendo un mes en cada diferencia.

En la tabla V se muestra un ejemplo del cálculo de residuales dentro del inventario en el centro de distribución de lubricantes:

Tabla V. **Ejemplo de cálculo de residuales dentro del inventario**

Residual	Rango móvil de residuales
-49 685,41	
170 406,72	220 092,13
-175 574,83	345 981,55

Fuente: elaboración propia.

El rango móvil de residuales de 220 092,13 lbs. es hallado mediante el valor absoluto de la resta entre $170\ 406,72 - (-49\ 685,41) = 220\ 092,13$, y el siguiente rango residual es igual a $|-175\ 574,83 - (170\ 406,72)| = 345\ 981,55$ lbs.

De esta forma en el periodo de análisis se extrae el promedio del rango residual y este es multiplicado por el valor del nivel de servicio mostrado en la tabla normal acorde a su respectivo porcentaje y así se obtiene la cantidad en libras que deben mantenerse en reserva.

Cantidad de libras en reserva acorde a su nivel de servicio = promedio de rango residual \times valor de la tabla normal acorde al nivel de servicio

Por lo que para poder observar el ejemplo de cómo calcular la cantidad de libras en reserva acorde a su nivel de servicio referirse al apéndice 6 en la *tabla datos de las cantidades en libras de la reserva en relación al porcentaje del nivel de servicio (%)*.

Por lo que para poder hallar los ingresos, los cuales son el valor absoluto de los requerimientos a determinado nivel de servicio se debe determinar por último el nivel de reserva o SS de cada mes con los valores pronosticados en libras, teniendo en consideración la cantidad de cada uno de los niveles de servicio predeterminados en este caso el nivel de reserva sería entonces:

$$\text{Nivel de reserva (SS)} = \text{valores pronosticados (Lbs.)} + \text{valor de reserva acorde al porcentaje de nivel de servicio}$$

Por lo que ahora se procede a encontrar el valor de los requerimientos mensuales con cada uno de los porcentajes de niveles de servicio, esto tomando en consideración una compra mínima de 35 000,00 libras, por lo cual la fórmula sería:

$$\text{Requerimientos con un nivel de servicio (\%)} = (\text{inventario inicial} - \text{valor de demanda histórica} - \text{nivel de reserva (SS)} \div \text{compra mínima}) \times \text{compra mínima}$$

Y de esta forma se hallan mensualmente cada una de las variables teniendo en consideración que a partir de julio del 2009 se toman los datos pronosticados en libras para el análisis, en el desarrollo del centro de distribución.

La tabla VI muestra los resultados de los inventarios finales de los productos de la marca A utilizando las fórmulas mencionadas anteriormente:

Tabla VI. **Datos de la tabla resumen del inventario final expresado en libras de los productos de la marca A en relación al nivel de servicio prestado**

Nivel servicio	INV final lbs.
99 %	2 044 872,07
95 %	1 939 872,07
90 %	1 869 872,07
85 %	1 834 872,07
80 %	1 799 872,07

Fuente: elaboración propia.

La tabla VII muestra los resultados de los inventarios finales de los productos de la marca B.

Tabla VII. **Datos de la tabla resumen del inventario final expresado en libras de los productos de la marca B en relación al nivel de servicio prestado**

Nivel servicio	INV final lbs.
99 %	159 370,51
95 %	155 815,51
90 %	153 960,51
85 %	152 671,51
80 %	151 692,51

Fuente: elaboración propia.

De esta forma se puede determinar el costo de inventario, el costo de ventas perdidas y el costo de política de inventario sabiendo que el costo de almacenaje por libra para los productos de la marca A es de 8,61 Q/Lbs. y el del resto de los productos dentro de la marca B es de 6,84 Q/Lbs.; los costos son determinados mediante las siguientes fórmulas:

$$\text{Costo de inventario} = \text{promedio del primer año del inventario final con datos pronosticados} \times \text{costo (Q/lb)} \times 30 \%$$

Al determinar el costo de inventario se debe agregar un porcentaje del 30 %, siendo este porcentaje el valor agregado necesario que permite considerar todos los productos dentro de la bodega como inventario sin vender, o por el tiempo que los productos se encuentran dentro de la bodega sin movimiento, este porcentaje se debe considerar dentro de los lineamientos de la logística en el proceso de creación del centro de distribución.

$$\text{Costo de ventas perdidas} = \text{suma del primer año del pronóstico de demanda} \times (1 - \text{porcentaje del nivel de servicio (\%)}) \times 0,20$$

En este caso es de acotar que se agrega un 0,20 en valor real o expresado en porcentaje un 20 % del costo respecto a ventas perdidas posibles a ser generadas, esto con la finalidad de tener unidades en *stock*; dicho porcentaje permite tener unidades para cubrir las posibles necesidades existentes por ventas no realizadas o perdidas.

$$\text{Costo de política de inventario} = \text{costo de inventario} + \text{costo de ventas perdidas}$$

Luego de emplear las fórmulas anteriores, se obtienen los valores de los costos de inventarios, costos de ventas perdidas y costo político de inventario para los productos de la marca A y B, mostrados a continuación:

Tabla VIII. Datos de los costos (Q) respecto al análisis de inventarios en relación a los productos de la marca A

Nivel servicio	INV final Lbs (Dic. 2014)	Promedio de pronóstico de inventario final Jul 09 - Jun 10 (12 meses)	Pronóstico de demanda Jul 09 - Jun 10 (12 meses)	Costo inventario	Costo ventas perdidas	Costo política inventario	
99 %	2 044 872,07	1 382 285,11	139 776 900	Q3 570 442,45	Q279 553,80	Q3 849 996,25	Costo 8,61
95 %	1 939 872,07	1 265 681,51	139 776 900	Q3 269 255,34	Q1 397 769,00	Q4 667 024,36	
90 %	1 869 872,07	1 204 464,61	139 776 900	Q3 111 132,10	Q2 795 538,00	Q5 906 670,14	
85 %	1 834 872,07	1 160 738,27	139 776 900	Q2 998 186,94	Q4 193 307,00	Q7 191 494,01	
80 %	1 799 872,07	1 131 587,36	139 776 900	Q2 922 890,16	Q5 591 076,00	Q8 513 966,25	

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. Datos de los costos (Q) respecto al análisis de inventarios en relación a los productos de la marca B

Nivel servicio	INV final Lbs (Dic. 2014)	Promedio de pronóstico de inventario final Jul 09 - Jun 10 (12 meses)	Pronóstico de demanda Jul 09 - Jun 10 (12 meses)	Costo inventario	Costo ventas perdidas	Costo política inventario	
99 %	159 370,51	74 423	7 115 215	Q152 715,70	Q14 230,43	Q166 946,13	Costo 6,84
95 %	155 815,51	70 867	7 115 215	Q145 418,46	Q71 152,15	Q216 570,60	
90 %	153 960,51	69 011	7 115 215	Q141 611,30	Q142 304,30	Q283 915,58	
85 %	152 671,51	67 723	7 115 215	Q138 967,66	Q213 456,45	Q352 424,08	
80 %	151 692,51	66 744	7 115 215	Q136 958,21	Q284 608,60	Q421 566,77	

Fuente: elaboración propia.

Por lo que se concluye respecto al inventario que se tendrá en el periodo de febrero 2006 a diciembre 2014, tomando en consideración el nivel de reserva (SS) de un 99,00 % ya que este genera un costo de ventas perdidas menor en relación al resto del manejo de los niveles de reserva (SS).

Para poder observar los inventarios anuales finales respecto a los productos de la marca A y marca B observar las siguientes tablas:

Tabla X. **Datos del inventario final (libras) definido con un nivel de servicio del 99 % de los productos de la marca A**

Mes	Inventario final (Lbs.)
Año 1 (febrero 2006-diciembre 2006)	1 472 025,12
Año 2 (enero 2007-diciembre 2007)	1 679 894,55
Año 3 (enero 2008-diciembre 2008)	1 897 410,88
Año 4 (enero 2009-diciembre 2009)	2 107 247,80
Año 6 (enero 2010-diciembre 2010)	2 323 258,15
Año 7 (enero 2011-diciembre 2011)	2 539 702,89
Año 8 (enero 2012-diciembre 2012)	2 751 880,51
Año 9 (enero 2013-diciembre 2013)	2 969 124,33
Año 10 (enero 2014-diciembre 2014)	3 186 767,70

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Datos del inventario final (libras) definido con un nivel de servicio del 99 % de los productos de la marca B**

Mes	Inventario final (Lbs.)
Año 1 (febrero 2006-diciembre 2006)	24 240,41
Año 2 (enero 2007-diciembre 2007)	50 513,75
Año 3 (enero 2008-diciembre 2008)	77 930,04
Año 4 (enero 2009-diciembre 2009)	105 346,31
Año 6 (enero 2010-diciembre 2010)	132 762,58
Año 7 (enero 2011-diciembre 2011)	160 178,71
Año 8 (enero 2012-diciembre 2012)	187 594,93
Año 9 (enero 2013-diciembre 2013)	215 010,82
Año 10 (enero 2014-diciembre 2014)	242 427,20

Fuente: elaboración propia.

Por lo que al tener el inventario final con el que se contará cada año y en cada mes se puede desarrollar el proceso de determinación de los requerimientos mensuales y anuales respecto al entorno de un centro de distribución; es decir, que se podrá determinar el requerimiento respecto a los siguientes elementos:

- No. de contenedores mensuales
- No. *pallets*
- *Pallets* en Lbs
- Área requerida en mts² para almacenaje
- Volumen en mts³

Tomando en consideración los siguientes factores de conversión:

1 contenedor = 40 000 libras

1 contenedor = 20 *pallets*

1 pallet = 2 000 libras

Altura pallet = 1,60 mts

Área pallet = 1,20 mts²

Volumen pallet = 1,92 mts³

Por lo que el número de contenedores requeridos por mes, número de pallets por mes, el área requerida en mts² para almacenaje y el cubicaje en mts³, se calculan de la siguiente forma:

$$\text{No. contenedores por mes} = \text{Inv. final mensual (Lbs.)} \div \text{capacidad del contenedor (Lbs.)}$$
$$\text{No. pallets por mes} = \text{No. contenedores por mes} \times \text{capacidad de pallets por contenedor}$$
$$\text{Área requerida en mts}^2 \text{ por mes} = \text{No. de pallets por mes} \times \text{área de una pallet (mts}^2\text{)}$$
$$\text{Cubicaje requerido en mts}^3 \text{ por mes} = \text{No. pallets por mes} \times \text{cubicaje de una pallet en mts}^3$$

Por lo que por medio de los cálculos anteriores se obtendrán resultados respecto a las dimensiones requeridas en función del número de pallets a almacenar, de acuerdo al inventario final por mes que se tenga en un centro de

distribución; para el cálculo anual se deberá desarrollar un promedio del total de los resultados mensuales.

Existe un proceso de cálculo que debe generarse luego de desarrollar el área requerida total respecto al inventario final o denominado requerimientos dentro del centro de distribución y es un proceso más específico tomando en consideración las especificaciones del inventario final previamente determinado en libras y este es el cálculo de espacio de piso de tarimas, el desarrollo de este proceso determinará los metros cuadrados necesarios para almacenar un cierto número de tarimas, en este caso tomando en consideración la demanda anual (Lbs.) y comparando los espacios que ocupan los sistemas de almacenamiento: almacenamiento a piso, selectivo, doble profundidad y *drive-in*.

Por lo que el espacio de piso para tarimas se calcula mediante el desarrollo de los siguientes procesos, tomando en consideración las conversiones mostradas en la página 76.

También se considera que los metros²/tarima Acorde al sistema de almacenamiento son:

- Sistema de almacenamiento a piso: 2,7 mts²/tarima
- Sistema de almacenamiento selectivo: 0,9 mts²/tarima
- Sistema de almacenamiento doble profundidad: 0,65 mts²/tarima
- Sistema de almacenamiento *drive-in*: 0,57 mts²/tarima

Este análisis se genera acorde a los espacios disponibles en cada uno de los sistemas de almacenamiento y del área de una tarima.

Dentro del análisis del desarrollo del cálculo de espacio de piso para tarimas se muestran las necesidades principales que deben ser determinadas para así finalmente obtener el resultado del espacio de piso para tarimas con cada uno de los sistemas de almacenamiento previamente descritos, dichos procedimientos se muestran a continuación.

Se genera una agrupación de ventas anuales mostradas en libras respecto al periodo de análisis que en este caso es de febrero del año 2006 a diciembre del año 2014; se toman en consideración las marcas en comparación, las cuales en este caso son marca A y el resto de productos denominados como marca B. Se tienen los valores de los inventarios promedio, los cuales son los valores de los inventarios finales previamente calculados utilizando el nivel de reserva del 99 %.

Por ello se procede al cálculo del promedio de tarimas, generadas en el periodo de análisis, el cual es el resultado de la conversión del inventario promedio a tarimas sabiendo que 1 contenedor = 40 000 lbs. y 1 contenedor = 20 tarimas.

$$\text{Promedio de tarimas} = (\text{inventario promedio (lbs.)} / 40\,000 \text{ lbs.}) \times 20$$

tarimas

Se toma en consideración una razón del pico respecto al inventario promedio, esto con el objetivo de generar un nivel de seguridad respecto a los productos almacenados y así evitar la creación de faltantes.

$$\text{Razón de pico respecto al inventario promedio} = 1,08$$

También se debe considerar un porcentaje (%) de pico para la planificación que ayudará a determinar la capacidad efectiva de

almacenamiento de tarimas dentro del centro de distribución, este porcentaje es considerado de un 93,00 %.

Porcentaje (%) del pico para la planificación = 0,93

De igual forma se considera un factor del 85 % de utilización de sitios para almacenamiento de tarimas, esto definido mediante análisis de utilización en los centros de distribución, respecto al porcentaje de sitios empleados al almacenar tarimas, este es un porcentaje usual.

Máxima utilización de almacenamiento = 85,00 %

Se procede entonces a determinar el inventario pico de tarimas, dicho factor es utilizado ya que usualmente hay desbalances entre la oferta y la demanda de productos, que por la naturaleza del negocio se pueden tener excedentes de inventarios sobre el ideal de un 8 % por periodos de 4 meses por lo que el almacén debe de tener la capacidad de absorberlo. Por lo tanto, se generará una cantidad de inventario de tarimas aplicando el 1,08 de seguridad respecto a la razón del pico con respecto al inventario promedio, esto con el objetivo de evitar faltantes durante el proceso de demanda, por lo que el inventario pico de tarimas es el resultado entre la multiplicación del inventario promedio de tarimas por la razón del pico con respecto al inventario promedio.

Inventario pico de tarimas = promedio de tarimas × razón del pico con respecto al inventario promedio

Luego se calcula la capacidad efectiva de almacenamiento de tarimas, el cual será la cantidad efectiva o real acorde a la demanda de lo que se almacenará expresado en tarimas en el tiempo analizado.

La capacidad efectiva de almacenamiento de tarimas es igual al resultado de la multiplicación del inventario pico de tarimas por el porcentaje (%) de pico de planificación.

$$\text{Capacidad efectiva de almacenamiento de tarimas} = \text{inventario pico de tarimas} \times \text{porcentaje (\%)} \text{ del pico para la planificación}$$

Por lo que al tener los resultados anteriores se procede a determinar los sitios requeridos para el almacenamiento de tarimas, los cuales son los espacios requeridos dentro de la bodega de almacenamiento para que puedan ser almacenadas correctamente y en su totalidad; estos sitios se calculan mediante la división de la capacidad efectiva de almacenamiento de tarimas entre la densidad de almacenamiento (85 %).

$$\text{Sitios requeridos para el almacenamiento de tarimas} = \text{capacidad efectiva de almacenamiento de tarimas} \div \text{densidad de almacenamiento (85 \%)}$$

Al tener todos los datos anteriores en el periodo analizado, el cual en este caso es de febrero 2006 a diciembre 2014 se procede a determinar el requerimiento del espacio de piso para el almacenamiento de tarimas mediante la siguiente fórmula:

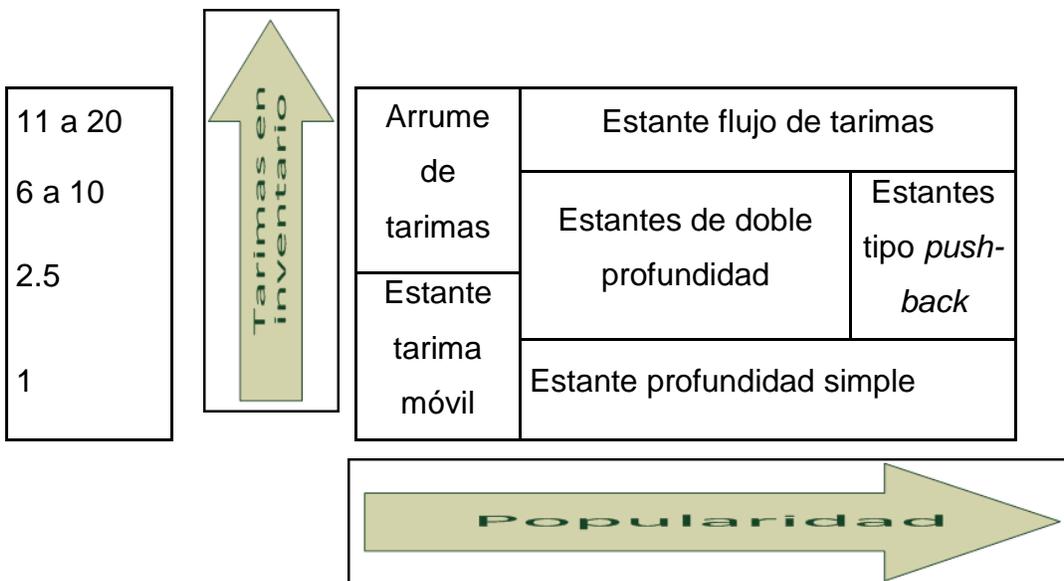
$$\text{Requerimiento de espacio de piso para el almacenamiento de tarimas} = \text{sitios requeridos para tarimas (de acuerdo del método de almacenamiento elegido)} \times \text{densidad de almacenamiento (de acuerdo del método de almacenamiento elegido)}$$

Por otro lado los sitios requeridos para tarimas de acuerdo al método de almacenamiento elegido en función de los cálculos anteriores, se determinan conforme al porcentaje obtenido dentro de la curva de pedidos ABC.

Dicho porcentaje se determinará en el siguiente inciso, generando así el porcentaje de popularidad de demanda dentro los métodos de almacenamiento *drive-in*, doble profundidad, simple que son los sistemas de almacenamiento utilizados por preferencia por su funcionalidad y aplicabilidad dentro de cualquier centro de distribución.

Como forma de representación gráfica respecto al análisis de los sistemas de almacenamiento en tarimas. Se puede observar en la figura 25 los mejores métodos de almacenamiento de productos en función del número de tarimas en inventario y su popularidad; por ejemplo, se observa que el mejor método de almacenamiento de entre 2,5 a 20 tarimas en inventario pero con baja popularidad es el método de arrume de tarimas, mientras que el mejor método de almacenamiento para 2,5 a 10 tarimas en inventario y un alto nivel de popularidad es el de estantes tipo *push-back*.

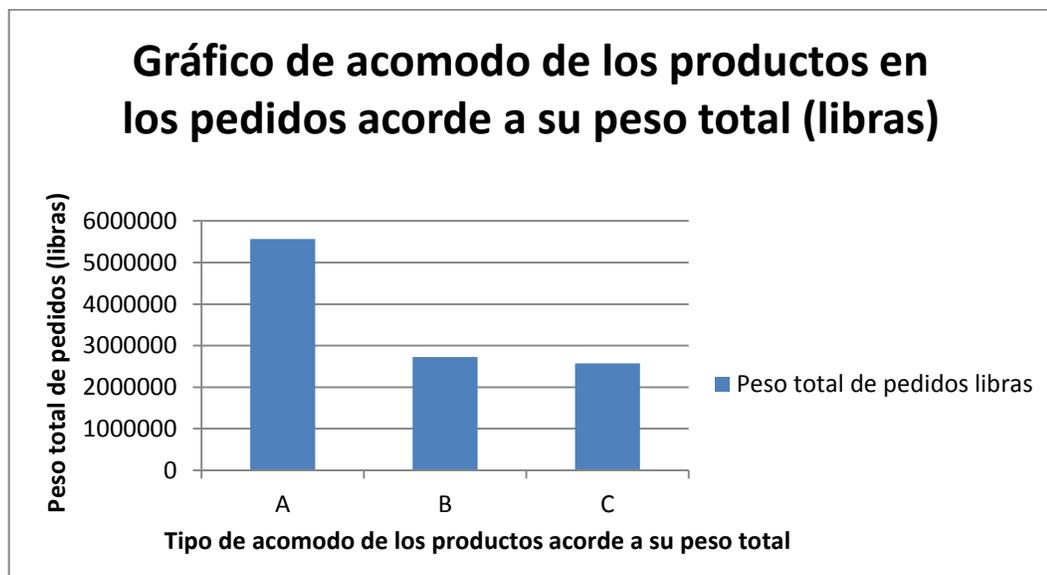
Figura 25. **Métodos de almacenamiento acorde a su nivel de tarimas en inventario y popularidad**



Fuente: elaboración propia.

Y a manera de aprendizaje y mayor detalle gráfico respecto al acomodo de los pedidos, en función de su importancia definidos por la curva de pedidos ABC, la siguiente gráfica muestra la clasificación de los productos ABC: los productos de la clasificación A son los que poseen mayor inventario y mayor popularidad; los productos de la clasificación B de medio inventario y popularidad y los productos de clasificación C poseen menor popularidad e inventario. La gráfica representa también el acomodo de los pedidos de los productos acorde a su peso total (Lbs.), entre mayor peso y mayor número de pedidos esto equivale a mayor importancia y, por ende, un acomodo de los productos de mayor importancia clasificados bajo la categoría A, y así sucesivamente hasta concluir con la clasificación de los productos bajo la categoría C en donde se clasifican los productos con menor pedido y menor peso.

Figura 26. **Gráfico de acomodo de los productos en los pedidos acorde a su peso total**



Fuente: elaboración propia.

Es importante destacar que la densidad de almacenamiento son los metros cuadrados por tarima, por lo que en cada método de almacenamiento la densidad cambia.

Se debe mencionar que la densidad de almacenamiento y los requerimientos de espacio de piso expresados en Mts² se podrán determinar luego de proceder con los cálculos de los porcentajes de la curva ABC que es la clasificación de los productos acorde a su importancia o popularidad, lo cual se desarrolla en el siguiente inciso.

4.4. Determinación de formas de demanda mediante el análisis de los productos ABC

Se procederá a determinar los porcentajes de clasificación de productos en cada uno de los sistemas de almacenamiento: *drive-in*, profundidad simple y doble profundidad para finalmente proceder a determinar los mts² necesarios en cada uno de los sistemas así como de los sitios necesarios para poder almacenar la demanda generada dentro del pronóstico de datos. Para poder determinar la clasificación de los productos ABC se debe determinar inicialmente los datos del acomodo inteligente de la totalidad de productos dentro del centro de distribución: los productos de marca A y el resto de productos denominados marca B, por lo que se procede con el análisis.

Se toman los datos consolidados de un periodo de 01/01/2009 a 31/03/2010 de las facturas generadas dentro del centro de distribución, considerando entonces un periodo de 454 días o de 15,13 meses.

Se puede observar a detalle los estadísticos del acomodo inteligente, símbolos y unidades de medida referirse al apéndice 9 en la tabla *Variables*

dentro del análisis del proceso de clasificación dentro de la curva ABC sobre el acomodo inteligente de los productos.

Por lo que en cuestiones del análisis respecto al modelo del centro de distribución óptimo basado en la estructura funcional de un centro de distribución de lubricantes, las variables mostradas en el apéndice 9 se aplicarían y se obtendrían de la siguiente forma:

Dentro del análisis las unidades despachadas por periodo (T) son determinadas mediante el detalle de las facturas, en este caso entre los códigos que se tengan por producto y así determinar la cantidad de unidades despachadas en el periodo de 454 días.

La popularidad (P) se define como las veces en que se repite el pedido de cierto producto, por lo que en concreto se define a P como el número de veces que se solicita un producto en este caso determinado mediante el código del producto, perteneciente a la marca A o marca B.

Después se debe extraer el dato del peso unitario promedio expresado en libras de cada producto o código analizado, el cual va a ser denotado bajo la letra C.

Luego se procede a determinar el movimiento de libras (V), el cual será utilizado para determinar el modo apropiado de almacenamiento y la asignación de espacio en el modo de almacenamiento y este es igual a:

$$V = T \times C$$

V: unidades despachadas en el periodo de 454 días multiplicado por el promedio de peso unitario expresado en libras.

La unidad de medida sería mostrada como libras/periodo. También es posible determinar el movimiento de tarimas dentro del centro de distribución el que es igual a:

$$\text{Movimiento de tarimas} = V \div \text{periodo analizado (meses, días o años)} \div 2000 \text{ Lbs.}$$

Finalmente se determina la densidad de preparación (D) que servirá para la clasificación de los productos cuya densidad de preparación sea mayor a ubicarse en los sitios de preparación más accesibles, por lo que la determinación de la densidad de preparación (D) sería la siguiente:

$$D = P \div V$$

D : popularidad o solicitudes de los productos en un tiempo determinado en este caso 454 días o 15,13 meses dividido entre el movimiento de libras generado en el mismo periodo.

La unidad de medida sería mostrada como pedidos/libra. También es posible determinar la densidad de preparación de tarimas dentro del centro de distribución el que es igual a:

$$\text{Densidad de preparación de tarimas} = \text{popularidad (P)} \div \text{movimiento de tarimas}$$

Esta generaría una unidad de medida de solicitudes / tarima.

Al tener el movimiento de libras dentro de la demanda se procede a analizar el inventario promedio expresado en libras de lo que se tendría por código de producto y esto responde a :

$$\text{Inventario promedio de libras por mes} = (V (\text{mov. de libras}) \div 454 \text{ Días}) \times 365 \text{ días del año} \div 12 \text{ meses}$$

Por cuestiones de análisis dentro de este trabajo de tesis se toma en consideración un periodo de análisis dentro de la consolidación de facturas por 454 días, convirtiendo las unidades de diarias a mensuales.

Luego de obtener el resultado del inventario promedio de libras por mes se procede a determinar las solicitudes por mes de cada uno de los productos teniendo en consideración que el periodo de análisis es de 454 días o 15,33 meses en este caso redondeado sería de 15 meses por lo que las solicitudes por mes se determinan mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$\text{Solicitudes por mes (P}_m) = P (\text{solicitudes en el periodo de análisis}) \div \text{período en cuestión mensual (15 meses en este caso)}$$

Lo que mostraría el resultado bajo las unidades de medida de solicitudes/mes.

Finalmente agregando al análisis se debe determinar el número de tarimas en inventario por mes para poder tener un control más detallado en cantidades mayores del espacio a utilizar dentro del centro de distribución.

Así es que el número de tarimas en inventario por mes se determina mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$\text{Número de tarimas en inventario por mes} = \frac{\text{inventario libras promedio por mes}}{2\,000 \text{ Libras}}$$

Ya que se sabe que 2 000,00 libras es equivalente a 1 tarima.

Al tener todos los resultados de las variables anteriores se concluye que se ha generado la base numérica del acomodo inteligente de los productos con base en su movimiento dentro de la bodega.

Se procede a determinar el tipo de almacenamiento, ya sea *drive-in*, doble profundidad y almacenamiento simple, así como su respectivo porcentaje de movimiento de libras esto determinado de acuerdo a su popularidad mensual (solicitudes por mes P) y el número de tarimas en inventario por mes, se tomó en consideración la popularidad mensual, ya que como se definió anteriormente son las veces que se repite el pedido de cierto producto; esto dará un mejor alcance respecto a los pedidos del cliente respecto a un sector de productos en específico debido a su repetitividad y también se toman en consideración el número de tarimas en inventario por mes, pues este permitirá saber la cantidad en libras (1 tarima = 2 000 libras) medido en tarimas de lo que se cuenta en la bodega para que de esta forma se evite todo tipo de faltantes y, por ende, la falta de entrega de productos.

Seguidamente, para determinar a qué sistema de almacenamiento se le deben agregar las cantidades de porcentaje acorde a su clasificación ABC, se consideraron los siguientes criterios: se clasifican los productos A, cuando su popularidad es min. 100 máx. mayor a 100 y número de tarimas en inventario por mes mínimo 10, máximo mayor a 10; productos B su popularidad es mínimo 50 máximo 100 y número de tarimas en inventario min. 5 y máx. 10.

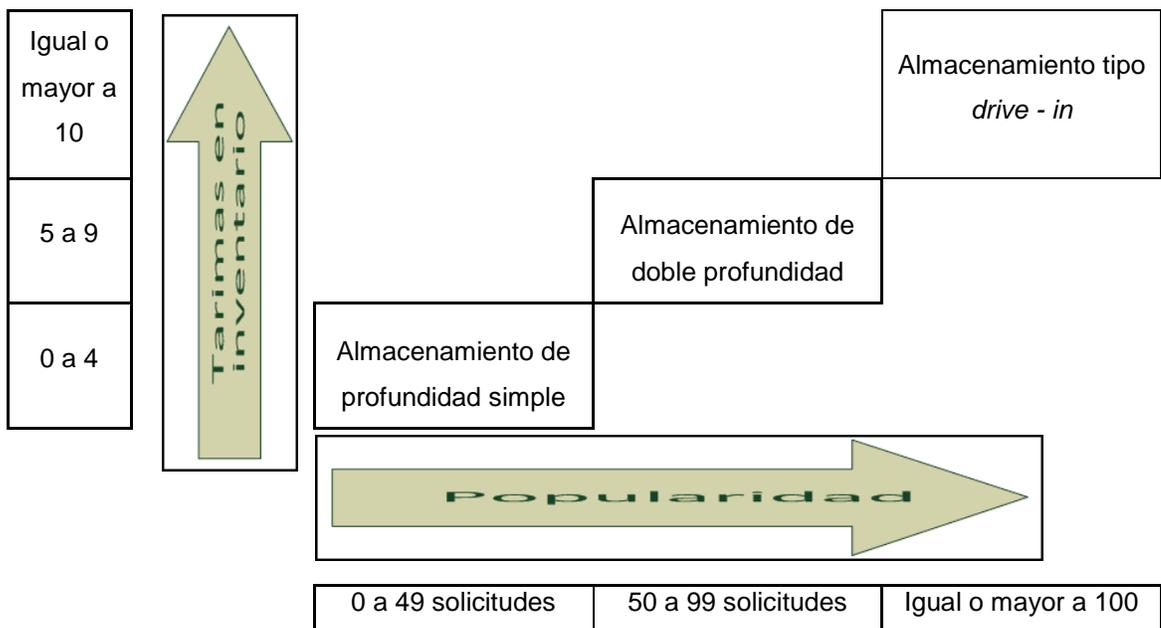
Figura 27. **Valores del criterio de análisis de la popularidad de pedidos dentro del proceso de distribución**

Popularidad		Tarimas	
Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
100	<100	10	<10
50	100	5	10
>100	50	>10	5

Fuente: elaboración propia.

Para que el análisis anterior pueda ser entendido se creó el siguiente gráfico que representa la comparación entre el número de tarimas versus la popularidad y su respectivo método de almacenamiento:

Figura 28. **Análisis de los métodos de almacenamiento con base en los criterios de número de tarimas en inventario vs solicitudes (popularidad)**



Fuente: elaboración propia.

Teniendo en consideración que para la clasificación de los productos de acuerdo a su popularidad como ABC y el sistema de almacenamiento, los criterios son los siguientes:

- En el modelo de almacenamiento *drive-in* únicamente se almacenarán productos de clasificación A, ya que son los que presentan mayor popularidad y el movimiento de tarimas mensuales se presenta en cantidades grandes, por lo que el mejor modelo de almacenamiento sería el *drive-in* por su capacidad de almacenar productos con un alto índice de demanda.
- En el modelo de almacenamiento de doble profundidad, únicamente se almacenarán productos de clasificación B, ya que presentan intervalos de popularidad y de almacenamiento de tarimas en cantidades promedio.
- En el modelo de almacenamiento simple, únicamente se almacenarán productos de clasificación C, son los productos con poco movimiento dentro de la bodega.

Por tanto, para obtener los datos numéricos se debe calcular la popularidad o solicitudes por mes, así como el número de tarimas en inventario por mes, teniendo los datos previamente calculados del inventario en libras obtenido mediante el manejo de residuales y la curva normal.

Al tener los datos mencionados con anterioridad, se realiza una comparación bajo los criterios de la curva ABC para definir el sistema de almacenamiento al que pertenece cada código de los productos; al contar con dicha clasificación de los sistemas de almacenamiento se determina el

porcentaje de movimiento de libras, el cual permitirá saber qué porcentaje pertenece a cada clasificación de acomodo.

Ya sea respecto a la clasificación A si el sistema de almacenamiento es *drive-in*, B si el sistema de almacenamiento es de profundidad doble y C si el sistema de almacenamiento es simple.

La fórmula para determinar el porcentaje de movimiento de libras mensual se describe a continuación:

$$\text{Porcentaje de movimiento de libras} = \frac{\text{inventario de libras promedio de cada código de los productos de la marca A, marca B y marca C, mensual}}{\sum \text{valores del inventario de libras promedio}} \times 100$$

Obteniendo así el siguiente detalle del resultado final:

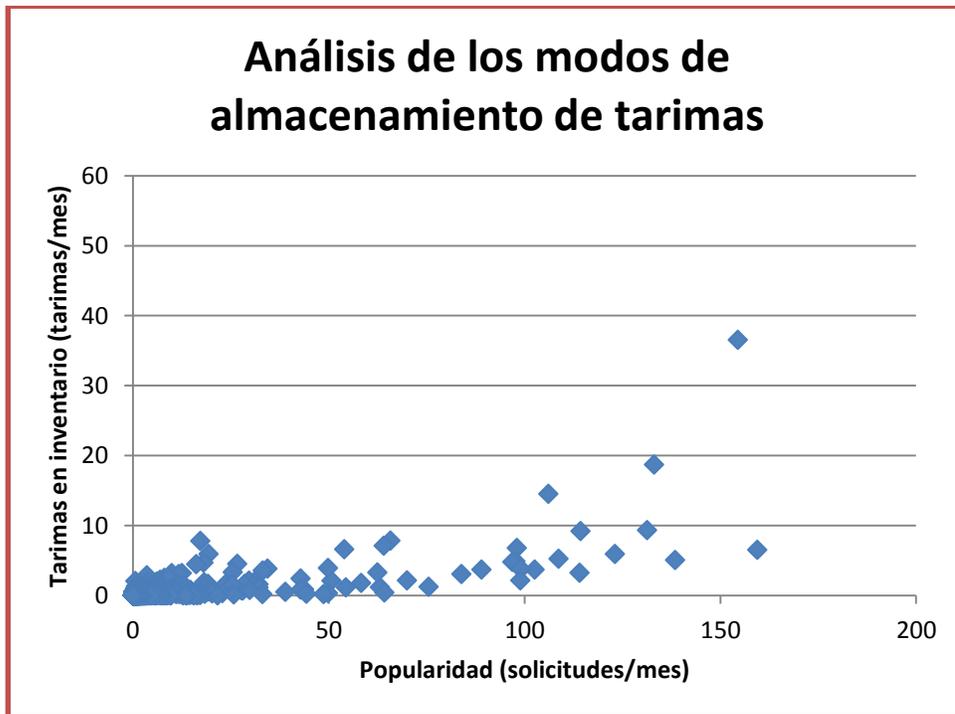
Tabla XII. **Sumatoria de porcentajes de movimiento de libras acorde a la clasificación del producto**

Tipo de almacenamiento, según porcentaje de mov. de libras		Importancia
Drive-in	40 %	A
Doble	24 %	B
Simple	36 %	C

Fuente: elaboración propia.

Gráficamente los resultados serían mostrados de la siguiente forma:

Figura 29. **Análisis de los modos de almacenamiento de tarimas en relación a la popularidad de los productos (solicitudes/mes)**



Fuente: elaboración propia.

La gráfica anterior muestra la dispersión de los productos con base en su popularidad (solicitudes / mes) y el número de tarimas en inventario (tarimas / mes), en el cual la separación de productos es escasa; se puede observar que los productos acomodados dentro de la categoría C poseen un 36,00 % de porcentaje de movimiento de libras y esto se observa en el gráfico que muestra la mayoría de coordenadas aglomeradas por debajo de 50 solicitudes/mes y por debajo de 10 tarimas/mes, mientras que en la clasificación B se observa un

24 % de porcentaje de movimiento de libras y la clasificación A se observa un 40 % de porcentaje de movimiento de libras.

Con los datos anteriores se procede a calcular finalmente los sitios necesarios a utilizar acorde al inventario consolidado medido en libras (suma de productos de la marca A y marca B) en cada uno de los modelos de almacenamientos preestablecidos, así como el requerimiento de espacio de piso expresado en metros cuadrados para la optimización del uso de las dimensiones físicas de la bodega en el centro de distribución, dicho procedimiento se muestra a continuación.

Se toman en consideración los metros cuadrados/tarima y el número de espacios por cada 20 tarimas, acorde a los modelos de almacenamiento:

Tabla XIII. Área por tarima almacenada y espacios requeridos por cada 20 tarimas acorde al modelo de almacenamiento utilizado

A piso o arrume de tarimas	Método selectivo	Método a doble profundidad	Método de drive-in
Mts ² / tarima	Mts ² / tarima	Mts ² / tarima	Mts ² / tarima
2,7	0,9	0,65	0,57
Mts ² por cada 20 tarimas	Espacios por cada 20 tarimas	Espacios por cada 20 tarimas	Espacios por cada 20 tarimas
54	18	13	11

Fuente: elaboración propia.

Por lo que se procede a consolidar los datos del inventario pico de tarimas calculados con anterioridad de todos los productos almacenados en la bodega, ubicada dentro del centro de distribución.

Luego se procede a determinar los valores de los sitios requeridos para almacenar las tarimas consolidadas anualmente; respecto al porcentaje de movimiento de libras en cada una de sus clasificaciones de productos de la curva ABC, los cuales son determinados mediante el desarrollo de las siguientes fórmulas:

Sitios requeridos en el modelo de almacenamiento drive in = sitios requeridos para tarimas consolidados anualmente \times % obtenido del movimiento de libras acorde a la curva ABC específicamente respecto a los productos acomodados en la clasificación A.

Sitios requeridos en el modelo de almacenamiento doble profundidad = sitios requeridos para tarimas consolidados anualmente \times % obtenido del movimiento de libras acorde a la curva ABC específicamente respecto a los productos acomodados en la clasificación B.

Sitios requeridos en el modelo de almacenamiento profundidad simple = sitios requeridos para tarimas consolidados anualmente \times % obtenido del movimiento de libras acorde a la curva ABC específicamente respecto a los productos acomodados en la clasificación C.

Por lo que con los datos mostrados en la tabla XIII área por tarima almacenada, así como los espacios requeridos por cada 20 tarimas acorde al modelo de almacenamiento utilizado, se sabe el valor de la densidad de

almacenamiento de cada uno de los modelos de almacenamiento medida en $\text{mts}^2/\text{tarima}$, la cual es una constante para los análisis anuales consolidados.

Con estos datos finalmente se procede a determinar los requerimientos de espacio de piso en mts^2 necesarios anualmente dentro de la bodega en el centro de distribución para el manejo y la instalación de cada uno de los modelos de almacenamiento preestablecidos (*drive-in*, profundidad simple, doble profundidad) para sostener la demanda generada anualmente; además se debe construir una bodega para almacenar los productos ocupando un espacio final mostrado hasta el año 2014 dentro de este estudio generado; los requerimientos de espacio de piso de cada uno de los modelos de almacenamiento son determinados de la siguiente forma:

Requerimientos de espacio de piso para el modelo de almacenamiento *drive-in* = densidad de almacenamiento del modelo de almacenamiento *drive-in* × sitios requeridos en el modelo de almacenamiento *drive in* (bajo el porcentaje de la curva ABC específicamente respecto a los productos acomodados en la clasificación A)

Requerimientos de espacio de piso para el modelo de almacenamiento de doble profundidad = densidad de almacenamiento del modelo de almacenamiento doble profundidad × sitios requeridos en el modelo de almacenamiento de doble profundidad (bajo el porcentaje de la curva ABC específicamente respecto a los productos acomodados en la clasificación B)

Requerimientos de espacio de piso para el modelo de almacenamiento profundidad simple = densidad de almacenamiento del modelo de almacenamiento profundidad simple × sitios requeridos en el modelo de almacenamiento profundidad simple (bajo el porcentaje de la curva ABC específicamente respecto a los productos acomodados en la clasificación C)

De esta forma se concluye el análisis de inventarios generando finalmente el espacio requerido para proceder a generar el *Layout* (modelo físico) de la bodega dentro del centro de distribución. En resumen, se pueden observar los siguientes resultados de los últimos 3 años en comparación con el primer año:

- En el año 8 el cual abarca el periodo de enero 2012 a diciembre 2012 se necesitarán 1 227,27 mts² para poder almacenar el inventario necesario para cubrir la demanda esperada en ese periodo de tiempo, si se compara con el espacio mostrado en el año 1 el cual es de 624,70 mts² el espacio requerido aumentó 602,57 mts²; por lo que el valor del año 1 es el 50,90 % del valor final mostrado en el año 8.
- En el año 9 el cual abarca el periodo de enero 2013 a diciembre 2013 se necesitarán 1 329,43 mts² para poder almacenar el inventario necesario para cubrir la demanda esperada en ese periodo de tiempo, si se compara con el espacio mostrado en el año 1 el cual es de 624,70 mts² el espacio requerido aumento 704,73 mts²; por lo que el valor del año 1 es el 46,99 % del valor final mostrado en el año 9.
- Finalmente en el año 10 el cual abarca el periodo de enero 2014 a diciembre 2014 se necesitarán 1 431,7 mts² para poder almacenar el inventario necesario para cubrir la demanda esperada en ese periodo de tiempo, si se compara con el espacio mostrado en el año 1 el cual es de 624,70 mts² el espacio requerido aumento 807,00 mts²; por lo que el valor del año 1 es el 43,63 % del valor final mostrado en el año 10.

El detalle de los datos numéricos obtenidos de la aplicación de las fórmulas anteriores se muestra a continuación:

Tabla XIV. **Requerimientos del espacio en mts² respecto a cada uno de los modelos de almacenamiento, según los porcentajes obtenidos en la curva ABC**

Periodo analizado	% del pico para planific.	Máxima utilización de almto.	Inventario pico de tarimas	Capacidad efectiva de almacenar tarimas	Sitios requeridos para tarimas	Sitios drive in (40%)	Sitios doble profundidad (24%)	Sitios simple (36%)	Utilizando	Utilizando	Utilizando	Requerimientos espacio de piso Mts ²	Requerimientos espacio de piso Mts ²	Requerimientos espacio de piso Mts ²
									drive-In	doble prof.	simple			
Año 1 (febrero 2006- diciembre 2006)	0,93	85 %	808	751	884	354	212	318	0,57	0,65	0,9	200,38	137,91	286,43
Año 2 (enero 2007- diciembre 2007)	0,93	85 %	934	869	1 022	409	245	368	0,57	0,65	0,9	231,74	159,49	331,25
Año 3 (enero 2008- diciembre 2008)	0,93	85 %	1 067	992	1 167	467	280	420	0,57	0,65	0,9	264,54	182,06	378,13
Año 4 (enero 2009- diciembre 2009)	0,93	85 %	1 195	1 111	1 307	523	314	471	0,57	0,65	0,9	296,31	203,93	423,55
Año 6 (enero 2010- diciembre 2010)	0,93	85 %	1 326	1 233	1 451	580	348	522	0,57	0,65	0,9	328,91	226,37	470,15
Año 7 (enero 2011- diciembre 2011)	0,93	85 %	1 458	1 356	1 595	638	383	574	0,57	0,65	0,9	361,57	248,84	516,83
Año 8 (enero 2012- diciembre 2012)	0,93	85 %	1 587	1 476	1 737	695	417	625	0,57	0,65	0,9	393,65	270,93	562,69
Año 9 (enero 2013- diciembre 2013)	0,93	85 %	1 719	1 599	1 881	753	452	677	0,57	0,65	0,9	426,42	293,48	609,53
Año 10 (enero 2014- diciembre 2014)	0,93	85 %	1 852	1 722	2 026	810	486	729	0,57	0,65	0,9	459,24	316,06	656,44

Fuente: elaboración propia.

4.5. Utilización de los modelos gráficos como medios de ilustración para la determinación de perfiles de requerimientos de los clientes

El manejo de gráficos permite que una serie de datos pueda ser analizada y comprendida fácilmente; como punto final dentro de la creación de la estructura funcional del centro de distribución óptimo, la creación de perfiles permite determinar el comportamiento de demanda que se pueda generar dentro del centro de distribución y así tener un contacto directo con los clientes reales y potenciales. Por medio de los cálculos anteriores se pudieron determinar los perfiles en las formas de pedir por parte de los clientes, para así finalmente determinar la rotación de los productos; se debe acotar que para la creación de los perfiles fue utilizada la tabla de datos de factura del periodo previamente descrito el cual es del 01/01/2009 – 31/03/2010, en el cual se muestran los siguientes campos:

- Código
- Descripción
- Año
- Semana
- Cantidad
- Cajas
- Peso unitario
- Peso total
- Total, factura
- Caja completa
- Caja parcial
- Forma de pedido
- Tarima

- Importancia de acomodo (ABC)

La creación de perfiles revela rápidamente oportunidades de diseño y planificación de almacenes difíciles de identificar de manera habitual, la creación de perfiles descarta rápidamente opciones que no merecen ser tomadas en cuenta.

A continuación, se presenta un grupo completo de los perfiles necesarios para planificar y diseñar las operaciones de almacenamiento acorde a los requerimientos existentes.

4.5.1. Perfil de porcentaje de tarima en pedidos

El perfil de porcentaje de tarimas dentro de los pedidos permitirá determinar si se necesitan áreas separadas para la preparación de tarimas o en dado caso tener un área de productos individuales o de fácil selección.

En la tabla que se muestra se describe el número de pedidos que se realizaron con el porcentaje respectivo de una tarima; es decir, basado en el peso de los pedidos respecto a las 2 000 lbs. que se incluyen dentro de una tarima, por ejemplo, se muestra que 41 226 pedidos tuvieron un 10 % de una tarima en peso esto significaría que 41 226 pedidos únicamente mostraron un peso total cada uno de 20 libras en los productos solicitados y así sucesivamente respecto al porcentaje indicado, en comparación a las 2 000 libras que soporta una tarima.

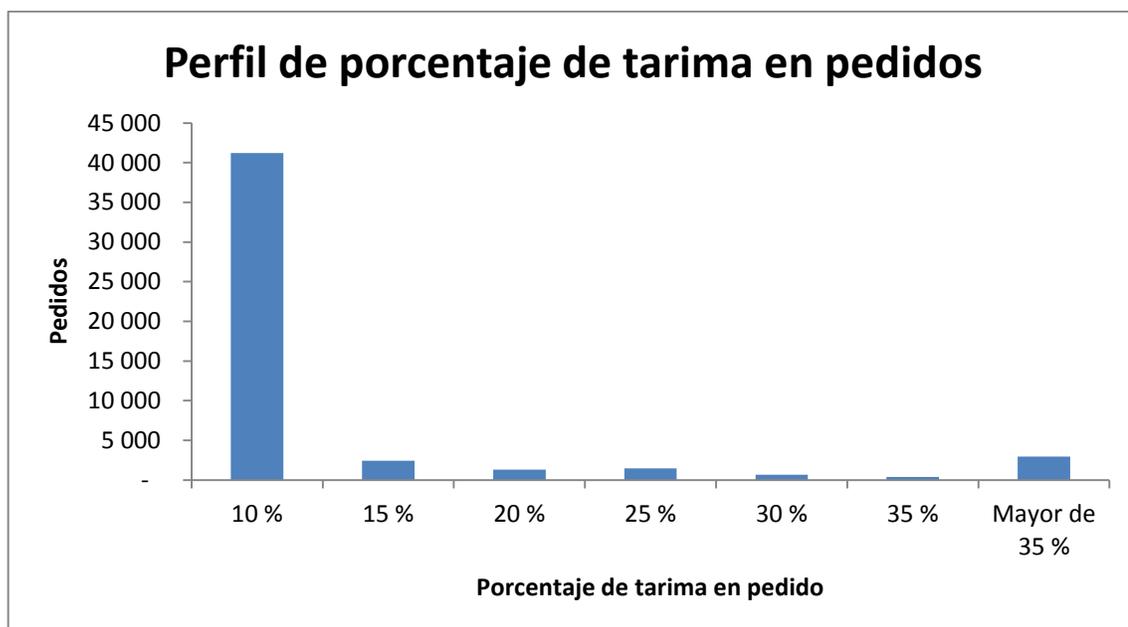
Tabla XV. **Porcentaje de tarimas en pedidos**

Porcentaje de tarima	Pedido
10 %	41 226
15 %	2 424
20 %	1 335
25 %	1 494
30 %	665
35 %	383
Mayor de 35 %	2 947

Fuente: elaboración propia.

Se muestra el gráfico con la comparación del porcentaje de peso respecto al de una tarima dentro de los pedidos.

Figura 30. **Perfil de porcentaje de tarima en pedidos**



Fuente: elaboración propia.

Por lo que se concluye que dentro de los datos generados en el periodo de 05/01/2009 a 31/03/2010, en su mayoría, los pedidos únicamente muestran un 10 % de peso en relación a una tarima; esto indicaría que los clientes en su mayoría poseen un criterio selectivo y que de igual forma se cuenta con clientes pequeños y no grandes bodegas a las que se les debe de distribuir producto.

4.5.2. Perfil de forma de pedidos de cajas (caja llena o completa, caja fraccionada y mezcla)

Dentro de este perfil se determina si se deben crear áreas separadas para la preparación de cajas llenas de un solo producto, fracciones o partes de estos, dentro de la caja o mezcla de productos de distintos tipos y variadas marcas.

Se muestra la tabla con las conclusiones de datos respecto a los pedidos y las líneas, así como del porcentaje de dichos requerimientos con base en las cajas llenas, fraccionadas o mezclas.

Tabla XVI. Número de pedidos y líneas acorde a la forma de agrupación de cajas

Forma de pedidos	Pedidos	Línea	Porcentaje pedidos	Porcentaje línea
Completa	38 606	91 491	76 %	81 %
Fraccionada	5 223	19 499	10 %	17 %
Mezcla	6 645	2 089	13 %	2 %
Total	50 474	113 079	100 %	100 %

Fuente: elaboración propia.

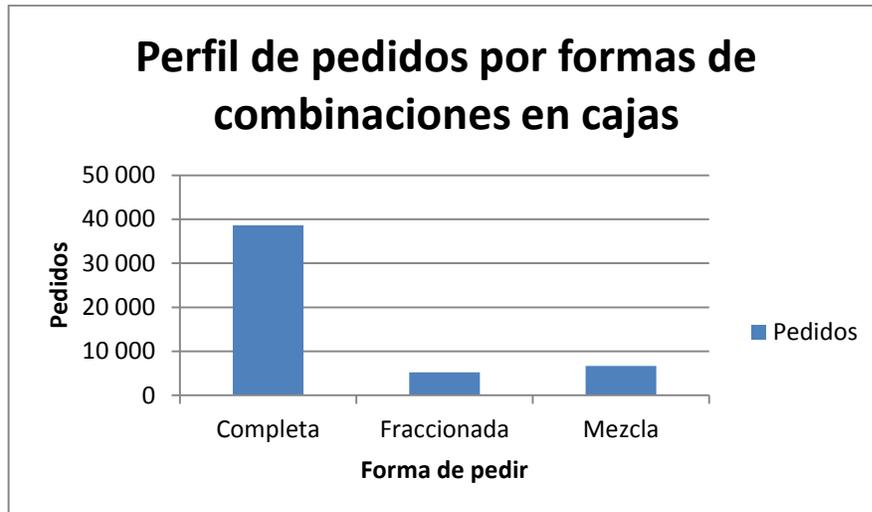
Por lo que muestra el gráfico del perfil de forma de pedidos respecto a cajas ya sea completas, fraccionadas o mezclas:

Tabla XVII. Pedidos y porcentaje de pedidos acorde a la forma de pedir por agrupación de cajas

Forma de pedir	Pedidos	Porcentaje de pedidos
Completa	38 606	76 %
Fraccionada	5 223	10 %
Mezcla	6 645	13 %

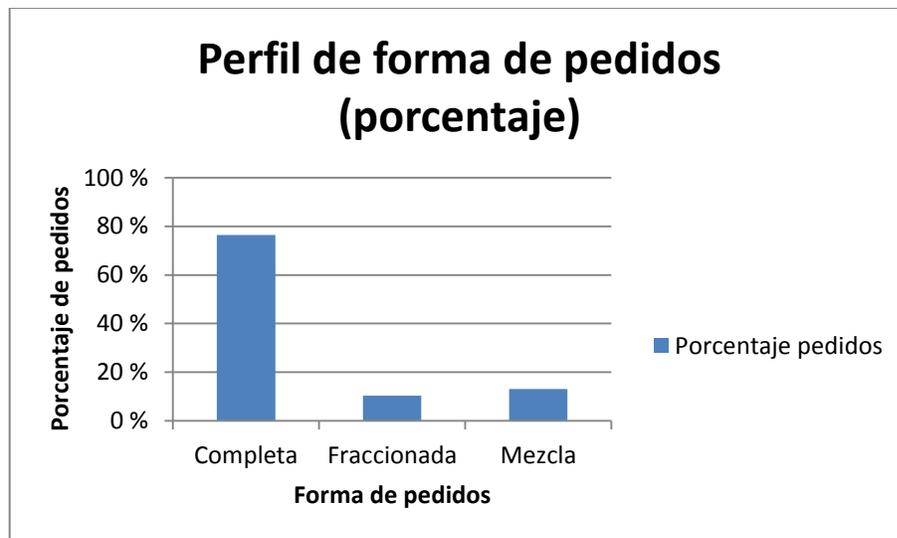
Fuente: elaboración propia.

Figura 31. Perfil de pedidos por formas de combinaciones en cajas



Fuente: elaboración propia.

Figura 32. Perfil de porcentaje de pedidos por formas de combinaciones en cajas



Fuente: elaboración propia.

Se muestra claramente que se solicitan cajas completas en un 76 % en denotación de solicitudes de 38 606 pedidos, únicamente de cajas completas; siguiéndole así un 23 % en relación al 10 % de cajas fraccionadas y un 13 % de cajas mezcladas; por lo que una pequeña área deberá ser creada únicamente para poder preparar cajas fraccionadas o mezcla y en su mayor parte el área de almacenamiento deberá estar reservada para cajas completas de productos.

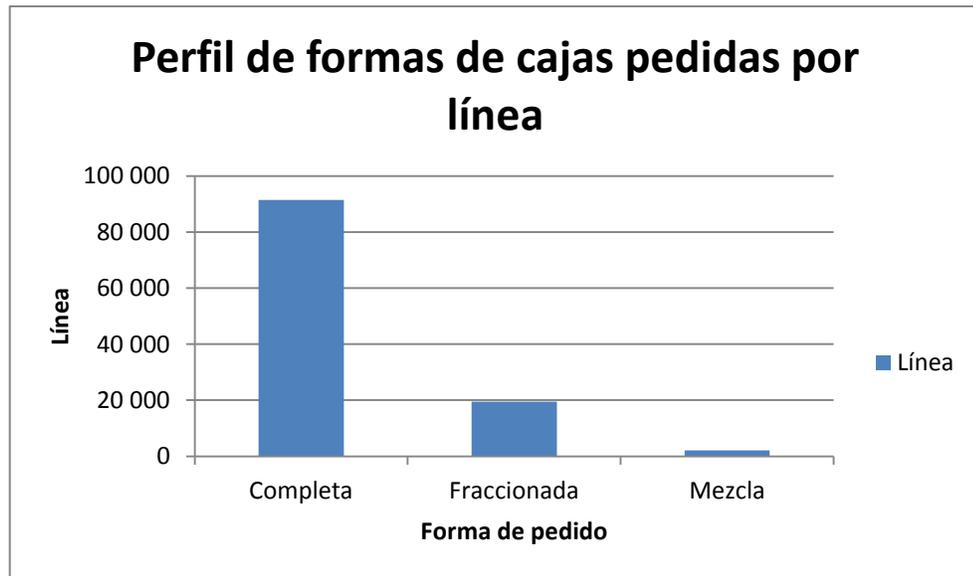
De igual forma se pueden mostrar los detalles respecto a las líneas dentro de una factura o pedido que muestran que en su mayoría incluyen la preparación de cajas completas, esto se muestra a continuación.

Tabla XVIII. Líneas en los pedidos y porcentaje de líneas acorde a la forma de pedir por agrupación de cajas

Forma de pedir	Línea	Porcentaje de líneas
Completa	91 491	81 %
Fraccionada	19 499	17 %
Mezcla	2 089	2 %

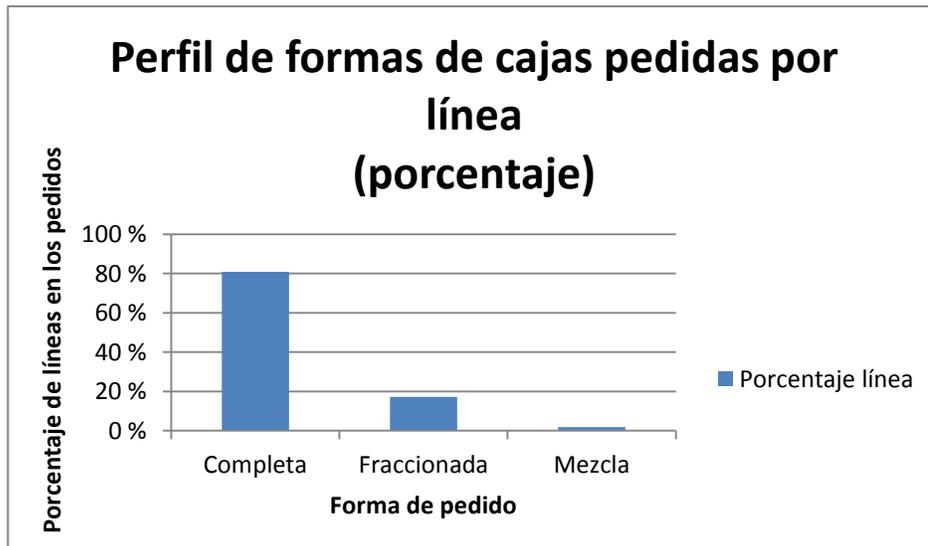
Fuente: elaboración propia.

Figura 33. **Perfil de líneas en pedidos por formas de combinaciones en cajas**



Fuente: elaboración propia.

Figura 34. **Perfil de porcentaje de líneas en pedidos por formas de combinaciones en cajas**



Fuente: elaboración propia.

Por lo que de igual forma se puede concluir que el 81 % de las líneas que se incluyen se basan en pedidos de cajas completas, es decir, en 38 606 pedidos 91 491 líneas muestran que se requieren cajas completas y el resto de líneas por un 19 % de fraccionadas y mezclas; por lo que esto soporta la conclusión anterior de tener un área pequeña de preparación de cajas fraccionadas y de mezclas y en su mayoría tener un área de cajas completas.

4.5.3. Perfil de líneas por pedido

Muestra el perfil del pedido de los segmentos de los clientes y determinar el número de líneas que posee cada pedido, entendiéndose una línea como un *SKU* en el pedido del cliente.

Dentro del perfil de pedidos por línea se muestra que el 48 % de los pedidos son por una sola línea; el 24 % son por 2 líneas; el 12 % son por 3 líneas; el 7 % son por 4 líneas y el 10 % son por más de 4 líneas; por lo que el pico se encuentra cercano a los pedidos de una sola línea lo que evidencia que la mayoría de pedidos se da por clientes individuales o por pedidos urgentes y rápidos de distribuir.

Se muestran los datos en la tabla respecto a los pedidos y el porcentaje del total de pedidos con base en el número de líneas en cada uno de los mismos.

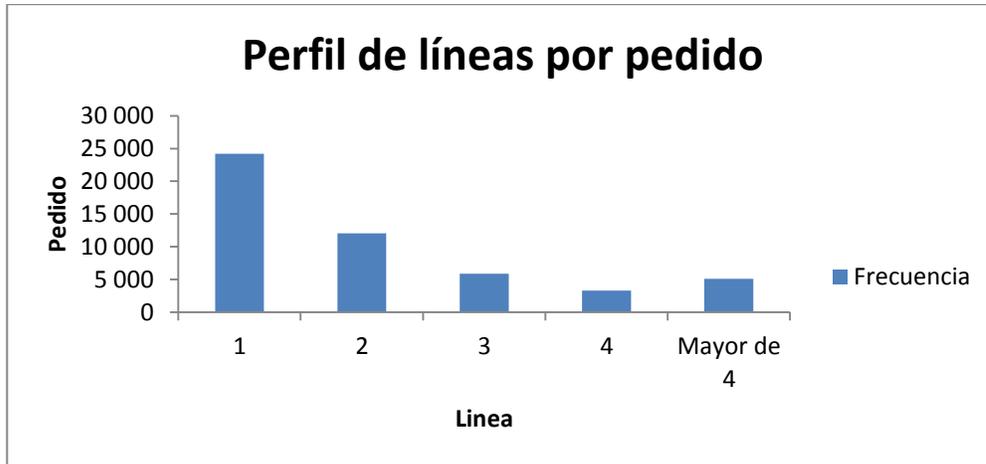
Tabla XIX. **Rango de líneas por pedidos y porcentajes**

Líneas	Pedidos	Porcentaje de pedido
1	24 183	48 %
2	12 024	24 %
3	5 887	12 %
4	3 286	7 %
Mayor de 4	5 094	10 %
Total	50 474	100 %

Fuente: elaboración propia.

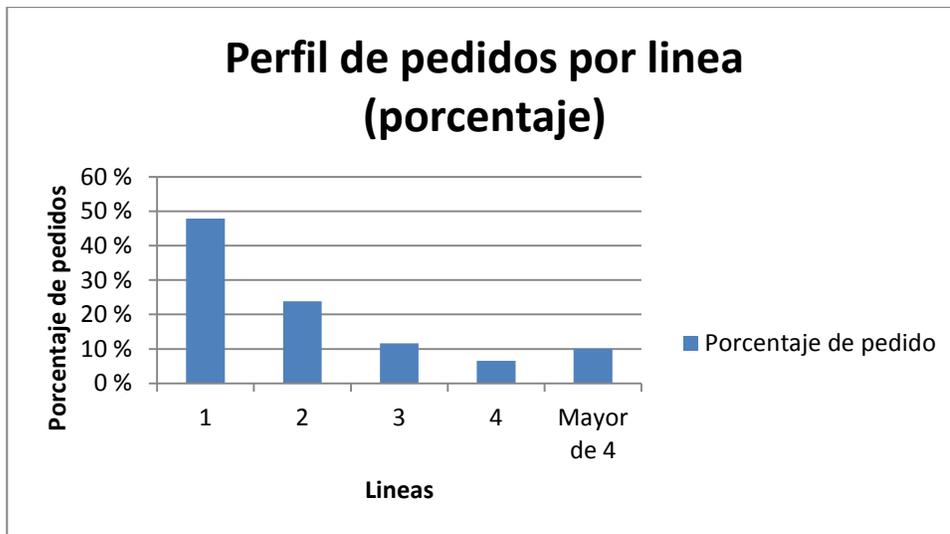
Por lo que el gráfico del perfil de líneas por pedido sería:

Figura 35. **Perfil de líneas por pedido**



Fuente: elaboración propia.

Figura 36. **Perfil de líneas por pedido (%)**



Fuente: elaboración propia.

Por medio de los gráficos se observa claramente que la mayoría de los pedidos específicamente en un 48 % de los pedidos son generados con una sola línea; por lo que se puede concluir que los pedidos de una sola línea pueden ser pedidos atrasados, también que los pedidos de una sola línea podrían ser pedidos pequeños o llamados de emergencia. Por lo tanto estos se pueden agrupar para realizar recorridos de preparación de una sola línea y, si los pedidos se imprimen en secuencias de localización, se pueden tener recorridos de preparación muy eficientes, teniendo así la oportunidad de definir los SKU con mayor rotación y así poder agruparlos y prepararlos, a lo largo de líneas de preparación inmediatas.

4.5.4. Perfil de libras solicitadas por pedido

Dentro del perfil de libras solicitadas por pedido se muestra la proporción de pedidos con relación a un rango de libras, en este caso para tener una gráfica más detallada se analizan los rangos de pesos de 25, 50, 75, 100, 200, 400 y mayor a 400 libras, la tabla con los resultados finales es mostrada a continuación.

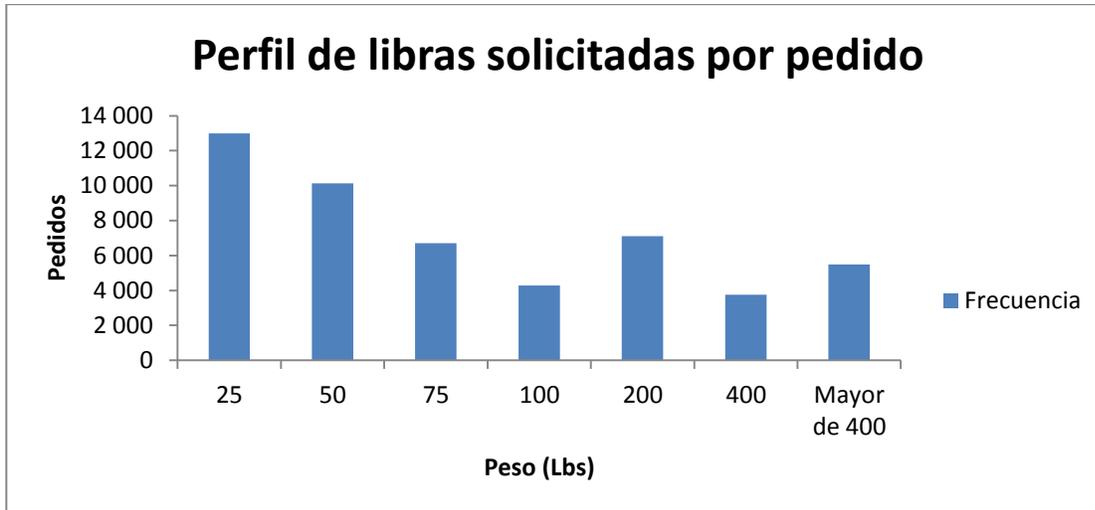
Tabla XX. Libras solicitadas por pedidos

Peso(Lbs)	Pedidos	Porcentaje de pedidos
25	12 996	26 %
50	10 131	20 %
75	6 713	13 %
100	4 274	8 %
200	7 112	14 %
400	3 759	7 %
Mayor de 400	5 489	11 %
Total	50 474	100 %

Fuente: elaboración propia.

Se muestran los gráficos con los datos anteriores.

Figura 37. **Perfil de libras solicitadas por pedido**



Fuente: elaboración propia.

Figura 38. **Perfil de libras solicitadas por pedido (%)**



Fuente: elaboración propia.

En los gráficos se puede concluir que el 59 % de los pedidos (29 840 pedidos) son pedidos de entre 25 a 75 libras, esto confirma que los clientes en su mayoría son clientes selectivos y consumen productos en pequeñas escalas de cantidad y peso; se muestra, además que el 41 % restante de los pedidos son de entre 100 a más de 400 libras. Por lo cual se debe tener un área de almacenamiento en el que se incluyan productos con bajo peso ya que el peso de los pedidos por mayoría es de 25 libras.

4.5.5. Perfil de pedidos por importancia de acomodo (artículo-categoría ABC)

El perfil de pedidos por importancia de acomodo (artículo-categoría) indica la cantidad de inventario físico por categoría de artículo, dependiendo de la popularidad.

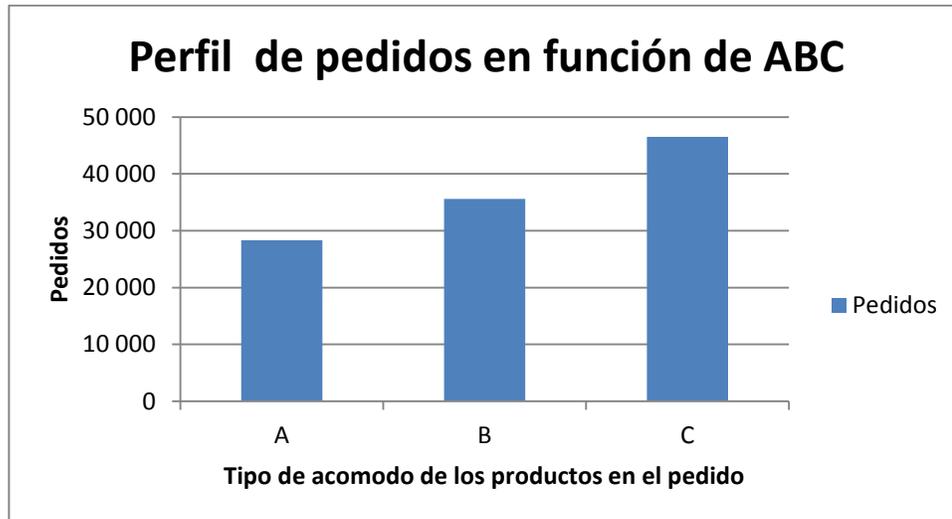
En el desarrollo de este perfil se muestra el número de pedidos y el porcentaje de los mismos formados por productos A, B y C.

Tabla XXI. Pedidos, peso total y porcentajes formados por productos A, B, y C

Tipo de acomodo	Pedidos	Peso total de pedidos (libras)	Porcentaje de pedidos (%)	Porcentaje de peso acorde a los pedidos solicitados (%)
A	28 319	5 564 764,21	26 %	51 %
B	35 620	2 723 118,75	32 %	25 %
C	46 488	2 569 782,79	42 %	24 %
Total	110 427,00	10 857 665,75	100 %	100 %

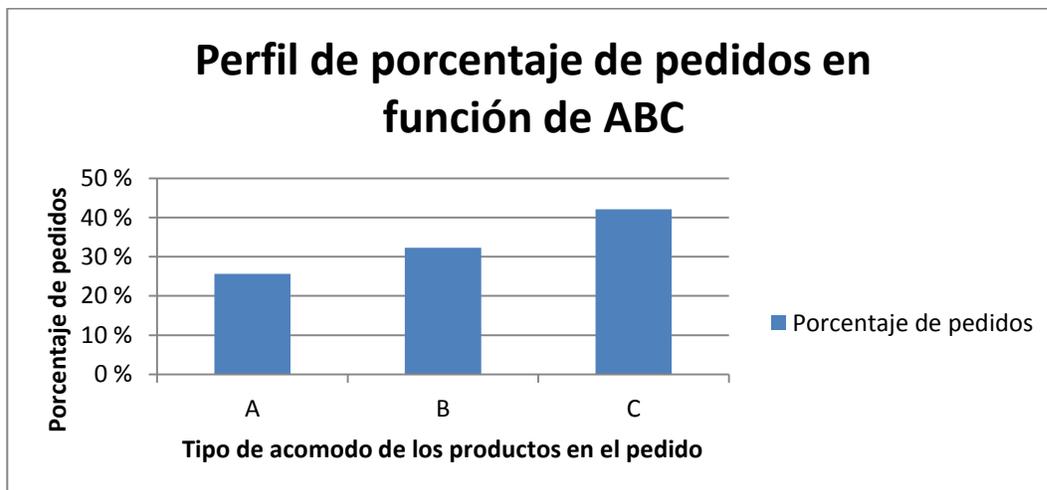
Fuente: elaboración propia.

Figura 39. Perfil de pedidos en función de la curva de acomodo ABC



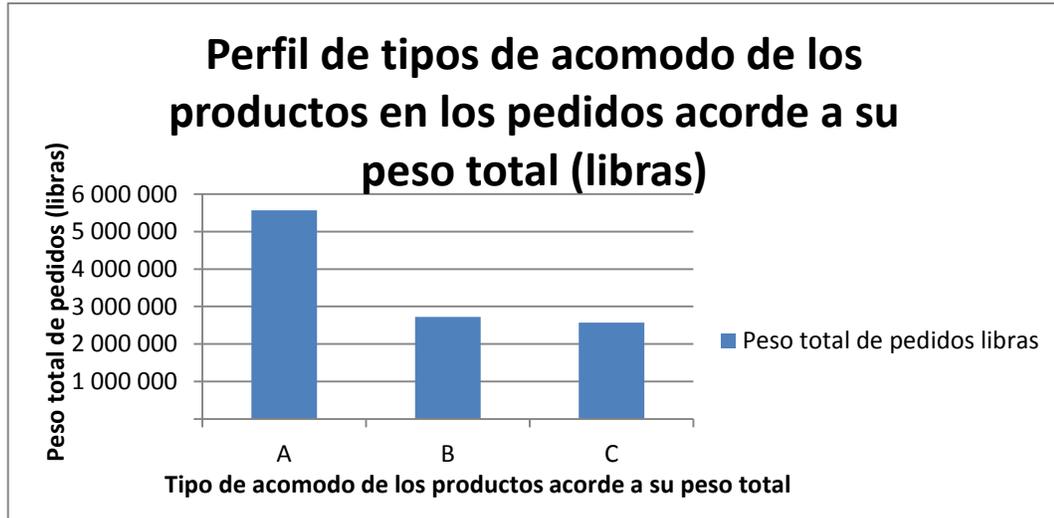
Fuente: elaboración propia.

Figura 40. Perfil de porcentaje (%) de pedidos en función de la curva de acomodo ABC



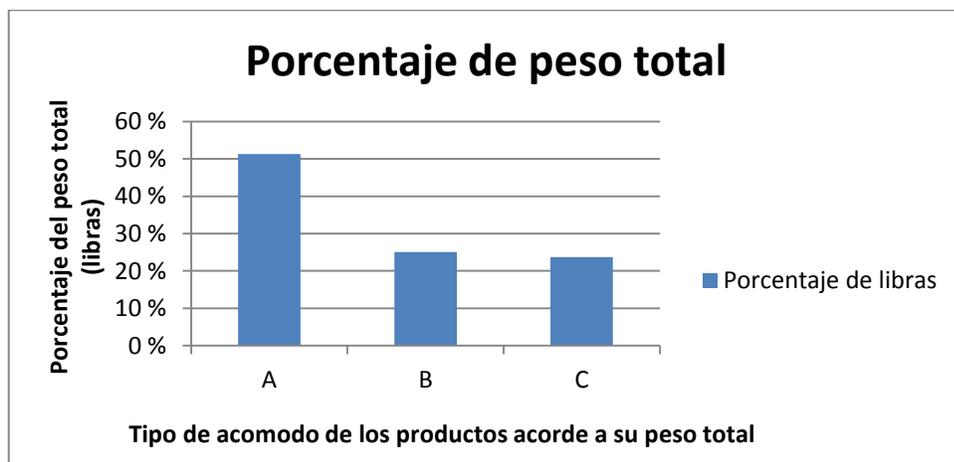
Fuente: elaboración propia.

Figura 41. **Perfil de tipos de acomodo de los productos en los pedidos acorde a su peso total (Libras)**



Fuente: elaboración propia.

Figura 42. **Perfil del porcentaje de libras solicitadas acorde a los pedidos del acomodo ABC (%).**



Fuente: elaboración propia.

El acomodo de acuerdo a la curva ABC se generó mediante el análisis del número de pedidos y del peso total de pedidos expresados en libras; en los gráficos anteriores se detalla el número de pedidos, el peso total que estos generan expresado en libras, el porcentaje de dichos pedidos por tipo de productos acorde a su forma de popularidad y, por ende, su forma de almacenamiento: los productos de tipo A corresponden a un área de almacenamiento tipo *drive in*; a los productos tipo B corresponden a un tipo de almacenamiento de profundidad doble; y los productos tipo C corresponden a un tipo de almacenamiento de profundidad simple.

Por medio de los gráficos se muestra que el 42 % de los pedidos o 46 488 pedidos son del tipo de productos C y el resto del 58 % de los pedidos son de tipos de productos A y B, luego del análisis de número de pedidos-peso total, se puede justificar que los pedidos del tipo A sean clasificados de esta forma y almacenados mediante el modelo de almacenamiento *drive in*, debido a su peso total mostrado ya que son los productos con mayor peso y por ende necesitan de mayor espacio para su acomodo y esto también concluye que son los productos con un mayor precio de venta, por otro lado le siguen los productos B conservados bajo un modelo de almacenamiento a doble profundidad y finalmente los pedidos C que se muestran en un mayor número de pedidos, por contar con una diversidad de productos pero a la vez con un peso bastante bajo se almacenarán bajo un modelo de almacenamiento de profundidad simple, ya que estos deben estar al alcance, pues son pedidos altos por su variabilidad, pero que no constituyen un área de almacenamiento amplia, se debe aclarar que por el peso mostrado, los productos A constituyen el valor de ventas mayor ya que constituyen el 51 % de las libras almacenadas en la bodega.

De esta forma se apoya el análisis con los cálculos determinados, pues esto demostraría que los modelos de almacenamiento aplicables a los productos ABC están asignados correctamente y generados mediante un análisis de número de pedidos-peso total.

5. PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN DEL NUEVO CENTRO DE DISTRIBUCIÓN

Luego de generar una serie de resultados respecto a la estructura funcional del modelo del centro de distribución ideal para la satisfacción del cliente respecto a la entrega total de productos requeridos, se debe tomar en consideración la parte de la implementación, la cual se basa en adoptar los lineamientos anteriores y los cuales deben ser acoplados al funcionamiento de la empresa en la que se quiera utilizar.

5.1. Lista de resultados generados luego del desarrollo de los procesos numéricos en la concretización de un centro de distribución óptimo

Los resultados como bien se puede observar en los capítulos anteriores muestran que el mejor modelo de determinación de la demanda tanto para los productos de la marca A como de los productos de la marca B es el modelo de regresión lineal, el cual puede ir cambiando con el pasar de los años esto con base en los productos que se distribuyan dentro de un centro de distribución.

El mejor nivel de servicio en cuestiones de almacenamiento fue bajo los estándares del 99,00 % para la obtención de resultados más exactos en cuestiones de inventario final y así evitar faltantes y, por ende, la insatisfacción del cliente; al no entregar su producto requerido, finalmente se generaron los perfiles de demanda los cuales generan un análisis detallado de cómo se debe mover el producto en el centro de distribución y así poder saber a detalle la forma de pedir de los clientes.

5.2. Conclusiones acerca del proceso de generación de un centro de distribución óptimo

La estructura que se muestra mediante el desarrollo de varios temas descritos con anterioridad tiene como resultado el modelo funcional de un centro de distribución que puede ser utilizado a nivel de cualquier tipo de bienes o productos materiales; las conclusiones son generadas en relación a los resultados mostrados con anterioridad en el inciso 5.1, respecto a las conclusiones más importantes se tienen que:

El modelo que se debe tomar en consideración como un modelo adecuado para la determinación de pronósticos o previsiones en un periodo de 5 a más años es el modelo de regresión lineal, el cual muestra un comportamiento adecuado que pueda satisfacer las necesidades a futuro tomando como un nivel de servicio del 99,00 %.

Los gráficos son esenciales para el análisis del comportamiento de la demanda y por ende la forma en la que deben de distribuirse los productos. Dentro del trabajo de tesis se utilizó el sistema operativo Microsoft Excel como un medio de generación de gráficos que pudieran ser comprensibles para el lector.

Los sistemas de almacenamiento utilizados fueron: *drive-in*, doble profundidad y profundidad simple, los cuales son los sistemas de almacenamiento más económicos para su respectiva instalación, así como los que mejor se acoplan a las necesidades de almacenamiento dentro de cualquier tipo de bodega, ya sea pequeña o a gran escala.

La clasificación de los productos bajo su importancia o popularidad de pedidos, dentro del contexto de la curva ABC, permite que se genere la correcta clasificación de los productos dentro de la bodega en el centro de distribución, esto facilita la creación del *layout*, al finalizar esta clasificación se podrá determinar el comportamiento que se necesita para proceder a crear los perfiles de los requerimientos de pedidos.

Finalmente, la creación de perfiles en las formas de pedidos permite tener una idea clara y concreta de la forma en la que los clientes piden ciertos productos y cuáles son aquellos que deben tomarse más en cuenta para su distribución y abastecimiento.

5.3. Recomendaciones para la correcta implementación del centro de distribución

Recomendaciones que se deben seguir en el momento de la implementación: se debe generar un análisis detallado de la demanda, ya que esta tiende a variar año con año; así mismo, el correcto manejo de los perfiles asegurará que el cliente obtenga los resultados esperados.

5.4. Periodo de inducción del personal de la empresa ante el nuevo centro de distribución

El periodo de inducción del personal de la empresa ante el nuevo centro de distribución se generará en un periodo menor a un mes, esto debe de ser planificado por el personal de recursos humanos, en conjunto con el gerente de logística.

5.5. Proceso de capacitación del personal que tiene contacto directo dentro de la estructura funcional del correcto desarrollo del nuevo centro de distribución

El proceso de capacitación se llevará a cabo por parte del personal de recursos humanos para conocer el funcionamiento global del centro de distribución así como del detalle de las funciones de cada persona dentro de la empresa; esto analizado mediante el organigrama de la empresa es clave que se demuestre la funcionalidad de cada uno de los puestos, por los que está formado el centro de distribución y esto únicamente puede ser llevado a cabo por parte de la supervisión del gerente de logística en conjunto con el gerente de recursos humanos; los manuales de procedimientos son desarrollados de diferente forma en cada una de las empresas acorde al bien o servicio que tengan en venta.

6. SEGUIMIENTO Y MEJORA CONTINUA DE LOS LINEAMIENTOS GENERADOS PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN NUEVO MODELO DE DISTRIBUCIÓN

Luego de generar los procedimientos descritos en los capítulos anteriores es imperativo implementar los lineamientos correctos en el modelo del centro de distribución y para eso se deben considerar ciertas acciones correctivas y preventivas que ayudarán a que los procesos se cumplan a cabalidad.

6.1. Pasos para el correcto seguimiento en la implementación del nuevo centro de distribución óptimo

Los pasos para el correcto seguimiento en la implementación del nuevo centro de distribución óptimo acorde al producto que se desee distribuir son los siguientes:

- Como primer paso se debe tener un criterio amplio respecto a los pronósticos o previsiones que se generaron, ya que estos pueden variar respecto a la demanda real, pero al seguir los lineamientos planteados con anterioridad es seguro que los valores de la demanda pronosticada diferirán en pocas unidades; por lo que dentro de este proceso de análisis el porcentaje de riesgo siempre está presente, por lo que la persona encargada de la parte de abastecimientos no debe alarmarse por las diferencias existentes, ya que la demanda tenderá a ser cubierta.
- Como segundo paso a seguir al determinar la demanda real y los resultados de los pronósticos es esencial tener en consideración el nuevo

modelo de inventario que se ha desarrollado para su respectiva implementación; dicho modelo de inventario es generado con un 99,00 % nivel de tolerancia. Esto quiere decir que dentro de la bodega no habrá faltantes respecto a la demanda que se tenga en un periodo a largo plazo, en este caso a un periodo de 5 años, por lo que al tener los modelos de almacenamiento los cuales son *drive-In*, profundidad doble, profundidad simple estos deben ser acomodados en la bodega dentro del centro de distribución y esto es mostrado por medio de la creación del *layout*, el cual debe ser creado por el equipo de logística quienes serán los encargados de analizar las dimensiones para que todos los elementos puedan ser contenidos dentro de la misma.

- Y como tercer y último paso, la creación de los perfiles mediante el análisis posterior de la clasificación de los productos ABC permite tener una idea clara respecto al movimiento de los productos dentro del centro de distribución; por lo tanto se debe tomar en consideración todos los aspectos claves de los gráficos y de los datos numéricos que estos presentan, ya que así se podrá entender el comportamiento del consumidor y, por ende, mejorar el servicio y saber los sectores a los que se debe de enfocarse para evitar en su totalidad la falta de entrega de productos, implementando un sistema de servicio de entregas al 100 %.

6.2. Proceso de mejora continua, pasos a seguir para lograr mejorar la estructura formulada del nuevo centro de distribución

La mejora continua dentro del ámbito de la ingeniería es un tema sumamente importante, en este caso específicamente dentro del rubro de la logística, la mejora continua debe ser tomada en cuenta seriamente.

La mejora continua no es más que crear planes y procedimientos a seguir para mejorar día a día respecto a los procesos funcionales dentro de cada empresa. En este caso, dentro de la implementación del centro de distribución utilizando los métodos desarrollados en los temas anteriores, se debe seguir una metodología de mejora o de actualización respecto a los perfiles de formas de pedidos de los clientes, pues pueden crearse otros perfiles que puedan acoplarse a las necesidades de la empresa o a conocer más acerca del comportamiento del cliente respecto a la demanda.

Otro punto clave es el del abastecimiento de productos por medios acertados respecto a la cantidad y tiempo, otro paso más a seguir para continuar en la línea de la mejora continua sería el mantenimiento de las estructuras físicas que se encuentran dentro del centro de distribución, específicamente en la bodega donde se encuentran los medios de transporte de los materiales: los montacargas a los cuales se les debe dar mantenimiento, los cuales son programados en horas, en intervalos de 200 horas para el servicio menor y 1 000 horas para el servicio mayor; también se debe revisar que los sistemas de almacenamiento estén correctamente fijados al piso o que estos no estén sueltos o flojos y que tiendan a provocar algún accidente, ya que debe de tener un criterio de 0 accidentes dentro del área de trabajo.

Finalmente, la mejora continua está presente, en todo momento y siempre hay algún tema que puede ser tratado dentro de las áreas de trabajo dentro del centro de distribución, por cuestiones de estudio dentro de este trabajo de tesis únicamente se han mencionado los puntos logísticos, pero dentro del centro de distribución existen otras áreas que sin estas no funcionaría correctamente este proceso, entre ellas: el área de comercialización, área de *call center* o *contact center*, área de recursos humanos, entre otros; por lo que siempre se debe

contar con un criterio de organización, eliminación de innecesarios, clasificación de prioridades y finalmente ejecución de mejoras o procesos de actualización.

6.3. Acciones preventivas ante inconvenientes que se generan al implantar el nuevo centro de distribución

Siempre existen riesgos que pueden generarse al implantar un nuevo centro de distribución y más si se busca la mayor exactitud posible dentro del cálculo de datos; por lo cual se dan una serie de acciones preventivas que deben ser tomadas en cuenta por el analista logístico para evitar ciertos errores que pueden alterar los resultados funcionales dentro de la distribución y, por ende, generar una no conformidad respecto a la posible falta de entrega de productos a los clientes.

Para evitar la generación de errores en los cálculos de pronósticos o previsiones de la demanda dentro del centro de distribución en comparación con la demanda actual, se debe utilizar un programa que pueda ser manipulado fácilmente por el analista logístico por motivos prácticos y de fácil uso: Microsoft Excel, una herramienta utilizada para el desarrollo de modelos matemáticos con datos a grandes escalas.

Se debe enfatizar que existe otro tipo de herramientas que generan resultados más exactos, el uso de estos programas facilita la interpretación de los resultados, a diferencia de adquirirlos por medio de cálculos generados por sistemas rústicos: el uso de calculadora o a mano, como se conoce coloquialmente; también pueden ser utilizados programas logísticos para el cálculo de resultados que permiten analizar con mayor facilidad.

Las fórmulas mostradas en los capítulos anteriores fueron confirmadas por medio de un experto en el tema de logística y, por ende, dichas fórmulas deben ser aplicadas a cabalidad; algún tipo de alteración dentro de las mismas generará resultados falsos y, por ende, el modelo del centro de distribución dejará de ser óptimo y creará muchas falencias que no permitirán lograr los objetivos planteados al inicio.

Los perfiles de demanda de productos por parte de los clientes pueden ir cambiando con el pasar del tiempo; es imperativo que se actualicen los perfiles apoyados de una serie de estudios mercadológicos por medio de encuestas y otros medios de interacción con el cliente para poder así prevenir que los perfiles se estanquen y que no se tome en consideración que el cliente muchas veces persigue el bien y servicio que mejor se acopla a sus necesidades económicas y de satisfacción personal; de esta forma se evitará la creación de porcentajes de insatisfacción o la pérdida de clientes potenciales y reales.

CONCLUSIONES

1. Se desarrolló el marco global que muestra la estructura necesaria para que un operador logístico pueda introducir los datos necesarios acorde al tipo del centro de distribución que quiera desarrollar; se emplearon métodos que permitieron plantear y crear la estructura necesaria para desarrollar un modelo del centro de distribución óptimo dentro de los cuales se mencionan: métodos de pronósticos, de manejo de inventarios, modelos de dimensionamiento del espacio dentro de la bodega en el centro de distribución, clasificación de productos por medio de los conceptos de la curva ABC y, finalmente, los métodos de creación de perfiles de requerimientos de los clientes.
2. Mediante el análisis de la demanda actual, se pronosticaron las ventas a ser generadas en el periodo de febrero del año 2009 a diciembre del año 2014; se concluyó que el mejor método a utilizar para la obtención de la demanda a futuro es el método de regresión lineal, aunque este no presentaba el menor valor de *absolut percentage error (APE)* en los productos de la marca B con un valor de 46 %, pero sí de la marca A con un valor de 17 %. Se tomó en consideración este método debido al periodo analizado y el comportamiento que se mostraba dentro de los gráficos con los valores mostrados a futuro.
3. La creación de los perfiles de requerimientos de demanda por parte de los clientes permitieron generar el desarrollo de las formas de pedido, teniendo una idea más clara del posicionamiento de los productos dentro de la bodega; el correcto de inventario respecto a cantidades

solicitadas así como su respectiva clasificación por orden de importancia con base en los criterios de la curva ABC.

4. Dentro de un centro de distribución es esencial tener la idea de las dimensiones necesarias respecto al espacio físico de la bodega con base en los datos pronosticados de demanda; para su obtención se tomó en consideración un nivel de servicio del 99 %, 95 %, 90 %, 85 % y 80 %. Finalmente se determinó que respecto al inventario que se tendrá en el periodo de febrero 2006 a diciembre 2014 se tomó en consideración el nivel de servicio de un 99 % ya que este genera un costo de ventas perdidas menor, en relación al resto del manejo de los niveles de servicio.
5. La demanda en el país respecto a la diversidad de productos que son mostrados en el mercado es bastante cambiante; la distribución de productos es cada vez más necesaria dentro del país y su área geográfica permite que los productos sean fácilmente distribuidos. Por tal razón la determinación del pronóstico de demanda debe ser lo más exacto posible, para evitar todo tipo de faltantes dentro del proceso de distribución, sabiendo que los requerimientos de los clientes respecto a un producto irán cambiando. Por lo tanto, la creación de perfiles se adopta adecuadamente al análisis en el comportamiento variante de la demanda.
6. Se concluye que al tener los valores del inventario, los requerimientos de espacio de piso para el almacenamiento de tarimas, el sistema de almacenamiento a utilizar de los productos, ya sea *drive-in*, profundidad doble y profundidad simple, el ordenamiento de los productos de acuerdo a los criterios de la curva ABC, los sitios requeridos acorde al

sistema de almacenamiento y finalmente la determinación del requerimiento de espacio de piso acorde al sistema de almacenamiento utilizado y su porcentaje dentro de la curva ABC, permite proceder a crear el *layout* de la bodega en el centro de distribución.

RECOMENDACIONES

1. Como primera recomendación se debe delimitar que los pronósticos presentados dentro del desarrollo de la estructura del centro de distribución enfocado en la entrega total y satisfacción del cliente en la estructura funcional de un centro de distribución de lubricantes, a nivel nacional, son los más precisos para su respectivo análisis; pero con el pasar del tiempo, los pronósticos deben ser evaluados constantemente.
2. Como segunda recomendación se afirma que este trabajo de tesis debe ser utilizado como un medio de ejemplificación de los métodos a emplear con el fin de generar una estructura funcional en la vida real de un centro de distribución, de cualquier tipo de producto; por lo cual se muestran pocos datos numéricos, debido a la finalidad de dicho modelo del centro de distribución óptimo que genere los resultados esperados, en el tiempo definido y en respuesta a las necesidades.
3. Como tercera recomendación se debe señalar que la logística es el flujo de la información, materiales, actividades laborales necesarias para poder llevar un producto hacia determinado destino y en este trabajo de tesis se hace énfasis en dicho punto; por lo que este modelo muestra los detalles generales de cómo debería trabajar un centro de distribución cuyas funciones puedan ser aplicables respecto a la entrega de cualquier otro tipo de productos. Se debe tomar en cuenta que todas las simulaciones fueron realizadas con base en un centro de distribución real de productos automotrices, es por ello que el análisis

es respecto a una idea global y debe tomarse en puntos específicos, hasta el momento en el que se aplique a un fin determinado.

BIBLIOGRAFÍA

1. BALLOU H., Ronald. *Logística. Administración de la cadena de suministro*. 5a ed. México: Editorial Pearson-Prentice Hall, 2004. 816 p.
2. BRASSARD, Michael; RITTER, Diane. *El impulsor de la memoria, una guía de bolsillo con herramientas para el mejoramiento continuo y la planificación eficaz*. Estados Unidos de Norteamérica: Editorial Goal QPC Inc., 1994. 176 p.
3. FRAZELLE, Edward H., SOJO, Ricardo. *Logística de almacenamiento y manejos de materiales de clase mundial*. 2a ed. Bogotá, Colombia: Grupo Editorial Norma, 2007. 331 p.
4. FRAZELLE, Edward H. *Supply Chain Strategy, The logistics of Supply Chain Management*. Estados Unidos de Norteamérica: McGraw-Hill, 2002. 357 p.
5. GAITHER, Norman. *Administración de producción y operaciones*. 8a ed. Estados Unidos de Norteamérica: International Thomson Editores, 2000. 846 p.
6. HEIZER Jay, RENDER Barry. *Dirección de la producción y operaciones. Decisiones tácticas*. 8a ed. Madrid, España: Pearson Educación, 2008. 560 p.

7. HODSON, William K. *Manual del ingeniero industrial* (Tomo II). 4a ed. México: McGraw-Hill, 2000. 2128 p.
8. MEYERS, Fred E. *Estudios de tiempos y movimientos para la manufactura ágil*. 2a ed. México: Pearson Educación, 2000. 352 p.
9. PIRES Silvio R. *Gestión de la cadena de suministros*. España: McGraw-Hill, 2007. 274 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Tabla de valores de demanda de las marcas A y B en un periodo de 41 meses (febrero 2006 – junio 2009)

Mes	Marca A	Marca B	Total por mes
feb-06	4 841 478,17	119 358,13	Q 4 960 836,30
mar-06	7 605 598,37	87 060,35	Q 7 692 658,72
abr-06	3 604 079,82	45 475,84	Q 3 649 555,66
may-06	5 733 227,60	44 907,88	Q 5 778 135,48
jun-06	5 134 832,66	50 216,71	Q 5 185 049,37
jul-06	6 050 334,33	84 230,15	Q 6 134 564,48
ago-06	5 698 402,80	105 970,03	Q 5 804 372,83
sep-06	4 911 114,30	82 624,29	Q 4 993 738,59
oct-06	5 943 064,17	90 930,67	Q 6 033 994,84
nov-06	6 756 920,95	125 692,51	Q 6 882 613,46
dic-06	5 369 114,28	79 035,97	Q 5 448 150,25
ene-07	7 584 146,19	92 531,95	Q 7 676 678,14
feb-07	7 203 931,07	146 817,19	Q 7 350 748,26
mar-07	9 123 810,03	111 249,01	Q 9 235 059,04
abr-07	6 017 026,83	146 305,04	Q 6 163 331,87
may-07	8 218 838,43	134 804,02	Q 8 353 642,45
jun-07	7 117 918,10	148 348,48	Q 7 266 266,58
jul-07	8 560 132,17	155 552,28	Q 8 715 684,45
ago-07	9 241 489,87	119 823,27	Q 9 361 313,14
sep-07	6 567 230,93	123 284,24	Q 6 690 515,17

Continuación del apéndice 1.

oct-07	8 698 756,73	168 533,04	Q 8 867 289,77
nov-07	8 760 458,97	146 486,92	Q 8 906 945,89
dic-07	8 114 007,22	88 267,56	Q 8 202 274,78
ene-08	16 814 158,19	178 215,52	Q 16 992 373,71
feb-08	6 805 368,77	168 450,44	Q 6 973 819,21
mar-08	11 210 437,59	242 435,66	Q 11 452 873,25
abr-08	9 759 813,04	230 614,67	Q 9 990 427,71
may-08	7 821 521,40	165 515,32	Q 7 987 036,72
jun-08	9 621 771,43	264 233,72	Q 9 886 005,15
jul-08	11 932 875,08	378 648,73	Q 12 311 523,81
ago-08	5 406 491,78	336 803,53	Q 5 743 295,31
sep-08	7 106 471,09	331 469,60	Q 7 437 940,69
oct-08	7 350 148,07	409 306,22	Q 7 759 454,29
nov-08	8 677 650,12	393 987,02	Q 9 071 637,14
dic-08	8 358 188,96	385 446,72	Q 8 743 635,68
ene-09	11 133 778,39	558 884,09	Q 11 692 662,48
feb-09	11 491 522,61	395 849,17	Q 11 887 371,78
mar-09	11 477 479,50	413 106,08	Q 11 890 585,58
abr-09	11 404 844,35	741 837,16	Q 12 146 681,51
may-09	8 870 985,13	724 029,90	Q 9 595 015,03
jun-09	10 306 770,64	752 561,69	Q 11 059 332,33
			Q 341 975 090,90

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Datos históricos y pronosticados de los productos de la marca A. Calculados mediante los modelos de regresión lineal, logarítmica, potencial, exponencial, promedio móvil simple, exponencial simple y alisado exponencial doble

Mes	Marca A							
Año 1 (Febrero 2006 - Diciembre 2006)	Q 61 648 167.45	Q 61 648 167.45	Q 61 648 167.45	Q 61 648 167.45	Q 61 648 167.45	Q 61 648 167.45	Q 61 648 167.45	Q 61 648 167.45
Año 2 (Enero 2007 - Diciembre 2007)	Q 95 207 746.54	Q 95 207 746.54	Q 95 207 746.54	Q 95 207 746.54	Q 95 207 746.54	Q 95 207 746.54	Q 95 207 746.54	Q 95 207 746.54
Año 3 (Enero 2008 - Diciembre 2008)	Q 110 864 895.52	Q 110 864 895.52	Q 110 864 895.52	Q 110 864 895.52	Q 110 864 895.52	Q 110 864 895.52	Q 110 864 895.52	Q 110 864 895.52
Año 4 (Enero 2009 - Diciembre 2009)	Q 132 168 891.04	Q 113 356 092.86	Q 111 088 396.92	Q 128 636 485.33	Q 127 345 406.63	Q 125 235 389.72	Q 112 024 185.41	
Año 6 (Enero 2010 - Diciembre 2010)	Q 149 396 665.01	Q 97 350 771.51	Q 92 806 032.61	Q 149 241 517.97	Q 124 526 502.80	Q 121 100 018.20	Q 94 677 609.58	
Año 7 (Enero 2011 - Diciembre 2011)	Q 168 636 190.57	Q 97 361 152.50	Q 92 806 032.61	Q 183 014 597.90	Q 124 543 502.52	Q 121 100 018.20	Q 94 677 609.58	
Año 8 (Enero 2012 - Diciembre 2012)	Q 187 875 716.13	Q 97 369 772.89	Q 92 806 032.61	Q 224 430 463.47	Q 124 543 039.74	Q 121 100 018.20	Q 94 677 609.58	
Año 9 (Enero 2013 - Diciembre 2013)	Q 207 115 241.69	Q 97 377 145.08	Q 92 806 032.61	Q 275 218 662.93	Q 124 543 046.75	Q 121 100 018.20	Q 94 677 609.58	
Año 10 (Enero 2014 - Diciembre 2014)	Q 226 354 767.25	Q 97 383 585.65	Q 92 806 032.61	Q 337 500 138.14	Q 124 543 046.70	Q 121 100 018.20	Q 94 677 609.58	
	Regresión lineal	Regresión logarítmica	Regresión potencial	Regresión exponencial	Promedio móvil simple	Exponencial simple	Alisado exponencial doble	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. Datos históricos y pronosticados de los productos de la marca B calculados mediante los modelos de regresión lineal, logarítmica, potencial, exponencial, promedio móvil simple, exponencial simple y alisado exponencial doble

Mes	Marca B						
Año 1 (Feb 2006-Diciembre 2006)	Q 915 502,53	Q 915 502,53	Q 915 502,53	Q 915 502,53	Q 915 502,53	Q 915 502,53	Q 915 502,53
Año 2 (Enero 2007-Diciembre 2007)	Q 1 582 003	Q 1 582 003	Q 1 582 003	Q 1 582 003	Q 1 582 003	Q 1 582 003	Q 1 582 003
Año 3 (Enero 2008-Diciembre 2008)	Q 3 485 127,15	Q 3 485 127,15	Q 3 485 127,15	Q 3 485 127,15	Q 3 485 127,15	Q 3 485 127,15	Q 3 485 127,15
Año 4 (Enero 2009-Diciembre 2009)	Q 6 899 654,68	Q 4 988 681,74	Q 4 636 557,15	Q 7 707 354,39	Q 7 556 800,41	Q 8 068 594,57	Q 4 986 595,032
Año 6 (Enero 2010-Diciembre 2010)	Q 8 092 095,47	Q 2 805 580,25	Q 2 100 578,11	Q 14 102 134,93	Q 8 088 462,97	Q 8 964 652,95	Q 2 800 653,884
Año 7 (Enero 2011-Diciembre 2011)	Q 10 045 858,51	Q 2 806 416,49	Q 2 100 578,11	Q 28 284 846,43	Q 8 085 133,70	Q 8 964 652,95	Q 2 800 653,884
Año 8 (Enero 2012-Diciembre 2012)	Q 11 999 621,56	Q 2 807 110,91	Q 2 100 578,11	Q 56 731 306,39	Q 8 085 201,46	Q 8 964 652,95	Q 2 800 653,884
Año 9 (Enero 2013-Diciembre 2013)	Q 13 953 384,60	Q 2 807 704,78	Q 2 100 578,11	Q 113 786 763,28	Q 8 085 200,68	Q 8 964 652,95	Q 2 800 653,884
Año 10 (Enero 2014-Diciembre 2014)	Q 15 907 147,65	Q 2 808 223,61	Q 2 100 578,11	Q 228 223 679,69	Q 8 085 200,69	Q 8 964 652,95	Q 2 800 653,884
	Regresión lineal	Regresión logarítmica	Regresión potencial	Regresión exponencial	Promedio móvil simple	Exponencial simple	Alisado exponencial doble

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. Datos de pronósticos expresados en libras y moneda nacional (Q) de los productos de la marca A (febrero de 2006 a diciembre de 2014)

X	Tiempo	Demanda y pronósticos (Q)	Pronósticos (lbs.)
1	feb-06	Q4 841 478,17	405 081,24
2	mar-06	Q7 605 598,37	636 352,19
3	abr-06	Q3 604 079,82	301 549,46
4	may-06	Q5 733 227,60	479 692,95
5	jun-06	Q5 134 832,66	429 625,89

Continuación del apéndice 4.

6	jul-06	Q6 050 334,33	506 224,93
7	ago-06	Q5 698 402,80	476 779,20
8	sep-06	Q4 911 114,30	410 907,62
9	oct-06	Q5 943 064,17	497 249,75
10	nov-06	Q6 756 920,95	565 344,26
11	dic-06	Q5 369 114,28	449 227,98
12	ene-07	Q7 584 146,19	634 557,31
13	feb-07	Q7 203 931,07	602 745,12
14	mar-07	Q9 123 810,03	763 379,31
15	abr-07	Q6 017 026,83	503 438,12
16	may-07	Q8 218 838,43	687 661,32
17	jun-07	Q7 117 918,10	595 548,51
18	jul-07	Q8 560 132,17	716 217,00
19	ago-07	Q9 241 489,87	773 225,46
20	sep-07	Q6 567 230,93	549 473,11
21	oct-07	Q8 698 756,73	727 815,56
22	nov-07	Q8 760 458,97	732 978,12
23	dic-07	Q8 114 007,22	678 890,20
24	ene-08	Q16 814 158,19	1 406 822,42
25	feb-08	Q6 805 368,77	569 397,84
26	mar-08	Q11 210 437,59	937 965,18
27	abr-08	Q9 759 813,04	816 593,00
28	may-08	Q7 821 521,40	654 418,23
29	jun-08	Q9 621 771,43	805 043,20
30	jul-08	Q11 932 875,08	998 410,75
31	ago-08	Q5 406 491,78	452 355,32

Continuación del apéndice 4.

32	sep-08	Q7 106 471,09	594 590,75
33	oct-08	Q7 350 148,07	614 978,94
34	nov-08	Q8 677 650,12	726 049,60
35	dic-08	Q8 358 188,96	699 320,63
36	ene-09	Q11 133 778,39	931 551,19
37	feb-09	Q11 491 522,61	961 483,26
38	mar-09	Q11 477 479,50	960 308,29
39	abr-09	Q11 404 844,35	954 230,99
40	may-09	Q8 870 985,13	742 225,73
41	jun-09	Q10 306 770,64	862 356,35
42	jul-09	Q10 913 232,20	913 098,33
43	ago-09	Q11 046 840,01	924 277,15
44	sep-09	Q11 180 447,83	935 455,97
45	oct-09	Q11 314 055,65	946 634,79
46	nov-09	Q11 447 663,46	957 813,61
47	dic-09	Q11 581 271,28	968 992,44
48	ene-10	Q11 714 879,09	980 171,26
49	feb-10	Q11 848 486,91	991 350,08
50	mar-10	Q11 982 094,73	1 002 528,90
51	abr-10	Q12 115 702,54	1 013 707,72
52	may-10	Q12 249 310,36	1 024 886,54
53	jun-10	Q12 382 918,18	1 036 065,37
54	jul-10	Q12 516 525,99	1 047 244,19
55	ago-10	Q12 650 133,81	1 058 423,01
56	sep-10	Q12 783 741,63	1 069 601,83
57	oct-10	Q12 917 349,44	1 080 780,65

Continuación del apéndice 4.

58	nov-10	Q13 050 957,26	1 091 959,47
59	dic-10	Q13 184 565,07	1 103 138,29
60	ene-11	Q13 318 172,89	1 114 317,12
61	feb-11	Q13 451 780,71	1 125 495,94
62	mar-11	Q13 585 388,52	1 136 674,76
63	abr-11	Q13 718 996,34	1 147 853,58
64	may-11	Q13 852 604,16	1 159 032,40
65	jun-11	Q13 986 211,97	1 170 211,22
66	jul-11	Q14 119 819,79	1 181 390,04
67	ago-11	Q14 253 427,61	1 192 568,87
68	sep-11	Q14 387 035,42	1 203 747,69
69	oct-11	Q14 520 643,24	1 214 926,51
70	nov-11	Q14 654 251,05	1 226 105,33
71	dic-11	Q14 787 858,87	1 237 284,15
72	ene-12	Q14 921 466,69	1 248 462,97
73	feb-12	Q15 055 074,50	1 259 641,79
74	mar-12	Q15 188 682,32	1 270 820,62
75	abr-12	Q15 322 290,14	1 281 999,44
76	may-12	Q15 455 897,95	1 293 178,26
77	jun-12	Q15 589 505,77	1 304 357,08
78	jul-12	Q15 723 113,59	1 315 535,90
79	ago-12	Q15 856 721,40	1 326 714,72
80	sep-12	Q15 990 329,22	1 337 893,54
81	oct-12	Q16 123 937,03	1 349 072,36
82	nov-12	Q16 257 544,85	1 360 251,19
83	dic-12	Q16 391 152,67	1 371 430,01

Continuación del apéndice 4.

84	ene-13	Q16 524 760,48	1 382 608,83
85	feb-13	Q16 658 368,30	1 393 787,65
86	mar-13	Q16 791 976,12	1 404 966,47
87	abr-13	Q16 925 583,93	1 416 145,29
88	may-13	Q17 059 191,75	1 427 324,12
89	jun-13	Q17 192 799,57	1 438 502,94
90	jul-13	Q17 326 407,38	1 449 681,76
91	ago-13	Q17 460 015,20	1 460 860,58
92	sep-13	Q17 593 623,02	1 472 039,40
93	oct-13	Q17 727 230,83	1 483 218,22
94	nov-13	Q17 860 838,65	1 494 397,04
95	dic-13	Q17 994 446,46	1 505 575,86
96	ene-14	Q18 128 054,28	1 516 754,69
97	feb-14	Q18 261 662,10	1 527 933,51
98	mar-14	Q18 395 269,91	1 539 112,33
99	abr-14	Q18 528 877,73	1 550 291,15
100	may-14	Q18 662 485,55	1 561 469,97
101	jun-14	Q18 796 093,36	1 572 648,79
102	jul-14	Q18 929 701,18	1 583 827,62
103	ago-14	Q19 063 309,00	1 595 006,44
104	sep-14	Q19 196 916,81	1 606 185,26
105	oct-14	Q19 330 524,63	1 617 364,08
106	nov-14	Q19 464 132,44	1 628 542,90
107	dic-14	Q19 597 740,26	1 639 721,72
	Total de demanda	Q1 339 268 281,21	112 055 127,96

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. **Datos de pronósticos expresados en libras y moneda nacional (Q) de los productos de la marca B (febrero de 2006 a diciembre de 2014)**

X	Tiempo	Pronósticos	Pronósticos (lbs.)
1	feb-06	Q119 358,13	12 561,69
2	mar-06	Q87 060,35	9 162,55
3	abr-06	Q45 475,84	4 786,04
4	may-06	Q44 907,88	4 726,27
5	jun-06	Q50 216,71	5 284,99
6	jul-06	Q84 230,15	8 864,69
7	ago-06	Q105 970,03	11 152,68
8	sep-06	Q82 624,29	8 695,68
9	oct-06	Q90 930,67	9 569,88
10	nov-06	Q125 692,51	13 228,34
11	dic-06	Q79 035,97	8 318,04
12	ene-07	Q92 531,95	9 738,40
13	feb-07	Q146 817,19	15 451,58
14	mar-07	Q111 249,01	11 708,25
15	abr-07	Q146 305,04	15 397,68
16	may-07	Q134 804,02	14 187,27
17	jun-07	Q148 348,48	15 612,74
18	jul-07	Q155 552,28	16 370,89
19	ago-07	Q119 823,27	12 610,64
20	sep-07	Q123 284,24	12 974,89
21	oct-07	Q168 533,04	17 737,04
22	nov-07	Q146 486,92	15 416,82

Continuación del apéndice 5.

23	dic-07	Q88 267,56	9 289,60
24	ene-08	Q178 215,52	18 756,06
25	feb-08	Q168 450,44	17 728,34
26	mar-08	Q242 435,66	25 514,82
27	abr-08	Q230 614,67	24 270,73
28	may-08	Q165 515,32	17 419,44
29	jun-08	Q264 233,72	27 808,93
30	jul-08	Q378 648,73	39 850,38
31	ago-08	Q336 803,53	35 446,44
32	sep-08	Q331 469,60	34 885,08
33	oct-08	Q409 306,22	43 076,89
34	nov-08	Q393 987,02	41 464,64
35	dic-08	Q385 446,72	40 565,83
36	ene-09	Q558 884,09	58 819,01
37	feb-09	Q395 849,17	41 660,62
38	mar-09	Q413 106,08	43 476,80
39	abr-09	Q741 837,16	78 073,67
40	may-09	Q724 029,90	76 199,57
41	jun-09	Q752 561,69	79 202,36
42	jul-09	Q518 311,60	54 549,02
43	ago-09	Q531 879,40	55 976,94
44	sep-09	Q545 447,20	57 404,87
45	oct-09	Q559 015,00	58 832,79
46	nov-09	Q572 582,80	60 260,72
47	dic-09	Q586 150,60	61 688,64
48	ene-10	Q599 718,39	63 116,57

Continuación del apéndice 5.

49	feb-10	Q613 286,19	64 544,49
50	mar-10	Q626 853,99	65 972,42
51	abr-10	Q640 421,79	67 400,34
52	may-10	Q653 989,59	68 828,27
53	jun-10	Q667 557,39	70 256,19
54	jul-10	Q681 125,19	71 684,12
55	ago-10	Q694 692,99	73 112,04
56	sep-10	Q708 260,79	74 539,97
57	oct-10	Q721 828,59	75 967,89
58	nov-10	Q735 396,38	77 395,82
59	dic-10	Q748 964,18	78 823,74
60	ene-11	Q762 531,98	80 251,67
61	feb-11	Q776 099,78	81 679,59
62	mar-11	Q789 667,58	83 107,52
63	abr-11	Q803 235,38	84 535,44
64	may-11	Q816 803,18	85 963,37
65	jun-11	Q830 370,98	87 391,29
66	jul-11	Q843 938,78	88 819,22
67	ago-11	Q857 506,57	90 247,14
68	sep-11	Q871 074,37	91 675,07
69	oct-11	Q884 642,17	93 102,99
70	nov-11	Q898 209,97	94 530,92
71	dic-11	Q911 777,77	95 958,84
72	ene-12	Q925 345,57	97 386,77
73	feb-12	Q938 913,37	98 814,69
74	mar-12	Q952 481,17	100 242,62

Continuación del apéndice 5.

75	abr-12	Q966 048,97	101 670,54
76	may-12	Q979 616,76	103 098,47
77	jun-12	Q993 184,56	104 526,39
78	jul-12	Q1 006 752,36	105 954,32
79	ago-12	Q1 020 320,16	107 382,24
80	sep-12	Q1 033 887,96	108 810,17
81	oct-12	Q1 047 455,76	110 238,09
82	nov-12	Q1 061 023,56	111 666,02
83	dic-12	Q1 074 591,36	113 093,94
84	ene-13	Q1 088 159,16	114 521,87
85	feb-13	Q1 101 726,95	115 949,79
86	mar-13	Q1 115 294,75	117 377,72
87	abr-13	Q1 128 862,55	118 805,64
88	may-13	Q1 142 430,35	120 233,57
89	jun-13	Q1 155 998,15	121 661,49
90	jul-13	Q1 169 565,95	123 089,42
91	ago-13	Q1 183 133,75	124 517,34
92	sep-13	Q1 196 701,55	125 945,27
93	oct-13	Q1 210 269,35	127 373,19
94	nov-13	Q1 223 837,15	128 801,12
95	dic-13	Q1 237 404,94	130 229,04
96	ene-14	Q1 250 972,74	131 656,97
97	feb-14	Q1 264 540,54	133 084,89
98	mar-14	Q1 278 108,34	134 512,82
99	abr-14	Q1 291 676,14	135 940,74
100	may-14	Q1 305 243,94	137 368,67

Continuación del apéndice 5.

101	jun-14	Q1 318 811,74	138 796,59
102	jul-14	Q1 332 379,54	140 224,52
103	ago-14	Q1 345 947,34	141 652,44
104	sep-14	Q1 359 515,13	143 080,37
105	oct-14	Q1 373 082,93	144 508,29
106	nov-14	Q1 386 650,73	145 936,22
107	dic-14	Q1 400 218,53	147 364,14
	Total de demanda	Q72 880 395,14	7 670 200,49

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 6. Datos de las cantidades en libras de la reserva en relación al porcentaje del nivel de servicio (%)

En este caso las cantidades en libras de reservas son:

Promedio de rango residual en libras = 169 165,97

Valor de reserva en libras = 169 165,97 libras × 2,33

- Valor de reserva en libras con un nivel de servicio de 99 % = 394 156,72 libras

Nivel servicio	Valor tabla normal	Valor de reserva (Lbs.)
99 %	2,33	394 156,72
95 %	1,64	277 432,20
90 %	1,28	216 532,45

Continuación del apéndice 6.

85 %	1,03	174 240,95
80 %	0,84	142 099,42

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 7. Datos del inventario final (libras) definido con un nivel de servicio del 99 % de los productos de la marca A

Mes	Inventario final (Lbs.)
Año 1 (febrero 2006-diciembre 2006)	1 472 025,12
Año 2 (enero 2007-diciembre 2007)	1 679 894,55
Año 3 (enero 2008-diciembre 2008)	1 897 410,88
Año 4 (enero 2009-diciembre 2009)	2 107 247,80
Año 6 (enero 2010-diciembre 2010)	2 323 258,15
Año 7 (enero 2011-diciembre 2011)	2 539 702,89
Año 8 (enero 2012-diciembre 2012)	2 751 880,51
Año 9 (enero 2013-diciembre 2013)	2 969 124,33
Año 10 (enero 2014-diciembre 2014)	3 186 767,70

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 8. Datos del inventario final (libras) definido con un nivel de servicio del 99 % de los productos de la marca B

Mes	Inventario final (Lbs.)
Año 1 (febrero 2006-diciembre 2006)	24 240,41
Año 2 (enero 2007-diciembre 2007)	50 513,75
Año 3 (enero 2008-diciembre 2008)	77 930,04
Año 4 (enero 2009-diciembre 2009)	105 346,31
Año 6 (enero 2010-diciembre 2010)	132 762,58
Año 7 (enero 2011-diciembre 2011)	160 178,71
Año 8 (enero 2012-diciembre 2012)	187 594,93
Año 9 (enero 2013-diciembre 2013)	215 010,82
Año 10 (enero 2014-Diciembre 2014)	242 427,20

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 9. Variables dentro del análisis del proceso de clasificación dentro de la curva ABC sobre el acomodo inteligente de los productos

Estadísticos sobre acomodo inteligente	Símbolo	Unidades de medida	Detalles
Rotación	T	Unidades despachadas por periodo	Se utiliza junto con el volumen unitario para calcular movimiento de volumen para asignar el modo de almacenamiento y el espacio.
Popularidad	P	Solicitudes por periodo	También llamada visitas a un artículo. Se utiliza junto con el volumen para determinar la asignación del modo y la ubicación de almacenamiento dentro del modo de almacenamiento.
Promedio de peso unitario	C	Lbs/unidad	Mide el tamaño físico de una unidad de algún artículo en este caso los datos de las libras por unidad se encontraban en las especificaciones de las facturas.
Movimiento de libras	$V = T * C$	Lbs/periodo	Se utiliza para determinar el modo apropiado de almacenamiento y la asignación de espacio en el modo de almacenamiento.
Densidad de preparación	$D = P/V$	Solicitudes/Lbs	Utilizado en la zonificación dorada. Los artículos con la mayor densidad de preparación deberían asignarse a las ubicaciones de preparación más accesibles.

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 10. **Periodo de análisis de pronósticos febrero 2006 a diciembre 2014**

Tiempo
Año 1 (febrero 2006-diciembre 2006)
Año 2 (enero 2007-diciembre 2007)
Año 3 (enero 2008-diciembre 2008)
Año 4 (enero 2009-diciembre 2009)
Año 6 (enero 2010-diciembre 2010)
Año 7 (enero 2011-diciembre 2011)
Año 8 (enero 2012-diciembre 2012)
Año 9 (enero 2013-diciembre 2013)
Año 10 (enero 2014-diciembre 2014)

Fuente: elaboración propia.