



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

**ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DE INVENTARIO EN UNA EMPRESA
COMERCIALIZADORA DE PRODUCTOS DE FERRETERÍA**

María Andree Muñoz López

Asesorada por la Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada

Guatemala, Julio de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DE INVENTARIO EN UNA EMPRESA
COMERCIALIZADORA DE PRODUCTOS DE FERRETERÍA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MARÍA ANDREE MUÑOZ LÓPEZ

ASESORADO POR EL INGA. AURELIA ANABELA CORDOVA ESTRADA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, MES DE JULIO DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Óscar Humberto Galicia Núñez
VOCAL V	Br. Carlos Enrique Gómez Donis
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

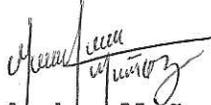
DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Karla Lizbeth Martínez Vargas
EXAMINADORA	Inga. Vera Ninette de León Méndez
EXAMINADOR	Ing. Alex Suntecun Castellanos
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

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:

ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DE INVENTARIO EN UNA EMPRESA COMERCIALIZADORA DE PRODUCTOS DE FERRETERÍA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 4 de marzo de 2016.


Maria Andree Muñoz López

Guatemala, 31 de enero de 2018

Ingeniero:

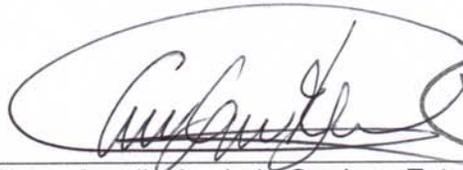
CÉSAR ERNESTO URQUIZÚ RODAS
Director de Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería, USAC

Ingeniero Urquizú Rodas.

Atentamente me permito comunicarle, que he tenido a la vista el informe final del trabajo de graduación de la estudiante **María Andree Muñoz López**, quien se identifica con número de carné **201212588**, titulado "**ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DE INVENTARIO DE UNA EMPRESA COMERCIALIZADORA DE PRODUCTOS DE FERRETERÍA**", y después de hacer las revisiones y correcciones correspondientes, lo he encontrado satisfactorio, ya que este cumple con los objetivos plateados y se ajusta al contenido indicado y autorizado según protocolo, procediendo por este medio a su aprobación final.

Por lo tanto, extiendo la presente, solicitándole darle el trámite respectivo.

Atentamente,



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada

Colegiado No. 7141

ASESORA



REF.REV.EMI.038.018

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DE INVENTARIO EN UNA EMPRESA COMERCIALIZADORA DE PRODUCTOS DE FERRETERÍA**, presentado por la estudiante universitaria **María Andree Muñoz López**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Sergio Antonio Torres Méndez
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, abril de 2018.

/mgp



REF.DIR.EMI.077.018

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 **ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DE INVENTARIO EN UNA EMPRESA COMERCIALIZADORA DE PRODUCTOS DE FERRETERÍA**, presentado por la estudiante universitaria **María Andree Muñoz López**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing. Juan José Peralta Dardón
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, julio de 2018.

/mgp



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: **ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DE INVENTARIO EN UNA EMPRESA COMERCIALIZADORA DE PRODUCTOS DE FERRETERÍA**, presentado por la estudiante universitaria: **María Andree Muñoz López**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, julio de 2018

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por brindarme sabiduría y haber guiado mi camino durante toda mi vida.
Mis padres	Guido Muñoz y Beraly López de Muñoz. Por ser mi inspiración, por su amor incondicional y el apoyo brindado durante toda mi vida.
Mis hermanos	Sofía Muñoz y Mario Muñoz, por estar siempre a mi lado y motivarme a seguir adelante.
Mi Mejor amiga	Ana Elisa Pineda, por su apoyo, amistad y consejos.
Mi novio	Pablo Orellana, por todo el apoyo, noches de desvelo y momentos inolvidables.
Mi abuela	Irma Veliz, por brindarme todo su amor incondicional y no dejar de creer en mí.
Mis tíos	Jennifer López de Parish y Paul Parish, por ser como mis segundos padres y estar siempre presentes.

AGRADECIMIENTOS A:

La Universidad de San Carlos de Guatemala	Por haberme abierto las puertas y formarme profesionalmente.
Facultad de Ingeniería	Agradezco sus conocimientos impartidos desde el inicio de mis estudios superiores.
Mis amigos de la Facultad	Sonia Alvarado y Christopher Virula, por su amistad sin ustedes no me hubiera divertido tanto en todo el proceso.
Inga. Anabela	Por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su conocimiento y asesorarme durante todo el proceso de desarrollo de este trabajo de graduación.
FERREGUA, S.A.	Especialmente a Mario Echeverría por brindarme la oportunidad de realizar mi trabajo de graduación en la empresa.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA	1
1.1. Actividades a las que se dedica la empresa.....	1
1.2. Objetivos de la empresa	2
1.3. Visión.....	2
1.4. Misión	2
1.5. Estructura organizacional	2
1.5.1. Descripción de puestos	3
1.6. Productos	4
1.6.1. Clasificación de productos.....	4
2. MARCO TEÓRICO	7
2.1. Administración	7
2.2. Inventario.....	9
2.2.1. Propósito del inventario	10
2.3. Demanda.....	11
2.4. Administración de inventario.....	13
2.4.1. Objetivos del control de inventarios	14
2.5. Pronóstico de ventas	14

2.6.	Tipos de pronóstico	15
2.6.1.	Familias de curvas estables	16
2.6.2.	Curvas ascendentes - descendentes	17
2.6.3.	Curvas cíclicas	17
2.6.4.	Familias combinadas.....	18
2.7.	Reabastecimiento de la demanda independiente	19
2.7.1.	Pedido Óptimo.....	19
2.7.2.	<i>Stock</i> de seguridad.....	20
2.7.3.	Nivel de reorden	20
2.7.4.	Nivel máximo	20
2.7.5.	Línea teórica de consumo	21
2.8.	Localización física y control de inventario	21
2.8.1.	Sistema de memoria	22
2.8.2.	Sistema de localización fija	23
2.8.3.	Sistema de localización aleatorio	23
2.8.4.	Sistema de localización aleatoria	23
2.9.	Teorías comunes sobre ubicación de inventarios	24
2.9.1.	Categorización ABC	24
2.9.2.	Agrupación por familias	25
2.10.	Métodos de costeo de inventario	25
2.10.1.	Método promedio	26
2.10.2.	Primero en entrar primero en salir (PEPS)	27
2.10.3.	Ultimo en entrar Primero en Salir (UEPS)	27
3.	ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LA DEMANDA	29
3.1.	Determinación del tipo de demanda.....	30
3.2.	Historial de Ventas	31
3.3.	Determinación del tipo de pronóstico	35
3.4.	Pronóstico de riesgo.....	40

4.	DISEÑO DEL MODELO DE INVENTARIO	47
4.1.	Determinación del modelo de inventario	48
4.2.	Determinación de existencia actual en bodega	48
4.3.	Política de pedido	50
4.3.1.	Promedio de tiempo de las últimas entregas	51
4.3.2.	Tiempo que el material puede estar almacenado ...	53
4.4.	Cálculo de variables cuantitativas	54
4.4.1.	<i>Stock</i> de seguridad	54
4.4.2.	Nivel de reorden	56
4.4.3.	Nivel máximo	58
4.4.4.	Cantidad óptima de pedido	60
4.4.5.	Líneas teóricas de consumo	62
4.5.	Calendario de orden e ingreso de pedidos	65
5.	DISEÑO DEL SISTEMA DE LOCALIZACIÓN FÍSICA	75
5.1.	Determinación del sistema de localización física.....	76
5.2.	Nombramiento del <i>rack</i>	80
5.3.	Nombramiento de niveles y posiciones	83
5.4.	Plano de la bodega.....	85
5.5.	Aplicación del método primero en entrar primero en salir (PEPS).....	87
5.6.	Procedimientos de almacenaje por ubicación	89
5.6.1.	Extracción de productos	90
5.6.2.	Colocación de productos	90
5.7.	Mapeo de productos mediante tablas de control	91
5.8.	Costos	94
6.	MEDIDORES DE DESEMPEÑO	97
6.1.	Eficiencia en las predicciones de la demanda	98

6.2.	Eficiencia del modelo de inventario	99
6.3.	Eficiencia del modelo de distribución física de la bodega	100
CONCLUSIONES.....		101
RECOMENDACIONES		103
BIBLIOGRAFÍA.....		105

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

Figura 1.	Estructura organizacional de la empresa FerreGua, S.A.....	3
Figura 2.	Ejemplo de familia de curvas estables	16
Figura 3.	Ejemplo de curvas ascendentes – descendentes.....	17
Figura 4.	Ejemplo de curvas cíclicas	18
Figura 5.	Ejemplo de familiar combinadas.....	18
Figura 6.	Gráfica del historial de ventas de alicate	36
Figura 7.	Historial de ventas de destornillador Phillips	37
Figura 8.	Historial de ventas de espátula flexible.....	38
Figura 9.	Historial de ventas de llave ajustable	39
Figura 10.	Historial de ventas de vicegrip.....	40
Figura 11.	Gráfica de variables alicate	65
Figura 12.	Gráfica de variables destornillador Phillips.....	67
Figura 13.	Gráfica de variables de la espátula flexible	69
Figura 14.	Gráfica de variable de llave ajustable.....	71
Figura 15.	Gráfica de variable vicegrip	73
Figura 16.	Plano de bodega	86
Figura 17.	Ficha de valoración de inventario en almacén.....	88
Figura 18.	Formato de mapeo de productos en bodega.....	93
Figura 19.	Rótulo	95

TABLAS

Tabla I.	Herramientas manuales marca Kendo	5
Tabla II.	Historial de ventas de alicate	31
Tabla III.	Historial de ventas de destornillador Phillips	32
Tabla IV.	Historial de ventas de espátula flexible	33
Tabla V.	Historial de ventas de llave ajustable	34
Tabla VI.	Historial de ventas de vicegrip	35
Tabla VII.	Pronóstico de demanda de Alicates.....	42
Tabla VIII.	Pronóstico de la demanda de destornillador de Phillips	43
Tabla IX.	Pronóstico de la demanda de espátula flexible	44
Tabla X.	Pronóstico de la demanda de llave ajustable	45
Tabla XI.	Pronóstico de la demanda de vicegrip	46
Tabla XII.	Existencia de productos en bodega	50
Tabla XIII.	Historial de entrega de pedidos.....	52
Tabla XIV.	Promedios de tiempos de entrega	53
Tabla XV.	<i>Stock</i> de seguridad.....	56
Tabla XVI.	Nivel de reorden	58
Tabla XVII.	Nivel máximo.....	60
Tabla XVIII.	Cantidad óptima de pedido	62
Tabla XIX.	Línea teórica de consumo	64
Tabla XX.	Calendario de pedidos alicate	66
Tabla XXI.	Calendario de pedidos destornillador Phillips.....	68
Tabla XXII.	Calendario de pedidos espátula flexible.....	70
Tabla XXIII.	Calendario de pedidos llave ajustable.....	72
Tabla XXIV.	Calendario de pedidos Vicegrip	74
Tabla XXV.	Porcentajes ABC	76
Tabla XXVI.	Utilidad Anual por producto	77
Tabla XXVII.	Clasificación de productos ABC	78

Tabla XXVIII.	Resumen ABC.....	80
Tabla XXIX.	Asignación de <i>rack</i> por producto	82
Tabla XXX.	Nombramiento de niveles y posiciones	84
Tabla XXXI.	Actividades de extracción de productos	90
Tabla XXXII.	Actividades de colocación de producto.....	91

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Q_{opt}	Cantidad óptima de pedido
R_{ss}	Diferencia de tiempo más tardío y el promedio de tiempo de entrega
i	Índice estacional
NR	Nivel de reorden
N_{max}	Nivel máximo, límite de unidades a almacenar
%	Porcentaje
R_{NR}	Promedio de tiempo de últimas entregas
X_{hor}	Promedio de ventas horizontal
X_{ver}	Promedio de ventas vertical
Q	Quetzal
SS	<i>Stock</i> de seguridad

GLOSARIO

Alfanumérico	Que está formado por letras y números conjuntamente.
Beneficio	Diferencia de los ingresos con los gastos incurridos por dicha actividad.
Canal de distribución	Independientes que participan en el proceso de poner un producto o servicio a disposición del consumidor final o de un usuario.
Coste	Valor monetario incurrido en la adquisición de los productos, no incluye la ganancia.
Eficiencia	Alcanzar un objetivo con el menor uso de recursos.
Mercado	Grupo de personas u organizaciones con necesidades que satisfacer, dinero para gastar y voluntad de satisfacer la necesidad.
Microsoft Office	Paquete de programas informáticos para oficina.
Predicción	Anticipo de lo que sucederá de acuerdo con el análisis de las condiciones existentes.
Rack	Armazón de metal para albergar un producto.

RESUMEN

FerreGua, S.A. es una empresa que se dedica a la comercialización de herramientas. Su mercado objetivo son los minoristas por lo que los pedidos que reciben son de mayor volumen. Por esta razón, se vio la necesidad de hacer un análisis para que, el manejo del inventario fuera lo más eficiente posible.

El análisis se llevó a cabo en 6 capítulos. En los primeros dos se proporciona información de la empresa y conceptos básicos útiles para comprender los 4 capítulos posteriores.

En el capítulo tres se realizó un análisis del comportamiento de la demanda. Para ello, se estimó el número de unidades que comprarían sus clientes en el año 2017, dicha estimación requirió de un historial de ventas de años anteriores y así poder conocer su comportamiento, asociar a una familia de curvas para finalmente definir un pronóstico de ventas.

En el capítulo cuatro se utilizó la información del pronóstico de ventas del capítulo tres para llevar a cabo el diseño del modelo de inventario, el cual permitirá mantener en bodega el menor número de unidades almacenadas y que la empresa siga funcionando con fluidez.

En el capítulo cinco se aborda la organización de los productos dentro de las instalaciones, es decir el flujo y los espacios que deberán tener los productos una vez se encuentren en el establecimiento. Para esto se describieron los procedimientos y se asignaron espacios específicos a cada

producto donde beneficien a la empresa y, finalmente, en el capítulo seis se definieron ciertos medidores de desempeño que permitirán a FerreGua, S.A. evaluar la eficiencia con la cual se están llevando a cabo los procedimientos.

OBJETIVOS

General

Diseñar un modelo de administración y control de inventario que permita cubrir la variación en la demanda y satisfacer a tiempo la necesidad de los clientes.

Específicos

1. Realizar un estudio del comportamiento de la demanda, para efectuar predicciones que permitan la toma de decisiones.
2. Establecer el modelo de inventario que deberá aplicarse de acuerdo con la necesidad de la empresa.
3. Identificar el nivel óptimo de inventario que deberá mantener la bodega para asegurar el funcionamiento continuo y evitar llegar al punto de agotamiento.
4. Diseñar un sistema de localización física, que permita seguir el movimiento de los productos dentro de las instalaciones.
5. Determinar la distribución adecuada de los productos, que permita facilitar su localización y maximizar el uso del espacio.

6. Establecer medidores de desempeño que permitan analizar los resultados obtenidos.

INTRODUCCIÓN

FerreGua, S.A. es una empresa comercializadora de herramientas relativamente nueva en el mercado, por lo que sus procedimientos de almacenamiento y manejo de inventario no están totalmente definidos. Gracias a esto, en la bodega de la empresa se encuentra un exceso de algunos productos y ausencia de otros, por lo que el servicio de entrega a sus clientes no es regular.

Este trabajo de graduación propone mantener en bodega el número idóneo de unidades para que FerreGua cumpla con los tiempos de entrega de sus clientes y mejore su servicio. En la actualidad, los clientes buscan calidad y que la empresa cumpla con lo prometido en el menor tiempo posible y con una atención personalizada.

Para resolver la problemática de tener productos faltantes o productos en exceso, se realizará un análisis de la gestión del inventario la cual incluirá determinar el comportamiento de la demanda para predecir su comportamiento en el futuro, determinar la cantidad óptima de unidades que deberán mantenerse en bodega y en qué momento se deberán realizar los pedidos para que bodega no se desabastezca, asignar espacios de carga, descarga, y almacenamiento de los productos, dependiendo de los beneficios que obtenga la organización y llevar un control correcto del resultado de estos procedimientos.

1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

FerreGua, S.A. es una empresa que se dedica a la distribución de herramientas a ferreterías minoristas. Su misión es proveer a sus clientes con productos de buena calidad y a la vez un excelente servicio al cliente.

Para que FerreGua, S.A. crezca y tenga un mejor posicionamiento en el mercado necesita mejorar sus procesos de almacenamiento para obtener los productos necesarios y capacitar a su personal para que brinde un buen servicio a la clientela. Para esto, se debe recordar que en el mercado existen muchas empresas que representan una competencia y, se incumple con las expectativas del consumidor, es probable que se pierdan esas negociaciones.

1.1. Actividades a las que se dedica la empresa

FerreGua es una empresa nueva en el mercado guatemalteco, pertenece a DOLWEM CORP. cuyo capital es guatemalteco. Actualmente, se dedica a la comercialización de herramientas manuales. Su mercado objetivo son las ferreterías que venden por menor y clientes que quieran comprar un mayor número de unidades por lo que tienen el papel de intermediarios en la cadena de distribución.

El enfoque se basa en el servicio personalizado para satisfacer las necesidades de los clientes. Para ello, mantienen una amplia variedad de artículos a precios competitivos y proporcionarles una política de garantía responsable, su ubicación céntrica les permite ofrecer un servicio rápido y eficiente.

1.2. Objetivos de la empresa

- Ser la empresa líder en Guatemala en distribución de productos de ferretería, simplificando la cadena de suministro y el proceso de ventas.
- Expandir FERREGUA mediante la introducción de nuevos productos innovadores en el mercado, los cuales no posee la competencia.
- Aumentar el margen de ganancia en un 5% anual.
- Ser los proveedores de ferretería con los tiempos de entrega de los productos más cortos, garantizando la calidad del servicio.

1.3. Visión

Ser la empresa más eficiente en la atención al cliente, desde una negociación fácil hasta la entrega inmediata de sus productos.

1.4. Misión

Somos un conjunto de personas dedicadas a hacer crecer el negocio de nuestros clientes, a través de un buen servicio y eficiencia en nuestros procesos. Confiamos nuestro éxito al profesionalismo, honestidad, lealtad y exactitud de nuestros colaboradores.

1.5. Estructura organizacional

A continuación, se presenta la estructura de la organización, los cuadros de la Figura 1. representan los puestos, los títulos de cada cuadro indican el trabajo que desempeña cada empleado dentro de la organización, las líneas verticales que conectan los cuadros superiores con los inferiores representan las jerarquías, las superiores son las de mayor rango o con mayor autoridad y,

finalmente, los puestos que se encuentran conectados por línea horizontal tienen el mismo nivel de jerarquía.

Figura 1. Estructura organizacional de la empresa FerreGua, S.A.



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2010.

1.5.1. Descripción de puestos

- **Junta directiva/socios.** Analizan los indicadores financieros para la toma de decisiones.
- **Gerente general.** Planifica, organiza, dirige y asigna los recursos de la empresa para cumplir las metas y objetivos de la empresa.

- **Gerente comercial.** Gestiona el proceso de compra de los productos.
- **Gerente de ventas.** Planifica y supervisa las actividades de los vendedores.
- **Jefe de operaciones.** Lleva el control de las existencias del producto en existencia, recibe y despacha el producto de bodega.
- **Asistente administrativa.** Lleva la contabilidad de la empresa.
- **Vendedores.** Visitan las ferreterías, realizan las ventas y entregan el producto.

1.6. Productos

Dado que la empresa maneja una amplia gama de productos y de marcas la cual le permite abarcar una parte mayor en el mercado. Actualmente, mantienen una gran cantidad de artículos estacionados en bodega para satisfacer la demanda. Por eso, se pretende determinar la cantidad adecuada que se debe mantener en la bodega. En este estudio se tomó una muestra de los productos que se manejan y los análisis que se detallarán. Posteriormente, deberán realizarse con cada línea de productos que maneje FerreGua, S.A.

1.6.1. Clasificación de productos

La lista de la Tabla I incluye el detalle de los productos que comercializa FerreGua, S.A. es decir, herramientas manuales que distribuyen a ferreterías minoristas, como las herramientas de sujeción, de fijación y auxiliares de usos varios, como un martillo.

Tabla I. **Herramientas manuales marca Kendo**

01	Alicate
02	Arco ajustable para sierra
03	Cable coaxial
04	Cepillo para fregar
05	Cinzel
06	Cinta métrica de fibra
07	Conector pequeño de vinil
08	Corta pernos
09	Cuchara de albañilería
10	Destornillador Phillips
11	Espátula flexible
12	Flexómetro
13	Formón de carpintero
14	Gafas de seguridad
15	Guante de hule
16	Linterna de trabajo Led
17	Llave ajustable
18	Martillo
19	Mascarilla desechable
20	<i>Masking tape</i>
21	Mazo
22	Mini herramientas
23	Navaja
24	Nivel de alcohol
25	Pinza para pelar cable
26	Pistola de calafateadora
27	Plancha
28	Prensa de hierro forjado
29	Serrucho
30	Set de llaves
31	Tape
32	Tijera
33	Vicegrip

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Administración

“Proceso de planificación, organización, dirección y control del trabajo de los miembros de la organización y de usar los recursos disponibles de la organización para alcanzar las metas establecidas.”.¹ Los encargados de llevar la tarea de administrar son los gerentes de la organización, y quiénes son los gerentes, los gerentes son “Las Personas encargadas de dirigir las actividades que ayudan a las organizaciones para alcanzar sus metas.” [1].

Como la definición de administración menciona que las personas responsables de administrar se encargan de planificar, organizar, dirigir y controlar es de vital importancia conocer que actividades conlleva realizar estas tareas y a que se quiere llegar.

La planificación implica determinar las metas de la organización y los medios para alcanzarlas. Los gerentes hacen planes por tres razones: 1) para establecer el curso general que seguirá la organización en el futuro (para incrementar las utilidades, expandir la participación del mercado y hacer frente a su responsabilidad social); 2) para identificar y comprometer los recursos que la organización necesita para alcanzar sus metas, y 3) para decir cuáles tareas se deben desempeñar para llegar a esas metas.²

¹ STONER, James, FREEMAN, Edward, GILBERT JR, Daniel R. *Administración*. p 7.

² HELLRIEGEL, Don, JACKSON, Susan E., SLOCUM JR., John W. *Administración un enfoque basado en competencias*. p. 9.

Cuando se habla de que un gerente tiene que organizar “se refiera al proceso de decidir dónde se tomaran las decisiones, quién ocupara cuál puesto y desempeñara que tareas y quién dependerá de quién en la empresa”³. Es decir, la palabra organizar se refiere a la estructura que tendrá la organización, al organigrama donde cada persona tiene una tarea asignada y un delegado al que deberá rendir cuentas de las actividades que realiza dentro de la empresa.

La dirección de la organización “implica motivar a terceros con la intención de que desempeñen las tareas necesarias para alcanzar las metas de la organización” [3], “Implica mandar, influir y motivar a los empleados para que realicen tareas esenciales. Las relaciones y el tiempo son fundamentales para las actividades de la dirección.”⁴

“El control es el proceso que utiliza una persona, un grupo o una organización para monitorear el desempeño de forma permanente y aplicar acciones correctivas” [4], El control en una organización es muy importante ya que con esta tarea de la administración podrán medirse los desempeños de las actividades que está realizando todo el personal de la empresa, sin este control la empresa difícilmente avanzará ya que no sabría en que está fallando y que podría mejorar. Para esto, se usan los medidores de desempeño e identifican si se está cumpliendo con los objetivos de la organización.

³ HELLRIEGEL, Don, JACKSON, Susan E., SLOCUM JR., John W. *Administración un enfoque basado en competencias*. p. 9.

⁴ STONER, James, FREEMAN, Edward, GILBERT JR, Daniel R. *Administración*. p. 13.

2.2. Inventario

“Se define un inventario como la acumulación de materiales que posteriormente serán usados para satisfacer una demanda futura.”⁵ “Los inventarios de una compañía están constituidos por sus materias primas, sus productos en proceso, los suministros que utiliza en sus operaciones y los productos terminados.”⁶

Según Muller (2004) afirma que “los inventarios se dividen en las categorías generales de materias primas. productos terminados y productos en proceso” [6], en su mismo libro describe la utilidad de estos inventarios dentro de la organización.

Los productos destinados a utilizarse como “materias primas: Se utilizan para producir artículos parciales o productos terminados” [6], estos artículos son los que sufrirán una transformación para obtener los artículos que luego serán puestos a disposición de un comprador.

Los “Productos terminados: Son productos listos para su venta a los clientes. También se utilizan para ajustar la producción a la demanda, predecible o impredecible del mercado.” [6], estos productos son las materias primas transformadas para entregarlas al cliente.

La última división de inventario según Muller (2004) dentro del sistema de producción son los

⁵ MOYA NAVARRO, Marcos Javier. *Investigación de operaciones control de inventarios y teoría de colas.* p. 19.

⁶ MULLER, Max. *Fundamento de administración de inventarios.* p. 1.

Productos en proceso: Se considera que los artículos son productos en proceso durante el tiempo en que las materias primas se convierten en productos parciales, sub ensamblajes y productos terminados. Los productos en proceso se deben mantener en el mínimo nivel posible. Se acumulan por demoras en el trabajo, tiempos prolongados de movilización entre operaciones y generación de cuellos de botella.⁷

estos son las materias primas que están en proceso de ser transformadas en el producto terminado.

2.2.1. Propósito del inventario

Según Muller (2004) el propósito de un inventario en el ambiente manufacturero es contar con la “capacidad de predicción: Con el fin de planear la capacidad y establecer un cronograma de producción, es necesario controlar cuánta materia prima, cuántas piezas y cuántos sub ensamblajes se procesan en un momento dado. El inventario debe mantener el equilibrio entre lo que se necesita y lo que se procesa.” [7]

Fluctuaciones de la demanda: Una reserva de inventario a la mano supone protección: No siempre se sabe cuánto va a necesitarse en un momento dado, pero aun así debe satisfacerse a tiempo la demanda de los clientes o de la producción. Si puede verse cómo actúan los clientes en la cadena de suministro, las sorpresas en las fluctuaciones de la demanda se mantienen al mínimo. [7]

si no se conoce con precisión cuales son las fluctuaciones de la demanda, en algún momento no se cumplirá con esta. Mantener un inventario permite a la empresa enfrentar las variaciones del mercado.

⁷ MULLER, Max. *Fundamento de administración de inventarios*. p. 5.

Inestabilidad del suministro: El inventario protege de la falta de confiabilidad de los proveedores o cuando escasea un artículo y es difícil asegurar una provisión constante. En lo posible, los proveedores de baja confiabilidad deben rehabilitarse a través del diálogo, o de lo contrario deberán reemplazarse. La rehabilitación se puede lograr por medio de pedidos de compra maestros, con tiempos preestablecidos de suministro de productos, sanciones en precio o plazos de pago por incumplimiento, una mejor comunicación verbal y electrónica entre las partes, etc. El efecto de ello será una reducción de las necesidades de inventario a mano.⁸

Protección de precios: La compra acertada de inventario en los momentos adecuados ayuda a evitar el impacto de la inflación de costos. Obsérvese que contratar para asegurar el precio no exige necesariamente recibir la mercancía en el momento de la compra. Muchos proveedores prefieren hacer envíos periódicos en lugar de despachar de una vez el suministro completo para un año, de una unidad particular de existencias. [8]

“Descuentos por cantidad: Con frecuencia se ofrecen descuentos cuando se compra en cantidades grandes en lugar de pequeñas.” [8]

“Menores costos de pedido: Si se compra una cantidad mayor de un artículo, pero con menor frecuencia, los costos de pedido son menores que si se compra en pequeñas cantidades una y otra vez” [8]

2.3. Demanda

Según Juan Ávila (2006)

la demanda expresa las actitudes y preferencias de los consumidores por un artículo, mercancía o servicio. Es decir, la demanda de una mercancía (bien) es la cantidad de ella que el individuo estaría dispuesto a comprar, en un momento dado, a los diversos precios posibles.

Por lo tanto, la demanda está representada por una serie de posibles alternativas que correlacionan las diferentes demandas con los distintos niveles de precios presentados. Esta serie de alternativas posibles varían inversamente al nivel de los precios.⁹

⁸ MULLER, Max. *Fundamento de administración de inventarios*. p. 3.

⁹ ÁVILA MACEDO, Juan José. *Economía*. p. 40.

Como se puede ver, la demanda no es una simple cantidad de un producto, sino que es toda una relación o lista de las cantidades de una mercancía que los compradores estarían dispuestos a adquirir a los diversos precios posibles.

Por último, se entenderá por demanda la cantidad de un artículo que se compra a un precio dado, por unidad de tiempo: un día, una semana, un mes, etc.¹⁰

La demanda es el número de artículos que desean comprar los clientes y que, al mismo tiempo, pueden pagarlos. En esta investigación se abordarán la demanda independiente y la demanda dependiente. Juan Ávila (2006) se refiere a la demanda del mercado.

La demanda independiente, según Richard Chase, Robert Jacobs y Nicholas Aquilano (2009) “no se deriva directamente de la demanda de otros productos”¹¹, es decir esta demanda no está sujeta a la demanda de otros artículos, es individual. Este tipo de demandas están sujetos al cambio de los precios y a las calidades de los productos y es al que nos referiremos más adelante para el desarrollo de este trabajo.

La demanda dependiente según Richard Chase, Robert Jacobs y Nicholas Aquilano (2009) “es la demanda de un producto o servicio provocada por la demanda de otros productos o servicios.” [11] este tipo de demanda se refiere a los requerimientos de los materiales en un proceso de producción cuando se tiene un ritmo de producción y las materias primas están sujetas entre sí para obtener un producto final, por lo tanto, los requerimientos de materiales en un proceso de producción donde, para elaborar cierto producto se necesita un número de unidades de otros artículos para transformarlo.

¹⁰ ÁVILA MACEDO, Juan José. *Economía*. p. 40.

¹¹ CHASE, Richard B., F. JACOBS, Robert y AQUILANO, Nicholas J. Administración de operaciones, producción y cadena de suministro. p. 468.

2.4. Administración de inventario

Según Krajewski, Ritzman y Malhotra,

la administración de inventarios, es decir, la planificación y control de los inventarios para cumplir las prioridades competitivas de la organización es un motivo importante de preocupación para todos los gerentes de todo tipo de empresas. La administración eficaz de los inventarios es esencial para realizar el pleno potencial de toda cadena de valor.

La administración de inventarios es un proceso que requiere información sobre las demandas esperadas, las cantidades de inventario disponibles y en proceso de pedido de todos los artículos que almacena la empresa en todas sus instalaciones y el momento y tamaño indicado de las cantidades de reorden. El proceso de administración de inventario puede analizarse y sus capacidades se pueden medir con respecto a las prioridades competitivas de la empresa.¹²

Según Fundación Iberoamericana de Altos Estudios Profesionales

La gestión de inventarios se define como la serie de políticas y controles que monitorean los niveles de inventario y determinan los niveles que se deben mantener, el momento en que las existencias se deben reponer y el tamaño que deben tener los pedidos. Un sistema de inventario provee las políticas operativas para mantener y controlar los bienes que se van a almacenar.

El sistema de inventario es responsable de ordenar y recibir los bienes; de coordinar la colocación de los pedidos y hacerle seguimiento al mismo. Además el sistema debe mantener un control para responder a preguntas como: ¿El proveedor ha recibido el pedido? ¿Este ha sido despachado? ¿Las fechas son correctas? ¿Existen procedimientos para hacer un nuevo pedido o devolver la mercancía indeseable?

Se entiende por Administración o Gestión de Inventarios, todo lo relativo al control y manejo de las existencias de determinados bienes, en la cual se aplican métodos y estrategias que pueden hacer rentable y productivo la tenencia de estos bienes y a la vez sirve para evaluar los procedimientos de entradas y salidas de dichos productos.¹³

La administración de inventarios abarca desde el pronóstico de la demanda, es decir el número de unidades que serán vendidas utilizando como

¹² KRAJEWSKI, Lee. RITZMAN, Larry y MOLHOTRA, Manoj. *Administración de operaciones*. p. 462.

¹³ FUNDACIÓN IBEROAMERICANA DE ALTOS ESTUDIOS PROFESIONALES. Control y manejo de inventarios y almacén. p. 10.

referencia las ventas anteriores hasta la colocación y despacho de los pedidos, es decir, se deben conocer los niveles de inventarios que se tienen en todo momento para que de acuerdo con las ventas pronosticadas existan los productos que serán requeridos.

2.4.1. Objetivos del control de inventarios

Según el Ing. Marco Vinicio Monzón en su manual de modelo de inventarios los objetivos del control del inventario son.

Minimizar la inversión en inventarios

Minimizar los costos de almacenamiento

Minimizar las pérdidas por daños de obsolescencia

Manejar volúmenes de materia prima y productos para la adecuada programación de la producción

Mantener el transporte eficiente de inventarios, incluyendo recibos y despachos

Mantener un sistema eficiente dentro de inventario

Coordinar las compras más convenientes

Proyectar o programar las necesidades de los inventarios.

2.5. Pronóstico de ventas

Según Ing. Msc. Sergio Torres en su texto universitario titulado Control de la producción.

El departamento de ventas es el encargado de analizar la demanda que tienen los productos que se venden en el mercado, este análisis está compuesto por dos procesos:

- Análisis cualitativo
- Análisis cuantitativo

El análisis cualitativo es el que se realiza en base al conocimiento de las variables que modifican la oferta y la demanda de los productos en el mercado [...] este

análisis se basa en fijar objetivos para el cual todo el departamento de ventas lucha para alcanzarlos.

El análisis cuantitativo es aquel que se basa en el estudio que se hace en función de las ventas realizadas en el pasado para inferir estadísticamente las ventas que se podrían alcanzar en el futuro, asumiendo que muchas de estas variables que se mantendrán similares en el futuro como por ejemplo la desviación estándar de los datos, la correlación estadística, etc.

El mejor pronóstico que el departamento de ventas puede realizar entonces y enviar al departamento de Manufactura, es aquel que se integra con lo más importante de las inferencias estadísticas del método cuantitativo, pero con un ajuste de sensibilidad que proporciona las variables de mercado que modifican la oferta y la demanda y que es parte del análisis cualitativo.¹⁴

El pronóstico de ventas consta de dos análisis, según Ing. Msc. Sergio Torres (2014) en *Control de la producción*. Estas dos etapas son:

El análisis primario en el cual se observa detenidamente la forma y comportamiento que sigue la curva resultante para identificarla o catalogarla dentro de las familias de curvas más conocidas. A veces no se puede visualizar a simple vista a qué tipo de familia pertenece, por lo tanto, se procede a sensibilizar la curva; este procedimiento consiste en agrandar o delimitar la escala que se está utilizando para que la misma tenga una orientación más fácil de detectar. [14]

El análisis secundario “Identifica los datos de ventas con alguna familia de curvas, se elige un período de ventas reales conocidos, asumiendo para propósitos de cálculo el no conocerlos y proyectar con el método matemático elegido, los pronósticos para cada uno de los periodos seleccionados “. [14]

2.6. Tipos de pronóstico

“La formulación de pronósticos (o proyección) es una técnica para utilizar experiencias pasadas con la finalidad de predecir expectativas del futuro.”¹⁵

¹⁴ TORRES, Sergio. *Control de la producción*. p. 17.

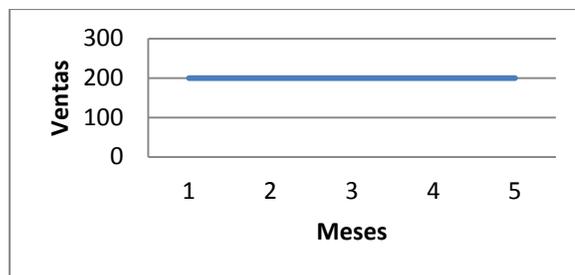
¹⁵ CHAPMAN, Stephen N. *Planificación y control de la producción*. p. 17.

Los pronósticos de series de tiempo se encuentran entre los más utilizados por los paquetes de pronóstico vinculados con la proyección de demanda de productos. Todos ellos parten, básicamente, de un supuesto común: que la demanda pasada sigue cierto patrón, y que si este patrón puede ser analizado podrá utilizarse para desarrollar proyecciones para la demanda futura, suponiendo que el patrón continúa aproximadamente de la misma forma. Por último, esto implica el supuesto de que la única variable real independiente en el pronóstico de series de tiempo es, precisamente, el tiempo. Dado que se basan en información interna (ventas), en ocasiones se les denomina pronósticos intrínsecos.¹⁶

2.6.1. Familias de curvas estables

“Las familias de curvas estables, son aquellas curvas que a través del tiempo, las ventas del producto no varían considerablemente, y los cambios entre mes y mes son muy pequeños.”¹⁷

Figura 2. Ejemplo de familia de curvas estables



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

La grafica anterior muestra un comportamiento ideal de las familias de curvas estables, es una demanda que no varía conforme pasa el tiempo, se mantiene constante o varia poco.

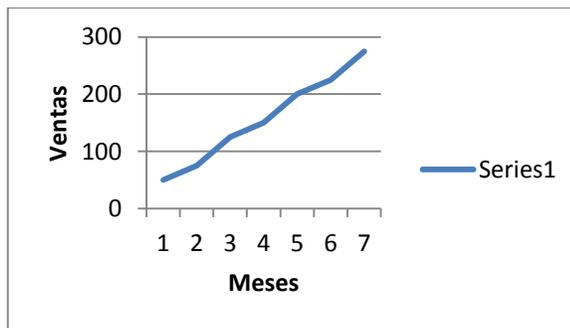
¹⁶ CHAPMAN, Stephen N. Planificación y control de la producción. p. 23.

¹⁷ TORRES, Sergio. *Control de la producción*. p. 21.

2.6.2. Curvas ascendentes - descendentes

“Son aquellas familias de curvas cuyos datos a través del tiempo experimentan cambios que siguen un comportamiento creciente o decreciente, este tipo de familias de curvas las podemos expresar gráficamente de la siguiente forma:”¹⁸

Figura 3. **Ejemplo de curvas ascendentes – descendentes**



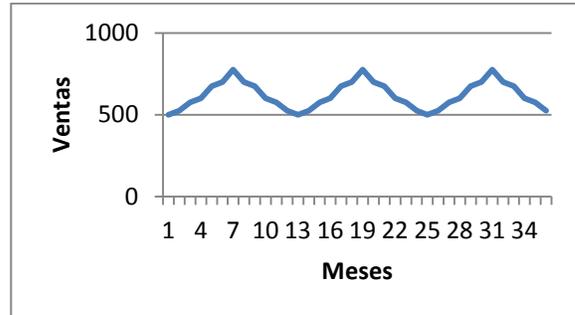
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

2.6.3. Curvas cíclicas

Son curvas que siguen un patrón muy particular de ventas en un periodo de tiempo, reguladas por un índice estacional que identifica aquellos periodos que se asemejan unos con otros en una relación horizontal por ejemplo, cuando se analiza que todos los meses de enero de los diferentes años tienen ventas similares, dicho de otra manera lo importante de este análisis es la relación existente entre algún mes del año con respecto al mismo mes del otro año y no la venta de enero con respecto al mes de febrero y el mes de marzo. [18]

¹⁸ TORRES, Sergio. *Control de la producción*. p. 23.

Figura 4. **Ejemplo de curvas cíclicas**

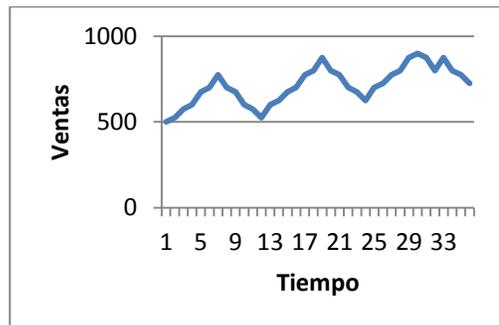


Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

2.6.4. **Familias combinadas**

Estos datos de ventas conforman aquellas curvas, cuyos datos experimentan un crecimiento a través del tiempo, pero de manera estacional, o sea que existe una estrecha relación entre los meses del período (año, mes, etc.) que tienen relación horizontal, (enero con enero), pero que experimentan un crecimiento con respecto al mes anterior, su representación gráfica la podemos apreciar en el siguiente cuadro:¹⁹

Figura 5. **Ejemplo de familiar combinadas**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

¹⁹ TORRES, Sergio. *Control de la producción*. p. 25.

2.7. Reabastecimiento de la demanda independiente

Según Stephen N. Chapman en *Planificación y control de la producción*:

Los modelos de reabastecimiento de inventarios independientes de la demanda pueden dividirse en dos categorías básicas: modelos basados en cantidad y modelos basados en tiempo.

Los modelos de inventario basados en cantidad (bajo revisión continua) dan por sentada la supervisión permanente de la situación del inventario, de manera que el sistema de control pudiera emplearse en cualquier momento para saber con exactitud cuáles son las condiciones del mismo. Dado que estos modelos se utilizan para condiciones independientes de la demanda, el supuesto básico es que ésta es relativamente uniforme a lo largo del tiempo, lo que produce el patrón clásico de “diente de sierra” de la demanda en función del tiempo.

Los modelos para administración de inventarios que se basan en el tiempo tienen la ventaja de que no exigen el mantenimiento perpetuo de un balance de inventarios. Estos modelos simplemente permiten utilizar el inventario sin necesidad de mantener registros actualizados hasta que haya transcurrido cierto tiempo, tras lo cual se cuenta el inventario remanente y luego se determina la cantidad de reabastecimiento apropiada tomando en cuenta.²⁰

2.7.1. Pedido Óptimo

Según Ing. Msc. Sergio Torres (2014) en *Control de la producción*, el pedido óptimo es:

La cantidad adecuada de pedido, que se debe hacer cada vez que la existencia real de materiales sobrepase la línea de nivel de reorden, hay que tomar en cuenta que en el pedido óptimo se debe tomar en cuenta, los espacios de tiempo que quedan cuando el nivel de Kardex está por debajo de la línea del nivel de reorden, este espacio en la gráfica se llama constante K es la que sirve para regular estos espacios, que de no tomarlos en cuenta significarían agotamientos de materiales en la reposición de la orden de aprovisionamiento.²¹

²⁰ CHAPMAN, Stephen N. *Planificación y control de la producción*. p. 107.

²¹ TORRES, Sergio. *Control de la producción*. p. 111.

2.7.2. Stock de seguridad

El *stock mínimo* de seguridad según Ing. Msc. Sergio Torres (2014) en *Control de la producción, es:*

[...] un nivel de inventario, que se utiliza para cubrir las diferencias en el tiempo en las entregas de materiales por parte del proveedor, regularmente los tiempos de entrega de los materiales sufren diferencias en el récord de entregas, aunque sea el mismo proveedor y el mismo producto, sin embargo, cuando se tiene la certeza y la confianza de que el proveedor siempre cumple con los tiempos de entrega, el *stock mínimo* ya no es necesario calcularlo, pues el *stock mínimo* encarece los niveles de inventario al mantener una cantidad adicional de producto innecesario en la existencia de materiales en la bodega de materia prima.²²

2.7.3. Nivel de reorden

“Este nivel de inventario, es el nivel que nos indica cuando es necesario volver a pedir materiales, para que el nivel de existencia se mantenga siempre en el nivel más bajo necesario de existencia en bodega, pero evitando que se den puntos de agotamiento de materiales [...]” [22]

2.7.4. Nivel máximo

“Este nivel de inventario sirve para determinar la política de la empresa en cuanto a las existencias de materiales en la bodega de materias primas y materiales de empaque [...]” [22]

Este punto, por lo general, se utiliza cuando los productos que se están almacenando son perecederos y tienen una fecha límite para estar dentro del almacén por lo que no se puede tener una gran cantidad de estos artículos almacenados por mucho tiempo.

²² TORRES, Sergio. *Control de la producción*. p. 139.

2.7.5. Línea teórica de consumo

Según Ing. Msc. Sergio Torres (2014) en *Control de la producción*.

Este nivel de inventario es el número de meses o períodos de tiempo en la cual la existencia de producto en la bodega de materiales alcanza para producir en las líneas de producción según lo planificado en las matrices de producción, este consumo aparente es de tipo teórico, sin embargo si se cumpliera al pie de la letra la planificación de producción, este consumo teórico tendría un comportamiento similar al consumo real a medida que transcurre el tiempo, pues este nivel proyecta un consumo según lo planificado [...].²³

2.8. Localización física y control de inventario

Según Max Muller “El propósito de un sistema de localización de materiales es la creación de procedimientos que permitan seguir el movimiento de los productos dentro de las instalaciones.”²⁴

Al considerar qué sistema de localización funcionará mejor, se debe tratar de maximizar lo siguiente:

- Uso del espacio
- Uso del equipo
- Uso de la mano de obra
- Accesibilidad a todos los artículos
- Protección contra daños
- Facilidad para localizar los artículos
- Flexibilidad
- Reducción de costos administrativos

Se debe seleccionar un sistema de localización que proporcione la mejor solución, teniendo en cuenta los diversos objetivos en conflicto. Se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones para:

- Espacio disponible.
- Sistema de localización.
- Dimensiones del producto.
- Forma de los artículos.
- Características del producto, tales como si son apilables, tóxicos, líquidos, rompibles.

²³ TORRES, Sergio. *Control de la producción*. p. 142.

²⁴ MULLER, Max, *Fundamento de administración de inventario*. p. 48.

- Métodos de almacenamiento.
- Disponibilidad de mano de obra.
- Equipo.
- Apoyo de sistemas de información.

Toda compañía dispone de una cantidad limitada de espacio para el almacenamiento de existencias. Algunos sistemas de localización utilizan el espacio de manera más eficaz que otros. Al elegir el sistema de localización, debe pensarse con cuidado en cuánto espacio va a requerir.²⁵

2.8.1. Sistema de memoria

Los sistemas de memoria dependen exclusivamente de la persona que debe recordar la posición de los artículos. Los fundamentos de este sistema de localización son la simplicidad, la relativa ausencia de papeleo y digitación de datos, y la utilización máxima de todo el espacio disponible.

Los sistemas de memoria dependen directamente de las personas y solamente son funcionales si coexisten varias o todas las condiciones que se mencionan a continuación.

- Los sitios de almacenamiento son de número limitado.
 - Los sitios de almacenamiento son de tamaño limitado.
 - La variedad de los artículos almacenados en cada sitio es limitada.
 - El tamaño, forma o conversión en unidades de los artículos permite la fácil identificación visual.
 - Sólo uno, o un número muy limitado de individuos, trabaja en las áreas de almacenamiento.
 - Los trabajadores del área de almacenamiento no tienen deberes que les exijan ausentarse de esa área.
 - Los tipos básicos de artículos que componen el inventario no cambian radicalmente en espacios breves de tiempo.
- No hay mucho movimiento de existencias. [25]

²⁵ MULLER, Max, *Fundamento de administración de inventario*. p. 51.

2.8.2. Sistema de localización fija

“El sistema de localización fija asigna un determinado lugar a cada material y solo este puede ocupar dicho espacio, por lo que este sistema requiere de un espacio grande, para mantener los artículos en un solo lugar.”²⁶

“Básicamente, los sistemas de localización fija o dedicada permiten un alto grado de control sobre los artículos sin necesidad de actualizar constantemente los registros de localización. Dicho control debe ponerse en una balanza contra la cantidad de espacio físico que exige este sistema.” [26]

2.8.3. Sistema de localización aleatorio

Según Max Muller en su libro titulado, *Fundamento de administración*

Este sistema es parecido al sistema de localización fija, debido a que se asigna un área determinada a un conjunto de productos con características parecidas, así cada zona tendrá ubicados lotes de productos que comparten ciertas características, esto ayuda a evitar colocar una posición única a un tipo de producto proporcionando flexibilidad y reduciendo el tipo de planificación del espacio que ocupara cada artículo. [26]

2.8.4. Sistema de localización aleatoria

Según Max Muller en su libro titulado, *Fundamento de administración*

²⁶ MULLER, Max, *Fundamento de administración de inventario*. p. 60.

En un sistema aleatorio, nada tiene un lugar fijo, pero se sabe dónde está todo. Los sistemas de localización aleatoria puros permiten maximizar el espacio por cuanto ningún artículo tiene una ubicación fija y puede situarse dondequiera que exista espacio. Esto da la posibilidad de que las SKU se sitúen encima o al frente unas de otras, y de que una multiplicidad de artículos ocupe un mismo cajón, puesto, posición o anaquel.

La principal característica de un sistema de localización aleatoria, y que lo hace diferente del sistema de memoria, es que cada identificador de unidades de existencias está ligado a la dirección de localización donde se encuentre, mientras permanezca allí. En otras palabras, los sistemas de memoria no atan nada con nada, excepto en la mente del encargado de los inventarios. Los sistemas aleatorios tienen la flexibilidad de los sistemas de memoria, unida al control de los sistemas fijos o de zonificación. En esencia, un artículo puede situarse en cualquier lugar, siempre y cuando su localización se anote con precisión en una base de datos de computadora o en un sistema manual de tarjetas.²⁷

2.9. Teorías comunes sobre ubicación de inventarios

Los sistemas de localización proporcionan una visión amplia de las posiciones de los artículos dentro de la bodega o de una instalación, las teorías de ubicación que muestra el lugar específico en el que deberá colocarse un producto o un conjunto de productos con características similares.

2.9.1. Categorización ABC

Según Max Muller en su libro titulado, *Fundamento de administración*

Este enfoque sobre ubicación de artículos se basa en la Ley de Pareto. En 1907, el sociólogo y economista italiano Vilfredo Pareto (1848-1923) expresó su creencia de que en Italia entre el 80 y el 85 por ciento del dinero lo tenía solo entre el 15 y el 20 por ciento de la población del país. Al grupo pequeño y rico lo denominó "minoría vital" y a todos los demás "mayoría trivial". Con el tiempo se conoció a esto como la "Regla 80-20" o Ley de Pareto. [27]

²⁷ MULLER, Max, *Fundamento de administración de inventario*. p. 64.

De modo correspondiente, para asegurar un control eficiente del inventario físico, si se utiliza como criterio la popularidad (frecuencia de llegada y utilización en el interior de las instalaciones), en general la localización más productiva de cada artículo es la posición de almacenamiento más cercana al punto de uso de dicho artículo. Las unidades de existencias se dividen en categorías A-B-C. donde la "A" representa los artículos más populares y de uso más frecuente (la "minoría vital"), la "B" representa los siguientes más activos, y la "C" los de movimiento más lento.²⁸

2.9.2. Agrupación por familias

Según Max Muller en su libro titulado, *Fundamento de administración*

Este enfoque de ubicación sitúa juntos los artículos de características similares. En teoría, las características semejantes llevarán a la agrupación natural de los artículos, los cuales serán recibidos, almacenados, recogidos o embarcados juntos.

Los artículos pueden agruparse por características semejantes, artículos que por lo general se vendan juntos o artículos que por lo regular se usan juntos.

Los beneficios que proporciona la agrupación por familias es la facilidad para el almacenamiento, la facilidad para reconocer las agrupaciones de productos y la facilidad para utilizar sistemas de localización.

Los problemas que nos puede llegar a causar la utilización de este sistema de estratificación es el confundir artículos muy parecidos, aprovechar mal el espacio situando artículos de menor usos con artículos de uso más activo, emplear artículos en varias familias. [28]

2.10. Métodos de costeo de inventario

Una vez los bienes se encuentren en el almacén de la empresa, y dependiendo de su naturaleza y del grado de control que se realice, se puede conocer únicamente su valor global o el valor concreto de cada unidad física.

Si las unidades físicas se identifican y controlan se conoce el coste de cada unidad, en caso de bienes cuyas unidades no son identificadas por separado no es posible conocer el coste concreto de cada una de ellas. Esto

²⁸ MULLER, Max, *Fundamento de administración de inventario*. p. 64.

suele ocurrir en bienes de escaso valor (lo que no justifica un seguimiento individualizado) o que no sean identificables por separado.

Cuando se produce una salida de mercancías del almacén, por venta en empresas comerciales o para consumo en empresas industriales, puede sugerir el problema de asignar un coste a las mismas. Este valor reduce el importe de los productos que se mantienen en inventario y al mismo tiempo constituye el coste de los productos vendidos o consumidos.

En caso de productos no identificables por separado, y dado que no se conoce el coste específico de cada unidad física concreta vendida o consumida, es necesario aplicar algún criterio valorativo que permita asignar un coste a dichas salidas. Para ello, existen varios métodos de valoración de salidas de mercancías, siendo las más usuales, los denominados: Criterio de precio medio ponderado, criterio de primero en entrar primero en salir (PEPS) y Ultimo en entrar primero en salir (UEPS).

2.10.1. Método promedio

Según este criterio, las mercancías en almacén se valoran todas al mismo coste y que será el precio medio ponderado. Precio medio ponderado significa que hay que calcular un coste medio que tenga en cuenta el peso relativo de las distintas mercancías y sus distintos precios.

En este método no se hacen distinciones entre unidades, se utiliza coste promedio y no se lleva un control exhaustivo de cuáles son las unidades que ingresaron primero o de último. Este método se utiliza para productos que no tienen costes muy altos y son difíciles de manejar por unidades.

2.10.2. Primero en entrar primero en salir (PEPS)

Según José Eslava, en su libro titulado, *Análisis económico – financiero de las decisiones de gestión empresarial* (2003)

Este método, conocido por las siglas inglesas “ *Fist In, first Out*”, que significa “la Primera Entrada, la Primera Salida”, y que en español podría ser identificado por PEPS, parte de la hipótesis o convenio de que la empresas tratarán de vender en primer lugar las unidades de productos más antiguas, y por lógica, dichas unidades deben ser valoradas por el cálculo de coste de ventas poniéndolas en relación con las primeras unidades que entraron, y que por tanto, las existencias finales que quedan en inventario sean valoradas al precio de las últimas entradas.²⁹

2.10.3. Ultimo en entrar Primero en Salir (UEPS)

“Este método, responde a las siglas inglesas de la expresión, “*Last In, First Out*” y que significa “Ultima Entrada, Primera Salida”, por lo que en español podría denominarse con las siglas UEPS.” [29]

Al contrario que el método FIFO, su convenio es el de contar como coste de las mercancías vendidas el de las últimas entradas en el almacén. La justificación habría que establecerla en una prudente gestión empresarial, tendente a evitar en lo que se pueda la descapitalización de la empresa, especialmente en épocas inflacionistas, pues este método supone una valoración más centralizada de la corriente de gastos, y, por lo tanto, unos resultados más acordes con la realidad. [29]

El objetivo de este método es dar salida a las unidades con un mayor costo, dejando así en bodega un inventario final con un menor costo.

²⁹ ESLAVA, José, *Análisis económico – financiero de las decisiones de gestión empresarial*. p. 214.

3. ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LA DEMANDA

A continuación, se realizará un análisis del comportamiento de la demanda, es decir, se estimará el número de unidades que comprarán los clientes por producto a la empresa.

El estudio de la demanda es el punto de partida para determinar, el volumen de unidades que requiere el mercado, la calidad y los precios. Conocer las características y el tipo de productos que los consumidores están buscando, será una ventaja para ofertar el producto correcto, en el volumen esperado y al precio adecuado.

El canal de comercialización que se utiliza es un canal de distribución convencional en el que ellos tienen el papel de mayoristas y sus clientes potenciales son detallistas por lo que dentro de sus precios deberán contemplar el margen de ganancia que obtendrán al surtir sus ferreterías con Ferregua, S.A.

La información que será de utilidad para realizar la predicción de la demanda futura será el historial de ventas que ha realizado la empresa por producto en los años 2 014, 2 015, 2 016, es decir la cantidad de unidades por producto que se han vendido en los años descritos anteriormente.

Tomando como premisa las ventas de los periodos descritos anteriormente se proyectará la demanda y su comportamiento en el año 2 017, debido a que la demanda que será analizada es a largo plazo su información

será de utilizad para detectar la tendencia general e identificar los cambios más importantes.

3.1. Determinación del tipo de demanda

La demanda es la cantidad de un bien o servicio que los consumidores desean y pueden adquirir por lo que, el estudio de esta proporcionará la información para predecir las ventas futuras para determinar la cantidad de unidades que deberán mantenerse en bodega, cuándo hacer los pedidos y qué cantidades ordenar en cada pedido.

La demanda de los productos de FerreGua,S.A. es independiente, debido a que se trabaja con productos terminados. Esto significa que, la demanda de varios artículos no está relacionada entre sí, porque la empresa no puede controlar la decisión de compra de los clientes, aunque puede influir si se conoce la necesidad que debe cubrirse.

Es probabilística porque no se conoce con precisión el número de artículos que el cliente requerirá por mes, por lo que se utilizará el método de pronóstico cuantitativo por serie de tiempo, donde se realizará una proyección de la demanda de los productos, utilizando el historial de ventas.

Ya que se determinó qué método de pronóstico se utilizará para el análisis, se graficará el historial de ventas para determinar el comportamiento que están teniendo los productos en el transcurso del tiempo. Una vez se determina el comportamiento, se asocia a una familia de curvas que darán la pauta para estimar el comportamiento de las ventas del año 2 017.

3.2. Historial de Ventas

El historial de ventas se refiere a las ventas reales que realizó FerreGua S.A. durante el periodo de tiempo 2 014, 2 015 y 2 016. Se tomó como muestra 5 de los productos que distribuye la empresa. Estos se tomaron como base para la proyección de las ventas del año 2 017. Para determinar la demanda y el comportamiento del resto de los productos que distribuye dicha empresa se deberá realizar el mismo análisis que se realizará con la muestra.

La muestra se integró con los productos con mayor número de ventas y estabilidad a lo largo de los 3 años analizados.

Tabla II. **Historial de ventas de alicate**

Mes	Ventas 2014	Ventas 2015	Ventas 2016
Enero	43	53	78
Febrero	50	42	52
Marzo	45	47	60
Abril	55	68	64
Mayo	44	17	15
Junio	28	10	18
Julio	20	38	40
Agosto	27	15	10
Septiembre	15	4	11
Octubre	25	40	36
Noviembre	26	30	35
Diciembre	18	14	23

Fuente: FerreGua, S.A.

Como se puede apreciar en la tabla anterior se detallan las ventas reales que se produjeron en los años especificados en el producto alicate, en el año 2015 se redujeron las ventas un 4,55% respecto al año anterior y en el año

2016 se aumentaron las ventas en un 16,93% respecto al año 2 015 y un 12,38% respecto al año 2 014. El decremento de ventas en el año 2 015 pudo deberse a que la empresa era relativamente nueva en el mercado y aún no tenía estabilidad.

Tabla III. **Historial de ventas de destornillador Phillips**

Mes	Ventas 2014	Ventas 2015	Ventas 2016
Enero	123	161	145
Febrero	254	303	305
Marzo	315	515	623
Abril	195	211	250
Mayo	93	103	110
Junio	195	185	200
Julio	250	273	300
Agosto	289	299	305
Septiembre	62	85	96
Octubre	102	83	85
Noviembre	59	49	75
Diciembre	91	78	67

Fuente: FerreGua, S.A.

La herramienta destornillador es el producto que más se demanda, y que mayor estabilidad de ventas ha obtenido a lo largo de los tres años analizados, las ventas aumentaron en el período de 2 014 a 2 015 un 15,63% y en 2 015 a 2 016 se incrementaron un 9,21% aumentando en total un 24,84%, más del doble del crecimiento que presentó el alicante, vendiendo un total de 6.934 unidades durante el período en cuestión. Ya que este producto tiene una demanda alta, se propondrá como tipo A en el transcurso del desarrollo del presente trabajo.

Tabla IV. **Historial de ventas de espátula flexible**

Mes	Ventas 2014	Ventas 2015	Ventas 2016
Enero	65	95	105
Febrero	63	71	84
Marzo	43	31	22
Abril	56	63	87
Mayo	26	15	18
Junio	25	32	43
Julio	54	64	87
Agosto	143	155	184
Septiembre	14	28	37
Octubre	28	28	28
Noviembre	18	36	57
Diciembre	67	73	66

Fuente: FerreGua, S.A.

De la espátula flexible se vendieron 2.111 unidades en el período descrito en la tabla. Las ventas aumentaron 14,50% en el periodo 2014 a 2015, lo cual representa 69 unidades más vendidas durante el 2015. En el transcurso del 2016 se vendieron 107 unidades más que el año 2015. Estas unidades representan un aumento del 19,63%.

Tabla V. **Historial de ventas de llave ajustable**

Mes	Ventas 2014	Ventas 2015	Ventas 2016
Enero	305	402	500
Febrero	140	144	162
Marzo	221	230	240
Abril	78	68	62
Mayo	47	51	63
Junio	34	36	45
Julio	102	130	135
Agosto	30	43	47
Septiembre	28	25	23
Octubre	40	37	43
Noviembre	27	30	47
Diciembre	48	80	75

Fuente: FerreGua, S.A.

Una llave ajustable es una herramienta manual utilizada en construcción para aflojar o ajustar tuercas o tornillos. Esta herramienta representa el segundo lugar en mayor número de ventas después del destornillador que es una herramienta bastante común. El número total de unidades vendidas en el 2 014, 2 015 y 2 016 fueron 3.818. En el año 2 015 las ventas se incrementaron en un 16% y en el 2 016 se aumentaron un 13,01% dando como total un 29,01% en el período completo.

Tabla VI. **Historial de ventas de vicegrip**

Mes	Ventas 2014	Ventas 2015	Ventas 2016
Enero	52	58	67
Febrero	84	96	137
Marzo	60	67	77
Abril	40	45	52
Mayo	7	13	18
Junio	14	16	18
Julio	81	95	105
Agosto	17	19	22
Septiembre	8	9	10
Octubre	50	56	64
Noviembre	48	54	62
Diciembre	15	17	20

Fuente: FerreGua, S.A.

El Vicegrip es una herramienta manual parecida a un alicate. La diferencia es que esta se puede inmovilizar en ciertas posiciones para remover diversos materiales. Como se puede observar las herramientas que más se venden son las de uso doméstico y las de construcción, por lo que tienen una mayor demanda. De esta herramienta se han vendido 1 673 durante los tres años, se aumentaron las ventas un 14,50% en el 2015 y un 19,63% en el periodo 2 016.

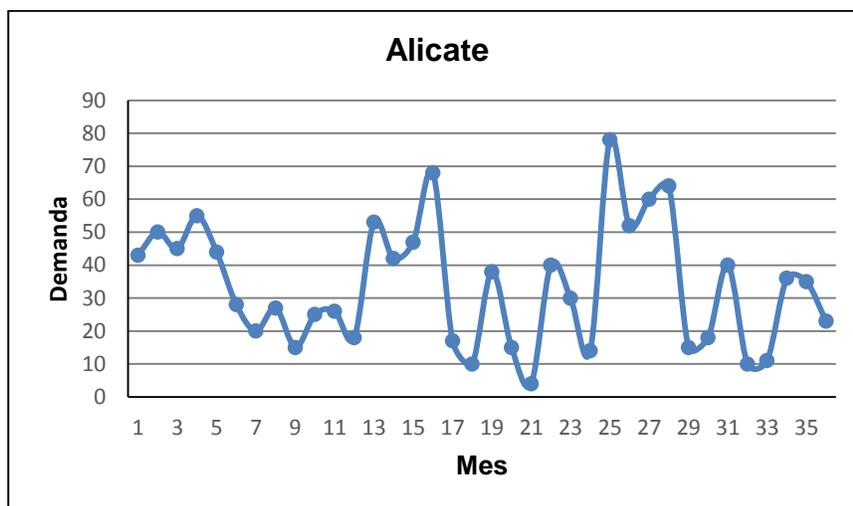
3.3. Determinación del tipo de pronóstico

En este apartado se graficarán los datos de los 5 productos analizados anteriormente para conocer su comportamiento gráficamente y asociarlo a una familia de curvas. El comportamiento de las curvas se definió en el capítulo uno.

Tras la obtención de los gráficos y el estudio de cada uno, se puede seleccionar el modelo que mejor se adapte a la agrupación. Este paso también

sirve para confirmar si algún dato no es coherente con los demás. Si es necesario se excluirán y analizarán por aparte. En los productos analizados no se encontró algún caso similar, por lo que se tomó la totalidad de los datos para realizar el análisis.

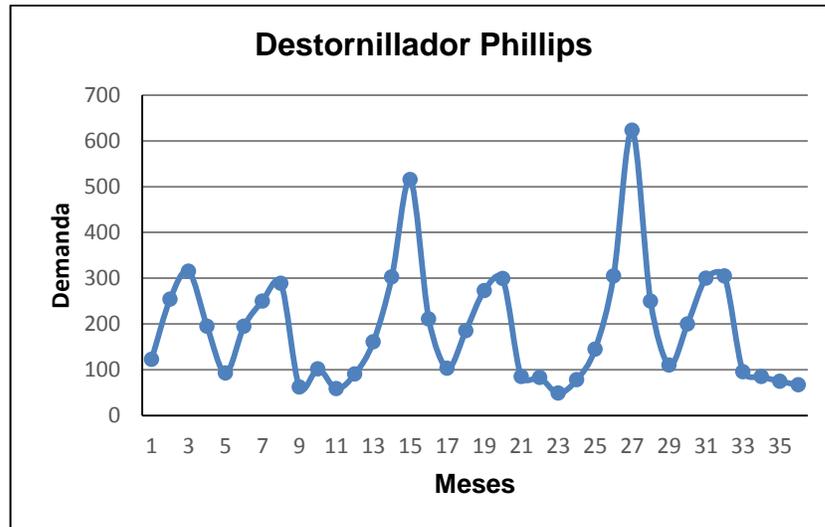
Figura 6. **Gráfica del historial de ventas de alicate**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

En el gráfico del alicate se puede apreciar el decremento de ventas en el año 2015. El decremento no se aprecia en todos los meses, pero los meses cuando disminuyó fueron críticos para que el total de ventas fuera menor que el del año anterior. A pesar de que hay algunos meses que generan picos, el comportamiento del gráfico se asocia a la familia cíclica en la cual tienen ventas similares en periodos definidos de cada año.

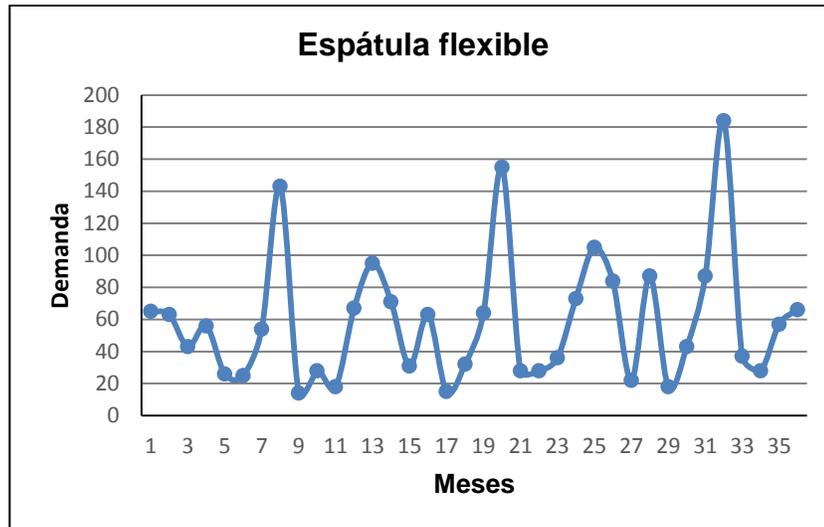
Figura 7. **Historial de ventas de destornillador Phillips**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

En el grafico del destornillador Phillips se pueden observar los picos que se tienen en julio y agosto de cada año, aunque es más notorio en los años 2015 y 2016. El comportamiento de ventas de este producto será clasificado en la familia de curvas cíclicas, debido a que su comportamiento de ventas es parecido en periodos determinados del cada año.

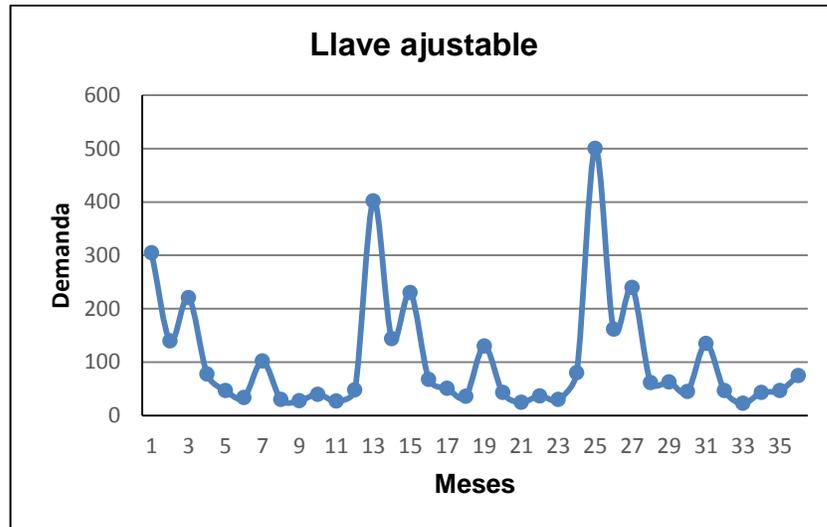
Figura 8. **Historial de ventas de espátula flexible**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

El comportamiento de la herramienta manual espátula flexible, igual que el destornillador, el mayor número de ventas se hace en agosto de cada año. Esto podría deberse a que este grupo de herramientas seleccionadas pertenecen a un mismo grupo, que son las herramientas manuales, por lo que su comportamiento no varía significativamente. El comportamiento durante los tres años analizados corresponde a una familia cíclica.

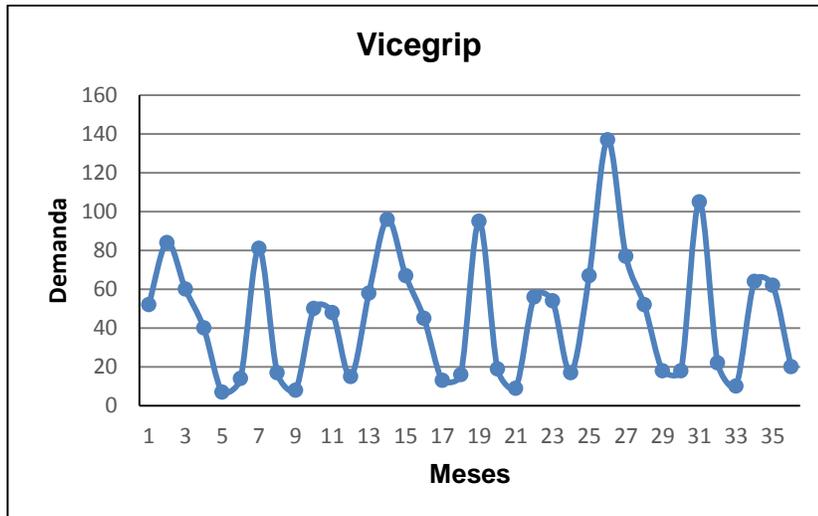
Figura 9. **Historial de ventas de llave ajustable**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

En la llave ajustable al mayor número de ventas se realizan a principio y a mediados de año, por lo que, en los otros meses, las ventas son menores. Por eso, la gráfica tiene pocos picos, el comportamiento de las ventas concuerda con la familia de curvas cíclicas.

Figura 10. **Historial de ventas de vicegrip**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

La curva más alisada corresponde a la herramienta Vicegrip. Este producto ha mantenido las ventas estables durante el periodo analizado. Este producto, igual que los otros cuatro que se analizaron anteriormente pertenece a la familia de curvas cíclicas, las cuales se mencionó que la similitud del comportamiento entre cada producto se puede deber a que son de una misma categoría o grupo de herramientas.

3.4. **Pronóstico de riesgo**

El análisis de las gráficas indica que el comportamiento es repetitivo, por lo que pertenecen a la familia de curvas cíclicas.

Para calcular las ventas del año 2017, se promedian las ventas del año 2014 al 2016 con los 36 datos por cada producto. Este dato se puede encontrar en las tablas como Xver. Luego, se calcula el promedio de ventas

horizontal, que se puede encontrar en la tabla como X_{hor} , y el promedio de ventas por cada mes del año, por ejemplo, el promedio de ventas de enero en los años 2 014, 2 015 y 2 016.

A continuación, se calcula el índice estacional, que es el factor de corrección que indica el grado de ajuste de la demanda a nivel horizontal.

El índice estacional se calcula de la siguiente manera

$$i = \frac{X_{hor}}{X_{ver}}$$

Donde

X_{hor} : promedio de ventas horizontal

X_{ver} : promedio de ventas vertical

Para concluir, se calcula el pronóstico, el cual se puede obtener por medio de la multiplicación del índice estacional de cada mes con las ventas reales del mes correspondiente en el año 2 016.

Tabla VII. **Pronóstico de demanda de Alicate**

Mes	Ventas 2014	Ventas 2015	Ventas 2016	Xhor	Xver	Índice	Pronóstico 2017
Enero	43	53	78	58	33,78	1,72	134
Febrero	50	42	52	48	33,78	1,42	74
Marzo	45	47	60	51	33,78	1,50	90
Abril	55	68	64	62	33,78	1,85	118
Mayo	44	17	15	25	33,78	0,75	11
Junio	28	10	18	19	33,78	0,55	10
Julio	20	38	40	33	33,78	0,97	39
Agosto	27	15	10	17	33,78	0,51	5
Septiembre	15	4	11	10	33,78	0,30	3
Octubre	25	40	36	34	33,78	1,00	36
Noviembre	26	30	35	30	33,78	0,90	31
Diciembre	18	14	23	18	33,78	0,54	12

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

El pronóstico de ventas del alicate propone un aumento en estas para el 2017 de 11,62%. Se venderán en total 122 unidades adicionales a las que se vendieron en el año 2016. Este incremento parece razonable, de acuerdo con su comportamiento en los años anteriores. Sin embargo, es importante comprender que esta previsión de ventas es dinámica, por eso, cada mes se deben comparar los datos calculados en la tabla con lo que se vendió en realidad y realizar algún ajuste de ser necesario.

Tabla VIII. **Pronóstico de la demanda de destornillador de Phillips**

Mes	Ventas 2014	Ventas 2015	Ventas 2016	Xhor	Xver	Índice	Pronóstico 2017
Enero	123	161	145	143	192,61	0,74	108
Febrero	254	303	305	287	192,61	1,49	455
Marzo	315	515	623	484	192,61	2,51	1567
Abril	195	211	250	219	192,61	1,14	284
Mayo	93	103	110	102	192,61	0,53	58
Junio	195	185	200	193	192,61	1,00	201
Julio	250	273	300	17	192,61	0,09	26
Agosto	289	299	305	298	192,61	1,55	471
Septiembre	62	85	96	81	192,61	0,42	40
Octubre	102	83	85	90	192,61	0,47	40
Noviembre	59	49	75	61	192,61	0,32	24
Diciembre	91	78	67	79	192,61	0,41	27

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

La previsión de la demanda del destornillador Phillips propone un incremento de ventas del 28,90% durante el año 2017, es importante hacer un ajuste, conforme pasen los meses, para tener una demanda ajustada, sin excedentes en bodega.

Tabla IX. **Pronóstico de la demanda de espátula flexible**

Mes	Ventas 2014	Ventas 2015	Ventas 2016	Xhor	Xver	Índice	Pronóstico 2017
Enero	65	95	105	88	58,64	1,51	158
Febrero	63	71	84	73	58,64	1,24	104
Marzo	43	31	22	32	58,64	0,55	12
Abril	56	63	87	69	58,64	1,17	102
Mayo	26	15	18	20	58,64	0,34	6
Junio	25	32	43	33	58,64	0,57	24
Julio	54	64	87	17	58,64	0,29	25
Agosto	143	155	184	161	58,64	2,74	504
Septiembre	14	28	37	26	58,64	0,45	17
Octubre	28	28	28	28	58,64	0,48	13
Noviembre	18	36	57	37	58,64	0,63	36
Diciembre	67	73	66	69	58,64	1,17	77

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

El pronóstico de la demanda de la espátula flexible propone un incremento de ventas en el año 2 017 del 31,94% más que en el año 2 016, mientras en los años anteriores aumentó solamente un 18,38%, por lo que es probable que, conforme pase el tiempo, se deban incorporar modificaciones en el modelo, ya que, en este caso, se está analizando la demanda a grandes rasgos y alguna modificación en el mercado podría cambiar por completo esta previsión.

Tabla X. **Pronóstico de la demanda de llave ajustable**

Mes	Ventas 2014	Ventas 2015	Ventas 2016	Xhor	Xver	Índice	Pronóstico 2017
Enero	305	402	500	402	106,06	3,79	1 897
Febrero	140	144	162	149	106,06	1,40	227
Marzo	221	230	240	230	106,06	2,17	521
Abril	78	68	62	69	106,06	0,65	41
Mayo	47	51	63	54	106,06	0,51	32
Junio	34	36	45	38	106,06	0,36	16
Julio	102	130	135	17	106,06	0,16	22
Agosto	30	43	47	40	106,06	0,38	18
Septiembre	28	25	23	25	106,06	0,24	5
Octubre	40	37	43	40	106,06	0,38	16
Noviembre	27	30	47	35	106,06	0,33	15
Diciembre	48	80	75	68	106,06	0,64	48

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

En el pronóstico de la demanda para la llave ajustable según el modelo con el que se analizó arrojó un incremento de ventas del 98,20%.

Tabla XI. **Pronóstico de la demanda de vicegrip**

Mes	Ventas 2014	Ventas 2015	Ventas 2016	Xhor	Xver	Índice	Pronóstico 2017
Enero	52	58	67	59	46,47	1,27	85
Febrero	84	96	137	106	46,47	2,27	312
Marzo	60	67	77	68	46,47	1,46	113
Abril	40	45	52	46	46,47	0,98	51
Mayo	7	13	18	13	46,47	0,27	5
Junio	14	16	18	16	46,47	0,34	6
Julio	81	95	105	94	46,47	2,02	212
Agosto	17	19	22	19	46,47	0,42	9
Septiembre	8	9	10	9	46,47	0,19	2
Octubre	50	56	64	57	46,47	1,22	78
Noviembre	48	54	62	55	46,47	1,18	73
Diciembre	15	17	20	17	46,47	0,37	7

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Según el análisis realizado con el historial de ventas del Vicegrip las ventas se incrementarán un 46,10% en el año 2 017 un 14,16% más que el año anterior.

Debido a que estos datos serán útiles para determinar la cantidad de unidades que FerreGua, S.A. mantendrá en bodega para enfrentar la oferta, se recomienda que todos los meses se realice una comparación de las ventas reales con las propuestas por los modelos, y analizar los errores para poder ajustar los datos y ser lo más precisos posible.

4. DISEÑO DEL MODELO DE INVENTARIO

En el siguiente capítulo se determinarán las variables cuantitativas con el apoyo del pronóstico de ventas definido en el capítulo anterior. Las variables que se definirán en este capítulo determinarán la cantidad de unidades que debe mantener bodega por concepto de seguridad, el punto en el que se deberá colocar un pedido, el límite de unidades que se deben almacenar, el número de unidades que deberá ordenarse llegado el punto de reorden y el tiempo en el que el pedido deberá ingresar a bodega luego de haberse solicitado.

El objetivo de establecer un modelo de planificación del inventario es reducir el nivel de *stock* de los almacenes, lo cual beneficiará la disminución del coste de posesión de *stock*. Esta reducción no debe influir en el nivel del servicio al cliente, es decir, el inventario que se mantenga en bodega debe de ser capaz de enfrentar las variaciones del mercado y abastecer a los clientes. Por eso, la previsión de ventas es importante para el manejo correcto del inventario. Cuanto más preciso el pronóstico de ventas, mejor calidad de servicio se podrá ofrecer a los clientes, y se reducirán los costes por mantener inventario en bodega.

Para que la planificación de compras sea precisa, debe conocerse la cantidad de unidades por producto que existen en bodega, es decir debe coincidir la existencia teórica, con la existencia real, así como los tiempos de llegada de los productos ordenados.

4.1. Determinación del modelo de inventario

Una vez establecido el pronóstico de la demanda, se debe planificar el requerimiento de la mercancía, para contar con los productos que el cliente necesita, en el momento que lo solicite. Es importante gestionar correctamente el inventario ya que este puede representar hasta un 50% del capital total invertido.

La gestión del inventario se refiere al control del manejo de las existencias de los productos o los bienes, aplicando métodos y estrategias que permitan hacer rentable y productivo la tenencia de los bienes, a la vez que sirva para evaluar la entrada y la salida de los productos.

La gestión del inventario va más allá de llenar una bodega de producto, es mantener la cantidad necesaria del producto en el momento adecuado, es esencial para disminuir los costos de una empresa, para otorgar un mejor servicio al cliente y alcanzar sus prioridades competitivas de la forma más eficiente posible.

Como se mencionó en el capítulo anterior, la demanda del producto es independiente y probabilística, gracias a estas cualidades se utilizará un modelo de inventario probabilístico que permita enfrentar los cambios del mercado, manteniendo un inventario de seguridad, que impida el desabastecimiento y el cumplimiento con la demanda.

4.2. Determinación de existencia actual en bodega

La determinación de la existencia se refiere a todos los procesos para reunir la información relacionada con las existencias físicas de los productos.

Actualmente, FerreGua, S.A. cuenta con un archivo en Excel que incluye la cantidad de productos que se tienen en bodega y les dan salida con el número de factura y el número de unidades que se le entregó al cliente.

El tipo de inventario que se maneja en bodega es el de producto terminado, es decir, se almacenan los productos que están listos para ser despachados a los clientes.

Es necesario llevar un registro exacto de la cantidad de artículos que se tienen disponibles en bodega, ya que sin este control es imposible conocer cuándo deberá realizarse el pedido, y qué número de unidades deberán ordenarse porque no se conoce lo que se tiene almacenado.

Para llevar a cabo un control exacto de la cantidad de productos que se tienen en bodega, es necesario realizar un conteo del inventario para comparar el inventario real almacenado en la bodega con el inventario que especifica el programa de Excel vigente. Este conteo se debe realizar una vez por año y anotarse las diferencias para cuadrar la existencia real con la teórica.

Las existencias que se muestran a continuación están actualizadas hasta el 31 de diciembre del año 2 016, ya que se están trabajando los periodos de los años 2 014, 2 015 y 2 016, se proporciona la existencia más actualizada.

Tabla XII. **Existencia de productos en bodega**

Descripción del producto	Existencia	Fecha
Alicate	122	dic-16
Destornillador Phillips	450	dic-16
Espátula flexible	216	dic-16
Llave ajustable	500	dic-16
Vicegrip	163	dic-16

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Según el archivo de existencias que lleva FerreGua, S.A. en bodega se tienen almacenadas 122 unidades del producto alicate, 377 destornilladores marca Phillips, 450 espátulas flexibles, 500 llaves ajustables y 163 vicegrip.

Esta información se utilizará para calcular la línea teórica de consumo, es decir, la velocidad a la que los productos se venderán y, a su vez, la intersección de esta con el nivel de *stock* indicará la fecha en que el pedido deberá ingresar a bodega para no desabastecerla.

4.3. Política de pedido

La política de pedido, son las normas y controles que monitorean los niveles de inventario y determinan los que deben mantener. Además, indican el tiempo de permanencia de los artículos en bodega, ya que hay productos perecederos que tienen fecha de caducidad, así como el tiempo promedio que les toma colocar un pedido.

Son las normas que determinarán de qué manera y en qué tiempos deberán colocarse los pedidos, cuándo deberán ingresar a bodega. A continuación, se desarrollan estas políticas.

4.3.1. Promedio de tiempo de las últimas entregas

El promedio de tiempo que ha tomado colocar un pedido es de 22 días hábiles y el tiempo más tardío es de 25 días hábiles, este es el tiempo que transcurre desde la detección de la necesidad de adquirir cierta cantidad de producto, coordinar la colocación de los pedidos, darle seguimiento y el momento en que este llega físicamente al almacén.

Este tiempo deberá tomarse en cuenta para que la bodega no se desabastezca, ya que las entregas no son inmediatas, deberán tener un inventario de *stock* de seguridad.

El tiempo promedio de entrega determinará el nivel de reorden, que es la cantidad de producto que deberá ordenarse al realizar un pedido o requisición.

Los tiempos de los artículos son el mismo, debido a que FerreGua cuenta con un proveedor común para las herramientas analizadas. A continuación, se detalla los tiempos que se demora dicho proveedor en hacer entrega de los productos mencionados.

Tabla XIII. **Historial de entrega de pedidos**

Producto	1er. Pedido	2do. Pedido	3er. Pedido	4to. Pedido	5to. Pedido	Promedio	Más tardío
Alicate	18	20	25	24	21	21,6	25
Destornillador Phillips	20	20	23	22	24	21,8	24
Espátula flexible	25	22	23	21	20	22,2	25
Llave ajustable	22	23	17	24	20	21,2	24
Vicegrip	25	16	23	22	22	21,6	25

Fuente: FerreGua, S.A.

El promedio de los tiempos que realizó el proveedor es de 21,68 días, este tiempo será aproximado a 22 días para efectos de cálculo, el menor tiempo que se tardó fue de 16 días y el tiempo más tardío de 25 días.

A continuación, se muestran los promedios de tiempo y el tiempo más tardío expresado en meses.

Tabla XIV. **Promedios de tiempos de entrega**

Producto	Promedio en días	más tardío en días	promedio en meses	más tardío en meses
Alicate	21.6	25	0,72	0,83
Destornillador Phillips	21.8	24	0,73	0,80
Espátula flexible	22.2	25	0,74	0,83
Llave ajustable	21.2	24	0,71	0,80
Vicegrip	21.6	25	0,72	0,83

Fuente: FerreGua, S.A.

4.3.2. Tiempo que el material puede estar almacenado

Debido al que el tipo de producto que se maneja es no perecedero, no requieren de condiciones de envío y de manipulación estrictas. Estos se pueden almacenar por largos periodos de tiempo ya que no hay riesgo de deterioro.

Se debe tener en cuenta que mantener un inventario muy alto aumenta los costos de almacenamiento, por esta razón, se determina que los materiales no deben permanecer en la bodega más de 12 meses para evitar un estancamiento de inventario y el deterioro de este por permanecer largos periodos almacenados.

4.4. Cálculo de variables cuantitativas

Con el cálculo de las variables cuantitativas será posible determinar un programa que indique la cantidad de material que deberá mantener bodega en un momento dado, el intervalo de tiempo y la cantidad de producto en la cual deberá colocarse el pedido, así como el *stock* de seguridad que deberá tener almacenada para no llegar a un punto de agotamiento.

Con el apoyo de los cálculos que serán realizados posteriormente, podrá determinarse la velocidad a la que se le está dando salida a cada producto, y con el conocimiento del tiempo que toma colocar un pedido en bodega, se determinará en qué momento se deberán colocar los pedidos y en qué cantidad. Para esto es importante saber el número de unidades que se mantiene en bodega.

4.4.1. Stock de seguridad

A continuación, se determinará la cantidad justa de inventario que debe mantener bodega por concepto de seguridad. Se entiende por seguridad a impedir el desabastecimiento. Esta cantidad no debe ser excesiva, pero debe cubrir alguna demanda no prevista o algún retraso en la entrega del pedido que debe estar físicamente en bodega cada cierto tiempo para poder cubrir la demanda.

Para calcular el *stock* de seguridad será utilizada la siguiente ecuación:

$$S.S. = \frac{\text{Unidades proyectadas} \times R_{SS}}{\text{Ciclo}}$$

De acuerdo con la ecuación anterior, se calculará el *stock* de seguridad. Para calcular el R_{SS} se resta el tiempo más tardío de cada producto con el tiempo promedio que tardo el proveedor en entregar el pedido.

Alicate

$$R_{SS} = 0,83 - 0,72 = 0,11$$

Destornillador Phillips

$$R_{SS} = 0,80 - 0,73 = 0,07$$

Espátula flexible

$$R_{SS} = 0,83 - 0,73 = 0,09$$

Llave ajustable

$$R_{SS} = 0,80 - 0,71 = 0,09$$

Llave ajustable

$$R_{SS} = 0,83 - 0,72 = 0,11$$

Se tomará como ciclo 4 meses en todos los artículos, debido a que las proyecciones de las ventas que se tomaron serán la suma de las proyecciones del mes de enero, febrero marzo y abril del año 2017.

Tabla XV. **Stock de seguridad**

Descripción del producto	Unidades proyectadas	Rss	Ciclo	SS
Alicate	416	0,11	4	12
Destornillador Phillips	2.413	0,07	4	44
Espátula flexible	376	0,09	4	9
Llave ajustable	2.686	0,09	4	63
Vicegrip	560	0,11	4	16

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

En la tabla anterior se muestra el número de unidades que deberá mantener en bodega por concepto de seguridad. Estas unidades deberán hacer frente a los cambios del mercado o algún retraso en la colocación del producto. Deberían almacenar 12 unidades de alicate, 44 unidades de destornillador, 9 de la espátula flexible, 63 de la llave ajustable y 16 del vicegrip.

4.4.2. Nivel de reorden

El nivel de reorden es el punto donde se debe colocar el pedido, es decir, cuando el inventario alcance cierto número de artículos almacenados el nuevo pedido deberá ser colocado.

Para calcular el nivel de reorden será utilizada la siguiente ecuación:

$$N.R. = \frac{\text{Unidades proyectadas} \times R_{NR}}{\text{Ciclo}}$$

Utilizando la ecuación anterior, se calculará el número de unidades que deberá estar almacenado en bodega, cuando se coloque la orden.

Las unidades proyectas serán la suma de los pronósticos de los meses de enero, febrero, marzo y abril del año 2 017, por esta misma razón, el ciclo será tomado como 4, ya que los meses analizados suman esta cantidad.

El R_{NR} es el promedio de tiempo que tarda el proveedor en despachar el pedido, y es el tiempo que transcurre desde que se coloca la orden hasta que ingresa a bodega. Los datos se sustituyen en la ecuación anterior.

Alicate

$$N.R. = \frac{416 \times 0,72}{4} = 75$$

Destornillador Phillips

$$N.R. = \frac{2413 \times 0,73}{4} = 438$$

Espátula flexible

$$N.R. = \frac{376 \times 0,74}{4} = 70$$

Llave ajustable

$$N.R. = \frac{2686 \times 0,71}{4} = 475$$

Vicegrip

$$N. R. = \frac{560 \times 0,72}{4} = 101$$

Tabla XVI. **Nivel de reorden**

Descripción del producto	Unidades proyectadas	RNR	Ciclo	NR
Alicate	416	0,72	4	75
Destornillador Phillips	2 413	0,73	4	438
Espátula flexible	376	0,74	4	70
Llave ajustable	2 686	0,71	4	475
Vicegrip	560	0,72	4	101

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

El requerimiento de alicate deberá colocarse cuando se tengan 75 unidades almacenadas, el destornillador Phillips 438 unidades, la espátula flexible 70 unidades, la llave ajustable 475 y el vicegrip 101 unidades almacenadas, para que cuando se hayan consumido ingrese el nuevo pedido y no se quede bodega desabastecida.

4.4.3. Nivel máximo

Es el límite de unidades almacenadas. Tomando en cuenta que los productos pueden permanecer en bodega un tiempo de 12 meses máximo, este parámetro es de mayor utilidad cuando se están almacenando productos perecederos. Debido a que las herramientas no tienen fecha de vencimiento se tomará como criterio un máximo de 12 meses de almacenamiento para que no se deterioren.

Para calcular el nivel máximo será utilizada la siguiente ecuación:

$$N_{max} = \frac{\textit{Unidades proyectadas} \times R_{Nmax}}{\textit{Ciclo}}$$

Con ayuda de la ecuación anterior se determina la cantidad máxima de unidades por producto que deberá estar almacenada en bodega para cumplir con el criterio de tiempo que se estableció anteriormente.

Alicate

$$N_{max} = \frac{416 \times 12}{4} = 1\ 248$$

Destornillador Phillips

$$N_{max} = \frac{2\ 413 \times 12}{4} = 7\ 239$$

Espátula flexible

$$N_{max} = \frac{376 \times 12}{4} = 1\ 128$$

Llave ajustable

$$N_{max} = \frac{2\ 686 \times 12}{4} = 8\ 058$$

Vicegrip

$$N_{max} = \frac{560 \times 12}{4} = 1\ 680$$

Tabla XVII. **Nivel máximo**

Descripción del producto	Unidades proyectadas	Rnmax	Ciclo	Nmax
Alicate	416	12	4	1 248
Destornillador Phillips	2 413	12	4	7 239
Espátula flexible	376	12	4	1 128
Llave ajustable	2 686	12	4	8 058
Vicegrip	560	12	4	1 680

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

En número máximo de unidades que deberá tener almacenados bodega de alicate son 1 248 unidades, 7 239 unidades de destornillador Phillips, 1 128 unidades de espátula flexible, 8 058 y unidades de llave ajustable, 1 680 de vicegrip.

4.4.4. Cantidad óptima de pedido

Este parámetro indica el número de unidades que deberán ordenarse al llegar al nivel de reorden, que es el punto donde deberá colocarse el pedido.

Está cantidad óptima está en función de mantener en bodega el número de unidades que nos permita satisfacer la demanda, sin llegar a exceder la cantidad máxima de productos almacenados.

Para calcular la cantidad óptima de pedido se utilizará la siguiente ecuación:

$$Q_{opt} = (2 \times S.S.) + N.R. + K$$

En este caso la constante K es igual a 0 debido a que el nivel de reorden es menor a la existencia, esto quiere decir que todavía no es tiempo de colocar un pedido por lo que al momento que se llegue al número de unidades del nivel de reorden se podrá colocar el pedido y todo transcurrirá con normalidad.

Utilizando la ecuación anterior se determinará, la cantidad adecuada de unidades por producto que deberá ordenarse al colocar el pedido.

Alicate

$$Q_{opt} = (2 \times 12) + 75 = 99$$

Destornillador Phillips

$$Q_{opt} = (2 \times 44) + 438 = 526$$

Espátula flexible

$$Q_{opt} = (2 \times 9) + 70 = 88$$

Llave ajustable

$$Q_{opt} = (2 \times 63) + 475 = 601$$

Vicegrip

$$Q_{opt} = (2 \times 16) + 101 = 133$$

Tabla XVIII. **Cantidad óptima de pedido**

Descripción del producto	Constante	SS	NR	Qopt
Alicate	2	12	75	99
Destornillador Phillips	2	44	438	526
Espátula flexible	2	9	70	88
Llave ajustable	2	63	475	601
Vicegrip	2	16	101	133

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Al colocar un pedido, lo ideal sería pedir 99 unidades de alicate, 526 unidades de destornillador Phillips, 88 unidades de espátula flexible, 601 unidades de llave ajustable y 133 unidades de vicegrip.

4.4.5. Líneas teóricas de consumo

La intersección de la línea teórica de consumo junto con el *stock* de seguridad determina el tiempo en que el pedido deberá ingresar a bodega, debido a que, en este punto, ya solo quedarán almacenadas las unidades del *stock* de seguridad.

Para calcular la línea teórica de consumo será utilizada la siguiente ecuación.

$$LTC = \frac{\text{Existencia} \times \text{Ciclo}}{\text{Planificado}}$$

La existencia es el número de unidades con las que se cuenta en bodega en un momento determinado. Las unidades proyectas se tomarán la suma del mes de enero, febrero, marzo y abril del año 2 017 y el ciclo se tomará como 4 ya que son 4 meses los que serán analizados en todos los productos.

Alicate

$$LTC1 = \frac{122 \times 4}{416} = 1,2 \text{ meses}$$

$$LTC2 = \frac{111 \times 4}{416} = 1,1 \text{ meses}$$

Destornillador Phillips

$$LTC1 = \frac{450 \times 4}{2413} = 0,7 \text{ meses}$$

$$LTC2 = \frac{570 \times 4}{2413} = 0,9 \text{ meses}$$

Espátula flexible

$$LTC1 = \frac{216 \times 4}{376} = 2,3 \text{ meses}$$

$$LTC2 = \frac{97 \times 4}{376} = 1 \text{ meses}$$

Llave ajustable

$$LTC1 = \frac{500 \times 4}{2\ 686} = 0,7 \text{ meses}$$

$$LTC2 = \frac{500 \times 4}{2\,686} = 0,7 \text{ meses}$$

Vicegrip

$$LTC1 = \frac{163 \times 4}{560} = 1,2 \text{ meses}$$

$$LTC1 = \frac{149 \times 4}{560} = 1,1 \text{ meses}$$

Tabla XIX. **Línea teórica de consumo**

Descripción del producto	Existencia 1	Existencia 2	Unidades proyectadas	ciclo	LTC 1	LTC 2
Alicate	122	111	416	4	1,2	1,1
Destornillador Phillips	450	570	2 413	4	0,7	0,9
Espátula flexible	216	97	376	4	2,3	1,0
Llave ajustable	500	664	2 686	4	0,7	1,0
Vicegrip	163	149	560	4	1,2	1,1

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

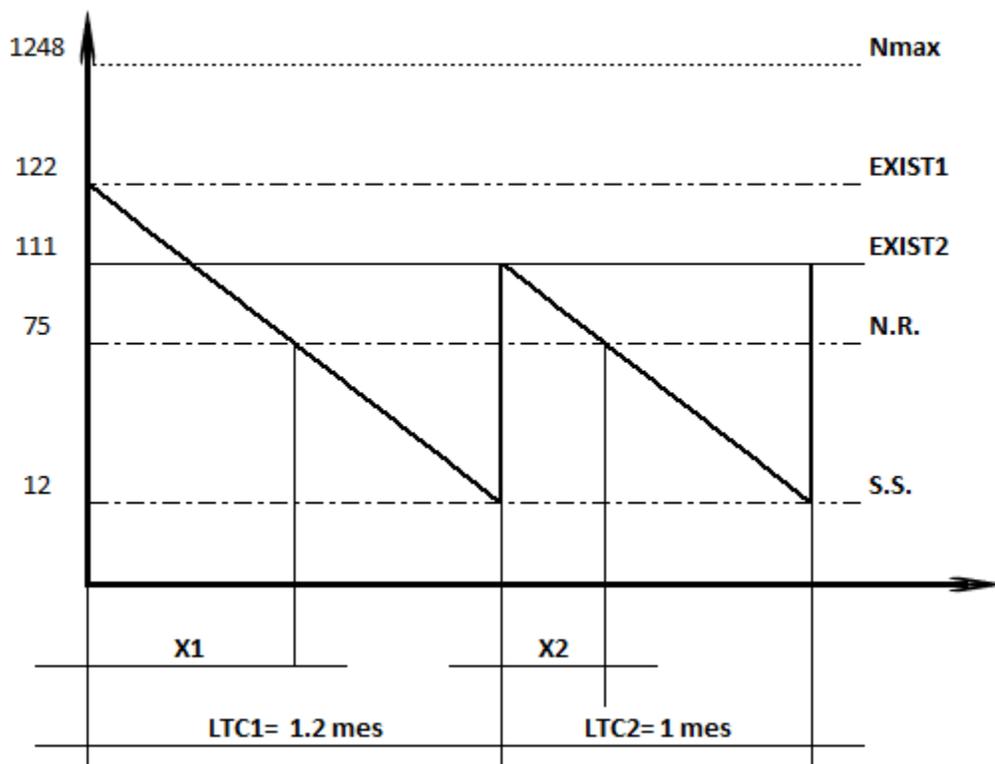
La LTC 1 y la LTC 2 es el tiempo que tardará en que el inventario llegará al nivel del *stock* de seguridad, en el caso de la primera se utiliza la existencia que se tiene actualmente, y en el caso de la segunda se utiliza la existencia después de que ingrese el primer requerimiento, es decir la cantidad optima de pedido.

4.5. Calendario de orden e ingreso de pedidos

El calendario que se me muestra en la siguiente tabla incluye el tiempo en meses en que deberá ser colocado el primer pedido, y el tiempo de deberá transcurrir hasta que ingrese a bodega.

Para que el Alicate llegue al nivel de reorden deberán transcurrir 1,9 meses y, en este tiempo, se coloca el pedido de 42 unidades, 0,6 meses después de colocar el pedido, este deberá ingresar a bodega, de esta forma es como deberá interpretarse el siguiente calendario.

Figura 11. Gráfica de variables alicate



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

$$\frac{1,2 \text{ meses}}{110 \text{ unidades}} = \frac{X1}{47}$$

$$X1 = \frac{(1,2 \text{ meses})(47 \text{ unidades})}{110 \text{ unidades}} = 0,5 \text{ meses}$$

$$\frac{1 \text{ meses}}{99 \text{ unidades}} = \frac{X1}{36}$$

$$X1 = \frac{(1,1 \text{ meses})(36 \text{ unidades})}{99 \text{ unidades}} = 0,4 \text{ meses}$$

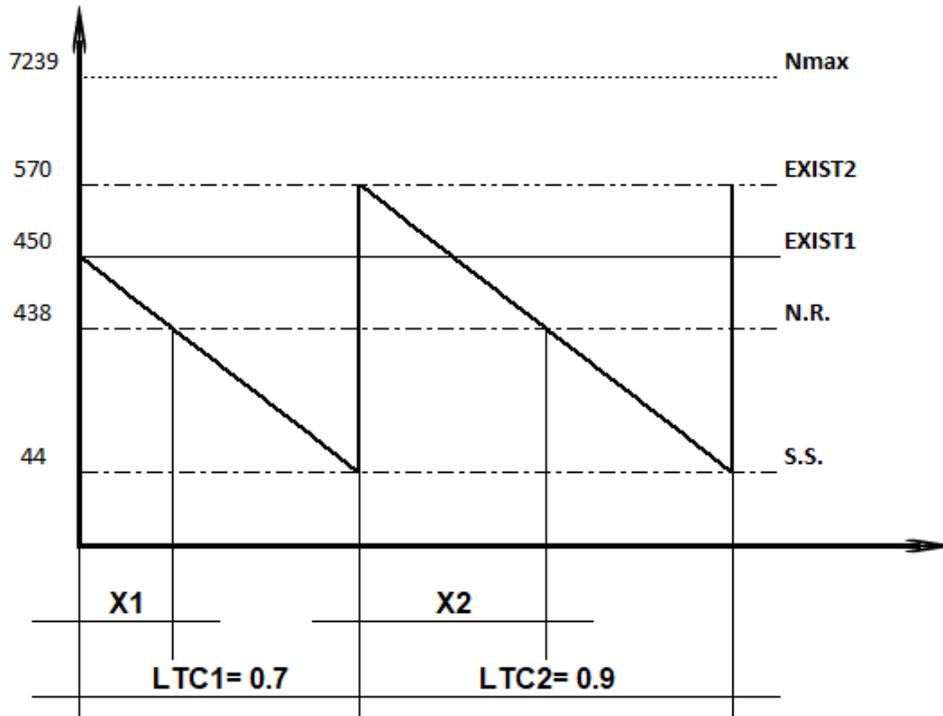
Tabla XX. **Calendario de pedidos alicate**

Alicate	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17
Colocar pedido	Viernes 20 enero (Req. #1)		Jueves 9 mar (Req. #2)	Martes 25 abril (Req. #3)		
Ingreso a bodega		Martes 21 feb (Req. #1)		Martes 7 abril (Req. #2)	Viernes 19 mayo (Req. #3)	
Cantidad		99		99	99	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016,

El primer requerimiento deberá colocarse en 0,5 meses y el pedido deberá llegar a bodega en 0,7 meses mientras que el segundo requerimiento deberá colocarse en 0,4 meses debido a que en el primer caso se contaba con una existencia más grande que la que se requería y el pedido deberá ingresar a bodega en 0,6 meses.

Figura 12. Gráfica de variables destornillador Phillips



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

$$\frac{0,7 \text{ meses}}{406 \text{ unidades}} = \frac{X1}{12}$$

$$X1 = \frac{(0,7 \text{ meses})(12 \text{ unidades})}{406 \text{ unidades}} = 0,1 \text{ meses}$$

$$\frac{0,9 \text{ meses}}{526 \text{ unidades}} = \frac{X2}{132}$$

$$X2 = \frac{(0,9 \text{ meses})(132 \text{ unidades})}{526 \text{ unidades}} = 0,2 \text{ meses}$$

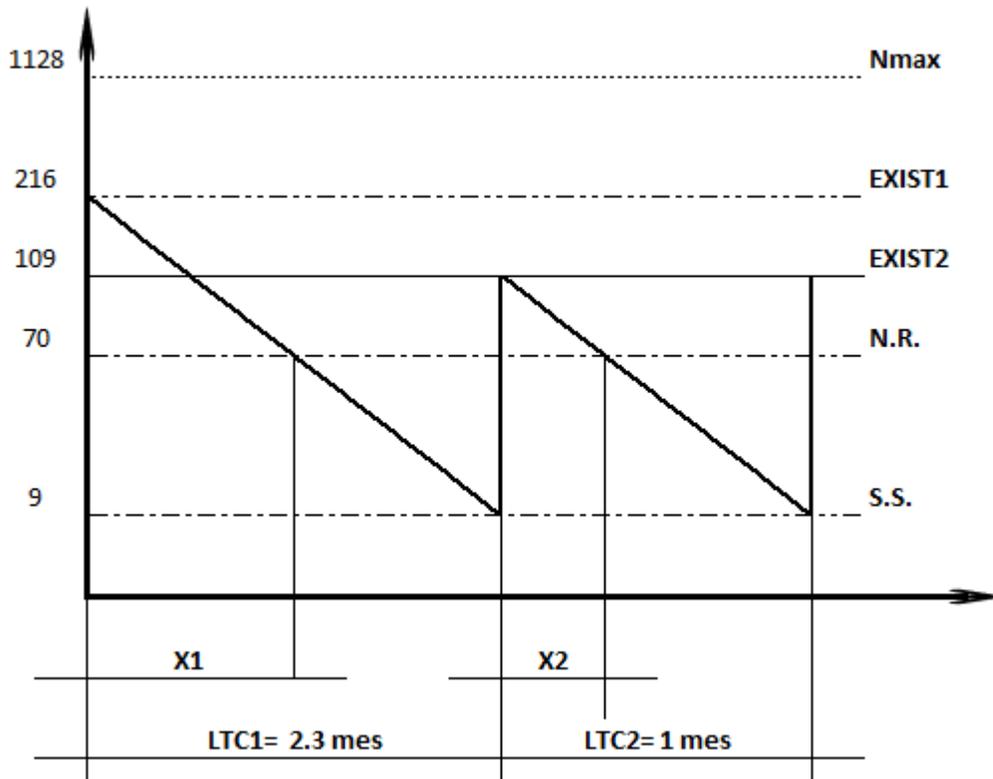
Tabla XXI. **Calendario de pedidos destornillador Phillips**

Destornillador Phillips	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17
Colocar pedido	Lunes 2 enero (Req. #1)	Miércoles 1 feb (Req. #2)	Jueves 2 marzo (Req. #3)	
Ingreso a bodega	Martes 3 enero (Req. #1)		Miércoles 1 marzo (Req. #2)	Lunes 3 abril (Req. #3)
Cantidad	526		526	526

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

En la gráfica anterior se muestra un compendio del comportamiento del inventario, los pedidos deberán colocarse, el primero en 0,1 mes y el segundo en 0,2 mes, y estos deberán ingresar a bodega en 0,7 meses. En el calendario anterior, se muestra en qué fechas debería ser colocados y recibidos los primeros 3 requerimientos.

Figura 13. Gráfica de variables de la espátula flexible



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

$$\frac{2,3 \text{ meses}}{207 \text{ unidades}} = \frac{X1}{146}$$

$$X1 = \frac{(2,3 \text{ meses})(146 \text{ unidades})}{207 \text{ unidades}} = 1,6 \text{ meses}$$

$$\frac{1 \text{ meses}}{100 \text{ unidades}} = \frac{X2}{39}$$

$$X2 = \frac{(1 \text{ meses})(39 \text{ unidades})}{100 \text{ unidades}} = 0,4 \text{ meses}$$

Tabla XXII. **Calendario de pedidos espátula flexible**

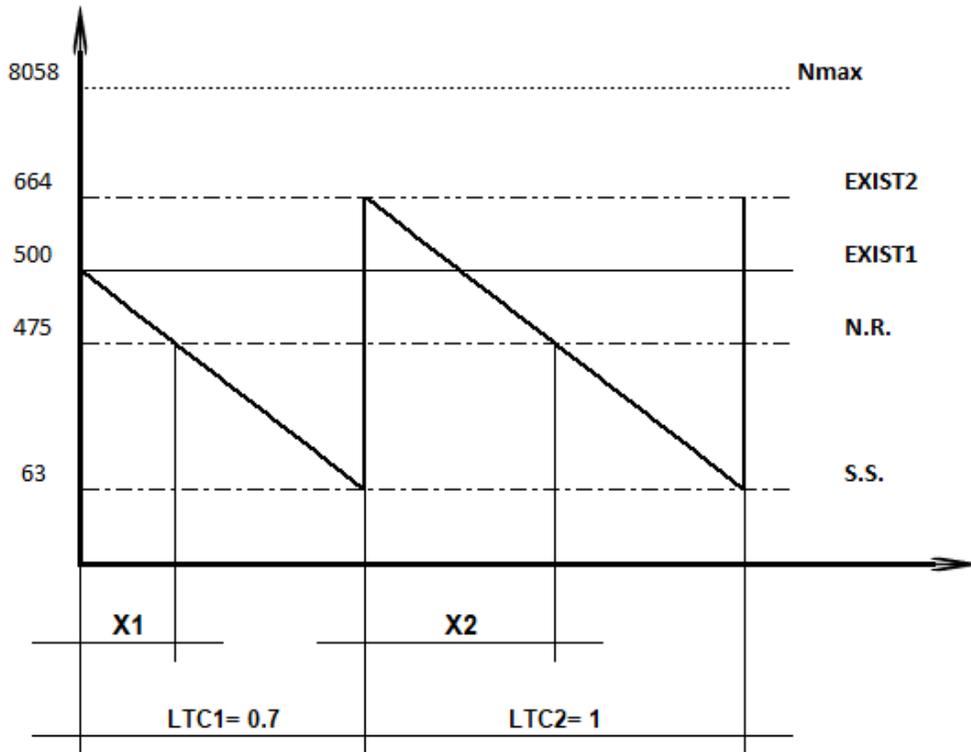
Espátula flexible	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17
Colocar pedido			Miércoles 8 mar (Req. #1)	Martes 25 abril (Req. #2)		Viernes 9 junio (Req. #2)
Ingreso a bodega				Viernes 7 abril (Req. #1)	Miércoles 24 mayo (Req. #2)	
Cantidad				88	88	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Ambos pedidos deberán colocarse cuando el nivel de inventario llegue a 70 unidades, en ese momento se coloca el pedido, para esto con la existencia actual deberán transcurrir 1,6 meses y en el segundo caso cuando se haya ordenado la cantidad óptima de pedido deberán transcurrir 0,4 meses.

El pedido deberá ingresar a bodega cuando estén almacenadas las unidades del *stock* de seguridad, es decir 9 unidades, el tiempo que transcurrirá desde que ingresó el pedido anterior a bodega 2,3 con la existencia actual y 1 mes luego de que ingreso a bodega el primer requerimiento.

Figura 14. Gráfica de variable de llave ajustable



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016

$$\frac{0,7 \text{ meses}}{437 \text{ unidades}} = \frac{X1}{25 \text{ unidades}}$$

$$X1 = \frac{(0,7 \text{ meses})(25 \text{ unidades})}{437 \text{ unidades}} = 0,1 \text{ meses}$$

$$\frac{1 \text{ meses}}{601 \text{ unidades}} = \frac{X2}{189}$$

$$X2 = \frac{(1 \text{ meses})(189 \text{ unidades})}{601 \text{ unidades}} = 0,3 \text{ meses}$$

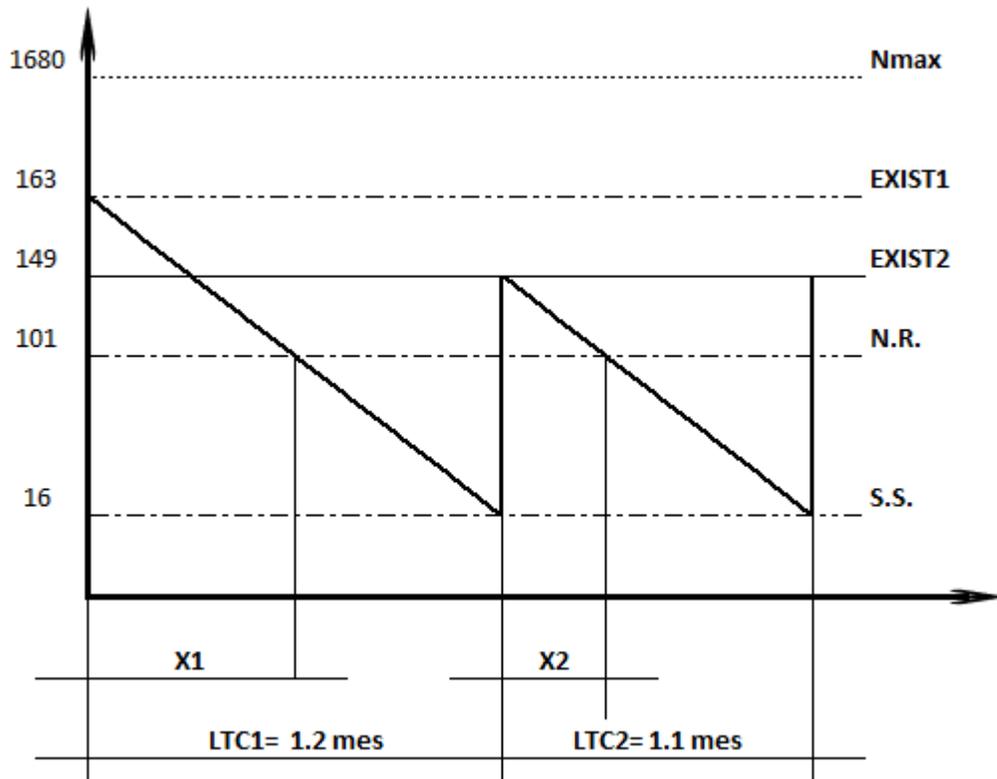
Tabla XXIII. **Calendario de pedidos llave ajustable**

Llave ajustable	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	Jun-17
Colocar pedido	Lunes 2 enero (Req. #1)	Martes 14 febrero (Req. #2)	Martes 28 marzo (Req. #3)			
Ingreso a bodega		Miércoles 1 febrero (Req. #1)	Miércoles 15 marzo (Req. #2)	Miércoles 26 abril (Req. #3)		
Cantidad		601	601	601		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

El primer requerimiento deberá ser colocado 0,1 meses a partir del 1 de enero del 2 017 y deberá ingresar a bodega 0,6 meses después de haber sido colocada la orden, es decir el miércoles 1 de febrero del 2 017, mientras los demás requerimientos deberán ser colocados 0,3 meses después de ingresada a bodega el requerimiento anterior, y deberá ingresar a bodega 0,7 meses después de colocado el pedido.

Figura 15. Gráfica de variable vicegrip



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

$$\frac{1,2 \text{ meses}}{147 \text{ unidades}} = \frac{X1}{62}$$

$$X1 = \frac{(1,2 \text{ meses})(62 \text{ unidades})}{147 \text{ unidades}} = 0,5 \text{ meses}$$

$$\frac{1,1 \text{ meses}}{133 \text{ unidades}} = \frac{X2}{48}$$

$$X2 = \frac{(1,1 \text{ meses})(48 \text{ unidades})}{133 \text{ unidades}} = 0,4 \text{ meses}$$

Tabla XXIV. **Calendario de pedidos Vicegrip**

Vicegrip	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17
Colocar pedido	Viernes 20 enero (Req. #1)		Jueves 9 marzo (Req. #2)	Miércoles 26 abril (Req. #3)		
Ingreso a bodega		Martes 21 feb (Req. #1)		Lunes 10 abril (Req. #2)	Viernes 26 mayo (Req. #3)	
Cantidad		133		133	133	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

Todos los pedidos deberán ser colocados cuando queden 101 unidades en existencia y deberán ingresar a bodega cuando haya 16 unidades, en cada pedido, se ordenarán 133 unidades y deberán colocarse el primero en 0,5 meses por la existencia actual y el segundo en 0,4 que será la existencia óptima y deberán ingresar a bodega 0,7 meses después de haber colocado el pedido en total el tiempo que tomará en consumirse todo el producto serán 1,1 meses y 1,2 meses respectivamente.

5. DISEÑO DEL SISTEMA DE LOCALIZACIÓN FÍSICA

En el siguiente capítulo se desarrollará el sistema de localización física que se utilizará en bodega, se asignará un espacio a cada artículo dependiendo del uso que se le dé y, a ese espacio, se le asignará una dirección para encontrarlo cuando se requiera.

La gestión de un inventario se refiere al proceso de recepción, almacenamiento, movimiento de los productos dentro de la bodega y, posteriormente, el despacho para los clientes.

En los capítulos anteriores se estimó un número de unidades por producto que podría ser vendido en un periodo de tiempo y se determinaron los lapsos en que debían colocarse las órdenes para que bodega no quedara desabastecida. En este capítulo los proveedores entregan las unidades y se les debe encontrar un espacio físico y registrarlas para saber la fecha de ingreso a bodega y la ubicación. El objetivo es tener un completo control del producto para conocer sus condiciones dentro de la empresa.

Anteriormente, se utilizaron muestras para realizar los cálculos, pero en este capítulo se utilizarán todos los productos ya que se debe tener una visión amplia de cómo quedarán organizados los espacios, para determinar las áreas de almacenamiento recepción, movimiento y entrega.

5.1. Determinación del sistema de localización física

La intención de establecer un sistema de localización física es proporcionar procedimientos para controlar el movimiento del producto dentro de las instalaciones y situarlos donde beneficie la organización.

Se clasificarán los productos utilizando el método de clasificación ABC, donde:

A: Representa los artículos de mayor rotación

B: Representa los artículos de movimiento intermedio

C: Representa los artículos de movimiento más lento

Cada producto ocupará una categoría de acuerdo con la regla de Pareto, tomando como valor referencial los productos que mayores beneficios otorguen a la empresa. Estos tendrán mayor importancia y se les asignará el espacio más cercano a la puerta de despacho para tener fácil acceso a este tipo de productos.

Los productos serán clasificados de acuerdo con los siguientes porcentajes.

Tabla XXV. **Porcentajes ABC**

Utilidad estimada	Clasificación
0% - 80%	A
81% - 95%	B
96% - 100%	C

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016

Los artículos de clasificación A proporcionaran un 80% de las utilidades, los de clasificación B el 15 % de utilidad y los de clasificación C son los artículos que menor beneficio otorgan a la empresa proporcionando el 5% restante.

Tabla XXVI. **Utilidad Anual por producto**

Descripción del producto	Demanda anual	Utilidad por unidad	Utilidad anual
Destornillador Phillips	2 561	Q6,48	Q 16 595,28
Llave ajustable	1 442	Q9,18	Q 13 237,56
Martillo	878	Q10,26	Q 9 008,28
Vicegrip	843	Q9,65	Q 8 134,95
Espátula flexible	818	Q8,74	Q 7 149,32
Formón de carpintero	770	Q8,13	Q 6 260,10
Flexómetro	526	Q9,73	Q 5 117,98
Linterna de trabajo Led	660	Q6,60	Q 4 356,00
Nivel de alcohol	232	Q18,18	Q 4 217,76
Gafas de seguridad	730	Q5,30	Q 3 869,00
Alicate	442	Q7,45	Q 3 292,90
Tijera	843	Q1,95	Q 1 643,85
Mini herramientas	403	Q6,30	Q 2 538,90
Plancha	540	Q4,10	Q 2 214,00
Cuchara de albañilería	611	Q3,13	Q 1 912,43
Arco ajustable para sierra	273	Q6,98	Q 1 905,54
Cinzel	515	Q3,30	Q 1 699,50
Prensa de hierro forjado	275	Q5,60	Q 1 540,00
Corta pernos	630	Q2,03	Q 1 278,90
Pistola de calafateadora	533	Q2,13	Q 1 135,29
Navaja	329	Q3,00	Q 987,00
SERRUCHO	220	Q4,00	Q 880,00
Mazo	240	Q2,40	Q 576,00
Cinta métrica de fibra	86	Q5,72	Q 491,92
Cepillo para fregar	185	Q2,50	Q 462,50
Mascarilla desechable	121	Q2,41	Q 291,61
Set de llaves	222	Q1,11	Q 246,42
Pinza para pelar cable	156	Q1,44	Q 224,64

Continuación de la tabla XX.

Descripción del producto	Demanda anual	Utilidad por unidad	Utilidad anual
Guante de hule	127	Q1,01	Q 128,27
Cable coaxial	38	Q3,20	Q 121,60
Tape	222	Q0,00	Q -
<i>Masking tape</i>	211	Q0,00	Q -
Conector pequeño de vinil	44	Q0,00	Q -

Fuente:elaboración propia empleando Microsoft Office Excel 2016.

En la tabla anterior se proporcionan los datos de la utilidad que aporta cada artículo por unidad y con la demanda del año 2 016 se determinó en la comuna cuatro la utilidad que se obtuvo en el año 2 016 por producto. Las cifras que se describieron serán útiles para clasificar los productos ya que estos serán divididos de acuerdo con los beneficios que otorguen a la empresa.

Tabla XXVII. **Clasificación de productos ABC**

Descripción del producto	Utilidad anual	Porcentaje	Porcentaje acumulado	Clase
Destornillador Phillips	Q 16 595,28	16%	16%	A
Llave ajustable	Q 13 237,56	13%	29%	A
Martillo	Q 9 008,28	9%	38%	A
Vicégrip	Q 8 134,95	8%	46%	A
Espátula flexible	Q 7 149,32	7%	53%	A
Formón de carpintero	Q 6 260,10	6%	59%	A
Flexómetro	Q 5 117,98	5%	65%	A
Linterna de trabajo Led	Q 4 356,00	4%	69%	A
Nivel de alcohol	Q 4 217,76	4%	73%	A
Gafas de seguridad	Q 3 869,00	4%	77%	A
Alicate	Q 3 292,90	3%	80%	A
Tijera	Q 1 643,85	2%	82%	B
Mini herramientas	Q 2 538,90	3%	84%	B

Continuación de la tabla XXI.

Descripción del producto	Utilidad anual	Porcentaje	Porcentaje acumulado	Clase
Plancha	Q 2 214,00	2%	86%	B
Cuchara de albañilería	Q 1 912,43	2%	88%	B
Arco ajustable para sierra	Q 1 905,54	2%	90%	B
Cinzel	Q 1 699,50	2%	92%	B
Prensa de hierro forjado	Q 1 540,00	2%	93%	B
Corta pernos	Q 1 278,90	1%	95%	B
Pistola de calafateadora	Q 1 135,29	1%	96%	C
Navaja	Q 987,00	1%	97%	C
SERRUCHO	Q 880,00	1%	97%	C
Mazo	Q 576,00	1%	98%	C
Cinta métrica de fibra	Q 491,92	0%	99%	C
Cepillo para fregar	Q 462,50	0%	99%	C
Mascarilla desechable	Q 291,61	0%	99%	C
Set de llaves	Q 246,42	0%	100%	C
Pinza para pelar cable	Q 224,64	0%	100%	C
Guante de hule	Q 128,27	0%	100%	C
Cable coaxial	Q 121,60	0%	100%	C
Tape	Q -	0%	100%	C
Masking tape	Q -	0%	100%	C
Conector pequeño de vinil	Q -	0%	100%	C

Fuente: elaboración propia empleando Microsoft Office Excel 2016.

En la tabla anterior se calculó el porcentaje de beneficio monetario que aporta cada producto para esto se dividió el beneficio anual del producto por el beneficio total que obtuvo la empresa durante el período 2 016 y se multiplico por 100 para convertirlo en porcentaje.

La clasificación se realizó con el apoyo de la columna de porcentaje acumulado la cual proporciono la directriz para dividir los artículos de acuerdo con los porcentajes proporcionados en la Tabla XIX. Siendo los productos A el 80% de los beneficios monetarios los B de 81% a 95% y los C de 96% al 100%.

Tabla XXVIII. **Resumen ABC**

Utilidad estimada	Clasificación	n unidades	% de unidades	Utilidad	% de utilidad
0% - 80%	A	11	33%	Q 81 239,13	80%
81% - 95%	B	8	24%	Q 14 733,12	15%
96% - 100%	C	14	42%	Q 5 545,25	5%

Fuente: elaboración propia empleando Microsoft Office Excel 2016

En la tabla anterior se resumen los datos de la tabla de clasificación de productos ABC para poder ser analizados. Los productos que entran dentro de la clasificación A son 11 siendo parte del 33% y proporcionando el 80% de las utilidades globales los de clasificación B son 8 diferentes productos que forman parte del 24% y otorgan el 15% de beneficios globales y por último el 42% de las unidades proporcionan tan solo el 5% de las utilidades globales.

5.2. **Nombramiento del *rack***

El nombre que se le proporcione al *rack* será de utilidad al momento de asignar una dirección a cada producto. Esta dirección permitirá localizar los artículos con rapidez y facilidad dicha facilidad de reconocimiento disminuye los errores y el tiempo necesario para seleccionar o para colocar una existencia.

La dirección que se proporciona a los artículos es como la dirección de una vivienda es el identificador del puesto donde se encuentra almacenado el artículo. El nombre que se le proporciona al *rack* es la parte más general de la dirección del producto ya identificado el *rack* se localiza el nivel y por último queda localizar la posición exacta del artículo que se encuentra en el nivel y *rack* especificados.

Se utilizará el sistema alfanumérico debido a que este proporciona suficientes variaciones en una combinación corta y al mismo tiempo es sencillo de visualizar.

En la siguiente tabla se asignará a cada producto en el orden de importancia establecido anteriormente con la clasificación ABC el nombre del *rack* en el que se encontrará.

Tabla XXIX. **Asignación de *rack* por producto**

Descripción de producto	Nombre de <i>Rack</i>
Flexómetro	A
Vicegrip	A
Llave ajustable	A
Destornillador Phillips	A
Linterna de trabajo Led	A
Nivel de alcohol	A
Formón de carpintero	A
Martillo	A
Mini herramientas	A
Espátula flexible	A
Tijera	A
Plancha	A
Cuchara de albañilería	A
Arco ajustable para sierra	B
Prensa de hierro forjado	B
Cinzel	B
Corta pernos	B
Pistola de calafateadora	B
SERRUCHO	B
Navaja	B
Alicate	C
Cinta métrica de fibra	C
Mazo	C
Cepillo para fregar	C
Mascarilla desechable	C
Set de llaves	C
Pinza para pelar cable	C
Cable coaxial	C
Guante de hule	C
Conector pequeño de vinil	C
Gafas de seguridad	C
Masking tape	C
Tape	C

Fuente: elaboración propia empleando Microsoft Office Excel 2016.

En la tabla anterior se asignó el nombre del *rack* de acuerdo con la clasificación ABC, que se había determinado anteriormente, a los productos de categoría A se les asignó el *rack* llamado A, a los productos de categoría B el *rack* llamado B y a los productos de categoría C se le asignó el *rack* llamado C.

5.3. Nombramiento de niveles y posiciones

De la misma manera que el inciso anterior se asignara a cada producto un nivel y una posición en el *rack* correspondiente. El nivel indicará la ubicación vertical dentro del *rack* y la posición será la dirección exacta horizontal, como por ejemplo en la dirección de un domicilio se podría decir que el nivel es la calle donde se encuentra la casa y la posición es el número de la casa, mientras el *rack* sería la parte más general de la dirección la cual podría compararse con la zona en la que se encuentra situada la vivienda.

Cada *rack* consta de 4 niveles y cada nivel cuenta con 3 posiciones, es decir en cada *rack* se tendría espacio para almacenar aproximadamente 12 productos. Los niveles fueron nombrados D, F, G y H con la finalidad de que no se confunda con los *racks* a los cuales se les nombró A, B y C, mientras las posiciones fueron nombradas con número para crear un sistema alfanumérico, las posiciones tienen el nombre de 1, 2 y 3.

Los artículos se colocaron en *racks* con la finalidad de utilizar mejor los espacios disponibles, tener una mejor presentación en bodega, más limpieza y orden y lo más importante tener un mejor control de las ubicaciones de cada producto.

Tabla XXX. **Nombramiento de niveles y posiciones**

Descripción	Rack	Nivel	Posición
Flexómetro	A	D	1
Vicegrip	A	D	2
Llave ajustable	A	D	3
Destornillador Phillips	A	F	1
Linterna de trabajo Led	A	F	2
Nivel de alcohol	A	F	3
Formón de carpintero	A	G	1
Martillo	A	G	2
Mini herramientas	A	G	3
Espátula flexible	A	H	1
Tijera	A	H	2
Plancha	A	H	3
Cuchara de albañilería	B	D	1
Arco ajustable para sierra	B	D	2
Prensa de hierro forjado	B	D	3
Cinzel	B	F	1
Corta pernos	B	F	2
Pistola de calafateadora	B	F	3
SERRUCHO	B	G	1
Navaja	B	G	2
Alicate	B	G	3
Cinta métrica de fibra	B	H	1
Mazo	B	H	2
Cepillo para fregar	B	H	3
Mascarilla desechable	C	D	1
Set de llaves	C	D	2
Pinza para pelar cable	C	E	1
Cable coaxial	C	E	2
Guante de hule	C	F	1
Conector pequeño de vinil	C	F	2
Gafas de seguridad	C	G	1
Masking tape	C	G	2
Tape	C	G	3

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

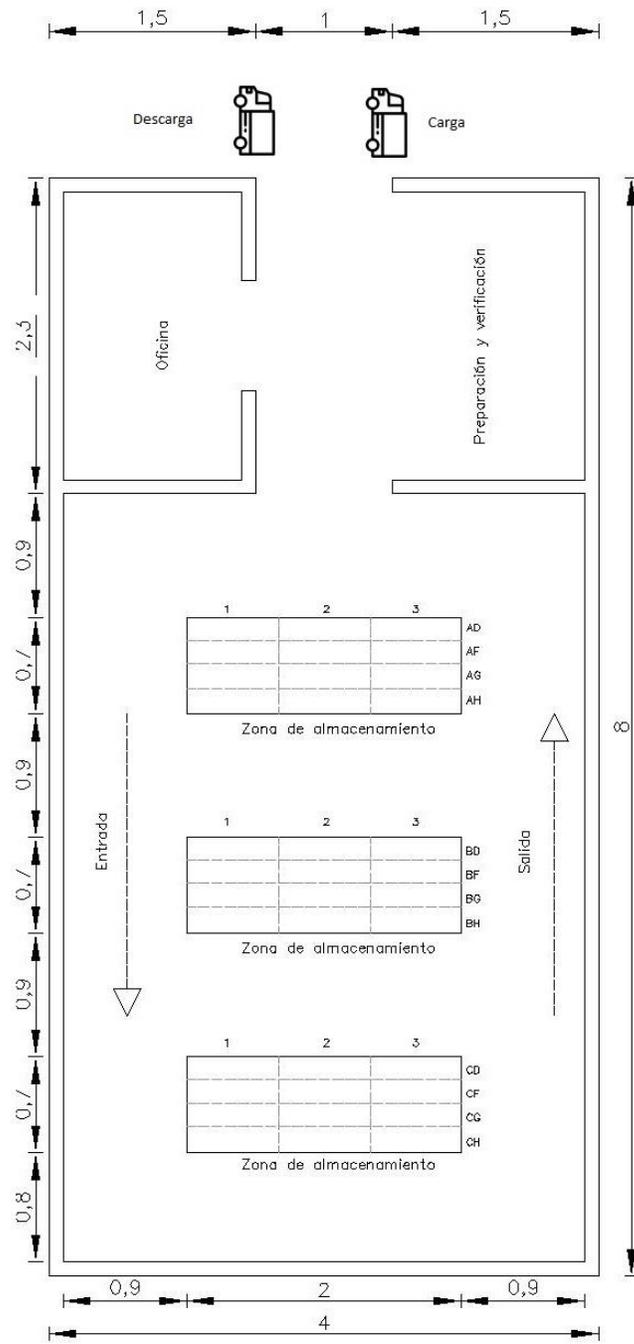
En la tabla anterior se muestra la distribución que tendrá cada *rack*, por ejemplo, el *rack* A en el nivel D y la posición uno tendrá situado el producto flexómetro, en la posición 2 el Vicegrip y en la posición 3 la llave ajustable. La tabla describe la posición de cada producto desde lo más general que es el *rack* hasta lo más específico que es la posición.

5.4. Plano de la bodega

En el siguiente plano se muestra como deberán ser colocados los *racks* con sus respectivas direcciones. Los productos que estén entrando a bodega deberán hacerlo por el pasillo de la izquierda y los productos que estén de salida, deberán llevar su ruta por el pasillo de la derecha, al momento de ingresar o egresar un producto de bodega deberá verificarse la mercadería en el área de verificación y preparación como se indicará posteriormente.

En el plano se indica con líneas punteadas los niveles y las posiciones de cada *rack*, el *rack* A es el que está más próximo a la puerta porque son los productos de mayor movimiento y el C es el que se encuentra más lejano al ingreso, los niveles están especificados con letras al lado derecho del *rack*, que son los niveles DFGH y se encuentran acompañados de la dirección del *rack* correspondiente y las posiciones se encuentran en la parte de arriba del *rack* identificados con número.

Figura 16. Plano de bodega



Fuente: elaboración propia empleando AutoCAD 2018.

5.5. Aplicación del método primero en entrar primero en salir (PEPS)

Las salidas de los artículos almacenados en bodega deberán cuantificarse mediante su valor histórico, debido a que los precios de su adquisición no fueron constantes, de haber sido así solamente hubiese sido necesario multiplicar el valor del costo constante por el número de unidades que salieron del almacén, pero como los precios de los productos que ingresan al almacén fluctúan, es necesario utilizar un método de valoración del inventario. Para esto, se utilizará el método de costeo aprobado por las Normas Internacionales de Contabilidad (NIC), Primero en entrar primero en Salir.

El método de Primero en entrar primero en salir (PEPS) supone que las primeras unidades en entrar al almacén son las primeras en salir, es decir, que se agotan primero los productos más antiguos. Las salidas se valoran tomando como coste el más antiguo de los existentes, y cuando se agotan las existencias de dicho coste, se continua con el coste de mayor antigüedad.

Para llevar a cabo el control del registro de entradas y salidas, así como de la valoración de las existencias, se emplearán en el almacén unas fichas designadas para ello. En las fichas designadas para llevar el registro deberá especificarse la fecha de la operación realizada en el almacén, la operación realizada pudiendo ser esta actividad de entrada o de salida de almacén y el coste al que se realizó la transacción.

Figura 17. **Ficha de valoración de inventario en almacén**

Ficha de Almacén										
Empresa: _____			Método de valoración: _____							
Producto: _____			Fecha de revisión: _____							
Fecha	Concepto	Entradas			Salidas			Existencias		
		Cantidad	Costo unitario	Total	Cantidad	Costo unitario	Total	Cantidad	Costo unitario	Total

Fuente: elaboración propia empleando Microsoft Office Excel 2016.

Los campos que deberán completarse del formato anterior son.

- Empresa. Coloca en nombre de la empresa en la cual se están realizando la transacción.
- Producto: Colocar el nombre del producto con el que se realizará la transacción.
- Método de valoración. Como fue definido anteriormente el método de valoración que se utilizará será el PEPS.
- Fecha de modificación. En esta casilla se colocará la fecha del formato aprobado por la empresa y que se encuentre vigente.
- Fecha: deberá colocarse el día, el mes y el año en la cual fue realizada la operación.
- Concepto: deberá colocarse el tipo de opción que se está llevando a cabo (Compra, venta o devolución).

- Entradas. En esta sección se colocará la cantidad de unidades que han sido adquiridas y están ingresando a bodega el precio por unidad al que están ingresando y el total de la operación la cual es la multiplicación del costo unitario por el número de unidades.
- Salidas. En esta sección se colocará la cantidad de unidades a las cuales se les está dando salida de bodega el precio por unidad al que se le está dando la salida y el total de la operación la cual es la multiplicación del costo unitario por el número de unidades. Deberá colocarse el precio de los productos que ingresaron a bodega que se encuentren en existencia y con la fecha más antigua.
- Existencias. En este apartado se colocará el resumen de la transacción la cual mostrará el monto del inventario que está siendo almacenado en bodega a la fecha.

5.6. Procedimientos de almacenaje por ubicación

A continuación, se describen los procedimientos que deberán llevarse a cabo al extraer o ingresar un producto a la bodega. La correcta manipulación de los productos dentro de las instalaciones garantizará su correcto flujo dentro del establecimiento.

Los procedimientos que se describirán, posteriormente, abarcarán desde la colocación de un pedido ya sea para darle salida de la bodega o para ingresar a ella, estos procedimientos darán la pauta de cómo se debe actuar al momento de la llegada de un orden hasta su colocación o extracción de la bodega.

5.6.1. Extracción de productos

Las actividades que se proporcionan en la siguiente tabla, instan a la correcta manipulación de los productos al momento de tener que recolectar una orden para entregarla a los clientes. La coordinación de las actividades que deberán realizarse favorece la agilización de la recolección de los pedidos, la disminución del tiempo en el que se realiza la operación, evitar quejas de los clientes por no cumplir con los tiempos de entrega, reducir el daño o deterioro de las mercancías con la correcta manipulación de estos.

Según el método de valoración de inventario, se deben extraer los productos con mayor antigüedad de almacenamiento para evitar deterioros.

Tabla XXXI. **Actividades de extracción de productos**

Actividad	Descripción
Recepción de solicitud	Se recibe la solicitud del producto al que se le dará salida del almacén.
Preparación de mercancía	Se reúnen los productos descritos en la orden. Hay que recordar que se le deberá dar salida a los productos con fecha de ingreso más reciente.
Validación del despacho	La persona que recibe el pedido deberá hacer una validación de este y dejar firmada una constancia de extracción de mercancía.
Operar la salida	Dejar constancia de la salida de la mercancía para llevar un adecuado registro contable y control del inventario.

Fuente: elaboración propia empleando Microsoft Office Excel 2016.

5.6.2. Colocación de productos

Las actividades que deben realizarse al colocar un producto en bodega abarcan la llegada de los productos y la recepción en orden de llegada, sin

preferencias, por el encargado. La descarga se debe realizar en el espacio asignado y el producto se inspeccionará para decidir si se acepta o rechaza algún pedido. Finalmente, se realiza el registro contable cuyo formato se especificó con anterioridad.

Tabla XXXII. **Actividades de colocación de producto**

Actividad	Descripción
Llegada de mercancía	Arribo de los productos a las instalaciones de la empresa.
Descarga y ubicación de mercancía	Ubicar la mercancía en el área de recepción asignada para esta actividad.
Inspección cuantitativa	Se verifica que las cantidades y los tipos de producto coincidan con la orden de pedido.
Inspección cualitativa	Se verifica la calidad de los productos, por medio de un muestreo aleatorio, que determinará si pedido es aceptado o rechazado.
Aprobación de pedido	Se comunica al proveedor que el pedido cumple con las especificaciones requeridas.
Registro contable de la entrada del pedido	Dejar constancia de la entrada de la mercancía, para llevar un adecuado registro contable y control del inventario.
Traslado de mercancía a bodega	Se traslada la mercancía aceptada al almacén y se emite una nota de entrega al almacén correspondiente.
Colocación del producto	Asignar un espacio con forme las direcciones que fueron estipuladas anteriormente y dejar registro de la ubicación asignada.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Office Excel 2016.

5.7. Mapeo de productos mediante tablas de control

El mapeo de productos es la técnica para controlar la ubicación del producto, códigos, descripciones y cantidades.

Mediante esta técnica se localizan los productos de una forma más eficiente, se reducen los tiempos de colocación y despacho de los productos, se

controlan mejor las cantidades que entran a bodega, fechas y cantidades para llevar un mejor control contable y darle salida a las unidades que correspondan de bodega.

Para implementar esta técnica se realizó un formato sencillo el cual debe administrar una persona que se responsabilice de mantener actualizados dichos documentos. Esta persona deberá alimentar las hojas con la información de los productos y llenarla correctamente para llevar un buen control de existencias.

A continuación, se muestra el formato de control de las existencias en bodega. Este formato proporcionará la información de la ubicación de los productos que están ingresando a bodega, los espacios libres y el orden de salida conforme la antigüedad de almacenamiento de los productos.

A continuación, se detalla el tipo de información que se colocará en cada casilla para el manejo correcto del formato. Esta información la llenará el encargado de bodega y la validará mediante su firma en la penúltima casilla.

- *Rack*. Deberá proporcionar el nombre del *rack* en el que se encuentra el artículo.
- Nivel. Deberá proporcionar la información del nivel dentro del *rack* en el que se encuentra ubicado el artículo
- Posición. Deberá proporcionar la información de la posición dentro del *rack* y el nivel descritos anteriormente.
- Código del producto. Deberá ser un identificador único asignado a cada producto.
- Descripción. Detallar de forma breve las características singulares del producto.
- Cantidad. En esta casilla deberá colocarse el número de unidades que están siendo operadas.
- Nombre de la persona que realizó la operación. Esta casilla deberá de contener el nombre del encargado de realizar la operación descrita.
- Firma. En esta casilla deberá firmar la persona que realizó la operación para que quede constancia y sea asignado como responsable de dicha transacción.
- Fecha. Día, mes y año en la cual fue realizada la operación.

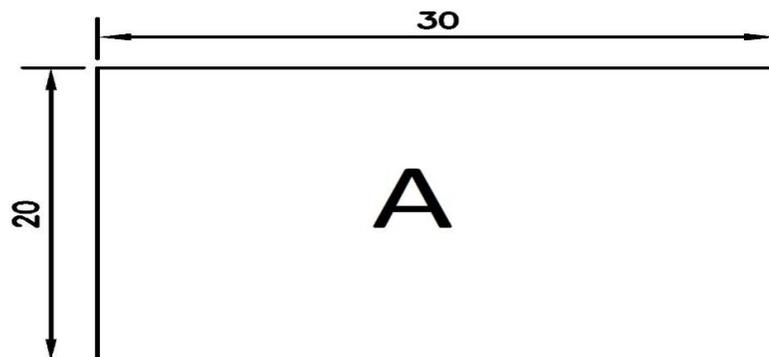
5.8. Costos

Los cambios aplicados al modelo de organización actual, requerirá de capacitación para la persona encargada de bodega, para que sepa manipular los formatos que se han implementado y una reorganización de bodega que se adapte al plan propuesto.

Las funciones del bodeguero serán cruciales en la implementación, ya que el deberá llevar los documentos actualizados, manejar las entradas y las salidas de los productos en bodega, organizar la bodega de acuerdo con la propuesta asignada. Una vez estén implementados los documentos y organizada la bodega, solo deberán llevarse a cabo los procedimientos asignados.

Para que el bodeguero adopte la nueva metodología, se pueden tomar los lineamientos establecidos anteriormente. El único costo en el que se incurriría además del tiempo del bodeguero es en la señalización de la bodega y las rotulaciones de las direcciones de los productos, expuestas en este trabajo. Dicha señalización se elaborará con acrílico blanco y el texto en vinil auto adhesivo color azul con dimensiones de 30 cm de ancho X 20 cm de largo, que generará un costo de Q 75.00 cada rótulo.

Figura 19. **Rótulo**



Fuente: Elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

Este modelo de rótulo se colocará en un lugar visible en cada *rack* con sus correspondientes direcciones. Estos rótulos se utilizarán cuando los productos cambien de lugar. De esta manera, el bodeguero identificará los lugares

asignados a cada producto. En este caso que son pocos *racks* la identificación será rápida y el bodeguero, pronto, reconocerá las rutas.

6. MEDIDORES DE DESEMPEÑO

En el siguiente capítulo se propondrá un medidor de desempeño para medir la eficiencia en las predicciones de la demanda, para determinar si se está cumpliendo con los objetivos de este.

Los medidores de desempeño son variables cuantitativas que permiten verificar los cambios generados mediante esta propuesta. Estos indicadores deberán proporcionar información importante para la empresa, ya que estos evalúan cuán bien se están desarrollando los objetivos del plan.

Se establecerá un medidor de desempeño por separado para cada propuesta de cambio así se podrá determinar cuáles son las actividades que están impidiendo que la empresa cumpla con los objetivos que se planteó. Al identificar las actividades que no están cumpliendo con las eficiencias esperadas deberán mejorarse para que sean más fáciles, rápidas y precisas de esta manera los medidores de desempeño proporcionaran la información necesaria para la toma de decisiones, serán los parámetros que guiaran el camino de la empresa.

Los indicadores de cada área tendrán un propósito determinado, en la predicción de la demanda, identificar la precisión del pronóstico, en el modelo de inventario informar si las cantidades que se están ordenando son las adecuadas y si se coloca la orden en el momento idóneo y finalmente que la distribución de la bodega sea la idónea y se utilicen los espacios tal y como fueron asignados para facilitar la recolección de los pedidos.

6.1. Eficiencia en las predicciones de la demanda

Para evaluar la eficiencia con la que se está prediciendo la demanda será importante que al final de cada ciclo se evalúe cuán precisa está siendo esta predicción, para esto se comparará la demanda prevista con la demanda real.

La utilización de este medidor ayudará a identificar qué tan precisa está siendo la predicción y si varía mucho se podrá modificar las variables para que estas se comporten de manera más precisa.

Otro indicador útil será el tiempo de respuesta de los proveedores para despachar los pedidos, esto permitirá realizar los pedidos en el momento preciso para no desabastecer nuestra bodega.

A continuación, se propone un indicador útil para la medición del desempeño del pronóstico de la demanda.

% de desempeño de predicción: $\text{demanda real} / \text{demanda pronosticada}$

Mediante este indicador se sabrá la precisión de la predicción, se compara la demanda que realmente se está teniendo con la que se creía que se tendría. Es importante conocer esta información para tener un mejor control del inventario que deberá mantenerse en bodega y los tiempos que deberán manejarse para reabastecerlo.

6.2. Eficiencia del modelo de inventario

El objetivo del modelo de inventario es mantener en bodega el producto, y la cantidad en el momento necesario. El medidor de desempeño deberá proporcionar una visión alta de cómo está funcionando el sistema y en qué puntos deberá de ponerse mayor atención.

El primer indicador permitirá medir el desempeño de los proveedores, porque es necesario conocer los tiempos requeridos para realizar un pedido y colocarlo en bodega. Para llevar el control del tiempo se divide el tiempo de las últimas entregas con el tiempo de la entrega más actual.

$\% \text{ de cumplimiento de los proveedores} = \text{Promedio de tiempo de las últimas entregas} / \text{el tiempo real del último pedido.}$

Este indicador deberá medirse cada vez que se realice un pedido nuevo. Cuando ingrese nueva mercancía a la bodega se actualiza el tiempo que demoró el proveedor en despacharlo. Para que los tiempos estén lo más actualizados posible y colocar los pedidos en el momento adecuado, se recomienda que estos tiempos se mantengan actualizados ya que los proveedores pueden modificar sus procesos y esto implicará que el pedido llegue más pronto o que se demoré más de los esperado.

El segundo indicador que se medirá si el control de existencias que se está llevando en bodega concuerda con el número real de unidades que se tienen almacenadas.

$\% \text{ de efectividad en existencias} = \text{número real de unidades almacenadas} / \text{número de unidades llevadas en el formato de control.}$

Para esto, se divide el número real de unidades en bodega y el número que se tiene registrado en los formatos de control. Los dos medidores proporcionados son de ayuda para colocar los pedidos en el momento adecuado y tener el producto en bodega para poder satisfacer la demanda.

6.3. Eficiencia del modelo de distribución física de la bodega

El objetivo de establecer un sistema de localización física es conocer del movimiento del producto dentro de las instalaciones y situarlas donde beneficie a la organización, por lo que el siguiente indicador proporciona información acerca de la eficiencia de la distribución que fue asignada en bodega.

% de desempeño de localización física: $\#$ de recolecciones en las que el artículo se encuentra en el lugar asignado / $\#$ de recolecciones totales

Cada artículo tiene un espacio asignado en la bodega, donde permanecerá. Este artículo deberá permanecer en la dirección para que sea fácil de localizar. El medidor es la razón entre el $\#$ de veces que se encuentra el artículo en el lugar asignado entre el número total de veces que se hace una recolección. De esta manera se podrá saber si los productos se mantienen el lugar que fue asignado para facilitar la recolección.

CONCLUSIONES

1. Los cinco productos utilizados como muestra manifestaron un comportamiento que pertenece a la familia de curvas cíclicas, que arrojó un aumento en las ventas de los cinco productos analizados.
2. Se utilizó un modelo de inventario probabilístico el cual permitió determinar, la cantidad de producto que debe mantenerse en bodega por concepto de *stock* de seguridad, en qué punto debe realizarse un nuevo pedido, la cantidad máxima que debe mantenerse almacenada en bodega, el número de unidades que deberán ordenarse en cada orden y en cuánto tiempo debería de ser entregado el encargo.
3. Las unidades que mantenga bodega para funcionar continuamente deberán fluctuar entre el nivel máximo y el nivel de reorden en este punto se deberá colocar el pedido para que, al momento de llegar al *stock* de seguridad, el nuevo pedido ingrese a bodega.
4. Se clasificaron los productos utilizados la técnica de distribución ABC y se les asignó un espacio en bodega por orden de prioridad, los espacios asignados tienen una dirección para que cada producto pueda ser encontrado en la ubicación que fue asignada y se implementó un formato de mapeo de productos.

5. Los productos de categoría A se les asignó un espacio lo más cerca posible de la puerta de despacho para que sean de fácil acceso, los productos de categoría B fueron asignados consecutivos a los C que fueron los de menor movimiento con los que se encuentran más alejados de la puerta de despacho.

6. Se asignó un medidor de desempeño a cada macro actividad, las cuales son la predicción de la demanda, eficiencia del modelo de inventario y la eficiencia del modelo de distribución de inventario.

RECOMENDACIONES

1. Realizar un análisis de pronóstico de ventas para todos los productos que distribuye FerreGua S.A. como se realizó en el capítulo tres, para conocer el comportamiento de todos los productos.
2. Realizar comparaciones constantes del comportamiento que se predijo de ventas que se predijo en el capítulo 3 para ir ajustando el modelo al comportamiento que tenga el mercado ya que esta información es importante para la planificación de compras.
3. Revisar periódicamente el nivel del inventario teórico y compararlo con el inventario real para poder colocar el pedido en el momento adecuado.
4. Mantener actualizados los formatos que fueron implementados para conocer la posición y cantidad exacta de los productos almacenados.
5. Hacer uso constante de los medidores de desempeño para poder evaluar cuán bien se están realizando las actividades y si se tiene que hacer alguna modificación de mejora.

BIBLIOGRAFÍA

1. ÁVILA MACEDO, Juan José. Economía. México: Umbral. 2006. ISBN 970-93191-2-4. 152 pp.
2. CHAPMAN, Stephen N. Planificación y control de la producción. México: Pearson, 2006. ISBN 970-26-0771-X. 271 pp.
3. CHASE, Richard B., F. JACOBS, Robert y AQUILANO, Nicholas J. Administración de operaciones, producción y cadena de suministro. 10^a ed. México: 2009. ISBN 978-970-10-7027-7. 775 pp.
4. ESLAVA, José, Análisis económico – financiero de las decisiones de gestión empresarial. Madrid: Esic, 2003, ISBN 84-7356-354-9. 345 pp.
5. FUNDACIÓN IBEROAMERICANA DE ALTOS ESTUDIOS PROFESIONALES. *Control y manejo de inventario y almacén*. Venezuela: 2014. 59 pp.
6. GUTIÉRREZ HUTT, Erika. *Propuesta de un modelo de negocio para Ferretería Leja S.A. Trabajo final de graduación de postgrado en administración y dirección de la Universidad de Costa Rica*. Tesis administración. Costa Rica. Universidad de Costa Rica. 2007. 105 pp.

7. HELLRIEGEL, Don, JACKSON, Susan E., SLOCUM JR., John W. *Administración un enfoque basado en competencias*. 11^a ed. México: Cengage Learning, 2009. ISBN 978-607-481-455-2. 627 pp.
8. KRAJEWSKI, Lee. RITZMAN, Larry y MOLHOTRA, Manoj. *Administración de operaciones*. 8^a ed. México: 2008. Pearson. ISBN 978-970-26-1217-9. 728 pp.
9. MELÉNDEZ HERRERA, Jerry Williams. *Control de inventario con base en un historial de compras y nivel de espacio para la empresa de elaboración de productos plásticos ICP, S.A.* Tesis Ing. Ind. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. 2011. 225pp.
10. MOYA NAVARRO, Marcos Javier. *Investigación de operaciones control de inventarios y teoría de colas*. 4^a ed. Costa Rica: Editorial Universidad Estatal A Distancia, 1999. ISBN 9977-64-546-9. 171 pp.
11. MULLER, Max. *Fundamento de administración de inventarios*. Bogotá: Norma, 2004. ISBN 958-04-8457-0. 229 pp.
12. NORIEGA CASTILLO, Walter Abelardo. *Control de inventario en la industria de parafinas*, Tesis Ing. Mec. Ind. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2004. 116pp.

13. SCHAEFFER GIRÓN, Lidia Carolina. *Administración de inventarios en la bodega de empaque de la empresa Bayer, S.A.* Tesis Ing. Ind. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. 2005. 207pp.
14. STONER, James, FREEMAN, Edward, GILBERT JR, Daniel R. *Administración*. 6ª ed. México, 1996. ISBN 968-880-685-4. 688 pp.
15. TAHA, Handy A. *Investigación de operaciones*. 9ª ed. México: Pearson, 2012. ISBN 978-607-32-0796-6. 789 pp.
16. TOBÍAS PIVARAL, Mario Danilo. *Administración y control de inventarios en una empresa importadora de bebidas*. Tesis Ing. Ind. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. 2012. 133 pp.
17. TORRES, Sergio. *Control de la producción*. 3ª ed. Guatemala: 2014. C.c dapal. 210 pp.