



**UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

**TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO**

**INDUSTRIAL**

**TEMA:**

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE APROVISIONAMIENTO DE REPUESTOS  
AUTOMOTRICES EN LA EMPRESA PROVEEDORA AUTOMOTRIZ VÁSQUEZ EN  
LA CIUDAD DE IBARRA”**

**AUTOR: LUIS ABRAHAM MARTÍNEZ QUISTANCHALA**

**DIRECTOR: MSC. ING. YAKCLEEM MONTERO SANTOS**

**IBARRA – ECUADOR**

**2017**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN  
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	172103269-4		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Martínez Quistanchala Luis Abraham		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Daniel Reyes 2-101 y Tobias Mena		
<b>EMAIL:</b>	luis.martinez.9816@gmail.com		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	062586016	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0981803987

DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	DISEÑO DE UN SISTEMA DE APROVISIONAMIENTO DE REPUESTOS AUTOMOTRICES EN LA EMPRESA PROVEEDORA AUTOMOTRIZ VÁSQUEZ EN LA CIUDAD DE IBARRA
<b>AUTOR (ES):</b>	Martínez Quistanchala Luis Abraham
<b>FECHA:</b>	Marzo 2017
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>PREGRADO</b> <input type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b>
<b>TITULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniero Industrial
<b>ASESOR /DIRECTOR:</b>	Msc. Ing. Yakcleem Montero Santos

## **2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD**

Yo, Luis Abraham Martínez Quistanchala, con cédula de identidad Nro. 1721032694, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

### 3. CONSTANCIA

Luis Abraham Martínez Quistanchala manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es la titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en la defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

ACEPTACIÓN

  
Firma: .....

Nombre: Luis Abraham Martínez Quistanchala

Cédula: 172103269-4

Ibarra, Marzo del 2017



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO**  
**A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, Luis Abraham Martínez Quistanchala, con cédula de identidad Nro. 172103269-4, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado: **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE APROVISIONAMIENTO DE REPUESTOS AUTOMOTRICES EN LA EMPRESA PROVEEDORA AUTOMOTRIZ VÁSQUEZ EN LA CIUDAD DE IBARRA”**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: **INGENIERO INDUSTRIAL** en la **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

**Firma:** .....  
**Nombre:** Luis Abraham Martínez Quistanchala  
**Cédula:** 172103269-4  
Ibarra, Marzo del 2016



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CERTIFICACIÓN**

Ing. Yakcleem Montero Santos Director del trabajo de Grado desarrollado por el señor estudiante  
LUIS ABRAHAM MARTÍNEZ QUISTANCHALA

**CERTIFICA**

Que, el Trabajo de Grado, **“Diseño de un sistema de aprovisionamiento de repuestos automotrices en la empresa Provedora Automotriz Vásquez en la ciudad de Ibarra”**, ha sido realizado en su totalidad por el señor estudiante Luis Abraham Martínez Quistanchala bajo mi dirección, para la obtención del título de Ingeniero Industrial. Luego de ser revisada, considerando que se encuentra concluida y cumple con las exigencias y requisitos académicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería Industrial, autoriza su presentación y defensa para que pueda ser juzgado por el tribunal correspondiente.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Yakcleem Montero Santos', is written over a faint circular stamp.

Msc. Ing. Yakcleem Montero Santos

175670572-7

DIRECTOR DE GRADO



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS APLICADAS**

**DECLARACIÓN**

Yo, Luis Abraham Martínez Quistanchala, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; y que éste no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional.

A través de la presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Técnica del Norte, según lo establecido por las Leyes de la Propiedad Intelectual, Reglamentos y Normativa vigente de la Universidad Técnica del Norte.

**Luis Abraham Martínez Quistanchala**

## CERTIFICACIÓN DE PROVEEDORA AUTOMOTRIZ “VÁSQUEZ”

Ibarra, 14 de marzo del 2017

Señores

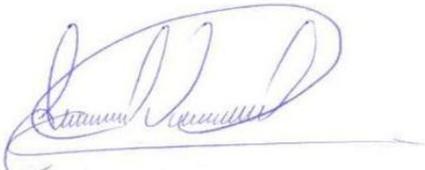
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Presente

Siendo auspiciante del proyecto de tesis del estudiante MARTÍNEZ QUISTANCHALA LUIS ABRAHAM, con CI: 1721032694, quien desarrolló su trabajo con el tema. “DISEÑO DE UN SISTEMA DE APROVISIONAMIENTO DE REPUESTOS AUTOMOTRICES EN LA EMPRESA PROVEEDORA AUTOMOTRIZ VÁSQUEZ EN LA CIUDAD DE IBARRA”, me es grato informar que el proyecto fue excelente y totalmente satisfactorio, recibéndolo como totalmente realizado y culminado por parte del autor.

El Sr. MARTINEZ QUISTANCHALA LUIS ABRAHAM, puede hacer uso de este documento para los fines pertinentes en la Universidad Técnica del Norte.

Atentamente,



Sr. Jaime Vásquez

GERENTE PROPIETARIO

PROVEEDORA AUTOMOTRIZ VÁSQUEZ

## **DEDICATORIA**

A mis padres por su guía y apoyo incondicional

A mis Hermanos y Familia por confiar en mí y brindarme su apoyo para alcanzar mis metas

A todos quienes me han servido de guía y soporte en todos los momentos de mi vida

## **AGRADECIMIENTO**

En el presente trabajo de grado, primeramente, agradezco a mis padres y a todas aquellas personas que estuvieron conmigo en todo momento brindándome su apoyo para cumplir mis metas.

A la Universidad Técnica de Norte, a la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas y de manera especial a la Carrera de Ingeniería Industrial, por haberme abierto las puertas y permitirme obtener mi título profesional.

A mi tutor Msc. Ing. Yackleem Montero Santos, quien con su experiencia como docente ha sido la guía idónea, durante el proceso que he llevado a cabo brindándome el tiempo necesario, por compartirme sus conocimientos diariamente y apoyarme para la realización y culminación de este trabajo de grado.

A todos los que conforman la Importadora Automotriz “Vásquez”, de forma especial al Sr. Jaime Vásquez gerente propietario, por brindarme su tiempo y asistirme con la información necesaria, para el desarrollo del presente trabajo.

## ÍNDICE

<b>PORTADA</b> .....	I
<b>AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN</b> .....	II
<b>AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD</b> ¡Error! Marcador no definido.	
<b>CONSTANCIA</b> .....	¡Error! Marcador no definido.V
<b>CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE</b> .....	V
<b>CERTIFICACIÓN</b> .....	VII
<b>DECLARACIÓN</b> .....	VII
<b>CERTIFICACIÓN</b> .....	VII
<b>DEDICATORIA</b> .....	IX
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	X
<b>ÍNDICE</b> .....	XI
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	XIV
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	XVI
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES</b> .....	XVII
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b> .....	XVIII
<b>RESUMEN</b> .....	XIX
<b>ABSTRACT</b> .....	XX
<b>1. GENERALIDADES</b> .....	15
<b>1.1. PROBLEMA</b> .....	15
<b>1.2. JUSTIFICACIÓN</b> .....	16
<b>1.3. OBJETIVOS</b> .....	18
<b>1.3.1. OBJETIVO GENERAL</b> .....	18
<b>1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	18
<b>1.4. CONCEPTOS BÁSICOS</b> .....	18
<b>2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b> .....	20
<b>2.1. CONCEPTOS DE INVENTARIO</b> .....	20
<b>2.1.1. GENERALIDADES SOBRE INVENTARIOS</b> .....	20
<b>2.1.2. FUNCIONES DEL INVENTARIO</b> .....	22
<b>2.1.3. COSTOS RELACIONADOS A LOS INVENTARIOS.</b> .....	23
<b>2.1.3.1. Costos de compra o adquisición</b> .....	23
<b>2.1.3.2. Costo de reposición</b> .....	23

2.1.3.3.	Costo de mantenimiento o almacenamiento.....	24
2.1.3.4.	Costo de faltantes o de agotamientos (rotura) .....	24
2.2.	CLASIFICACIÓN DE LOS INVENTARIOS.....	25
2.2.1.	TIPOS DE INVENTARIOS .....	26
2.3.	CLASIFICACIÓN ABC .....	27
2.4.	SISTEMAS DE CONTROL DE INVENTARIOS .....	30
2.4.1.	SISTEMA DE REVISIÓN CONTINUA (Q) .....	33
2.4.1.1.	Modelo de cantidad de pedido fija con inventario de seguridad.....	37
2.4.2.	SISTEMA DE REVISIÓN PERIÓDICA (P).....	39
2.4.3.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS DE INVENTARIO..	40
2.4.4.	CONTROL DE INVENTARIOS Y ADMINISTRACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTROS.....	41
2.5.	CARACTERÍSTICAS DE LA DEMANDA .....	42
2.5.1.	NATURALEZA DE LA DEMANDA .....	42
2.5.2.	DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA.....	43
2.5.3.	ANÁLISIS DE DATOS HISTÓRICOS DE LA DEMANDA.....	44
2.5.4.	DISEÑO DEL SISTEMA DE PRONÓSTICOS.....	44
2.5.5.	TÉCNICAS CUALITATIVAS.....	46
2.5.5.1.	Lineamientos para usar técnicas cualitativas .....	46
2.5.6.	TÉCNICAS CUANTITATIVAS.....	47
2.5.6.1.	Suavización exponencial .....	47
2.5.6.2.	Suavización exponencial ajustada a la tendencia .....	48
2.5.6.3.	Modelo de Croston .....	49
2.5.7.	SELECCIÓN DEL MÉTODO PARA ELABORAR PRONÓSTICOS .....	51
2.5.7.1.	Error porcentual medio absoluto (MAPE) .....	51
2.5.7.2.	Desviación media absoluta (MAD) .....	52
2.5.7.3.	Error cuadrático medio (MSE) .....	52
2.5.7.4.	Desviación estándar.....	53
2.5.7.5.	Criterio de información bayesiano (BIC).....	53
2.5.7.6.	Criterios de selección de métodos con series de tiempo .....	54
3.	METODOLOGÍA .....	56
3.1.	CLASIFICACIÓN ABC .....	57
3.2.	DISEÑO DEL SISTEMA DE PRONÓSTICOS DE LA DEMANDA .....	60

3.3.	DISEÑO DEL SISTEMA DE APROVISIONAMIENTO .....	61
3.4.	EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE APROVISIONAMIENTO Y CUADRO COMPARATIVO .....	64
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	66
4.1.	ANÁLISIS DE DATOS HISTÓRICOS .....	66
4.2.	CLASIFICACIÓN DE ITEMS ABC.....	75
4.3.	PRONÓSTICOS DE LA DEMANDA.....	77
4.3.1.	EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE PRONÓSTICOS .....	80
4.4.	DISEÑO Y APLICACIÓN DEL SISTEMA DE APROVISIONAMIENTO .....	82
4.5.	EVALUACIÓN DE RESULTADOS Y CUADRO COMPARATIVO.....	83
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	86
5.1.	CONCLUSIONES.....	86
5.2.	RECOMENDACIONES.....	87
6.	BIBLIOGRAFIA.....	89

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2 1.</b> Características principales del modelo Q y modelo P .....	40
<b>Tabla 3. 1.</b> Variables de decisión (VC) .....	61
<b>Tabla 3. 2.</b> Costos proporcionados por Proveedor Automotriz Vásquez.....	63
<b>Tabla 4. 1.</b> Representación porcentual por línea de producto .....	68
<b>Tabla 4. 2.</b> Artículos con el mayor número de ventas (unidades) .....	69
<b>Tabla 4. 3.</b> Resumen de artículos con mayores unidades vendidas .....	70
<b>Tabla 4. 4.</b> Artículos con mayor número de ventas (\$) .....	70
<b>Tabla 4. 5.</b> Resumen de artículos más vendidos (\$) .....	71
<b>Tabla 4. 6.</b> Consumo mensual de repuestos automotrices (unidades) mayo2013 - abril 2016	72
<b>Tabla 4. 7.</b> Consumo mensual de repuestos automotrices (\$) mayo 2013 - abril 2016.....	73
<b>Tabla 4. 8.</b> Resumen clasificación ABC .....	77
<b>Tabla 4. 9.</b> Resumen del estado actual de los artículos .....	77
<b>Tabla 4. 10.</b> Estadísticas de la muestra Filtro de Gasolina CH AV - Selección experta (suavización exponencial) .....	79
<b>Tabla 4. 11.</b> Estadísticas de la muestra Filtro de Gasolina CH AV – Modelo para datos intermitentes (Modelo de Croston).....	79
<b>Tabla 4 12.</b> Pronósticos de la demanda Filtro de Gasolina CH AV - Selección experta (suavización exponencial) .....	80
<b>Tabla 4. 13.</b> Evaluación de los pronósticos (\$ - unidades) .....	81
<b>Tabla 4. 14.</b> Resumen de resultados al aplicar el modelo EOQ .....	84
<b>Tabla AI. 1.</b> Tabla de distribución normal .....	93
<b>Tabla AII. 1.</b> Extracto de la matriz de datos históricos .....	94
<b>Tabla AIII. 1.</b> Clasificación ABC (artículos que representan el 80% de las ventas) .....	95
<b>Tabla AIII. 2.</b> Clasificación ABC (artículos que representan el 80% de las ventas) (Continuación) .....	96
<b>Tabla AIII. 3.</b> Clasificación ABC (artículos que representan el 80% de las ventas) (Continuación) .....	97
<b>Tabla AIV. 1.</b> Pronóstico de ventas.....	98
<b>Tabla AIV 2.</b> Pronóstico de ventas (Continuación).....	99

<b>Tabla AV. 1.</b> Demanda Real mayo 2016 – octubre 2016.....	100
<b>Tabla AV. 2.</b> Demanda Real mayo 2016 – octubre 2016 (Continuación).....	101
<b>Tabla AVI. 1.</b> Resultados coeficiente de variabilidad.....	102
<b>Tabla AVI. 2.</b> Resultados coeficiente de variabilidad (Continuación).....	103
<b>Tabla AVII. 1.</b> Resultados aplicación modelo EOQ.....	104
<b>Tabla AVII. 2.</b> Resultados aplicación modelo EOQ (Continuación).....	105
<b>Tabla AVIII. 1.</b> Resultados aplicación modelo EOQ con inventario de seguridad .....	106
<b>Tabla AVIII. 2.</b> Resultados aplicación modelo EOQ con inventario de seguridad (Continuación).....	107
<b>Tabla AIX. 1.</b> Cuadro comparativo de resultados .....	108
<b>Tabla AIX. 2.</b> Cuadro comparativo de resultados (Continuación).....	109

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 2. 1.</b> Representación de los costos relacionados con la gestión de los inventarios .....	25
<b>Figura 2. 2.</b> Categorización ABC según (Taha, 2004) .....	28
<b>Figura 2. 3.</b> Modelo de cantidad de pedido fijo (EOQ).....	34
<b>Figura 2. 4.</b> Costos anuales del producto con base en el tamaño del pedido.....	35
<b>Figura 2. 5.</b> Modelo de cantidad de pedido fijo con inventario de seguridad .....	37
<b>Figura 2. 6.</b> Modelo de inventarios de pedido fijo (P).....	40
<b>Figura 4. 1.</b> Consumo mensual de repuestos automotrices (unidades) mayo 2013 - abril 2016 .....	72
<b>Figura 4. 2.</b> Consumo mensual de repuestos automotrices (\$) mayo 2013 - abril 2016 .....	73
<b>Figura 4. 3.</b> Ventas anuales totales (\$) .....	74
<b>Figura 4. 4.</b> Consumo de repuestos automotrices por año.....	75
<b>Figura 4. 5.</b> Pronósticos de la Demanda Filtro de Gasolina CH AV – Selección Experta (Suavización Exponencial).....	78
<b>Figura 4. 6.</b> Pronósticos de la Demanda Filtro de Gasolina CH AV – Modelo para datos intermitentes (Modelo de Croston).....	79
<b>Figura 4. 7.</b> Evaluación del sistema de pronósticos (\$).....	81
<b>Figura 4. 8.</b> Evaluación del sistema de pronósticos (unidades).....	81

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<b>Ecuación 2. 1.</b> Costo Anual Total.....	35
<b>Ecuación 2. 2.</b> Cantidad de pedidos en la que el costo total es el mínimo (EOQ) .....	36
<b>Ecuación 2. 3.</b> Punto de Re orden (R) .....	37
<b>Ecuación 2. 4.</b> Punto de re orden con inventario de seguridad (R) .....	38
<b>Ecuación 2. 5.</b> Desviación estándar del uso durante el tiempo de entrega .....	39
<b>Ecuación 2. 6.</b> Inventario de Seguridad.....	39
<b>Ecuación 2. 7.</b> Rotación del inventario (IR) .....	41
<b>Ecuación 2. 8.</b> Valor promedio del inventario.....	42
<b>Ecuación 2. 9.</b> Rotación del inventario para una pieza individual .....	42
<b>Ecuación 2. 10.</b> Suavización exponencial.....	47
<b>Ecuación 2. 11.</b> Pronostico incluido la tendencia .....	48
<b>Ecuación 2. 12.</b> Pronostico suavizado exponencialmente .....	48
<b>Ecuación 2. 13.</b> Suavización exponencial ajustada a la tendencia .....	48
<b>Ecuación 2. 14.</b> Modelo de Croston cuando la demanda es diferente de cero .....	50
<b>Ecuación 2. 15.</b> Modelo de Croston cuando la demanda es igual a cero.....	50
<b>Ecuación 2. 16.</b> Error porcentual medio absoluto (MAPE).....	51
<b>Ecuación 2. 17.</b> Desviación media absoluta (MAD) .....	52
<b>Ecuación 2. 18.</b> Error cuadrático medio (MSE) .....	52
<b>Ecuación 2. 19.</b> Desviación estándar .....	53
<b>Ecuación 2. 20.</b> Error del pronóstico promedio.....	53
<b>Ecuación 2. 21.</b> Criterio de información bayesiano (BIC) .....	54

**ÍNDICE DE ANEXOS**

<b>ANEXO I</b> .....	933
<b>ANEXO II</b> .....	944
<b>ANEXO III</b> .....	955
<b>ANEXO IV</b> .....	98
<b>ANEXO V</b> .....	100
<b>ANEXO VI</b> .....	102
<b>ANEXO VII</b> .....	104
<b>ANEXO VIII</b> .....	106
<b>ANEXO IX</b> .....	108

## RESUMEN

El presente proyecto se lo realizo para la línea de repuestos automotrices de la empresa Proveedora Automotriz Vásquez, el cual tuvo como objetivo el diseño de un sistema de aprovisionamiento para cumplir con los requerimientos de los clientes en tiempo, cantidad y especificaciones.

Mediante un análisis de los datos históricos de ventas durante 3 años, se efectuó la clasificación ABC tomando en cuenta el total de ventas (\$), dando un total de 159 artículos tipo C, 95 tipo B y 63 tipo A, a este último grupo de artículos mediante la utilización del software estadístico Forecast Pro Trac se procedió a la ejecución de los pronósticos de ventas de cada artículo.

Debido a la demanda estable que se exhibe y a la importancia de cada artículo, así como también al valor obtenido del coeficiente de variabilidad (VC), se aplicó el modelo EOQ, logrando abaratar costos y estableciendo la cantidad optima de pedido, así como el punto en el que se realiza el nuevo pedido, tomando en cuenta el inventario de seguridad en algunos productos.

## **ABSTRACT**

The present project was carried out for the line of automotive spare parts of the company Proveedora Automotriz Vásquez, which had as objective the design of a system of provisioning to fulfill the requirements of the clients in time, the quantity and the specifications.

Through an analysis of historical sales data for 3 years, the ABC classification was made taking into account the total sales (\$), giving a total of 159 items type C, 95 type B and 63 type A, a latter Group of articles using statistical software Forecast Pro Trac has been processed in the execution of sales forecasts of each article.

Due to the stable demand that already shows the importance of each article, as well as to the obtained value of the coefficient of variability (VC), the EOQ model is applied, making it possible to lower costs and set the optimal quantity of the order, as well as Point In which the new order is made, taking into account the security inventory in some products.

## 1. GENERALIDADES

En el presente capítulo se detalla y se da a conocer el problema que tiene la empresa proveedora “Vásquez” en el control de sus niveles de inventario y por consiguiente es su nivel de atención a los clientes. Además, se define el objetivo principal y los objetivos específicos que se plantean en la investigación, los cuales apoyarán a diseñar un sistema aprovisionamiento adecuado a las condiciones actuales de la empresa. Por consiguiente, se recaba todos los fundamentos teóricos científicos referentes a control y manejo de inventarios, primeramente, se estudiarán los principales conceptos y tendencias actuales, los cuales serán utilizados en el diseño de los modelos de control de inventarios P y EOQ o Q, luego se estudió información acerca de los pronósticos de la demanda mediante la utilización de métodos estadísticos.

### 1.1. PROBLEMA

Debido al incremento del 8% anual del parque automotor en la ciudad de Ibarra (Bolaños, 2016). El cual demanda los servicios de mantenimiento y reparación, en los que se requieren de cambios de piezas. En determinadas ocasiones suele existir una escases de determinados repuestos en especial de las marcas de autos más reconocidas y comercializadas (Chevrolet; Toyota, Hyundai; Nissan), por lo que repercute en la insatisfacción de los consumidores.

Por su parte la empresa realizó una auditoría el último semestre del 2015 y se detectaron las deficiencias en el sistema de abastecimiento, como:

- Espera por materiales
- Tiempo requerido para identificar materiales
- Tiempo requerido para encontrar materiales sustitutos

- Tiempo requerido para encontrar los materiales en las bodegas locales
- Tiempo requerido para tramitar una orden de compra
- Pérdida de tiempo debido a:
- Órdenes de compra con materiales equivocados
- Materiales fuera de stock

Dentro de esto también de una la escases de productos en el mercado, que no pueden ser encontrados debido a los altos costos que incurren en su importación. Debido a esto la empresa no puede cumplir con la demanda requerida, por este motivo la empresa no logra satisfacer las expectativas y requerimientos de sus clientes y cumplir con los plazos de entrega.

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

De acuerdo al Plan Nacional del Buen Vivir el presente proyecto está dirigido con el Objetivo 10. “Impulsar la transformación de la matriz productiva” política y lineamiento base 10.7. “Impulsar la inversión pública y la compra pública como elementos estratégicos del Estado en la transformación de la matriz productiva “literal d. “Definir un margen de reserva de mercado en la compra pública, para dinamizar el sector de Mipymes y EPS aumentando su participación como proveedores del Estado, bajo consideraciones de absorción de la producción nacional, oferta y capacidad productiva de los proveedores.” (SENPLADES, 2013)

El proyecto de trabajo de grado está dirigido a solucionar el problema del abastecimiento deficiente de todo tipo y marca de repuestos automotrices de automóviles livianos independientemente del modelo, en la empresa Proveedora Automotriz “Vásquez”. La investigación se enfocará hacia los clientes locales de la ciudad de Ibarra, los cuales independientemente del tipo de empresa que administren o de la actividad a la que se dediquen,

realicen la compra de repuestos automotrices. Se analizará todo lo referente a cantidades de repuestos automotrices comprados y vendidos durante un tiempo determinado de un año.

Ante el desarrollo de la competencia y el crecimiento del parque automotor reactivada por la economía dolarizada y a la apertura de mejores condiciones de créditos en el Ecuador, las empresas y marcas automotrices modifican sus prácticas gerenciales y emprenden el rediseño de sus sistemas de control de aprovisionamiento con el fin de lograr altos niveles de desempeño y con la posibilidad de capturar clientes potenciales de la ciudad de Ibarra.

Debido al incremento de la competencia alterna, al esfuerzo de las diferentes distribuidoras por liderar el sector de servicios post-venta de piezas automotrices y a la falta de aplicación de herramientas de Gestión de aprovisionamiento, las empresas relacionadas con la industria automotriz han comprendido que un mejor y eficiente manejo de los recursos físicos y humanos de la empresa haría que esta se posicione en el mercado y alcanzar un reconocimiento a nivel de clientes como empresa líder en la prestación de servicios automotrices.

Con la gestión de aprovisionamiento se obtendrá que la empresa obtenga del exterior los materiales, productos o servicios que necesite para su funcionamiento, en las cantidades y plazos establecidos, con los niveles de calidad necesarios y al menor precio que permita el mercado.

Los principales beneficiarios del desarrollo de esta investigación serán los clientes internos, externos y propietarios, ya que se dará cumplimiento de los pedidos en tiempo, forma y cantidades requeridas por los clientes logrando tener procesos más eficientes, como beneficiarios indirectos será la población local, regional y nacional.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un sistema para el aprovisionamiento de repuestos automotrices en la empresa proveedora automotriz “Vásquez”, para el cumplimiento de las demandas de los clientes y de los plazos de entrega.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Recopilar los fundamentos teóricos y científicos necesarios para la realización de la investigación
- Diseñar el sistema de aprovisionamiento con la finalidad de dar cumplimiento a los requerimientos de los clientes.
- Diagnosticar la situación actual de la empresa y aplicar el sistema de aprovisionamiento
- Realizar la evaluación de los resultados obtenidos después de la aplicación del sistema de aprovisionamiento y posteriormente la realización de un análisis comparativo.

### **1.4. CONCEPTOS BÁSICOS**

Según (Pau Cos, Navascués, & Yubero Esteban, 1998) la Gestión de aprovisionamiento, abarca las compras, la gestión de proveedores, almacenamiento y gestión de inventarios, todo esto con el fin de que contar y mantener los materiales, materias primas, productos correctos, en las cantidades correctas, en el tiempo correcto y con el mínimo costo.

Para (Manene, 2012) las existencias o inventarios, es la variedad de materiales que se utilizan en la empresa y que se guardan en sus almacenes a la espera de ser utilizados, vendidos o

consumidos, permitiendo a los usuarios desarrollar su trabajo sin que se vean afectados por la falta de continuidad en la fabricación o por la demora en la entrega por parte del proveedor.

De acuerdo con las (Guías de Gestión de la Pequeña Empresa, 1995) la previsión del ciclo de aprovisionamiento permite al área de comprar mantener un flujo ininterrumpido de materiales y servicios, mantener el nivel de los stocks en los niveles más bajos posibles, mantener lo más bajos posible los precios de compra.

Según lo planteado por (Párraga García, Carreño Sandoval, Nieto Salinas, López Yepes, & Madrid Garre, 2004) el volumen óptimo de pedido es aquél que permite hacer frente a la demanda (bien para la producción, bien para la venta), al menor coste posible.

Según (Companys Pascual & Fonollosa i Guardiet, 1999) el punto de pedido es el nivel óptimo en que la probable demanda o utilización de un artículo, dentro de una determinada tolerancia de faltantes, se agotaría exactamente durante el plazo de espera necesario para recibir el pedido.

Para (Párraga García, Carreño Sandoval, Nieto Salinas, López Yepes, & Madrid Garre, 2004) el stock de seguridad es el volumen de existencias que se tiene en almacén por encima de lo que normalmente se espera necesitar, para hacer frente a imprevistos como las fluctuaciones en exceso de la demanda o/y a los retrasos en la entrega de los pedidos.

## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. CONCEPTOS DE INVENTARIO**

#### **2.1.1. GENERALIDADES SOBRE INVENTARIOS**

Según (Chopra & Meindl, 2008) el inventario es un elemento muy importante en la cadena de suministros y que es muy útil para la el incremento de la demanda la cual se puede satisfacer si se tiene el producto listo y disponible en tiempo, forma y cantidad para cuando el cliente lo requiera o lo solicite, Además nos indica que el inventario tiene un impacto esencial en el tiempo de flujo de materiales que es el tiempo que ocupa entre el ingreso a la cadena de suministros y el momento en que el producto sale. (p. 50)

De acuerdo (García Colín, 2008) con inventario son los bienes de una empresa destinada a la producción de artículos para su posterior venta, talvez como materias primas, producción en proceso, artículos terminados y otros materiales que utilicen en el empaque o las refacciones. Además, nos dice que la administración de inventarios es la aplicación de procedimientos y técnicas que tienen por objeto establecer, poner en efecto y mantener las cantidades más ventajosas de materiales o productos minimizando los costos que generan, y así contribuir a lograr los fines de la empresa. (p. 296)

Desacuerdo con las definiciones anteriormente planteadas por diferentes autores se puede observar que todas las definiciones tienen algo en común y es que los inventarios son un conjunto o acumulaciones de productos o artículos que tienen por objetivo el de asegurar el correcto funcionamiento de las operaciones de la organización, estas existencias pueden ser productos o insumos para la venta directa o para ser transformados en productos finales.

En concordancia con la administración de inventarios, la gestión de los mismos debe apuntar en mantener un nivel óptimo y adecuado de los inventarios los cuales le permitan a la organización ser competitiva con una mayor eficiencia, por lo cual debe interpretar correctamente las presiones que los inventarios presentan. Según (Ballou, 2004) algunas razones para mantener los inventarios son las siguientes:

- Mejorar el servicio al cliente. Los inventarios establecen niveles de disponibilidad de productos o servicios y cuando se localizan cerca de los clientes estos pueden satisfacer los requerimientos y necesidades de los clientes haciendo también que las ventas se mantengan y aumenten haciendo a la empresa más competitiva en el mercado.
- Reducir costos. Aunque mantener los inventarios incurre en costos, su correcto manejo puede reducir indirectamente otros costos como son los costos de operación de otras actividades relacionadas con la cadena de suministros, lo cual podría compensar el costo de manejo de inventarios.
- Mantener inventarios alienta economías en la compra y la transportación. Las empresas tienen a menudo oportunidades las cuales consisten en comprar cantidades mayores a las necesidades para obtener descuentos en precio y cantidad. La reducción de los costos de transportación justifica el manejo de un inventario.
- La compra adelantada implica adquirir cantidades adicionales de productos a precios actuales más bajos, en vez de comprar a precios futuros que se pronostican más altos.
- La variabilidad del tiempo que se requiere para producir y transportar bienes por todo el canal de suministros puede ocasionar incertidumbres que incurran en los costos de operación, así como en los niveles de servicio al cliente.

- El sistema logístico puede acontecer impactos no planeados ni anticipados. Paros laborales, desastres naturales, incrementos de la demanda y retrasos en la cadena de suministros son ejemplos de hechos inesperados contra las que debe enfrentarse los inventarios. Tener un inventario en un nivel óptimo con un determinado stock de seguridad permite al sistema seguir operando mientras se disminuye el efecto de dichos hechos inesperados. (pp. 328-329)

El hecho de que la empresa se quede sin inventario puede ocasionar pérdidas considerables ya sea de una organización o almacén dedicada a la comercialización de productos o artículos donde puede ocasionar que el dueño pierda su margen de utilidad. Pero por otro lado si los niveles de inventario se los mantiene altos pues puede incurrir en pérdidas o ganancias para la empresa. Es por esto que es apropiado mantener un control estricto de los niveles de inventarios ya que puede ser un aporte muy importante a las utilidades generadas por la organización

### **2.1.2. FUNCIONES DEL INVENTARIO**

Según lo planteado por (Hernández Muñoz, 2008) nos dice que para toda empresa la decisión acerca del inventario es una alternativa entre el servicio que se debe prestar y los costos que estos generan, por lo que toda decisión que se tome tendrá involucrado el aspecto económico y su objeto es el de establecer un adecuado balance entre estos dos elementos y además el de satisfacer principalmente la demanda de un producto.

El inventario tiene, entre otras, las funciones siguientes:

- Garantizar un determinado nivel de servicio al cliente
- Ajustar las curvas de oferta y demanda

- Evitar rupturas de inventario
- Protección ante situaciones imprevistas
- Protección contra los incrementos de precio
- Hacer frente a posibles errores en la gestión de compras
- Asegurar el flujo logístico (pp. 120-121)

### **2.1.3. COSTOS RELACIONADOS A LOS INVENTARIOS.**

En concordancia con (González de la Rosa, 2013) nos indica que el objetivo normalmente es el de minimizar costes totales de inventario, las hipótesis que se hacen sobre la estructura de dichos costes también tienden a influir en la complejidad de los modelos. En general, por la importancia que tienen los costos de inventarios es necesario hacer un análisis profundo de los diferentes tipos de costos que incurren en cualquier problema de inventario, los cuales clasifican de la siguiente forma.

#### ***2.1.3.1. Costos de compra o adquisición***

La importancia de este costo al momento de realizar las compras es decisiva y se produce por la adquisición de existencias o bienes, siendo, en general, igual al producto del precio unitario de cada producto por el número de unidades que se compran. Adicionalmente nos indica que cuando el precio por unidad de producto depende de la cantidad pedida, el coste de compra se convierte en un factor determinante.

#### ***2.1.3.2. Costo de reposición***

Este costo está asociado directamente con los pedidos y comprenden todos los gastos ocasionados por la tramitación de los artículos solicitados, por lo que incluyen los salarios de los

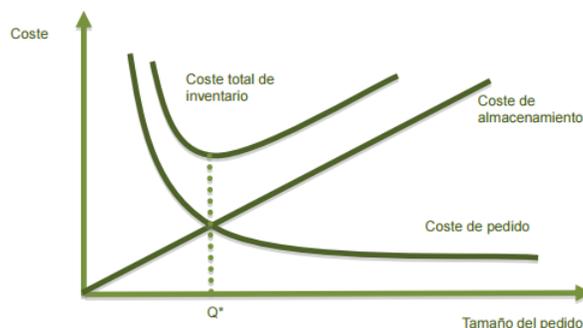
agentes de los servicios de aprovisionamiento, los trámites administrativos de lanzamiento del pedido, impuestos, seguros, etc. Además, nos indica que hay un coste fijo de reposición que independiente de la cantidad solicitada pero también hay otro costo variable el cual depende del tamaño de la reposición.

### **2.1.3.3. Costo de mantenimiento o almacenamiento**

Estos costos son inherentes a la existencia misma del stock y se subdivide en costes financieros y costos de almacenamiento. Los costos de almacenamiento que son los financieros se clasifican en intereses, costos de oportunidad del dinero comprometido en inventario, el cual se podría haber invertido de otra manera o en otra actividad así como también otros costos financieros, Por otra parte los costos de almacenamiento están relacionados con los costos de funcionamiento del almacén o bodega, gastos del local, energía eléctrica, agua, teléfono, seguros, los costos de obsolescencia, las pérdidas, los robos y las mermas en los productos.

### **2.1.3.4. Costo de faltantes o de agotamientos (rotura)**

Este costo se relaciona con la carencia o bajos niveles de inventario para satisfacer la demanda en el lugar, momento y cantidad en que se necesitan los productos por parte de los clientes. Esta esencialmente asociado con la demanda que existe en el momento de satisfacer la demanda o con la incapacidad de servir la orden de pedido en el momento en que se solicita.



**Figura 2. 1.** Representación de los costos relacionados con la gestión de los inventarios.

*Fuente: (González de la Rosa, 2013)*

En la figura 2.1 propuesto por (González de la Rosa, 2013) se puede observar que si se tienen un tamaño de pedido óptimo ( $Q$ ) el costo total de inventario será mínimo por lo que se obtendrá los máximos beneficios, el costo de pedido disminuye según como el tamaño del pedido se incrementa, y el costo de almacenamiento se incrementa según como aumenta el tamaño del pedido y el costo del mismo. (pp. 70-72)

## 2.2. CLASIFICACIÓN DE LOS INVENTARIOS

Para (Murray, 2015), en el almacén se pueden encontrar diferentes tipos de inventarios. Los artículos pueden ser de rápido movimiento que se vende casi tan rápido como se produce, además de artículos que son de alto valor pero que no se venden con frecuencia, y algunos inventarios que se mantienen estáticos es decir sin movimientos en el medio. Es beneficioso para una empresa el clasificar el inventario en su almacén para que de esta manera pueda tomar decisiones basadas en el tipo de inventario que tiene. Muchas empresas utilizan algún tipo de sistema para clasificar sus materiales en el almacén, tales como la clasificación ABC, entre otros.

### **2.2.1. TIPOS DE INVENTARIOS**

Según (Garrido Alvarado, 2013) los inventarios se clasifican dependiendo del tipo de organización ya sean de producción o de servicios. En las empresas de producción los inventarios son todos los artículos o insumos que son necesarios para la fabricación de un determinado producto, estos se dividen en materia prima, productos terminados, componentes, abastos y materiales en proceso. Por otro lado, para las empresas de servicios o comercialización los inventarios son los productos que se venden y los materiales y herramientas necesarias para brindar dicho servicio.

Para (Ballou, 2004) los inventarios pueden clasificarse en cinco diferentes formas, como son:

1. Los inventarios pueden estar en ductos es decir que son los inventarios que están en tránsito entre los niveles del canal de suministros, de manera concreta, los inventarios de trabajo en proceso entre las operaciones o actividades de fabricación o manufactura se los puede considerar como inventarios en ductos.
2. Los inventarios que puedan ser mantenidos para especulación, estos productos se los almacena con el fin de comercializarlos cuando el precio tiende a un alza.
3. Aquellos inventarios que pueden ser de naturaleza regular o cíclica son existencias que tienen por objetivo satisfacer la demanda promedio durante el tiempo entre reaprovisionamientos sucesivos, La cantidad de estas existencias en el ciclo dependen de algunos factores como son el volumen de producción, limitaciones de espacio del almacén, tiempos de reaprovisionamiento, programas de descuento, y de los costos de manejo de inventarios.

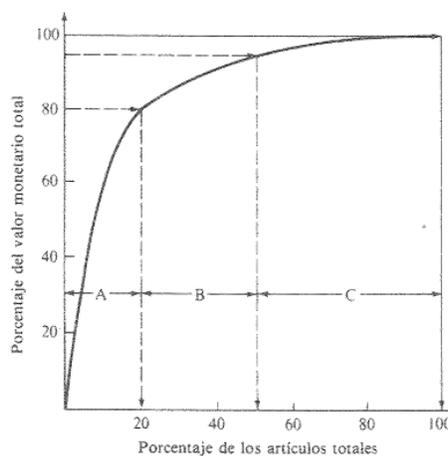
4. Un inventario puede ser creado como protección de la variabilidad en la demanda de las existencias y el tiempo total del aprovisionamiento. Estos inventarios de seguridad dependerán del grado de variabilidad presente y del nivel de disponibilidad de las existencias que se suministre. Es esencial un pronóstico preciso para minimizar los niveles de existencias de seguridad y mantenerlas en un nivel óptimo.
5. Cuando el inventario es mantenido o almacenado durante un tiempo sin ser ocupado o movido, parte de este inventario tiende a deteriorarse, se pierde o es robado, este inventario se lo denomina como existencias obsoletas, stock muerto o perdido. Para evitar este tipo de inventario es necesario tomar precauciones especiales de seguridad. (pp. 330-331)

### **2.3. CLASIFICACIÓN ABC**

Según (Taha, 2004) el análisis ABC suele ser el primer paso que se debe de aplicar en una situación de control de inventarios. Cuando se identifican los artículos importantes del inventario, se puede analizar y aplicar modelos de control adecuados con el fin de mantener un nivel óptimo de inventarios y por consiguiente darle prioridad a los productos o artículos más importantes para la empresa tomando en cuenta diversos aspectos o criterios de clasificación.

Según lo representado en la figura 2.2 los artículos de la clase A representan cantidades pequeñas de artículos los cuales puede ser que representen las mayores ventas (hablando en valores monetarios) para la empresa y deben estar sujetos a un estricto control. Los artículos de la clase B son los que siguen en orden donde se puede aplicar una forma de control de inventario moderada. Los artículos de la clase C se les deben asignar la más baja prioridad e importancia en la aplicación de cualquier sistema o modelo de control de inventarios. Se espera que los artículos de clase A sea

pequeño con el fin de reducir el costo del capital asociado a diferencia con los de clase C que pueden ser de gran cantidad. (pp. 562)



**Figura 2. 2. Categorización ABC.**

*Fuente: (Taha, 2004)*

De acuerdo con (Muller, 2005) esta categorización ABC se basa en la “Ley de Pareto”, la cual dice que en un determinado grupo de artículos, empresas, personas, etc., existe un grupo que se lo denomina “minoría vital” y a todos los demás “mayoría trivial”. Con el tiempo se conoció esto como la “Regla 80-20” o Ley de Pareto. En otras palabras, nos dice que, dentro de una población de cosas o artículos dada, aproximadamente el 20% de ellas tiene concentrado el 80% del “valor” de todos los artículos, y que el otro 80% solamente tiene el 20% del valor total de los artículos. (p. 71)

Según (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009) indica que es probable que la segmentación no siempre ocurra con tanta claridad, pero que sin embargo el objetivo es tratar de separar lo importante de lo que no lo es. El punto en el que las líneas se dividen realmente depende del inventario en cuestión y en la cantidad de tiempo del personal disponible es decir que si se dispone de más tiempo una empresa podría definir categorías A y B más extensas. (pp. 569-570)

Además, nos indica que los productos se clasifican de acuerdo a la importancia de la organización en tres grupos, de ABC. En donde los criterios para la clasificación de cada elemento o producto pueden ser:

- Ventas Totales expresadas en valores monetarios (\$), donde ya se incluyen los costos y los ingresos por las ventas, además las ventas totales de cada artículo también pueden expresarse en porcentaje (%) con respecto al Total de Ventas General de todos los artículos. En donde la clase A son aquellos artículos que representan el 20% de los artículos en totales, los artículos B representan el 30% y los artículos C representan el 50 % del total de productos vendidos en un periodo determinado.
- Consecuencias de artículos fuera de stock. Se da alta prioridad a los artículos que podrían causar retrasos y las interrupciones a otras operaciones si se encuentran fuera de stock.
- Alto riesgo de obsolescencia o deterioro. Algunos artículos pueden necesitar un control especial si pierden su valor debido a la obsolescencia o deterioro.
- La incertidumbre del suministro. (p. 570)

Según lo que plantea (Bernd Noche, 2014) el procedimiento de análisis ABC es el siguiente:

1. Determinación de los costos absolutos totales

Costos totales absolutos = Demanda anual \* Precio de cada producto

2. Determinación de las proporciones relativas de los costes totales

Proporción relativa de los costos totales = costes totales absolutos / costes totales

3. Clasificación en función de la contribución relativa de los costos totales (en orden descendente)
4. La acumulación de contribuciones relativas a los costos totales

5. Clasificación de los materiales en tres categorías. (La acumulación de los costos totales relativos individuales)
6. Determinación de las proporciones cantidad relativa  
Proporción de cantidad relativa = demanda anual / demanda total
7. La suma de proporciones de la cantidad relativa por tipo o clase de material o producto. (p. 11)

#### **2.4. SISTEMAS DE CONTROL DE INVENTARIOS**

Según (Taha, 2004) un sistema de control de inventarios informa al responsable del manejo de existencias cuando realizar o efectuar un determinado pedido o a su vez hacer una distribución, la cantidad que se debe solicitar o distribuir a los clientes, y como mantener un nivel de existencias adecuado para todos los productos y artículos con el fin de evitar desabastecimientos y sobreabastecimientos.

Para (Garrido Alvarado, 2013) los principales problemas que se tienen que enfrentar en un sistema de control de inventarios son: mantener el control adecuado sobre cada producto del inventario y poder garantizar un adecuado mantenimiento de los registros exactos de las cantidades existentes disponibles. Cuando nos referimos a controlar queremos decir asegurar que las actividades reales se ajusten a las actividades planificadas. Entonces controlar el inventario es de vital importancia, ya que ahorra tiempo al evitar posibles errores en la cadena de suministros y además le brinda seguridad a la empresa en lo que concierne a la localización y estados en los que se encuentran sus bienes. (p. 11)

Al trabajar con sistemas de control de inventarios es necesario conocer y entender algunos términos y los cuales resultan muy importantes y útiles al momento de diseñar y aplicar un determinado sistema de control.

- **Sistema de control de inventarios máximos y mínimos:** Es un sistema que garantiza cantidades de existencias dentro de un rango establecido. Los sistemas de control de inventarios más exitosos en cuanto a la gerencia de suministros de productos en empresas comercializadoras y distribuidoras son los sistemas máximo-mínimos de uno u otro tipo.
- **Nivel máximo de existencias/Cantidad máxima:** El nivel de existencias que los niveles de inventarios no deberían exceder en situaciones normales. El nivel máximo de existencias se establece como un número de meses de existencias (por ejemplo, el nivel máximo puede establecerse en cuatro meses de existencias). El nivel máximo de existencias indica la duración de los suministros.
- **Nivel mínimo de existencias/Cantidad mínima:** El nivel mínimo de existencias es fijo, mientras que la cantidad varía a medida que cambia el consumo. Según el diseño del sistema máximo-mínimo, alcanzar el mínimo puede ser un indicador para solicitar un pedido (frecuentemente denominado nivel de nuevo pedido o punto de nuevo pedido). En algunos sistemas, alcanzar el mínimo puede indicar que se deben monitorear las existencias con precaución hasta solicitar el siguiente pedido o que se ha llegado al punto de pedido de emergencia, definido a continuación.
- **Período de reabastecimiento/Existencias del período de reabastecimiento:** Es el intervalo de tiempo de rutina entre las evaluaciones de los niveles de existencias para determinar si se debe solicitar suministros adicionales. En algunos sistemas máximo-mínimos, un reabastecimiento no siempre genera un nuevo pedido. Las existencias del

período de reabastecimiento son la cantidad de existencias entregadas durante el período de reabastecimiento.

- **Nivel de existencias de seguridad:** Se trata del amortiguador, del colchón de seguridad o de la reserva de existencias disponible como protección contra desabastecimientos causados por distribuciones demoradas, demanda significativamente mayor a lo esperado u otros acontecimientos imprevistos. El nivel de existencias de seguridad se expresa en número de meses de suministros que, a su turno, puede convertirse en una cantidad.
- **Nivel de existencias del lapso de reabastecimiento:** Es el nivel de existencias utilizado entre el momento en que se solicitaron las nuevas existencias y el momento en que se recibieron y están disponibles para su utilización. El nivel de existencias del lapso de reabastecimiento se expresa en número de meses de suministros o como una cantidad.
- **Punto de pedido de emergencia (PPE):** Es el nivel de existencias que genera un pedido de emergencia; puede ocurrir en cualquier punto del período de reabastecimiento. El PPE tiene que ser menor al nivel mínimo. (USAID / PROYECTO DELIVER, 2011) (pp. 56-57)

Para (USAID / PROYECTO DELIVER, 2011), los casos aplicativos en los que se realiza compras periódicas de los productos y se los almacena o se los mantiene en inventario para ser distribuidos o vendidos de acuerdo a la demanda, se pueden aplicar dos tipos de sistemas de control de inventarios, los cuales nos especifican el procedimiento para hallar el tamaño del lote y en qué momento se debe realizar una nueva orden de compra.

Según (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009), Existen dos modelos de control de inventarios de varios pedidos los cuales son los modelo de cantidad de pedido fija (EOQ – Economic order quality

y modelo Q) y modelos de periodo fijo (Sistema de revisión periódica o modelo P). En general el modelo Q y EOQ se basan en los eventos y los modelos P se basan en el tiempo.

**Sistema de revisión continua (Q):** Este sistema está asociado con el hecho de que la empresa llega a su nivel mínimo de inventario y por consiguiente se debe generar un nuevo pedido. Por lo tanto, este sistema requiere que cada vez que se efectúe una venta o una compra al inventario, se actualicen los registros para determinar si es necesario realizar un nuevo pedido.

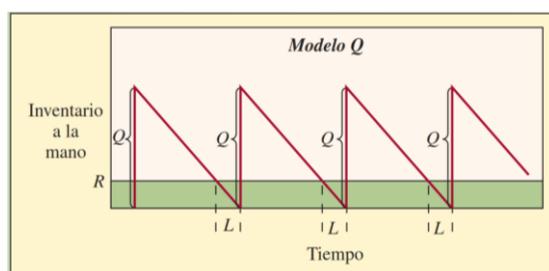
- El modelo de cantidad de pedido fija es más apropiado para las piezas importantes como las piezas tipo A, porque hay una supervisión más estrecha y por lo tanto una respuesta más rápida a tener unidades faltantes en potencia.

**Sistema de revisión periódica (P):** Es aquel sistema que genera un nuevo pedido cada cierto periodo de tiempo previamente definido o planificado, la cantidad de reabastecimiento es variable en cada pedido, la cual completa periódicamente el nivel de inventario requerido por la empresa. (p. 553 – 554)

#### **2.4.1. SISTEMA DE REVISIÓN CONTINUA (Q)**

Según (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008) el sistema de revisión continua contempla el control constante del inventario cada vez que se realiza un despacho o entrega de un producto para determinar si es el momento de realizar un nuevo pedido. En cada revisión que se realiza se determina y se decide acerca de la posición en la cual se encuentra el inventario del artículo, si se lo considera que es demasiado baja, el sistema automáticamente realiza un nuevo pedido. (pp. 475-476)

Para (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009) este tipo de modelo trata de determinar el punto específico  $R$  en que se realizara un pedido, así como el tamaño de este ( $Q$ ). Se realiza el pedido ( $Q$ ) cuando el inventario disponible llega a un punto ( $R$ ). La posición del inventario se define como la cantidad disponible más la cantidad solicitada menos los pedidos acumulados como se muestra en la figura 2.3. (pp. 555 - 556)



**Figura 2. 3.** Modelo de cantidad de pedido fijo (EOQ).

*Fuente: (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009)*

La cantidad de pedido óptima se basa en las siguientes características que tiene este modelo:

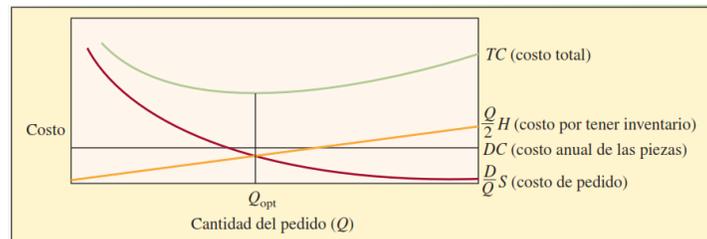
- La demanda es constante y uniforme durante todo el periodo
- El tiempo de entrega es constante
- El precio por cada unidad es constante
- El costo de mantenimiento del inventario está basado en el inventario promedio
- Los costos de pedido son constantes
- Se cubren todas las demandas del producto. (p. 556)

Según (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009) este gráfico denominado también el “efecto sierra” relacionado con  $Q$  y  $R$ , permite que cuando la posición del inventario baja al punto  $R$ , se realiza un nuevo pedido, el cual se lo recibe al finalizar el periodo  $L$ .

Según lo expresado por (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009) el primer paso para a realizar para el diseño de un modelo de inventario es relacionar las variables de interés con las medidas de efectividad como se muestra en la figura 2.4. (p. 557). Por lo que se debe calcular el costo anual total, que consiste en lo siguiente:

**Ecuación 2. 1. Costo Anual Total**

$$TC = DC + \frac{D}{Q}S + \frac{Q}{2}H$$



**Figura 2. 4.** Costos anuales del producto con base en el tamaño del pedido.

Fuente: (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009)

Donde

TC = Costo anual total

D = Demanda (anual)

C = Costo por unidad

Q = Cantidad a pedir (esta cantidad optima también se la conoce como cantidad económica de pedido, EOQ o  $Q_{opt}$ )

S = Costo de realizar un pedido

$H$  = Costo anual de mantenimiento y almacenamiento por unidad de inventario promedio (generalmente este costo consiste en tomar un porcentaje del costo del producto como  $H = iC$ , donde  $i$  es un porcentaje del costo de manejo)

Para determinar la cantidad de pedidos  $Q$  en la que el costo total es el mínimo, según (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009) nos dice que este costo es mínimo en aquel punto en que la pendiente de la curva es cero, es decir que el costo total es mínimo, partiendo de la ecuación del costo total se obtiene la siguiente formula:

**Ecuación 2. 2.** *Cantidad de pedidos en la que el costo total es el mínimo (EOQ)*

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

Donde

$Q_{opt}$  = Cantidad de pedidos en la que el costo total es el mínimo (EOQ)

$D$  = Demanda (anual)

$S$  = Costo de realizar un pedido

$H$  = Costo anual de mantenimiento y almacenamiento por unidad de inventario promedio (generalmente este costo consiste en tomar un porcentaje del costo del producto como  $H = iC$ , donde  $i$  es un porcentaje del costo de manejo)

Cuando se trata de un modelo de cantidad de pedido fija en el que se conoce la demanda, no es necesario tener un inventario de seguridad y el punto en el cual se realiza un nuevo pedido  $R$ , es simplemente el siguiente:

**Ecuación 2. 3. Punto de Re orden (R)**

$$R = \bar{d}L$$

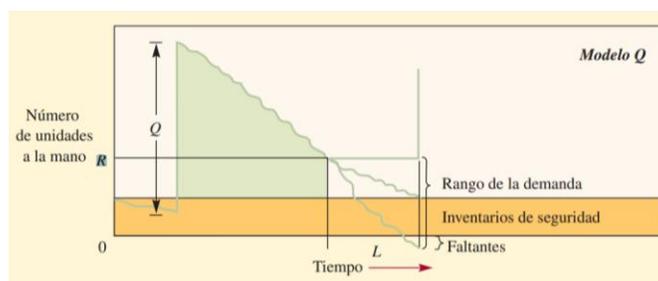
Donde

$\bar{d}$  = Demanda diaria promedio (constante)

L = Tiempo de entrega en días (constante) (p. 557)

**2.4.1.1. Modelo de cantidad de pedido fija con inventario de seguridad**

Según (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009), en un sistema de cantidad de pedido fija, existe el peligro de tener faltantes en el tiempo que transcurre entre que se hace el pedido y su recepción del mismo. Como se muestra en la figura 2.5, cuando el inventario baja al punto de re orden se realiza un nuevo pedido, pero hasta que le pedido sea receptado existe un Lead Time o tiempo de espera, durante este tiempo es posible que haya una variedad en la demanda, esta variedad se la determina a partir de un análisis de las demandas históricas o de un estimado.



**Figura 2. 5. Modelo de cantidad de pedido fijo con inventario de seguridad.**

*Fuente: (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009)*

Para satisfacer la demanda durante el Lead Time o tiempo de espera es necesario establecer un inventario de seguridad, este inventario depende del nivel de servicio deseado, en donde la cantidad a pedir EOQ, se calcula de forma normal tomando en cuenta los diferentes costos de

mantenimiento y de hacer un pedido. Entonces, se establece el punto de volver a pedir para cubrir la demanda esperada durante el tiempo de entrega más el inventario de seguridad determinados por el nivel de servicio deseado. Por lo tanto, la diferencia clave entre un modelo de cantidad de pedido fija en el que se conoce la demanda y otro en el que la demanda es incierta radica en el cálculo del punto de volver a pedir. La cantidad del pedido es la misma en ambos casos. En los inventarios de seguridad se toma en cuenta el elemento de la incertidumbre. El punto de volver a pedir es

**Ecuación 2. 4. Punto de re orden con inventario de seguridad (R)**

$$R = \bar{d}L + z\sigma_L$$

Donde:

R = Punto de volver a pedir en unidades

$\bar{d}$  = Demanda diaria promedio

L = Tiempo de entrega en días (tiempo transcurrido entre que se hace y se recibe el pedido)

z = Número de desviaciones estándar para una probabilidad de servicio específica

$\sigma_L$  = Desviación estándar del uso durante el tiempo de entrega

El termino  $z\sigma_L$  es el inventario de seguridad, si estas existencias son positivas, el efecto es volver hacer un nuevo pedido. Entonces R sin inventario de seguridad solo sería la demanda promedio durante el tiempo de entrega.

Para calcular  $z\sigma_L$  es necesario definir algunos aspectos como son el nivel de servicio deseado por la empresa que por lo general se eligen los siguientes, para un 90 % = 1.65, para un 95 % = 1.96 y para un 99 % = 2.58. Y finalmente se calcula  $\sigma_L$  de la siguiente manera.

**Ecuación 2. 5.** *Desviación estándar del uso durante el tiempo de entrega*

$$\sigma_L = \sqrt{\sigma L}$$

Es así que el inventario de seguridad se lo calcula de la siguiente manera:

**Ecuación 2. 6.** *Inventario de Seguridad*

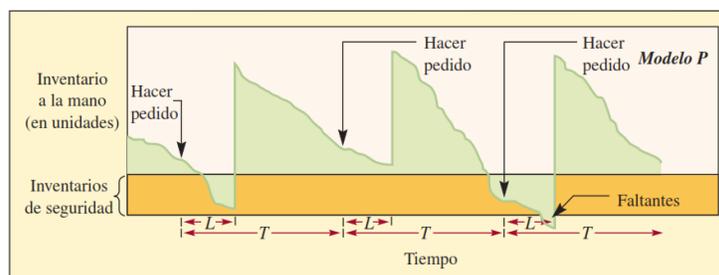
$$SS = z\sigma_L$$

#### **2.4.2. SISTEMA DE REVISIÓN PERIÓDICA (P)**

Según (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008) el sistema P también conocido como sistema de reordena intervalos fijos o sistema de re orden periódica, este sistema se encarga de una revisión periódica del inventario y no continua como en el anterior modelo, los nuevos pedidos son colocados siempre al final de cada revisión y el tiempo entre pedidos tiene un valor fijo de P. La demanda se considera una variable aleatoria, es un sistema P el tamaño del lote (Q), puede variar de un pedido a otro, pero el tiempo entre pedidos es fijo. (p.484)

Para (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009) los modelos de inventarios de periodo fijo estándar establecen que el control de los inventarios se lo realiza en un momento específico es decir en un determinado tiempo, no se realiza un control continuo del inventario disponible, como se observa en la figura 2.6. Es posible que una alta demanda de un producto ocasione que el nivel de inventario llegue a cero justo después de realizar el pedido. Esta condición para inadvertida hasta el siguiente control además de que también el nuevo pedido tardara en llegar. Entonces, es muy probable que el inventario se agote durante el periodo de revisión o control (T), y el tiempo de entrega (L). Por consiguiente, mediante el inventario de seguridad se debe ofrecer una anticipación o una protección frente a los productos agotados en el periodo que contempla la revisión o control, así

como también, durante el tiempo de entrega desde el momento en que se realiza el pedido hasta que se lo recibe. (pp. 562 - 563)



**Figura 2. 6.** Modelo de inventarios de pedido fijo (P).

Fuente: (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009)

### 2.4.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS DE INVENTARIO

En concordancia con (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009) nos refiere que a fin de observar y seleccionar un modelo adecuado a aplicar, como se observa en la tabla 2.1 las principales características de los modelos P y Q son las siguientes (p. 554):

**Tabla 2 1.** Características principales del modelo Q y modelo P

Características	Modelo Q Modelo de cantidad de pedido fija	Modelo P Modelo de pedido fijo
<b>Cantidad del pedido</b>	$Q$ , constante (siempre se pide la misma cantidad)	$q$ , variable (varía cada vez que se hace un pedido)
<b>Dónde hacerlo</b>	$R$ , cuando la posición del inventario baja al nivel de volver a pedir	$T$ , cuando llega el periodo de revisión
<b>Registros</b>	Cada vez que se realiza un retiro o una adición	Sólo se cuenta en el periodo de revisión
<b>Tamaño del inventario</b>	Menos que el modelo de periodo fijo	Más grande que el modelo de cantidad de pedido fija
<b>Tiempo para mantenerlo</b>	Más alto debido a los registros perpetuos	
<b>Tipo de pieza</b>	Piezas de precio más alto, críticos o importantes	

Fuente: (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009)

Para (Garrido Alvarado, 2013) la selección del modelo depende del tipo de producto, ubicación de los proveedores, costo del producto, para el caso de que los pedidos se deben entregar cada cierto periodo de tiempo, el proveedor satisface varios tipos de productos y estos son poco caros se sugiere el sistema P. Por otra parte, se puede aplicar el sistema Q cuando el proveedor despacha en tamaños de lote fijos y tiene un determinado nivel de importancia. (p. 17)

#### **2.4.4. CONTROL DE INVENTARIOS Y ADMINISTRACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTROS**

Según (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009) es importante que los gerentes de las empresas conozcan acerca del desempeño financiero, es por esto que una medida clave que se relaciona con el desempeño de la empresa es la rotación de inventarios, y se calcula con la siguiente ecuación:

**Ecuación 2. 7. Rotación del inventario (IR)**

$$\text{Rotacion de inventarios} = \frac{\text{Costo de los bienes vendidos}}{\text{Valor promedio del inventario}}$$

En esta ecuación se considera la rotación del inventario para una pieza individual o un grupo de piezas. En el numerador el costo de los bienes vendidos para una pieza individual esta se relaciona con la demanda anual esperada (D) del artículo. Dado un costo por unidad (C) de la pieza, el costo de los artículos o bienes vendido es solo D por C. Luego se considera el valor promedio del inventario, el mismo utilizado en el modelo EOQ, es decir Q/2 si se supone que la demanda es constante. Además, es necesario incluir a la ecuación el inventario de seguridad para controlar el riesgo que surge a partir de la variabilidad de la demanda. Entonces el inventario promedio se calcula con la siguiente ecuación:

**Ecuación 2. 8. Valor promedio del inventario**

$$\text{Valor promedio del inventario} = \left(\frac{Q}{2} + SS\right) C$$

Entonces la rotación de inventario para una pieza individual es:

**Ecuación 2. 9. Rotación del inventario para una pieza individual**

$$\text{Rotación de inventario} = \frac{DC}{\left(\frac{Q}{2} + SS\right) C} = \frac{D}{\frac{Q}{2} + SS}$$

Donde:

D = Demanda anual

C = Costo por unidad

Q = Cantidad pedida

SS = Inventario de seguridad

**2.5. CARACTERÍSTICAS DE LA DEMANDA****2.5.1. NATURALEZA DE LA DEMANDA**

Para (Schroeder, 2004) un tema importante en la administración de inventarios es si la demanda es dependiente o independiente. La demanda independiente obedece a factores externos del mercado y por lo tanto es independiente de las actividades operativas de la empresa. La demanda dependiente incumbe a la demanda de otro artículo y el mercado no la determina independientemente, es decir que, si el producto está conformado por partes o insumos, la solicitud de estas partes dependerá de la demanda del producto final. (p.460)

Según lo dicho por (Haugen, 1997) la demanda independiente es cualquier demanda que no tiene ninguna causa en el contexto del sistema de negocios (aunque puede tener una causa en un

contexto más amplio). Por ejemplo, a un concesionario de automóviles, un pedido de cliente para un nuevo automóvil es una demanda independiente (aunque para el cliente, que podría haber sido dependiente de la falta de fiabilidad del automóvil viejo que poseía el cliente). Por otra parte, la demanda dependiente es cualquier demanda que es causada por una demanda independiente, o es necesario para la satisfacción de la demanda independiente. Por ejemplo, una demanda independiente para un automóvil nuevo está conformada por las demandas dependientes de todos los componentes que conforman el automóvil. (p.1)

### **2.5.2. DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA**

Según (Garrido Alvarado, 2013), determinar los requerimientos futuros de productos en una empresa que comercializa artículos de consumo masivo como es en nuestro caso de estudio sobre los repuestos automotrices, es de destacada importancia, ya que existe una amplia gama de productos y al no tener un valor aproximado de la demanda futura puede ocasionar que algunos ítems se agoten y otros queden abarrotados, lo cual generaría bajos niveles en el servicio al cliente.

Para determinar cuál debería ser el valor del inventario, lo principal es predecir cuál será la futura demanda que tendrán los diferentes productos. A esta predicción se lo denomina “pronóstico de demanda”. La selección de la técnica para realizar este pronóstico y posteriormente implementarlo depende de lo complejo que resulta de recabar la información, además de los recursos económicos disponibles para invertir en equipos y software de computación. (p. 25)

### **2.5.3. ANÁLISIS DE DATOS HISTÓRICOS DE LA DEMANDA**

Para (Heizer & Render, 2009) a partir de los datos históricos de la demanda se procede a realizar un gráfico para determinar el comportamiento de la curva de la demanda, además se analiza el valor promedio de la misma, la desviación estándar de los datos históricos recolectados y el coeficiente de variación. (p. 109)

Según (Gutiérrez Pulido & De La Vara Salazar, 2009) el coeficiente de variación es útil para la comparación de dos o más variables que se encuentren medidas en diferentes escalas o unidades de medición, esta medida de variabilidad indica la magnitud relativa de la desviación estándar en comparación con la media. Es ventajoso para diferenciar la variación de dos o más variables que están medidas o contadas en diferentes magnitudes o escalas. Generalmente si el valor resultante del coeficiente de variación es mayor a 0.8 se los considera como una demanda de comportamiento errático. (p. 21)

### **2.5.4. DISEÑO DEL SISTEMA DE PRONÓSTICOS**

Para (Armstrong & Green, 2005) una estimación de la demanda futura es muy importante a la hora de conocer de manera clara la posible demanda que tendrá un determinado número y tipo producto para de esta manera tomar decisiones acertadas en el control de los inventarios. En consecuencia, es necesario tener una metodología o sistema de pronósticos claramente definido el cual debe estar relacionado con todas las áreas de la organización, ya que un dato erróneo puede repercutir considerablemente en la organización. (p. 2)

Según (Hyun Lee, 2013), para la construcción e implementación de un sistema de pronósticos de la demanda se debe tomar en cuenta los siguientes pasos:

- Determinar la información que necesita ser pronosticada. Esto incluye la fuente de los datos históricos y los periodos durante los cuales se recogieron los datos.
- Asignar la responsabilidad de la previsión de una persona y que el rendimiento se mida tomando en cuenta la veracidad de las ventas reales a la previsión.
- Configuración de los parámetros del sistema de previsión:
- Horizonte del pronóstico.
- Nivel del Pronóstico: unidad de negocios, de familia de producto, modelo y marca.
- Período de pronóstico y frecuencia.
- Revisión del Pronóstico: La forma en que cambia el pronóstico será establecida, como previsión inicial, pronóstico revisado, revisión subsecuente del pronóstico, pronóstico actual.
- Seleccionar los modelos y técnicas de predicción adecuados.
- Recoger los datos de entrada a los modelos de predicción y modelos de prueba para la exactitud del pronóstico.
- Ejecutar el modelo de pronóstico y las previsiones de generación.
- Registrar la información demanda real contra el pronóstico.
- Reportar la precisión del pronóstico y determinar la causa raíz de la varianza entre la previsión y los datos reales. evaluar periódicamente el sistema de previsión para el rendimiento, por lo que se pueden realizar cambios a la previsión para acercarse a donde sea necesario. (p. 5)

De acuerdo con (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009), el pronóstico se puede clasificar en cuatro tipos básicos, los cuales son, cualitativo, análisis de series de tiempo, relaciones casuales y simulación. El análisis de serie de tiempo, que es el que utilizaremos en el presente trabajo de investigación, se enfoca en la idea de que es posible utilizar información o datos relacionados con la demanda anterior para predecir la demanda futura. (p. 469)

## **2.5.5. TÉCNICAS CUALITATIVAS**

Estas técnicas cualitativas también llamadas métodos de juicio por (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008) en el que nos indica que los datos históricos de ventas pueden existir pero no pueden ser de mucha utilidad en ciertos casos donde se exhibe comportamientos u acontecimientos especiales en los datos pasados o cuando se espera que estos acontecimientos sucedan en un futuro.

### ***2.5.5.1. Lineamientos para usar técnicas cualitativas***

Según (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008), la utilización de los métodos de juicio resulta la mejor opción en los casos de que no existan datos históricos los cuales permitan aplicar cualquier método cuantitativo. Sin embargo, también existe la opción de que los métodos de juicio pueden utilizar en los pronósticos realizados a partir de métodos cuantitativos con el fin de mejorar la calidad del pronóstico. Entre los lineamientos existentes para ajustar los pronósticos cuantitativos, resaltan los siguientes:

- Ajustar los pronósticos cuantitativos cuando estos tienden a ser imprecisos y la persona que toma las decisiones posee un alto nivel de conocimiento y experiencia.
- Realizar ajustes a los pronósticos cuantitativos para compensar sucesos específicos (p. 528)

## 2.5.6. TÉCNICAS CUANTITATIVAS

En concordancia con (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008), una técnica estadística para hacer proyecciones sobre el futuro que utiliza datos numéricos y experiencia previa para predecir eventos futuros. Los dos tipos principales de predicción cuantitativa utilizados por los analistas de negocios son el método explicativo que intenta correlacionar dos o más variables y el método de series de tiempo que utiliza las tendencias del pasado para hacer pronósticos. (p. 525)

### 2.5.6.1. Suavización exponencial

Según lo dicho por (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009), en los anteriores métodos la importancia de los datos disminuye conforme el pasado se vuelve más distante, para evitar esto, el método más lógico y fácil a aplicar es la suavización exponencial. Para esta técnica de pronóstico solo es necesario tres piezas de datos para pronosticar el futuro: el pronóstico más reciente, la demanda real que ocurrió durante el periodo de pronóstico y la constante de uniformidad alfa ( $\alpha$ ). Esta constante de suavización representa las diferentes reacciones entre los pronósticos y las ocurrencias reales. Mientras más rápido sea el crecimiento, más alto deberá ser el índice de reacción

#### **Ecuación 2. 10.** *Suavización exponencial*

$$F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1})$$

Donde:

$F_t$  = El pronóstico suavizado exponencialmente para el periodo t

$F_{t-1}$  = El pronóstico suavizado exponencialmente para el periodo anterior

$A_{t-1}$  = La demanda real para el periodo anterior

$\alpha$  = El índice de respuesta deseado, o la constante de suavización.

La suavización exponencial requiere establecer un valor entre 0 y 1 a la constante de suavización ( $\alpha$ ), Entonces si la demanda es estable se consideraría una alfa pequeña para reducir los efectos de los cambios a corto plazo o aleatorios. Pero si la demanda real aumenta o disminuye con rapidez se desearía una alfa alta para tratar de mantener el ritmo de cambio. (p. 477)

### 2.5.6.2. *Suavización exponencial ajustada a la tendencia*

Según (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009), indica que una tendencia hacia arriba o hacia debajo de los datos recabados durante una secuencia de periodos, hace que el pronóstico exponencial siempre quede por debajo o atrás de la ocurrencia real, esto se puede corregir agregando un ajuste a las tendencias, para esto además de la constante de suavización  $\alpha$  es necesario la ubicación de una constante de suavización delta ( $\delta$ ), La delta reduce el impacto del error que ocurre entre la realidad y el pronóstico. Este valor de la tendencia inicial puede ser deducido mediante una adivinanza informada o un cálculo basado en los datos pasados observados. La ecuación para calcular el pronóstico incluido la tendencia (FIT, forecast including trend) es:

**Ecuación 2. 11.** *Pronostico incluido la tendencia*

$$FIT_t = F_t + T_t$$

**Ecuación 2. 12.** *Pronostico suavizado exponencialmente*

$$F_t = FIT_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - FIT_{t-1})$$

**Ecuación 2. 13.** *Suavización exponencial ajustada a la tendencia*

$$T_t = T_{t-1} + \delta(F_t - FIT_{t-1})$$

Donde:

$F_t$  = El pronóstico suavizado exponencialmente para el periodo t

$T_t$  = La tendencia suavizada exponencialmente para el periodo t

$FIT_t$  = El pronóstico incluido la tendencia para el periodo t

$FIT_{t-1}$  = El pronóstico incluido la tendencia hecha para el periodo anterior

$A_{t-1}$  = La demanda real para el periodo anterior

$\alpha$  = Constante de suavización

$\delta$  = Constante de suavización. (p. 479)

Según (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008), para encontrar los valores de  $\alpha$  y  $\delta$ , es frecuente que el analista ajuste sistemáticamente  $\alpha$  y  $\delta$  hasta obtener los errores de pronósticos más bajos posibles. Este proceso se puede llevar a cabo mediante una experimentación, usando un modelo de pronósticos. (p. 536)

### **2.5.6.3. Modelo de Croston**

(Croston, 1972) propuso un modelo al darse cuenta que se utilizaba suavización exponencial con mucha frecuencia en la industria para realizar pronósticos cuando había un gran número de productos involucrados, pero una auditoría a este sistema reveló que algunos de los ítems de baja demanda tenían niveles de inventario excesivos así como también los datos históricos demostraron que para algunas series de demandas que han sido estables por un periodo considerable los niveles de inventarios eran apreciablemente mayores que la demanda máxima que había ocurrido. Un mayor análisis mostró que estos errores están asociados con ítems para los cuales la demanda era intermitente y usualmente para varios ítems al mismo tiempo

Según (Dyntar & Gros), este modelo utiliza dos estimados de suavizamiento exponencial por separado para pronosticar el tamaño de la demanda y el intervalo entre demandas consecutivas diferentes de cero. Estos estimados se actualizan solo cuando la demanda es diferente de cero. Por lo tanto, si existe demanda en todos los períodos entonces el método de Croston es idéntico al de suavizamiento exponencial.

Si se sabe que:

$\bar{z}_t = \text{Estimación tamaño de demanda medio}$

$\bar{p}_t = \text{Estimación tamaño de intervalo medio entre demandas consecutivas diferentes de cero}$

$\bar{y}_t = \text{Estimación demanda promedio para el periodo } t$

El modelo es el siguiente

- Si la demanda es diferente de cero

**Ecuación 2. 14.** *Modelo de Croston cuando la demanda es diferente de cero*

$$\bar{z}_t = \alpha z_t + (1-\alpha)\overline{z_t - 1}$$

$$\bar{p}_t = \alpha p_t + (1-\alpha)\overline{p_t - 1}$$

$$\bar{y}_t = \frac{\bar{z}_t}{\bar{p}_t}$$

- Si la demanda es igual a cero

**Ecuación 2. 15.** *Modelo de Croston cuando la demanda es igual a cero*

$$\bar{z}_t = \overline{z_t - 1}$$

$$\bar{p}_t = \overline{p_t - 1}$$

$$\bar{y}_t = \frac{\bar{z}_t}{\bar{p}_t}$$

### 2.5.7. SELECCIÓN DEL MÉTODO PARA ELABORAR PRONÓSTICOS

Según (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008) los principales directivos de las empresas deben tomar en cuenta algunos factores a la hora de seleccionar un método para la elaboración de pronósticos con serie de tiempo. Una consideración importante a tener en cuenta es el desempeño del pronóstico, el cual determina los errores del pronóstico. (p. 541)

Para (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009), la demanda de un producto se genera mediante la relación de varios factores muy complejos que resultan difíciles de describir en un modelo. Por lo tanto, todas las proyecciones tienen algún error. Al analizar estos errores de pronósticos es recomendable diferenciar entre las fuentes del error y la medición de los errores. (p. 480)

#### 2.5.7.1. *Error porcentual medio absoluto (MAPE)*

Según (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008), este tipo de error relaciona el error del pronóstico con el nivel de la demanda real registrada en ese periodo de tiempo, resulta de gran utilidad al momento de determinar el desempeño del pronóstico en su perspectiva correcta, se lo calcula con la siguiente ecuación (el resultado se expresa como porcentaje):

**Ecuación 2. 16.** *Error porcentual medio absoluto (MAPE)*

$$MAPE = \frac{[\sum |E_t| / D_t] 100}{n}$$

Donde:

$E_t$  = Error del pronóstico para el periodo t

$D_t$  = Demanda real para el periodo t

n = Número de periodos pronosticados

### 2.5.7.2. *Desviación media absoluta (MAD)*

Según (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008), la desviación media absoluta (MAD) representa la media de los errores del pronóstico en una serie de periodos de tiempo, se la calcula mediante la siguiente ecuación:

**Ecuación 2. 17.** Desviación media absoluta (MAD)

$$MAD = \frac{\sum |E_t|}{n}$$

Donde:

$E_t$  = Error del pronóstico para el periodo t

MAD = Desviación media absoluta

n = Número de periodos pronosticados. (Pág. 541)

### 2.5.7.3. *Error cuadrático medio (MSE)*

Según (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008) el error cuadrático medio (MSE) por sus siglas en inglés (Mean Squared Error), mide la dispersión de los errores del pronóstico, y se la calcula de la siguiente manera:

**Ecuación 2. 18.** Error cuadrático medio (MSE)

$$MSE = \frac{\sum |E_t|^2}{n}$$

Donde:

$E_t$  = Error del pronóstico para el periodo t

MSE = Error cuadrático medio

n = Número de periodos pronosticados

#### 2.5.7.4. *Desviación estándar*

Para (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008) la desviación estándar  $\sigma$ , mide la dispersión de los errores del pronóstico, se la calcula mediante la ecuación:

**Ecuación 2. 19.** Desviación estándar

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(E_t - E)^2}{n - 1}}$$

**Ecuación 2. 20.** Error del pronóstico promedio

$$\bar{E} = \frac{\sum E_t}{n}$$

Donde:

$E_t$  = Error del pronóstico para el periodo t

$\bar{E}$  = Error del pronóstico promedio

$\Sigma$  = Desviación estándar

n = Número de periodos pronosticados

#### 2.5.7.5. *Criterio de información bayesiano (BIC)*

El Criterio Bayesiano de Información (BIC) de (Schwarz, 2006), es una herramienta de selección de modelos. Si se estima un modelo en un conjunto de datos determinado (conjunto de

entrenamiento), el puntaje BIC da una estimación del rendimiento del modelo en un conjunto de datos nuevo y fresco (conjunto de pruebas). BIC se da por la fórmula:

**Ecuación 2. 21.** *Criterio de información bayesiano (BIC)*

$$BIC = -2 \ln \hat{L} + k \ln(n)$$

Donde:

$\hat{L}$  = El máximo valor de la función de verosimilitud del modelo

$k$  = El número de parámetros libres a ser estimados.

$n$  = El número de datos u observaciones, o equivalentemente, el tamaño de la muestra

Para usar BIC para la selección de modelos, simplemente elegimos el modelo que da el BIC más pequeño sobre el conjunto de candidatos. BIC intenta mitigar el riesgo de ajuste excesivo introduciendo el término de penalización  $d * \log(N)$ , que crece con el número de parámetros. Esto permite filtrar modelos innecesariamente complicados, que tienen demasiados parámetros para ser estimados con precisión en un conjunto de datos dado de tamaño  $N$ . (p. 461 – 464)

#### **2.5.7.6. Criterios de selección de métodos con series de tiempo**

Según (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008) las mediciones de los errores proveen información importante para seleccionar el método adecuado de proyección de la demanda ya sea de un producto o de un servicio, además de ayudar a seleccionar los valores más adecuados de los diversos parámetros que requiere el método, como son,  $n$  para el método de promedio móvil, las ponderaciones para el método de promedio móvil ponderado y  $\alpha$  para el método de suavización exponencial.

Entre los criterios que se aplican para la selección y elaboración del método de pronósticos y sus parámetros respectivos, tenemos:

1. Minimizar los valores de MAD Y MSE, es decir que si son valores pequeños implica que el pronóstico habitualmente se acerca a la demanda real
2. Minimizar el error de pronóstico del último periodo, para esto se calcula un grupo de proyecciones haciendo uso de diferentes modelos o técnicas, y de los resultados obtenidos se selecciona el mejor pronóstico. (p. 545)

### 3. METODOLOGÍA

El presente proyecto está aplicado en la empresa Proveedora Automotriz “Vásquez”, la cual es una organización dedicada a la comercialización de repuestos automotrices al por menor, específicamente de los automotores a gasolina, dichos repuestos provienen de diferentes países los cuales son distribuidos y vendidos por comerciantes u organizaciones mayoristas. La empresa inicio sus actividades en abril de 1997 en la ciudad de Ibarra, actualmente se encuentra ubicada en la misma ciudad, específicamente en las calles Jaime Rivadeneira 6-79 y Mariano Acosta, sus coordenadas son 0.349080, -78.123341, la edificación es propia por lo que no paga ningún monto por arrendamiento o alquiler, al momento cuenta con 5 trabajadores incluido el dueño y su esposa que es la encargada de la administración contable, de ellos, 4 trabajadores son a tiempo completo y un trabajador labora medio tiempo.

En el lugar que está ubicada la empresa existe una gran competencia directa ya que existen alrededor de 30 almacenes dedicados a la comercialización de repuestos automotrices, por lo que las exigencias para ser cada día mejor y atraer a más clientes son cada día más notables. La empresa no cuenta con un sistema para el control efectivo del inventario, lo que es una importante desventaja, provocando principalmente perdidas monetarias a la empresa. Los proveedores son empresas u organizaciones a escala nacional, las cuales estas dedicadas a la comercialización de repuestos automotrices al por mayor y menor. Los productos que comercializa la empresa incluyen desde condensadores hasta kits de frenos y embragues pasando por todos los repuestos y piezas que se requiere en un automotor a gasolina.

La empresa cuenta con un sistema contable llamado TINY, instalado y en funcionamiento desde el año 2005, el cual es utilizado en la empresa para el control y manejo de la contabilidad y

para registrar los ingresos y egresos de los productos. Los repuestos automotrices que se comercializan diariamente están clasificados en el sistema TINY, por varios parámetros como son el código, descripción, línea de producto, país de origen y fabricante.

Actualmente en el almacén existen 317 productos, estos productos están clasificados por el tipo de producto, existiendo en total 24 grupos de productos los cuales son: Aceites, Amortiguadores, Axiales, Bandas de accesorios, Bandas de Distribución, Bombas de Agua, Bombas de Gasolina Mecánicas, Bombas de Gasolina Eléctricas, Bujías, Crucetas, Discos de Freno, Filtros de Aceite, Filtros de Gasolina, Juegos de cables de bujía, Kits de embrague, Condensadores, Platinos, Rotulas, Tricetas, Rulimanes de rueda, Tapas de Distribución, Terminales de Dirección, Pernos de barra estabilizadora, Terminales Estabilizadores, Juegos de Zapatillas. Cada uno de estos productos está debidamente contabilizado y registrado en el sistema TINY, con un código y su respectiva descripción y precio de venta. Cabe recalcar que la empresa no tiene un lugar específico para la recepción y registro de los productos además de que el almacenamiento y manejo de los productos no se lo realiza de una manera adecuada.

### **3.1. CLASIFICACIÓN ABC**

El sistema de abastecimiento en el presente proyecto incurre en varias actividades las cuales estas directamente relacionadas con la planeación, programación, control de los pedidos desde los diferentes proveedores locales a nivel ciudad y provincia y nacionales a nivel país. La gestión de los repuestos y por ende los niveles de inventario deben satisfacer la principal necesidad que tiene con empresa con respecto a este tema, la cual es que los distintos tipos de productos estén siempre disponibles para el cliente en la cantidad deseada, tiempo requerido y precio asequible, cumpliendo de esta manera con las expectativas y requerimientos de los clientes

La empresa proporciono un banco de datos históricos de 317 productos existentes en el almacén, en el cual están registrados los datos históricos de cada producto tanto de sus entradas, salidas y el stock que actualmente existe en el almacén, este banco de datos fue proporcionado a partir del sistema informático de la empresa (TINY), en la empresa no se realizan órdenes de compra ya que solamente se efectúan ventas inmediatas (se factura en ese momento). Además, en este banco de datos está registrado los nombres de los clientes y proveedores, los cuales están debidamente registrados en el sistema integrado del almacén. Esta información histórica que se recabo es de hace tres años atrás, es decir desde el mes de mayo de 2013 hasta el mes de abril de 2016, los cuales nos servirán como base para el análisis y cálculos del sistema de aprovisionamiento.

Dichos datos históricos se los procedió a analizar y ordenar en una plantilla de Excel, en la cual se los ordeno por tipo y línea de producto (cada producto con su respectivo código de registro), precio unitario, cantidad en stock hasta el 30 de abril del 2016, y los diferentes datos históricos de ventas de cada producto, ordenados por meses obteniendo un total de 36 datos históricos de ventas por cada producto.

Se realizó un análisis de las ventas mensuales tanto en unidades mensuales vendidas como en el total de ventas (\$) por cada mes, posteriormente se calculó la diferencia que existió entre un mes y otro con la finalidad de identificar si existió un crecimiento o un decrecimiento porcentual (%) en las ventas totales de cada línea de producto tanto en volumen (unidades) como en dólares (\$).

Además de esto se determinó las ventas totales anuales en unidades y en dólares de los años 2013, 2014, 2015 y 2016, con la finalidad de comparar dichos datos con las ventas anuales de vehículos en Imbabura según ((AEADE), 2013)

La clasificación de los ítems se lo realizo en función del monto total de dinero que representa cada artículo vendido durante el periodo de 3 años, mediante la aplicación del principio de Pareto, el cual tiene por objetivo determinar los pocos vitales de los muchos triviales, lo cual nos permitió conocer cuáles son los productos que necesitan más atención y aquellos que ya no representan ningún beneficio para la empresa.

La metodología utilizada para la clasificación ABC de los diferentes ítems fue la siguiente:

1. Se procedió a determinar el número total de artículos vendidos sumando todas y cada una de las ventas mensuales de cada ítem
2. Posteriormente se calculó el total de ventas en dólares de cada uno de los ítems, multiplicando el precio unitario por el total de artículos vendidos (unidades).
3. Luego se organizó todos los ítems de forma descendente con respecto al total de ventas (dólares)
4. A continuación, se establece el rango de cada uno de los ítems, en forma descendente
5. A la postre se calculó el porcentaje acumulativo del total de ventas en dólares, dividiendo el total de ventas en dólares (por articulo) para el valor monetario total que representan todos los ítems
6. Luego se calcula el porcentaje acumulativo del total del número de artículos vendidos, dividiendo el número de rango de cada ítem para el total de ítems, representándolo en tanto por ciento.
7. Posteriormente se procede a graficar estos datos
8. Luego se procede a aplicar el principio de Pareto 80 – 20, es decir que a los productos cuyo porcentaje acumulado del total de ventas en dólares están entre 0 y 80% se los asigna como ítems A, aquellos ítems que se encuentren entre el 80% y menor del 95%

se les asigna como ítems B, y por consiguiente a aquellos ítems que se encuentren entre el 95% y el 100% se les asignara la letra C.

9. Por último, se calculó los porcentajes de los ítems que participan en cada categoría anteriormente mencionada, de acuerdo al número total de artículos y al total de ventas en dólares, para esto se contabilizo el número total de ítems de cada categoría y se procedió a dividir esta cantidad para el total de ítems.

### **3.2. DISEÑO DEL SISTEMA DE PRONÓSTICOS DE LA DEMANDA**

Mediante el presente proyecto se desarrolló un sistema de aprovisionamiento del inventario de repuestos automotrices, el cual tiene como el objetivo el establecer el tiempo en que se debe realizar un pedido y la cantidad a solicitar para cumplir con la demanda y requerimientos de los clientes.

Una vez ordenados los datos según la categorización ABC, se procedió a ingresar los datos de las demandas históricas de 3 años de únicamente los ítems que representan los pocos vitales es decir la categoría A (63 artículos) en el software FORECAST PRO TRAC.

La base de datos se la realizo en una plantilla de Excel, en la que se identificaron la categoría, los SKU de cada artículo, la descripción, el año y el periodo en que se comenzara a leer los datos, los periodos por año y por ciclo, y por ultimo las demandas históricas de cada ítem.

Los pasos para realizar los pronósticos en FORECAST PRO TRAC fueron los siguientes:

1. Se carga la base de datos en Excel
2. Se leen los datos
3. Se realiza el pronóstico mediante la selección experta que nos proporciona el software y el modelo de Croston para datos intermitentes.

4. Determinar cuál modelo de pronóstico es el correcto, para esto tomamos en cuenta el error denominado Criterio de información bayesiano (BIC) del cual se selecciona el modelo que nos indique un BIC menor.

Se determinó los pronósticos de cada artículo para cada mes durante un año, es decir a partir del mes de mayo del año 2016 hasta abril del 2017.

Al final se procedió a pronosticar el total de ventas mensuales tanto en dólares (\$) como en unidades, dicho pronóstico se lo realizó con una proyección de 12 meses utilizando el software FORECAST PRO TRAC mediante la selección experta y el modelo de Croston para datos intermitentes, tomando en cuenta nivel de error BIC para seleccionar el mejor método.

### 3.3. DISEÑO DEL SISTEMA DE APROVISIONAMIENTO

El sistema de aprovisionamiento se lo selecciono y diseño de acuerdo con la política de revisión continua, para determinar qué sistema de control de inventarios utilizar se procedió a calcular el coeficiente de variabilidad (CV), que es una métrica propuesta por (Silver & Meal, 1973), entonces se calculó la varianza de la demanda es decir la desviación estándar elevada al cuadrado ( $\sigma^2$ ), este dato se lo dividió para la demanda promedio elevada al cuadrado ( $\bar{D}^2$ ), ya obtenido el resultado se procedió aplicar las siguiente variables de decisión.

**Tabla 3. 1.** Variables de decisión (VC)

Si $VC < 0.25$	Utilizar Técnicas Clásicas
Si $VC \geq 0.25$	Utilizar Métodos Heurísticos

*Fuente: (Silver & Meal, 1973)*

Lo que al final nos indicó que para todos los productos se debe aplicar un sistema de inventarios común como son los modelos EOQ o Q y modelos P. Debido al comportamiento de las demandas pronosticadas en el que la demanda es estable y conocida, resulta conveniente aplicar el modelo EOQ.

El procedimiento utilizado para cada artículo fue el siguiente:

1. Determinar la demanda total anual, lo cual es la sumatoria de todas las demandas pronosticadas (D)
2. Determinar los costos unitarios (C)
3. Determinar los costos de ordenar (S) y los costos de mantenimiento (H)
4. Determinar el Lead Time o tiempo de espera de los pedidos (L)
5. Calcular la cantidad económica de pedido EOQ o  $Q^*$
6. Determinar el punto en el cual se debe realizar un nuevo pedido (R)
7. Calcular el Costo Total Anual por manejar el inventario de cada artículo (CT)
8. Determinar el número de pedidos a realizar en el año

La empresa maneja un lead time de 1 día (24 horas) con sus proveedores, por lo que el tiempo de respuesta hacia los clientes es casi inmediato. Esto está señalado en los contratos y alianzas estratégicas que se establecen con los actuales y nuevos proveedores, además de ser una política de la empresa que el tiempo de espera para abastecerse de cualquier producto sea de máximo 24 horas.

Para el desarrollo del modelo fue necesario consultar al departamento de contabilidad y ventas algunos datos como son el costo de hacer un pedido (A) y el costo de Mantener (h), el costo unitario

(c) se lo obtuvo cuando se recolectaron los datos históricos de las ventas. Los datos proporcionados por la empresa fueron los siguientes:

**Tabla 3. 2.** *Costos proporcionados por Proveedor Automotriz Vásquez*

Costo de realizar un pedido (S)	\$ 3.00
Costo de Mantener el inventario (H)	5%

*Fuente: Proveedor Automotriz Vásquez*

El costo de realizar un pedido es el mismo para todos los artículos independientemente de la cantidad a pedir, de igual manera para el costo de mantener el inventario que es del 5 % del costo unitario.

Algunos productos manejan niveles moderadamente altos de ventas, por lo que se procedió a calcular el inventario de seguridad (SS), para esto se realizó el siguiente procedimiento.

1. Determinar un nivel de servicio y de acuerdo a esto determinar el valor de  $z$  mediante la tabla de distribución normal (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009) (ANEXO I)
2. Calcular la desviación estándar de las demandas pronosticadas tomando en cuenta el Lead Time
3. Calcular el inventario de Seguridad (SS)
4. Determinar el punto de reorden (R) tomando en cuenta el inventario de seguridad
5. Calcular el Costo Total Anual, tomando en cuenta el costo por mantener el inventario de seguridad.

### **3.4. EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE APROVISIONAMIENTO Y CUADRO COMPARATIVO**

Con el fin de controlar y medir la confiabilidad del sistema de aprovisionamiento aplicado y teniendo en cuenta las políticas actuales de la empresa fue necesario comparar los costos totales anuales de cada artículos obtenidos de la aplicación del modelo EOQ a las demandas pronosticadas, con el costo total de ordenar de cada artículo durante las 12 últimas demandas reales, además se aplicó el modelo a los 12 últimos periodos de la demandas real histórica con el fin de comparar y analizar cada uno de estos costos y determinar si los resultados que arroja el modelo EOQ son confiables y óptimos.

Para evaluar y por ende comparar costos se realizó un cuadro comparativo en el que se muestra los costos totales obtenidos a raíz de la aplicación del modelo en los periodos pronosticados, también se calculó el costo total de ordenar de cada artículo en las 12 últimas demandas reales históricas, para esto se sumó el número de pedidos que se realizaron en este periodo y se multiplico por el costo de pedir que es de \$ 3.00. Además, con el propósito de realizar una evaluación más precisa del modelo se procedió a realizar una simulación con las 12 últimas demandas reales siguiendo la misma metodología del modelo.

Por último se realizó un cuadro de resumen de resultados en el que se muestra cuan satisfactorio resulta la aplicación del sistema, para esto se calculó el porcentaje de los artículos que muestran un costo mayor con respecto al costo total de pedido de cada artículo de las 12 últimas demandas reales y por consiguiente se calculó el porcentaje de los demás artículos que demuestran un costo menor, es decir que en este último porcentaje se muestra el total de artículos en el que aplicar el modelo EOQ resulto satisfactorio.

Además, en la tabla de resumen de resultados se muestra ahorro en dólares (\$) que significa aplicar el método. Para esto se restó el costo total de pedidos de todos los artículos con el costo total que resulta de la aplicación del modelo en los periodos pronosticados y reales.

## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En el siguiente capítulo se dará a conocer los resultados a partir del desarrollo del sistema de aprovisionamiento de repuestos automotrices utilizando la metodología anteriormente mencionada, a fin de cumplir con los pedidos de los clientes en tiempo, cantidad y tipo de artículo, logrando de esta manera una mejor calidad en lo que se refiere a la atención al cliente y a su vez mejorando la rentabilidad.

Las empresas dedicadas a la comercialización de auto repuestos, como es nuestro caso, vienen aplicando una serie de herramientas y estrategias para cumplir con los nuevos requerimientos del mercado.

### **4.1. ANÁLISIS DE DATOS HISTÓRICOS**

Como primer paso para el desarrollo del sistema de aprovisionamiento, fue analizar la situación actual de los repuestos automotrices mediante la organización de los datos proporcionados por la empresa considerando diferentes criterios con el fin de obtener una administración ordenada y sistematizada de la información de cada auto repuesto, y que será de mucha utilidad para los diferentes cálculos y desarrollo de las diferentes tablas y figuras que serán analizadas y discutidas en el presente capítulo

La base de datos proporcionada por la empresa contenía datos históricos de las ventas por artículo, dicha información fue proporcionada en documento tipo PDF (un extracto de estos documentos se encuentra en el ANEXO II), del cual fue necesario organizarlo en carpetas de cada tipo de producto, con el fin de organizar y trasladar los datos de mejor manera a una tabla matriz en Excel.

En el ANEXO II se presenta un extracto de la matriz de datos históricos de ventas, en la presente tabla se presenta las ventas históricas acumuladas de cada año, pero en la tabla matriz se organizó la demanda histórica de forma mensual, dando un total de 36 periodos (meses).

Además, se puede observar que se organizó los ítems, numerándolos, colocando su código y descripción del producto, además de su precio unitario de cada artículo y nivel de inventario que actualmente se encuentra en el almacén.

En la Tabla 4.1, se presenta un cuadro en el que se refiere a la representación porcentual por línea de producto en relación al total de artículos analizados (unidades), los cuales son un total de 317 ítems, nos dio como resultado que la línea de productos con la mayor cantidad de unidades analizadas son los amortiguadores y el juego de zapatillas con 40 y 38 unidades respectivamente es decir un 12.62 % y 11.99 % para cada línea de producto. Mientras tanto los productos con menor representación son los condensadores, platinos, tricetas y aceites, los cuales solo cuentan con 2 productos en cada línea de producto, es decir que tan solo representan un 0.63 % del total de productos analizados.

**Tabla 4. 1.** Representación porcentual por línea de producto

Representación porcentual de cada tipo de artículo			
N°	Artículo	# de Artículos	%
2	Juego de zapatillas	40	12,62%
1	Amortiguadores	38	11,99%
3	Banda de accesorio	24	7,57%
4	Axiales	23	7,26%
5	Filtro de Aire	23	7,26%
6	Rótulas	21	6,62%
7	Disco de Freno	14	4,42%
8	Juego de cables de bujía	14	4,42%
9	Rulimanes	14	4,42%
10	Banda de distribución	13	4,10%
11	Filtro de Gasolina	13	4,10%
12	Bombas de Agua	12	3,79%
13	Bombas de Combustible	10	3,15%
14	Bujías	10	3,15%
15	Terminal estabilizador	10	3,15%
16	Kit de embrague	8	2,52%
17	Crucetas	7	2,21%
18	Terminal de dirección	6	1,89%
19	Filtro de Aceite	5	1,58%
20	Tapa de Distribución	4	1,26%
21	Condensador	2	0,63%
22	Platino	2	0,63%
23	Aceites	2	0,63%
24	Tricetas	2	0,63%
	<b>Total</b>	<b>317</b>	<b>100,00%</b>

*Fuente: Empresa Proveedor Automotriz Vásquez*

Para el análisis de los datos históricos de las ventas se consideró las ventas mensuales de cada artículo durante tres años, los cuales fueron organizados y ordenados a fin de tener una percepción más exacta del comportamiento de las ventas por artículo y por línea de producto, para esto también se tomó en cuenta el costo unitario de cada artículo.

En la Tabla 4.2, podemos observar la jerarquía de los productos con respecto al total de unidades vendidas por línea de producto durante el periodo de mayo del año 2013 a abril de 2014, en el cual se hizo un recuento de las unidades vendidas por cada periodo, lo que nos dio como resultado que el ítem con la mayor cantidad de unidades vendidas fue la bujía UNI NIS NGK con un total de 1117 unidades vendidas lo que representa el 31.27 % del total de ítems, mientras que el artículo

con menor número de unidades vendidas fue el juego de cables de bujía KIA con un total de 8 unidades lo que representa el 0.22 % con respecto al total de unidades vendidas (solo en el grupo de 24 artículos que se muestra en la tabla 4.2).

**Tabla 4. 2. Artículos con el mayor número de ventas (unidades)**

Artículos con mayor número de ventas por línea de producto (uni)				
N°	Código	Artículo	Total artículos (uni)	%
1	BKR5E11	Bujía UNI NIS NGK	1117	31,27%
2	NPS203R	Platino MAZ	539	15,09%
3	3NC47	Condensador MIT	342	9,57%
4	96537170RE	Filtro de Gasolina CH AV	294	8,23%
5	SB1521FJ	Rótula Superior MAZ	171	4,79%
6	6PK1875DK	Banda de Accesorio 6C CH TX	114	3,19%
7	96536696RE	Filtro de Aire CH AV PAN	94	2,63%
8	WBB346437IJ	Ruliman de Rueda del CH AV	92	2,58%
9	T1502GB	Banda de Distribucion CH LV	91	2,55%
10	31094MB	Amortiguador REF POS CH LV	89	2,49%
11	GUIS52NK	Cruceta CARD CH LV 2	83	2,32%
12	15N201Z	Terminal Estabilizador CH CR	74	2,07%
13	RKD10SK	Axial CH AV	71	1,99%
14	40243FU	Bomba de Gasolina Mecánica UNV	62	1,74%
15	PH3593AFU	Filtro de Aceite CH DX	61	1,71%
16	SAE10W30LGP	Aceite Motor Litro	54	1,51%
17	18T249Z	Terminal de Dirección CH LV LH	51	1,43%
18	7389MD510KS1	Juego de Zapatilla del NIS S	51	1,43%
19	GWO13AGJ	Bomba de Agua CH CR	33	0,92%
20	20056OB	Tapa de Distribución BUJ CH SR C/V EL	30	0,84%
21	R108VFK	Disco de Freno CH LV	25	0,70%
22	KT105FRPDR	Kit de Embrague CH DX P/D/R	17	0,48%
23	13155210MC	Triceta CH SAIL 1.4 AVEO	9	0,25%
24	KDKI11KK	Juego de Cables de Bujía KIA	8	0,22%
		<b>Total</b>	<b>3572</b>	<b>100,00%</b>

*Fuente: Empresa Proveedora Automotriz Vásquez*

En la Tabla 4.3, podemos observar que el total de unidades vendidas de este grupo de artículos es de 3572 lo que representa el 37.44 % del total de unidades vendidas (tomado en cuenta todos los productos), el restante 62.56 % es decir 5968 unidades representan al total de unidades vendidas en los restantes 293 artículos. Es decir que en total durante el periodo de análisis de 3 años se han vendido 9540 unidades.

**Tabla 4. 3.** *Resumen de artículos con mayores unidades vendidas*

	Unidades	%
Artículos de mayores ventas (uni)	3572	37,44%
Otros artículos	5968	62,56%
<b>TOTAL</b>	<b>9540</b>	<b>100,00%</b>

*Fuente: Empresa Proveedor Automotriz Vásquez*

En la Tabla 4.4, se presenta el grupo de artículos (24 artículos) que registran las mayores ventas en dólares (\$), para esto se tomó en cuenta el costo unitario y el total de unidades vendidas de artículo y línea de producto, lo que nos da como resultado que el artículo que representa la más alta cantidad de dólares vendidos es la bujía UNI NIS NGK con \$ 2624.95 lo que representa un 11.21 % con respecto al total de ventas de este grupo de artículos, mientras que la triceta CH SAIL 1.4 AVEO registra el más bajo ingreso con un total de \$ 61.29 lo que representa el 0.26 % del total de ventas.

**Tabla 4. 4.** *Artículos con mayor número de ventas (\$)*

Productos que representaron mayores ventas por línea de producto (\$)				
N°	Código	Artículo	Total Ventas (\$)	%
1	BKR5E11	Bujia UNI NIS NGK	\$ 2.624,95	11,21%
2	SB1521FJ	Rótula Superior MAZ	\$ 2.578,68	11,01%
3	40243FU	Bomba de Gasolina Mecánica UNV	\$ 2.037,32	8,70%
4	AY092	Amortiguador del CH CR	\$ 1.797,72	7,68%
5	93744702GM	Banda de Distribucion CH AV FAM	\$ 1.718,20	7,34%
6	NPS203R	Platino MAZ	\$ 1.676,29	7,16%
7	6PK1875DK	Banda de Accesorio 6C CH TX	\$ 1.572,06	6,71%
8	96537170RE	Filtro de Gasolina CH AV	\$ 1.549,38	6,62%
9	KT105FRPDR	Kit de Embrague CH DX P/D/R	\$ 1.256,64	5,37%
10	GWMZ38AGJ	Bomba de Agua MAZ Y	\$ 1.013,40	4,33%
11	WBB346437J	Ruliman de Rueda del CH AV	\$ 877,68	3,75%
12	15N201Z	Terminal Estabilizador CH CR	\$ 644,54	2,75%
13	3NC47	Condensador MIT	\$ 625,86	2,67%
14	D333CDK	Juego de Zapatilla del NIS F C	\$ 567,56	2,42%
15	R108VFK	Disco de Freno CH LV	\$ 565,75	2,42%
16	897251943RE	Filtro de Aire CH DX PAN	\$ 428,22	1,83%
17	GUIS52NK	Cruceta CARD CH LV 2	\$ 426,62	1,82%
18	TR1442R	Axial MAZ	\$ 415,04	1,77%
19	SE4671LFJ	Terminal de Dirección NIS LH	\$ 315,09	1,35%
20	SAE10W30LGP	Aceite Motor Litro	\$ 221,40	0,95%
21	PH3593AFU	Filtro de Aceite CH DX	\$ 198,86	0,85%
22	20056OB	Tapa de Distribución BUJ CH SR C/V EL	\$ 125,40	0,54%
23	KDK111KK	Juego de Cables de Bujia KIA	\$ 116,96	0,50%
24	13155210MC	Triceta CH SAIL 1.4 AVEO	\$ 61,29	0,26%
		<b>Total</b>	<b>\$ 23.414,91</b>	<b>100,00%</b>

*Fuente: Empresa Proveedor Automotriz Vásquez*

En la Tabla 4.5, podemos observar que el total de ventas (\$) de este grupo de artículos es de \$ 23414.91 lo que representa el 27.17 % del total de ventas (tomado en cuenta todos las ventas de todos los productos), el restante 72.83 % es decir \$ 62779.46 representan al total de las ventas en los restantes 293 artículos. Es decir que durante el periodo de análisis de 3 años se obtuvo un total de ventas de \$ 86.194.37.

**Tabla 4. 5. Resumen de artículos más vendidos (\$)**

	\$	%
Artículos de mayores ventas (\$)	\$ 23.414,91	27,17%
Otros artículos	\$ 62.779,46	72,83%
<b>TOTAL</b>	\$ 86.194,37	100,00%

*Fuente: Empresa Proveedor Automotriz Vásquez*

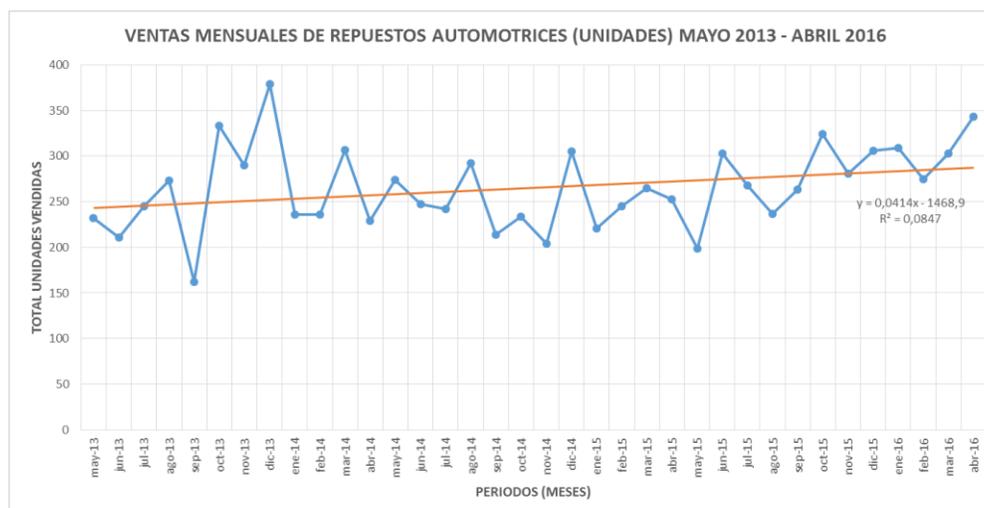
En la Tabla 4.6 y Figura 4.1, podemos observar el consumo (unidades) mensual de los repuestos automotrices en el periodo analizada de 3 años que comprende desde mayo 2013 hasta abril 2016. Se observa que el periodo en el que se vende menor cantidad de unidades es el 5 es decir el mes de septiembre del 2013 en el que se vendió 162 unidades y además es el periodo en el que se registra uno de los mayores decrecimientos porcentuales de -69 % con respecto al mes anterior, lo que quiere decir que se vendieron 111 unidades menos que el mes de agosto.

Además, se observa que el periodo en el que más artículos se vendieron fue el 8 es decir el mes de diciembre de 2013 con un consumo total de 379 artículos, lo cual registro un incremento porcentual de 23 % con respecto al mes anterior. En mayor incremento porcentual con respecto al mes anterior se registra en periodo 6 es decir el mes de octubre con un 51 % de incremento en el consumo de repuestos automotrices.

**Tabla 4. 6.** Consumo mensual de repuestos automotrices (unidades) mayo2013 - abril 2016

Año	2013											
Periodo	may-13	jun-13	jul-13	ago-13	sep-13	oct-13	nov-13	dic-13				
Volúmen (uni)	232	211	245	273	162	333	290	379				
Diferencia (uni)		-21	34	28	-111	171	-43	89				
Incremento (%)		-9,95%	13,88%	10,26%	-68,52%	51,35%	-14,83%	23,48%				
Año	2014											
Periodo	ene-14	feb-14	mar-14	abr-14	may-14	jun-14	jul-14	ago-14	sep-14	oct-14	nov-14	dic-14
Volúmen (uni)	236	236	307	229	274	247	242	292	214	234	204	305
Diferencia (uni)	-143	0	71	-78	45	-27	-5	50	-78	20	-30	101
Incremento (%)	-60,59%	0,00%	23,13%	-34,06%	16,42%	-10,93%	-2,07%	17,12%	-36,45%	8,55%	-14,71%	33,11%
Año	2015											
Periodo	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15	dic-15
Volúmen (uni)	221	245	265	253	199	303	268	237	263	324	281	306
Diferencia (uni)	-84	24	20	-12	-54	104	-35	-31	26	61	-43	25
Incremento (%)	-38,01%	9,80%	7,55%	-4,74%	-27,14%	34,32%	-13,06%	-13,08%	9,89%	18,83%	-15,30%	8,17%
Año	2016											
Periodo	ene-16	feb-16	mar-16	abr-16								
Volúmen (uni)	309	275	303	343								
Diferencia (uni)	3	-34	28	40								
Incremento (%)	0,97%	-12,36%	9,24%	11,66%								

Fuente: Empresa Proveedor Automotriz Vásquez



**Figura 4. 1.** Consumo mensual de repuestos automotrices (unidades) mayo 2013 - abril 2016

Fuente: Empresa Proveedor Automotriz Vásquez

En la Tabla 4.7 y Figura 4.2, podemos observar el consumo mensual (\$) de los repuestos automotrices en el periodo analizada de 3 años que comprende desde mayo 2013 hasta abril 2016. Se observa que el periodo en el que se vendió la menor cantidad de unidades con respecto al mes anterior es el 5 es decir el mes de septiembre del 2013 en el que se vendió \$ 1400.90 y en donde las ventas decrecieron en un 53.23 % es decir en \$ 745.73, pero el siguiente periodo de octubre se

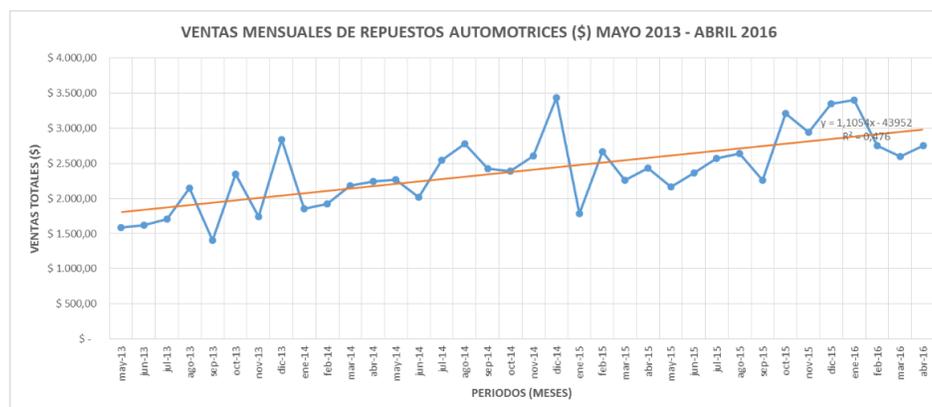
observa un crecimiento considerable de 40.17 % y el más alto registrado en los 3 años de análisis es decir \$ 940.66, lo que nos da un total de ventas de \$ 2341.56.

Además, se observa que el periodo en el que más ventas se registraron fue el 20 es decir el mes de diciembre de 2014 con un total de ventas de \$ 3432.98, lo cual registro un incremento porcentual de 24.02 % con respecto al mes anterior, es decir \$ 824.50, pero el siguiente periodo que corresponde a enero del 2015 se registra un importante decrecimiento de 92.80 % es decir de \$ 1652.36 lo que nos da un total de ventas en dicho periodo de \$ 1780.62.

**Tabla 4. 7. Consumo mensual de repuestos automotrices (\$) mayo 2013 - abril 2016**

Año	2013											
Periodo	may-13	jun-13	jul-13	ago-13	sep-13	oct-13	nov-13	dic-13				
Total (\$)	\$ 1.588,88	\$ 1.623,25	\$ 1.706,40	\$ 2.146,63	\$ 1.400,90	\$ 2.341,56	\$ 1.742,92	\$ 2.842,19				
Diferencia (\$)	\$ 34,37	\$ 83,15	\$ 440,23	\$ (745,73)	\$ 940,66	\$ (598,64)	\$ 1.099,27					
Incremento (%)		2,12%	4,87%	20,51%	-53,23%	40,17%	-34,35%	38,68%				
Año	2014											
Periodo	ene-14	feb-14	mar-14	abr-14	may-14	jun-14	jul-14	ago-14	sep-14	oct-14	nov-14	dic-14
Total (\$)	\$ 1.852,91	\$ 1.927,03	\$ 2.179,66	\$ 2.241,06	\$ 2.267,14	\$ 2.020,77	\$ 2.541,82	\$ 2.780,63	\$ 2.424,65	\$ 2.386,68	\$ 2.608,48	\$ 3.432,98
Diferencia (\$)	\$ (989,28)	\$ 74,12	\$ 252,63	\$ 61,40	\$ 26,08	\$ (246,37)	\$ 521,05	\$ 238,81	\$ (355,98)	\$ (37,97)	\$ 221,80	\$ 824,50
Incremento (%)	-53,39%	3,85%	11,59%	2,74%	1,15%	-12,19%	20,50%	8,59%	-14,68%	-1,59%	8,50%	24,02%
Año	2015											
Periodo	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15	dic-15
Total (\$)	\$ 1.780,62	\$ 2.667,65	\$ 2.262,71	\$ 2.429,90	\$ 2.164,89	\$ 2.360,84	\$ 2.574,13	\$ 2.636,96	\$ 2.263,66	\$ 3.208,64	\$ 2.942,55	\$ 3.349,74
Diferencia (\$)	\$ (1.652,36)	\$ 887,03	\$ (404,94)	\$ 167,19	\$ (265,01)	\$ 195,95	\$ 213,29	\$ 62,83	\$ (373,30)	\$ 944,98	\$ (266,09)	\$ 407,19
Incremento (%)	-92,80%	33,25%	-17,90%	6,88%	-12,24%	8,30%	8,29%	2,38%	-16,49%	29,45%	-9,04%	12,16%
Año	2016											
Periodo	ene-16	feb-16	mar-16	abr-16								
Total (\$)	\$ 3.397,67	\$ 2.754,58	\$ 2.595,17	\$ 2.748,12								
Diferencia (\$)	\$ 47,93	\$ (643,09)	\$ (159,41)	\$ 152,95								
Incremento (%)	1,41%	-23,35%	-6,14%	5,57%								

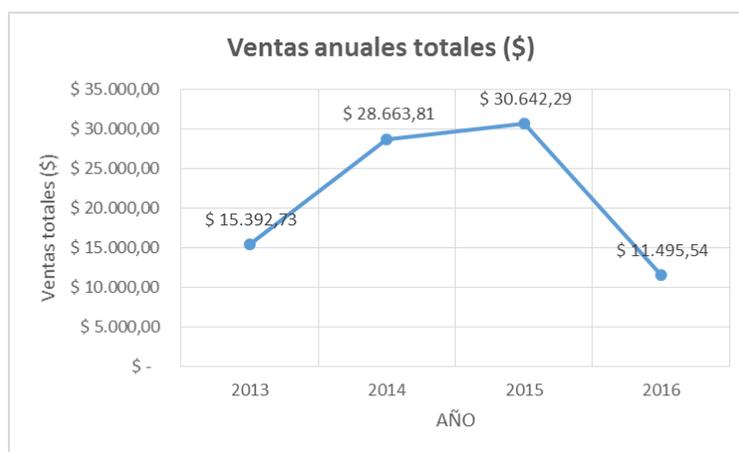
*Fuente: Empresa Proveedor Automotriz Vásquez*



**Figura 4. 2. Consumo mensual de repuestos automotrices (\$) mayo 2013 - abril 2016**

*Fuente: Empresa Proveedor Automotriz Vásquez*

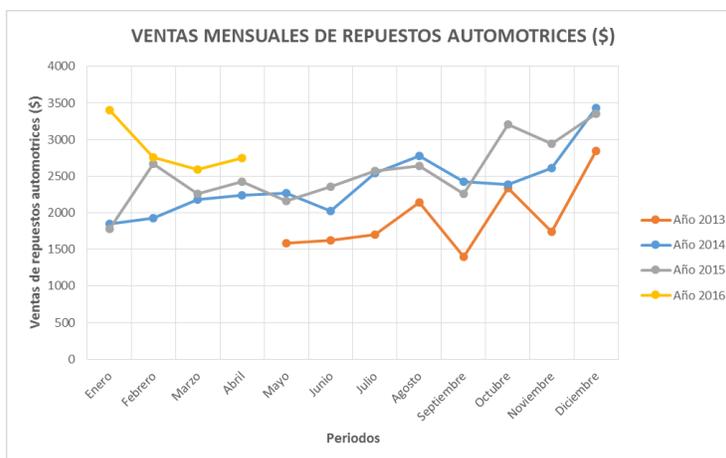
En la Figura 4.3, según la AEADE, se puede observar las ventas anuales totales (\$) de los últimos cuatro años, cabe recalcar que en el año 2013 se tomaron únicamente los datos de ventas de los últimos 8 meses, en los años de 2014 y 2015 se consideraron todos los 12 periodos existentes, en el año 2016 se consideró únicamente los cuatro primeros periodos. Se observa que las ventas anualmente siguen un crecimiento no muy marcado pero constante.



**Figura 4. 3.** *Ventas anuales totales (\$)*

*Fuente:* ((AEADE), 2013)

En la Figura 4.4, se observa el consumo anual de los repuestos automotrices en dólares, en la figura se observa que año a año las ventas han aumentado claramente, en lo que va del año 2016 se inició con un notable incremento en las ventas pero luego se observa un importante decrecimiento, pero en el último periodo analizado que corresponde al mes de abril se observa un ligero crecimiento, pero en general estas ventas del año 2016 son mayores a las de los años anteriores.



**Figura 4. 4.** *Consumo de repuestos automotrices por año*

*Fuente: Empresa Proveedora Automotriz Vásquez*

Con el fin de realizar un mejor análisis de la situación actual de la empresa se analizó cada línea de producto, en el que se consideró el total de las ventas mensuales (\$), se analizó y determino los periodos en que más y menos ventas se registraron, de la misma manera se analizó los últimos 12 periodos con el fin de tener una idea más clara del comportamiento de las ventas en la actualidad.

## 4.2. CLASIFICACIÓN DE ITEMS ABC

Con el fin de establecer el grado de importancia de cada artículo se aplicó el principio de Pareto a todos los ítems que registran ventas durante el periodo de 3 años. Cada artículo fue clasificado en tres categorías A, B y C. Para este análisis se consideró las ventas totales tanto en volumen (unidades) como en unidades monetarias (\$) de cada artículo mes a mes durante los 3 años de análisis.

En el ANEXO III podemos observar que para clasificar cada artículo se procedió a sumar el total de unidades vendidas, para luego multiplicarlas por el costo unitario de las mismas lo que nos da las ventas totales (\$), procedemos a ordenar este dato de manera descendente para luego calcular

el porcentaje acumulativo del total de ventas (\$), al final nos da un 100 %. Según este dato calculado se procede a la aplicación del principio de Pareto en el que resulta que los pocos vitales representan el 79.92 % de las ventas mientras que los muchos triviales están representados por el restante 20.08 % de las ventas.

Luego para la clasificación ABC se procedió a establecer un rango del producto tomando en cuenta la clasificación antes efectuada, lo cual se ordena los datos de manera descendente empezando desde el número 1 hasta en número 317, después se procede a calcular el porcentaje acumulativo de dicho rango de producto y por último se procedió a clasificar cada uno de los productos.

Los artículos que se presentan en la tabla del ANEXO III que son un total de 84 productos, de los cuales 63 son de tipo A que son aquellos a los cuales se realizó y aplico los modelos de pronósticos y EOQ, se escogió estos productos ya que son los que más alta rotación tienen y además que dicho modelo de aprovisionamiento aplicado a estos artículos puede servir como guía para los demás productos del almacén.

En la Tabla 4.8 se presenta un resumen de los resultados de la clasificación ABC, podemos observar que los artículos A tienen una participación estimada del 0 % al 20 % lo que nos da un total de 63 artículos es decir el 19.87 % del total de artículos, con respecto a las ventas representan \$ 60.791,83 lo que porcentualmente representa el 70.53 % del total de ventas. Los artículos B tienen una participación estimada del 21 % al 50 % lo que nos da un total de 95 artículos es decir el 29.97 % del total de artículos, con respecto a las ventas representan \$ 21.224,80 lo que porcentualmente representa el 24.62 % del total de ventas. Los artículos C tienen una participación estimada del 51 % al 100 % lo que nos da un total de 159 artículos es decir el 50.16 % del total de

artículos, con respecto a las ventas representan \$ 4.177,74 lo que porcentualmente representa el 4.85 % del total de ventas.

**Tabla 4. 8. Resumen clasificación ABC**

Resultados Clasificación ABC					
Participación Estimada	Clasificación ABC	Numero de artículos	Participación artículos	Ventas	Participación Ventas
0% - 20%	A	63	19,87%	\$ 60.791,83	70,53%
21% - 50%	B	95	29,97%	\$ 21.224,80	24,62%
51% - 100%	C	159	50,16%	\$ 4.177,74	4,85%
	<b>TOTAL</b>	<b>317</b>	<b>100,00%</b>	<b>\$ 86.194,37</b>	<b>100,00%</b>

*Fuente: Empresa Proveedora Automotriz Vásquez*

Con la clasificación ABC se pudo determinar el estado actual de los artículos, es decir activos u obsoletos como se muestra en la Tabla 4.9, como total de artículos activos, es decir que si registran ventas durante los 3 últimos años tenemos que 255 tipos de productos representan el 80.44 % con respecto al total de artículos. Los artículos que no registran ni una sola venta es decir que son obsoletos son 62 lo que representa el 19.56 % con respecto al total de artículos.

**Tabla 4. 9. Resumen del estado actual de los artículos**

Estado	Volumen	
	Uni	%
Activos	255	80,44%
Obsoletos	62	19,56%
<b>TOTAL</b>	<b>317</b>	<b>100,00%</b>

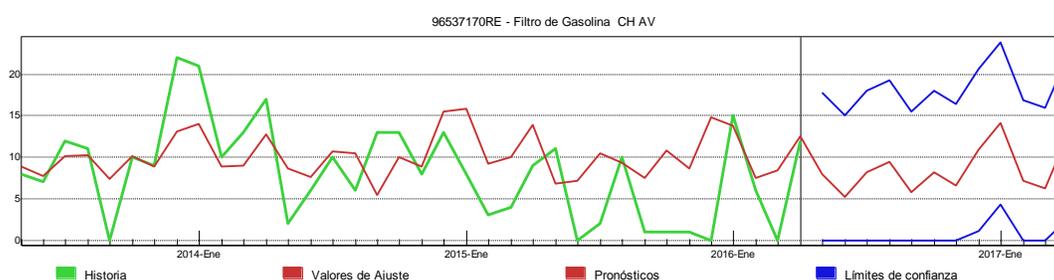
*Fuente: Empresa Proveedora Automotriz Vásquez*

### 4.3. PRONÓSTICOS DE LA DEMANDA

Con la ayuda del software FORECAST PRO TRAC se procedió a realizar los pronósticos de los artículos A, que en total son 63 productos. Se aplicó la selección experta la cual determina el mejor modelo de pronósticos y el modelo de Croston el cual se ajusta a datos intermitentes.

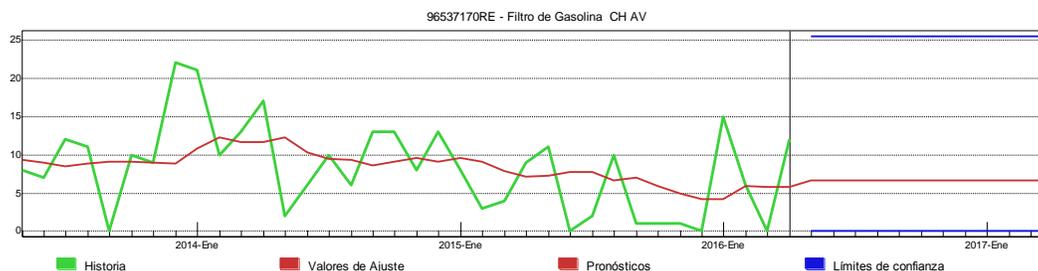
Para determinar cuál modelo de pronósticos es el mejor, se tomó en cuenta los datos de las estadísticas de la muestra, en el cual nos indica algunos errores de pronósticos como son el MAPE, MAD, etc.; pero el error denominado Criterio de información bayesiano (BIC) es el más importante ya que determina el modelo que más se ajusta a los datos y que por ende arroja un mejor pronóstico, es por esto que se realizó una comparación entre los modelos propuestos a partir de la selección experta y el modelo de Croston para datos intermitentes, seleccionando el menor valor de BIC. En el ANEXO IV, se muestra los resultados de los pronósticos.

Por ejemplo, para el artículo Filtro de Gasolina CH AV, como se observa en la figura 4.5, nos muestra el comportamiento de las demandas históricas, también podemos observar los valores de ajuste. En el lado derecho podemos observar los pronósticos realizados a partir de la selección experta del software el cual selecciono el modelo de suavización exponencial. En la siguiente figura 4.6, podemos observar los pronósticos generados a partir de la aplicación del modelo de Croston.



**Figura 4. 5.** *Pronósticos de la Demanda Filtro de Gasolina CH AV – Selección Experta (Suavización Exponencial)*

*Fuente: Empresa Provedora Automotriz Vásquez*



**Figura 4. 6.** *Pronósticos de la Demanda Filtro de Gasolina CH AV – Modelo para datos intermitentes (Modelo de Croston)*

*Fuente: Empresa Proveedor Automotriz Vásquez*

En las estadísticas de la muestra tablas 4.10 y 4.11 podemos observar algunos datos como son algunos errores de pronósticos, en nuestro caso como ya lo dijimos nos guiaremos por el BIC, que en este caso es un tanto alto siendo 5.95, en el caso del modelo de Croston nos indica un valor de BIC de 6.32. Entonces de acuerdo a este valor el mejor modelo de pronósticos para este artículo es el modelo de suavización exponencial

**Tabla 4. 10.** *Estadísticas de la muestra Filtro de Gasolina CH AV - Selección experta (suavización exponencial)*

Estadísticas de la muestra			
Tamaño muestra	36	No. parámetros	1
Media	8.17	Desv. estándar	5.83
R-Cuadrada	0.03	R-Cuadrada Aj.	0.03
Durbin-Watson	1.22	Ljung-Box(18)	37.9 P=1.00
Error de pronóstico	5.75	BIC	5.95
MAPE	1.2955	SMAPE	0.6546
RMSE	5.67	MAD	4.45
Relación MAD/Medi	0.55		

*Fuente: Empresa Proveedor Automotriz Vásquez*

**Tabla 4. 11.** *Estadísticas de la muestra Filtro de Gasolina CH AV – Modelo para datos intermitentes (Modelo de Croston)*

Estadísticas de la muestra			
Tamaño muestra	36	No. parámetros	3
Media	8.17	Desv. estándar	5.83
R-Cuadrada	0.1	R-Cuadrada Aj.	0.05
Durbin-Watson	1.86	Ljung-Box(18)	24.4 P=0.86
Error de pronóstico	5.68	BIC	6.32
MAPE	1.0476	SMAPE	0.6992
RMSE	5.44	MAD	4.44
Relación MAD/Medi	0.54		

*Fuente: Empresa Proveedor Automotriz Vásquez*

Es así como se obtiene los siguientes pronósticos en la tabla 4.12 generados a partir de la aplicación del modelo de suavización exponencial.

**Tabla 4 12.** *Pronósticos de la demanda Filtro de Gasolina CH AV - Selección experta (suavización exponencial)*

Datos de pronósticos						
Fecha	5,0 Inf.	Pronóstico	Trimestral	Anual	95,0 Sup.	Pronósticos Estad Base
2016-May	0	8			18	8
2016-Jun	0	5	25		15	5
2016-Jul	0	8			18	8
2016-Ago	0	9			19	9
2016-Sep	0	6	23		16	6
2016-Oct	0	8			18	8
2016-Nov	0	7			16	7
2016-Dic	1	11	26	95	21	11
2017-Ene	4	14			24	14
2017-Feb	0	7			17	7
2017-Mar	0	6	27		16	6
2017-Abr	3	12			22	12
<b>Total</b>		102				
<b>Promedio</b>		9				
<b>Mínimo</b>		5				
<b>Máximo</b>		14				

*Fuente: Empresa Proveedor Automotriz Vásquez*

El mismo método se aplicó a los demás productos, la selección experta fue la mejor opción en casi todos los casos debido a que nos indicaba el error BIC más bajo, esto lo podemos observar en el ANEXO IV.

#### 4.3.1. EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE PRONÓSTICOS

Con el fin de evaluar la exactitud del sistema de pronósticos hecho a partir del software Forecast Pro Trac, se recopiló los datos de las ventas reales desde el mes de mayo del 2016 a octubre del mismo año, estos datos se los puede observar en el ANEXO V, y se procedió a comparar dichos datos reales con los pronosticados.

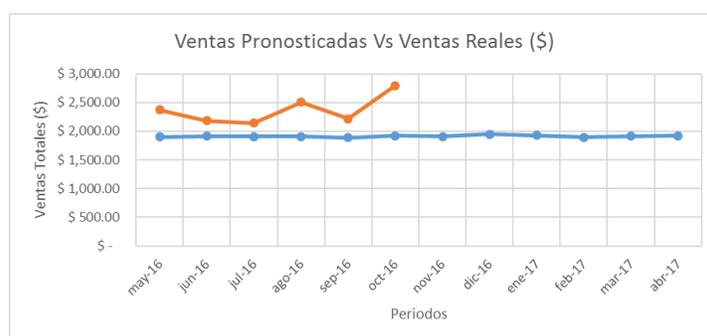
En la Tabla 4.13, se puede observar la evaluación del sistema de pronósticos a los 6 primeros periodos pronosticados tanto en dólares (\$) como en unidades. Esto también se observa

gráficamente en la Figura 4.7 en la que se observa que la demanda pronosticada difiere un tanto a la demanda real en los 6 primeros periodos esto referente a la demanda en dólares (\$), en lo que concierne a la demanda en unidades se observa gráficamente en la Figura 4.8 en la que podemos observar que la demanda real es menor a la demanda pronosticada.

**Tabla 4. 13.** Evaluación de los pronósticos (\$ - unidades)

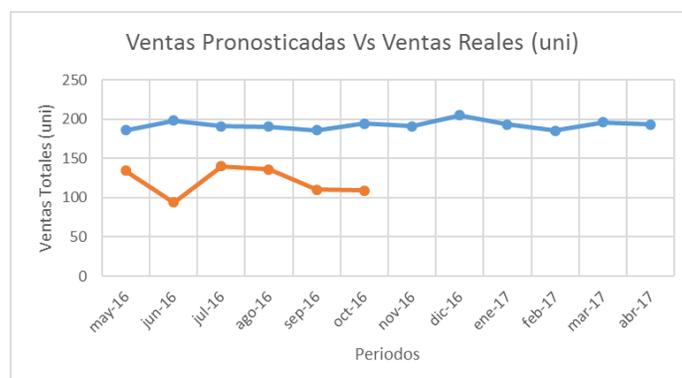
	2016								2017			
	may-16	jun-16	jul-16	ago-16	sep-16	oct-16	nov-16	dic-16	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17
Ventas Pronosticadas (\$)	\$ 1,898.61	\$ 1,914.73	\$ 1,910.48	\$ 1,910.46	\$ 1,890.29	\$ 1,918.24	\$ 1,907.29	\$ 1,950.15	\$ 1,929.45	\$ 1,892.71	\$ 1,912.58	\$ 1,923.79
Ventas Reales (\$)	\$ 2,370.22	\$ 2,182.17	\$ 2,146.17	\$ 2,506.36	\$ 2,216.39	\$ 2,792.20						
Ventas Pronosticadas (uni)	186	198	191	190	186	194	191	205	193	185	196	193
Ventas Reales (uni)	134	94	140	136	110	109						

*Fuente: Empresa Proveedor Automotriz Vásquez*



**Figura 4. 7.** Evaluación del sistema de pronósticos (\$)

*Fuente: Empresa Proveedor Automotriz Vásquez*



**Figura 4. 8.** Evaluación del sistema de pronósticos (unidades)

*Fuente: Empresa Proveedor Automotriz Vásquez*

El sistema de pronósticos realizado a partir del software Forecast Pro Trac arrojo resultados positivos los cuales se acoplan en algunos periodos a la demanda real que existió en los 6 primeros periodos, esto referente al análisis en dólares (\$), pero con respecto al análisis de unidades vendidas sucede lo contrario ya que lo real fue menor de lo pronosticado, esto debido a que se han vendido pocas unidades pero que relativamente tienen un alto costo.

#### **4.4. DISEÑO Y APLICACIÓN DEL SISTEMA DE APROVISIONAMIENTO**

Para determinar cuál solución sería la óptima, es decir si aplicar el modelo EOQ o aplicar algún tipo de método heurístico. Para esto se calculó el coeficiente de variabilidad, los resultados se pueden observar en el ANEXO VI, y mediante la variable decisión en la que nos indica que si  $VC \leq 0.25$  se utiliza el modelo clásico como el modelo EOQ y que si  $VC > 0.25$  se debe utilizar algún tipo de método heurístico, como se puede observar todos los artículos resultan con un VC inferior a 0.25, por lo que es recomendable aplicar para todos los artículos el modelo EOQ debido a que los productos poseen una demanda estable y son importantes debido a que de tipo A y además que estos métodos resultan ser más precisos al momento de realizar un sistema de aprovisionamiento la demandas estables y de productos que son importantes para la empresa

Para la aplicación del modelo EOQ es necesario tomar en cuenta algunos costos como son el costo de pedido, el costo unitario y el costo por mantener, el objetivo al final es el de pedir la cantidad necesaria en un tiempo óptimo en el cual los costos sean los mínimos, de esta manera se abaratan los costes y se aumentan las utilidades, a la vez que se cumple con los pedidos de los clientes en tiempo y cantidad requeridos.

En el ANEXO VII se tiene los resultados de la aplicación del modelo EOQ en el cual se puede observar que el la cantidad óptima de pedido  $Q^*$  en la que nos indica la cantidad de productos que

se deben pedir y también tenemos el punto de re orden R el cual nos indica el punto en que se debe realizar el nuevo pedido, podemos observar que en algunos artículos el R es 0, esto es debido a que la demanda es muy baja por lo que el modelo sugiere que el nuevo pedido se lo realice cada vez que el inventario sea igual a 0.

Luego tenemos con los costos totales, en el cual tomamos en cuenta el costo anual de la compra, costo por ordenar y el costo de mantener, lo que al final nos da un costo total para cada artículo. Además, podemos observar el número de pedidos que se realizaran en el año y el tiempo entre pedidos es decir los días que transcurren de un pedido a otro. Algunos artículos no han tenido una alta rotación por lo que la demanda pronostica fue de 0 en todos los periodos, es por esto que algunos resultados también nos dan 0 en lo que refiere a la demanda total anual, costos

Posteriormente se calculó el inventario de seguridad para cada artículo, los resultados los podemos observar en el ANEXO VIII, al final solo 6 artículos manejarían un inventario de seguridad (resaltados de color amarillo), entonces para estos artículos ya se aplicaría un nuevo punto de re orden R, es así que por ejemplo para el producto Bujía UNI NIS NGK, ya no se realizaría el nuevo pedido cuando el inventario sea igual a 1 sino cuando el inventario sea igual a 5, esto se lo realizo tomando en cuenta el Lead Time de 1 día. Cabe recalcar también que, para estos artículos para el cálculo del costo total, ya se tomaría en cuenta también el costo por mantener el inventario de seguridad.

#### **4.5. EVALUACIÓN DE RESULTADOS Y CUADRO COMPARATIVO**

Con el propósito de evaluar los resultados obtenidos con la aplicación del modelo EOQ en los periodos pronosticados y comparar dichos datos obtenidos con respecto a otros datos resultantes,

específicamente comparando los costos totales tomando en cuenta únicamente el costo por mantener y el costo por ordenar.

Es así que en el ANEXO IX se puede observar los resultados es decir los costos totales (costo por ordenar + costo por mantener) al aplicar el modelo EOQ a las demandas pronosticadas correspondiente a los periodos de mayo del 2016 a abril del 2017, además en las 12 últimas demandas históricas reales (mayo 2015 – abril 2016) se calculó los costos totales (costo por ordenar + costo por mantener).

Comparando estos dos costos, en la tabla se presenta un resumen de resultados en la figura 4.14, en la cual podemos observar que aplicar el modelo EOQ resulto positivo en el 96.83 % de los productos es decir que el costo total de estos artículos aplicando EOQ es menor con respecto al costo total del anterior año sin aplicar EOQ. Mientras que nada más en el 3.17 % de los artículos no resulto beneficio aplicar el modelo EOQ ya que el Costo Total del año anterior resulto ser menos al Costo Total obtenido a partir de la aplicación de modelo.

En lo que refiere al ahorro que se genera al aplicar el modelo EOQ tenemos que significaría un ahorro del 55.92 % es decir de \$ 736.20, lo que nos indica que el modelo EOQ resulta positivo aplicarlo ya que significa un ahorro considerable para la empresa y además de que se acopla muy bien a este tipo de productos los cuales son muy importantes para la empresa.

**Tabla 4. 14.** *Resumen de resultados al aplicar el modelo EOQ*

Resumen de resultados			
	Total Artículos	Total Artículos (%)	
Resultados negativos con EOQ	2	3.17%	
Resultados positivos con EOQ	61	96.83%	
<b>TOTAL</b>	<b>63</b>	<b>100.00%</b>	
	Costo Total	Ahorro (\$)	Ahorro (%)
Costo Total mayo 2015 - abril 2016	\$ 1,316.52		
Costo Total EOQ mayo 2016 - abril 2017	\$ 580.32	\$ 736.20	55.92%

*Fuente: Empresa Proveedor Automotriz Vásquez*

Con la aplicación del modelo de EOQ se satisface la demanda en los próximos 12 meses, abaratando los costos de pedir y mantener y por ende incrementando las utilidades, además de esta manera se logra superar las expectativas de los clientes brindándoles un servicio de calidad en el cual se le ofrezca el artículo que el necesita en el momento que él lo requiera y en la cantidad que lo solicite, lo cual produce la fidelidad de los clientes y la adquisición de nuevos clientes que buscan garantía y economía.

Cabe recalcar que este modelo puede ser aplicado a los demás artículos que existen en el almacén. Además, es importante saber que para que el modelo brinde resultados óptimos es necesario realizar un control constante de los niveles de inventarios que es el principal objetivo al aplicar el sistema EOQ, esto para que de alguna manera estemos listos ante cualquier eventualidad o variabilidad en el comportamiento de las ventas.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

1. Se recopiló y analizó toda la información teórica científica necesaria para el correcto diseño y adecuada aplicación del sistema de aprovisionamiento utilizando diferentes tipos de fuentes como son libros, revistas científicas nacionales y extranjeras tanto impresas como electrónicas, diarios locales, informes generales y científicos de entidades nacionales tanto públicas como privadas
2. En el análisis inicial de la empresa se estableció que las ventas de los repuestos automotrices tienden a seguir creciendo hablando en cantidades económicas, además de que mediante el análisis de Pareto y la clasificación ABC se determinó que el 26.5 % de los artículos representan el 80 % del total de las ventas (\$) y el restante 73.5 % representa el 20 % del total de ventas. Los artículos A representan el 19.87 % con un total de 63 artículos, los B representan el 29.97 % con un total de 95 artículos y los C representan el 50.16 % con un total de 159 artículos.
3. Los pronósticos para los 12 meses siguientes se los realizó mediante la selección experta y el modelo de Croston del software Forecast Pro Trac tomando en cuenta el error BIC para seleccionar el mejor pronóstico, por consiguiente, se comprobó que dichos pronósticos no difieren mucho de la demanda real en lo que concierne a dólares \$, pero en lo que se refiere a unidades si existe una diferencia considerable entre lo pronosticado y lo real, esto se debe a que se han vendido pocas unidades pero que tienen un alto costo.
4. Mediante el cálculo del coeficiente de variabilidad (CV) y debido a la demanda estable e importancia de los artículos (clase A) para la empresa, el mejor modelo a aplicar fue la Cantidad Económica de Pedido (EOQ por sus siglas en inglés). Posteriormente mediante

el cuadro comparativo podemos deducir que el modelo EOQ arrojo datos positivos en el 96.83 % de los productos (clase A), lo cual significaría un ahorro del 55.92 %, esto con respecto a los costos totales del año anterior.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

1. Establecer un periodo de revisión continua de los niveles de inventarios con el fin de que todos y cada uno de los artículos este siempre disponible en el momento, cantidad y especificaciones referidas por los clientes externos e internos, para de esta manera superar las expectativas de los clientes y además adquirir nuevos clientes tanto locales, nacionales y extranjeros.
2. Aplicar el modelo propuesto en todos los artículos que comercializa la empresa, a fin de que se realice un control continuo de los mismo en especial de los articulo clase A, tomando en cuenta los costos que incurren al momento de pedir y mantener dicho inventario, y de esta manera aumentar las utilidades y evitar acciones que puedan perjudicar a los dueños y trabajadores de la empresa.
3. Organizar el almacén de acuerdo a las características de cada tipo de articulo con el propósito de que se puede aprovechar el espacio para almacenar nuevos productos obtenidos a partir de los pedidos realizados mediante el sistema de aprovisionamiento, además de que esto hará que el producto sea más fácil de localizar brindando una atención rápida y eficaz al cliente.
4. Al momento de realizar un control del inventario, así como al momento de determinar la cantidad de pedido se debe de integrar y si es posible pedir la opinión de todos y cada uno de las personas que están directamente relacionadas con las ventas y por ende atención al

cliente, para de esta manera realizar los pedidos en el momento exacto y con la cantidad adecuada.

## 6. BIBLIOGRAFIA

- (AEADE), A. d. (2013). *Anuario 2013, 2014, 2015, 2016*. Quito: Maria Fernanda Arauz Viteri.
- Armstrong, S., & Green, K. (2005). *Demand Forecasting: Evidence Based Methods*. Monash University, Department of Econometrics and Business Statistics. Camberra: Scott Armstrong and Kesten Green. Recuperado el 29 de Abril de 2016
- Ballou, R. H. (2004). *Logística Administración de la Cadena de Suministro* (Quinta ed.). (E. Quintanar Duarte, Ed.) México D.F., México: Pearson Educación S.A.
- Bernd Noche. (2014). *ABC-/XYZ Analysis Introduction*. Universitat Duisburg Essen. Duisburg: Bernd Noche. Obtenido de [https://www.uni-due.de/imperia/md/content/tul/download/en\\_ss2015\\_lm01\\_le\\_abc\\_analysis.pdf](https://www.uni-due.de/imperia/md/content/tul/download/en_ss2015_lm01_le_abc_analysis.pdf)
- Bolaños, C. (5 de Enero de 2016). Cada Año Aumenta un 8% el Parque Automotor en Ibarra. *Diario El Norte*, pág. 1. Obtenido de <http://elnorte.ec/ibarra/actualidad/60936-parque-automotor-8-ibarra-aumenta.html>
- Chase, R., Jacobs, R., & Aquilano, N. (2009). *Administración de Operaciones Produccion y Cadena de Suministros* (Duodécima ed.). (J. Mares Chacón, Ed.) Punta Santa Fe: McGraw-Hill Interamericana Editores S.A.
- Chopra , S., & Meindl, P. (2008). *Administración de la Cadena de Suministros* (Tercera ed.). (L. M. Cruz Castillo, Ed.) Ciudad de México, México: Pearson Educación México S.A.
- Companys Pascual, R., & Fonollosa i Guardiet, J. (1999). *Nuevas Tecnicas de Gestion de Stocks: MRP Y JIT*. México D.F., México: ALFAOMEGA GRUPO EDITORIAL S.A.
- Croston, J. (1972). *Forecasting and Stock Control for Intermittent Demands*. Londres: Palgrave Macmillan Journals.
- Dyntar, J., & Gros, I. (s.f.). *Spare Parts Distribution System Management*. The International Journal of Transport & Logistics.
- García Colín, J. (2008). *Contabilidad de Costos* (Tercera ed.). (C. J. Mares, Ed.) México D.F., México: McGraw Hill Interamericana Editores S.A.
- Garrido Alvarado, W. W. (2013). *Sistema de Aprovisionamiento de Inventarios Mediante la Filosofía PULL, caso de estudio: Línea de repuestos de la empresa ELECTROLUX C.A.* Quito: Wagner Garrido.
- González de la Rosa, M. (2013). *Logística y Distribución Comercial: Modelos de Gestión de Inventarios con Patrón de Demanda Potencial*. Universidad de la Laguna. San Cristobal de la Lguna: Manuel González de la Rosa. Obtenido de <http://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/82/Manuel+Gonz%E11ez+de+la+Rosa.pdf;jsessionid=753477917079AA93BD321569F5485A7D?sequence=1>

- Guias de Gestion de la Pequeña Empresa. (1995). *Compras e Inventarios*. (J. Bravo, Ed.) Madrid, España: Diaz de Santos S.A.
- Gutiérrez Pulido , H., & De La Vara Salazar, R. (2009). *Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma* (Segunda ed.). México, México: McGraw Hill - Interamericana Editores S.A.
- Haugen, R. (1997). *Dependent Demand - a Business Pattern fot Balancing Supply and Demand*. San Francisco: Robert Haugen.
- Heizer, J., & Render, B. (2009). *Principios de Administración de Operaciones* (Septima ed.). México: Pearson Education.
- Hernández Muñoz, R. F. (2008). *Logistica de Almacenes*. (R. Hernández, Ed.) Habana, Cuba: Rafael Hernández. Obtenido de educaciones.cubaeduca.cu.
- Hyun Lee, S. (2013). *Demand Forecasting*. Industrials Engineering & Management Systems Research Center. Hong Kong: Seung Hyun Lee. Recuperado el 29 de Abril de 2016, de <http://www.iems.co.kr/CPL/lecture/part3/3.%20Demand%20Forecasting.pdf>
- Krajewski, L., Ritzman, L., & Malhotra, M. (2008). *Administración de Operaciones* (Octava ed.). (L. M. Cruz Castillo, Ed.) México, México: Pearson Educacion de México S.A.
- Manene, L. M. (8 de Agosto de 2012). *luismiguelmanene.wordpress.com*. (L. M. Manene, Ed.) Obtenido de [luismiguelmanene.wordpress.com](http://luismiguelmanene.wordpress.com): <https://luismiguelmanene.wordpress.com/2012/08/08/gestion-de-existencias-e-inventarios/>
- Mentzer, J., Moon, M., Dominique, E., & Margolis, G. (2006). *Demand Management*. New York: John Mentzer.
- Muller, M. (2005). *Fundamentos de Administración de Inventarios*. (P. Uifalussy, Ed.) Bogotá, Colombia: Norma S.A.
- Murray, M. (25 de Junio de 2015). *About Money*. Recuperado el 12 de Abril de 2016, de About Money Web site: <http://logistics.about.com/od/forsmallbusinesses/a/Inventory-Classification.htm>
- Párraga García, P., Carreño Sandoval, F., Nieto Salinas, A., López Yepes, J. A., & Madrid Garre, M. (2004). *Administracion de Empresas* (Primera ed., Vol. 4). (M. S.I., Ed.) Madrid, España: MAD S.I.
- Pau Cos, J., Navascués, R., & Yubero Esteban, M. (1998). *Manual de Logistica Integral*. Madrid, España: Diaz de Santos S.A.
- Restrepo, J. H., & Arias, N. (Agosto de 2010). Aplicación de tres metodos de solucion al problema de dimencionamiento de lotes y MRP. (U. T. Pereira, Ed.) *Scientia et Technica Año XVI*(45).
- Romero Rodriguez, D. (04 de 05 de 2015). Tamaño de pedido: Demanda variable en el tiempo. Barranquilla, Barranquilla, Colombia.

- Schroeder, R. (2004). *Administración de Operaciones* (Tercera ed.). México, México: McGraw Hill.
- Schwarz, G. (2006). *Estimating the dimension of a model*. *Annals of Statistics* 6 (2).
- SENPLADES. (2013). *Plan nacional del buen vivir*. SENPLADES. Quito: SENPLADES.
- Silver, E., & Meal, H. (1973). *A Heuristic for Selecting Lot Size Quantities for the case of a Deterministic Time-Varying Demand Rate and Discrete Opportunities for Replenishment* (Vol. XIV). *Production and Inventory Management Journal*.
- Snyder, C. (15 de Mayo de 2007). *Iowa State University*. Obtenido de Iowa State University Extension Web site: <https://www.extension.iastate.edu/AGDM/wholefarm/pdf/c5-204.pdf>
- Taha, H. A. (2004). *Investigación de Operaciones* (qUINTA ed.). México, México: Pearson Educacion S.A.
- USAID / PROYECTO DELIVER. (2011). *Manual de logística: Guía práctica para la gerencia de la cadena de suministros de productos de salud*. USAID. Arlington: USAID / PROYECTO DELIVER.
- Van Horne, J. (1999). *Administración Financiera* (Décima ed.). México D.F., México: Prentice Hall Hispanoamericana S.A.
- Vidal Holguín, C. J. (2005). *Fundamentos de gestión de inventarios* (Tercera ed.). Santiago de Cali, Colombia: Universidad del Valle - Facultad de Ingeniería.

**ANEXOS**

## ANEXO I

## TABLA DE DISTRIBUCIÓN NORMAL

Tabla AI. 1. *Tabla de distribución normal*

TABLA DE LA DISTRIBUCIÓN NORMAL $N(0, 1)$										
$P(Z \leq z_0) = \left\{ \begin{array}{l} \text{área del recinto} \\ \text{coloreado} \end{array} \right\}$										
$z_0$	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	.5000	.5040	.5080	.5120	.5160	.5199	.5239	.5279	.5319	.5359
0.1	.5398	.5438	.5478	.5517	.5557	.5596	.5636	.5675	.5714	.5753
0.2	.5793	.5832	.5871	.5910	.5948	.5987	.6026	.6064	.6103	.6141
0.3	.6179	.6217	.6255	.6293	.6331	.6368	.6406	.6443	.6480	.6517
0.4	.6554	.6591	.6628	.6664	.6700	.6736	.6772	.6808	.6844	.6879
0.5	.6915	.6950	.6985	.7019	.7054	.7088	.7123	.7157	.7190	.7224
0.6	.7257	.7291	.7324	.7357	.7389	.7422	.7454	.7486	.7517	.7549
0.7	.7580	.7611	.7642	.7673	.7704	.7734	.7764	.7794	.7823	.7852
0.8	.7881	.7910	.7939	.7967	.7995	.8023	.8051	.8078	.8106	.8133
0.9	.8159	.8186	.8212	.8238	.8264	.8289	.8315	.8340	.8365	.8389
1.0	.8413	.8438	.8461	.8485	.8508	.8531	.8554	.8577	.8599	.8621
1.1	.8643	.8665	.8686	.8708	.8729	.8749	.8770	.8790	.8810	.8830
1.2	.8849	.8869	.8888	.8907	.8925	.8944	.8962	.8980	.8997	.9015
1.3	.9032	.9049	.9066	.9082	.9099	.9115	.9131	.9147	.9162	.9177
1.4	.9192	.9207	.9222	.9236	.9251	.9265	.9279	.9292	.9306	.9319
1.5	.9332	.9345	.9357	.9370	.9382	.9394	.9406	.9418	.9429	.9441
1.6	.9452	.9463	.9474	.9484	.9495	.9505	.9515	.9525	.9535	.9545
1.7	.9554	.9564	.9573	.9582	.9591	.9599	.9608	.9616	.9625	.9633
1.8	.9641	.9646	.9656	.9664	.9671	.9678	.9686	.9693	.9699	.9706
1.9	.9715	.9719	.9726	.9732	.9738	.9744	.9750	.9756	.9761	.9767
2.0	.9772	.9778	.9783	.9788	.9793	.9798	.9803	.9808	.9812	.9817
2.1	.9821	.9826	.9830	.9834	.9838	.9842	.9846	.9850	.9854	.9857
2.2	.9861	.9864	.9868	.9871	.9875	.9878	.9881	.9884	.9887	.9890
2.3	.9893	.9896	.9898	.9901	.9904	.9906	.9909	.9911	.9913	.9916
2.4	.9918	.9920	.9922	.9925	.9927	.9929	.9931	.9932	.9934	.9936
2.5	.9938	.9940	.9941	.9943	.9945	.9946	.9948	.9949	.9951	.9952
2.6	.9953	.9955	.9956	.9957	.9959	.9960	.9961	.9962	.9963	.9964
2.7	.9965	.9966	.9967	.9968	.9969	.9970	.9971	.9972	.9973	.9974
2.8	.9974	.9975	.9976	.9977	.9977	.9978	.9979	.9979	.9980	.9981
2.9	.9981	.9982	.9982	.9983	.9984	.9984	.9985	.9985	.9986	.9986
3.0	.9987	.9987	.9987	.9988	.9988	.9989	.9989	.9989	.9990	.9990
3.1	.9990	.9991	.9991	.9991	.9992	.9992	.9992	.9992	.9993	.9993
3.2	.9993	.9993	.9994	.9994	.9994	.9994	.9994	.9995	.9995	.9995
3.3	.9995	.9995	.9995	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9997
3.4	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9998
3.6	.9998	.9998	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999

Fuente: (Chase, Jacobs, &amp; Aquilano, 2009)

## ANEXO II

## EXTRACTO DE LA MATRIZ DE DATOS HISTÓRICOS DE VENTAS

Tabla AII. 1. Extracto de la matriz de datos históricos

N°	Código	Descripción	Precio Unitario (\$)	Cantidad en Stock al 30/04/2016	Datos Históricos de Ventas			
					2013	2014	2015	2016
					May - Dic	Ene - Dic	Ene - Dic	Ene - Abr
1	SAE140LGP	Aceite Transmicion Litro	\$ 3,75	12	0	0	0	2
2	SAE10W30LGP	Aceite Motor Litro	\$ 4,10	12	12	23	15	4
3	74402	Amortiguador del HIN	\$ 67,01	2	4	2	3	0
4	31094MB	Amortiguador REF POS CH LV	\$ 16,42	4	2	42	37	8
5	32066MU	Amortiguador del MIT HID	\$ 14,50	4	12	24	7	2
6	32132MU	Amortiguador del TOY GS	\$ 14,76	5	0	12	14	0
7	32153MU	Amortiguador del CH SR	\$ 14,36	2	0	0	2	2
8	333506SHI	Amortiguador del HYD GETZ RH GAS	\$ 37,79	1	0	0	0	0
9	334464SHI	Amortiguador del CH GV RH G	\$ 43,29	2	0	0	1	1
10	4160160A00RIB	Amortiguador del CH VT RH	\$ 27,17	1	0	2	1	1
11	6821MU	Amortiguador POS CH LV S	\$ 24,03	2	6	11	10	0
12	A03200MK	Amortiguador POS CH AV	\$ 30,76	2	0	6	12	0
13	A10605JR	Amortiguador del CH F HID RH	\$ 30,71	2	0	0	7	0
14	AY001	Amortiguador del CH GV RH	\$ 24,91	2	3	5	1	0
15	AY017	Amortiguador del MAZ 3 RH	\$ 25,10	1	0	5	1	2
16	AY019	Amortiguador POS MAZ 3 RH	\$ 25,70	1	0	4	1	0
17	AY035	Amortiguador POS CH F	\$ 17,89	6	4	20	16	6
18	AY077YL	Amortiguador del CH ES LH	\$ 27,19	2	0	1	1	0
19	AY078YR	Amortiguador del CH ES RH	\$ 27,14	2	0	1	1	0
20	AY089	Amortiguador del CH CR LH	\$ 27,15	4	5	13	7	6
21	AY092	Amortiguador del CH CR	\$ 25,32	6	18	36	9	8
22	AY114	Amortiguador del KIA LH	\$ 27,99	3	2	2	2	0
23	AY115	Amortiguador del KIA RH	\$ 27,33	2	2	3	2	0
24	AY130	Amortiguador del CH DX L/R	\$ 20,88	2	0	8	2	8
25	AY142	Amortiguador del HYD TUC LH	\$ 33,61	2	0	0	0	0
26	AY143	Amortiguador del HYD TUC RH	\$ 33,60	2	0	0	0	0
27	AY170	Amortiguador del TOY YA NI RH	\$ 26,75	2	0	0	1	1
28	C101028	Amortiguador POS CH F S	\$ 24,31	2	4	2	0	0
29	C102037GC	Amortiguador POS CH AV	\$ 34,03	4	0	6	0	0
30	C102064GC	Amortiguador POS CH LV	\$ 12,68	6	12	8	19	10
31	C104411GC	Amortiguador POS CH CR	\$ 21,37	6	16	10	10	10
32	C104417	Amortiguador del CH DX	\$ 22,06	4	6	2	0	4
33	C201063	Amortiguador del CH AV RH	\$ 36,91	3	6	3	4	9
34	C203001L	Amortiguador del KIA LH	\$ 44,94	1	1	1	1	0
35	C203004	Amortiguador POS CH ES	\$ 39,98	2	6	4	2	0
36	EX54650FD050	Amortiguador del KIA LH	\$ 42,53	1	0	2	0	0
37	EX546512E000L	Amortiguador del HYD TUC LH	\$ 54,93	1	0	0	0	0
38	EX553512E001	Amortiguador POS HYD T	\$ 53,64	1	0	1	0	0
39	U3768TJ	Amortiguador del TOY GS	\$ 52,74	2	0	3	0	4
40	U3774LTJ	Amortiguador del TOY LH	\$ 51,22	1	1	2	3	2

Fuente: Empresa Provedora Automotriz Vásquez

**ANEXO III**  
**CLASIFICACIÓN ABC**

**Tabla AIII. 1. Clasificación ABC (artículos que representan el 80% de las ventas)**

CONTROL DE INVENTARIOS										
PROVEEDORA AUTOMOTRIZ VASQUEZ										
IBARRA - ECUADOR										
N°	Rango del Producto por ventas	Codigo	Descripcion	Precio Unitario (\$)	Ventas Totales (cantidad)	Ventas Totales (\$)	Porcentaje acumulativo del total de ventas (%)	Categorización 80 - 20 (Pareto)	Porcentaje acumulativo del total de artículos	Categorización ABC
125	1	BKR5E11	Bujia UNI NIS NGK	\$ 2,35	1117	\$ 2.624,95	3,05%	80%	0,32%	A
230	2	SB1521FJ	Rótula Superior MAZ	\$ 15,08	171	\$ 2.578,68	6,04%		0,63%	
114	3	40243FU	Bomba de Gasolina Mecánica UNV	\$ 32,86	62	\$ 2.037,32	8,40%		0,95%	
126	4	BKR6E11	Bujia UNI NIS NGK	\$ 2,35	806	\$ 1.894,10	10,60%		1,26%	
127	5	FR78X	Bujia UNI 4 ELEC *4 BSH	\$ 5,67	320	\$ 1.814,40	12,70%		1,58%	
21	6	AY092	Amortiguador del CH CR	\$ 25,32	71	\$ 1.797,72	14,79%		1,89%	
89	7	93744702GM	Banda de Distribucion CH AV FAM	\$ 78,10	22	\$ 1.718,20	16,78%		2,21%	
220	8	NPS203R	Platino MAZ	\$ 3,11	539	\$ 1.676,29	18,73%		2,52%	
116	9	8979456040IS	Bomba de Gasolina Eléctrica CH DX	\$ 57,22	29	\$ 1.659,38	20,65%		2,84%	
98	10	T1502GB	Banda de Distribucion CH LV	\$ 18,17	91	\$ 1.653,47	22,57%		3,15%	
83	11	6PK1875DK	Banda de Accesorio 6C CH TX	\$ 13,79	114	\$ 1.572,06	24,39%		3,47%	
184	12	96537170RE	Filtro de Gasolina CH AV	\$ 5,27	294	\$ 1.549,38	26,19%		3,79%	
100	13	T212GB	Banda de Distribucion CH VT	\$ 22,01	67	\$ 1.474,67	27,90%		4,10%	
4	14	31094MB	Amortiguador REF POS CH LV	\$ 16,42	89	\$ 1.461,38	29,60%		4,42%	
113	15	15100658425J	Bomba de Gasolina Eléctrica TOY	\$ 71,28	20	\$ 1.425,60	31,25%		4,73%	
211	16	KT105FRPDR	Kit de Embrague CH DX P/D/R	\$ 73,92	17	\$ 1.256,64	32,71%		5,05%	
122	17	VIA001AU	Bomba de Gasolina Eléctrica	\$ 49,48	24	\$ 1.187,52	34,09%		5,36%	
215	18	KT117FRPDR	Kit de Embrague CH CR P/D/R	\$ 76,79	15	\$ 1.151,85	35,42%		5,68%	
210	19	KIK016BVK	Kit de Embrague KIA	\$ 75,04	15	\$ 1.125,60	36,73%		5,99%	
105	20	GWMZ38AGJ	Bomba de Agua MAZ Y	\$ 56,30	18	\$ 1.013,40	37,91%		6,31%	
107	21	GWO13AGJ	Bomba de Agua CH CR	\$ 30,35	33	\$ 1.001,55	39,07%		6,62%	
31	22	C104411GC	Amortiguador POS CH CR	\$ 21,37	46	\$ 983,02	40,21%		6,94%	
256	23	WBB346437IJ	Ruliman de Rueda del CH AV	\$ 9,54	92	\$ 877,68	41,23%		7,26%	

Fuente: Empresa Proveedor Automotriz Vásquez

**Tabla AIII. 2. Clasificación ABC (artículos que representan el 80% de las ventas) (Continuación)**

250	24	93362342IJ	Ruliman de Rueda del CH CR EV	\$ 10,73	80	\$ 858,40	42,22%	7,57%
235	25	SB5361FJ	Rótula Superior CH DX	\$ 18,00	47	\$ 846,00	43,20%	7,89%
20	26	AY089	Amortiguador del CH CR LH	\$ 27,15	31	\$ 841,65	44,18%	8,20%
85	27	6PK2288DK	Banda de Accesorio 6C CH LV	\$ 17,03	49	\$ 834,47	45,15%	8,52%
17	28	AY035	Amortiguador POS CH F	\$ 17,89	46	\$ 822,94	46,10%	8,83%
33	29	C201063	Amortiguador del CH AV RH	\$ 36,91	22	\$ 812,02	47,05%	9,15%
104	30	GW017AGJ	Bomba de Agua CH LV	\$ 29,04	27	\$ 784,08	47,95%	9,46%
120	31	FL01V31V33TU	Bomba de Gasolina Eléctrica CH F	\$ 25,03	31	\$ 775,93	48,86%	9,78%
219	32	NPS107RC	Platino TOY	\$ 3,07	252	\$ 773,64	49,75%	10,09%
99	33	T1570GB	Banda de Distribucion CH SP	\$ 28,29	27	\$ 763,83	50,64%	10,41%
216	34	KT125FR	Kit de Embrague CH CR P/D/R	\$ 57,49	13	\$ 747,37	51,51%	10,73%
212	35	KT109FR	Kit de Embrague MAZ R/D/R	\$ 61,59	12	\$ 739,08	52,36%	11,04%
213	36	KT114FR	Kit de Embrague NIS P/D/R	\$ 53,30	13	\$ 692,90	53,17%	11,36%
130	37	N21	Bujia UNI CHP	\$ 2,15	318	\$ 683,70	53,96%	11,67%
236	38	SB7252RFJ	Rótula Inferior MIT L RH	\$ 23,94	28	\$ 670,32	54,74%	11,99%
5	39	32066MU	Amortiguador del MIT HID	\$ 14,50	45	\$ 652,50	55,50%	12,30%
11	40	6821MU	Amortiguador POS CH LV S	\$ 24,03	27	\$ 648,81	56,25%	12,62%
270	41	15N201Z	Terminal Estabilizador CH CR	\$ 8,71	74	\$ 644,54	57,00%	12,93%
217	42	3NC47	Condensador MIT	\$ 1,83	342	\$ 625,86	57,72%	13,25%
30	43	C102064GC	Amortiguador POS CH LV	\$ 12,68	49	\$ 621,32	58,44%	13,56%
232	44	SB2721FJ	Rótula Superior TOY	\$ 25,73	24	\$ 617,52	59,16%	13,88%
3	45	74402	Amortiguador del HIN	\$ 67,01	9	\$ 603,09	59,86%	14,20%
231	46	SB1722FJ	Rótula Inferior MAZ B	\$ 25,70	23	\$ 591,10	60,54%	14,51%
88	47	40305X17BDGB	Banda de Distribucion CH CR	\$ 9,35	63	\$ 589,05	61,23%	14,83%
110	48	GWS36AGJ	Bomba de Agua CH GV	\$ 41,75	14	\$ 584,50	61,91%	15,14%
294	49	D333CDK	Juego de Zapatilla del NIS F C	\$ 20,27	28	\$ 567,56	62,56%	15,46%
147	50	R108VFK	Disco de Freno CH LV	\$ 22,63	25	\$ 565,75	63,22%	15,77%
132	51	ZFR5F11	Bujia UNI MAZ NGK	\$ 3,92	142	\$ 556,64	63,87%	16,09%
12	52	A03200MK	Amortiguador POS CH AV	\$ 30,76	18	\$ 553,68	64,51%	16,40%
214	53	KT116FR	Kit de Embrague KIA P/D/R	\$ 54,65	10	\$ 546,50	65,14%	16,72%
124	54	ASF52C	Bujia Electrica FOR MTC	\$ 2,38	212	\$ 504,56	65,73%	17,03%
244	55	4TJL6934910	Ruliman de Rueda del MAZ	\$ 9,43	53	\$ 499,79	66,31%	17,35%
115	56	8979430750IS	Bomba de Gasolina Eléctrica CH DX	\$ 43,93	11	\$ 483,23	66,87%	17,67%
35	57	C203004	Amortiguador POS CH ES	\$ 39,98	12	\$ 479,76	67,43%	17,98%
109	58	GWS15AGJ	Bomba de Agua CH F	\$ 26,41	18	\$ 475,38	67,98%	18,30%
187	59	AG7296AU	Filtro de Gasolina KIA	\$ 10,31	45	\$ 463,95	68,52%	18,61%
108	60	GWS08AGJ	Bomba de Agua CH F	\$ 24,11	19	\$ 458,09	69,05%	18,93%

Fuente: Empresa Provedora Automotriz Vásquez

**Tabla AIII. 3. Clasificación ABC (artículos que representan el 80% de las ventas) (Continuación)**

161	61	897251943RE	Filtro de Aire CH DX PAN	\$ 7,02	61	\$ 428,22	69,54%	80%	19,24%	A
133	62	GUIS52NK	Cruceta CARD CH LV 2	\$ 5,14	83	\$ 426,62	70,04%		19,56%	
106	63	GWN42AGJ	Bomba de Agua NIS S	\$ 24,86	17	\$ 422,62	70,53%		19,87%	
111	64	WP14105KM	Bomba de Agua CH CR	\$ 16,88	25	\$ 422,00	71,02%		20,19%	B
149	65	R118DK	Disco de Freno HYD V DEL	\$ 28,01	15	\$ 420,15	71,51%		20,50%	
58	66	TR1442R	Axial MAZ	\$ 12,97	32	\$ 415,04	71,99%		20,82%	
227	67	N3004NB	Rótula Inferior CH SR	\$ 8,12	51	\$ 414,12	72,47%		21,14%	
40	68	U3774LTJ	Amortiguador del TOY LH	\$ 51,22	8	\$ 409,76	72,94%		21,45%	
280	69	7389MD510KS1	Juego de Zapatilla del NIS S	\$ 7,88	51	\$ 401,88	73,41%		21,77%	
229	70	N3045NB	Rótula Inferior CH CR	\$ 12,42	32	\$ 397,44	73,87%		22,08%	
234	71	SB5154	Rótula Inferior CH LV	\$ 20,38	19	\$ 387,22	74,32%		22,40%	
6	72	32132MU	Amortiguador del TOY GS	\$ 14,76	26	\$ 383,76	74,76%		22,71%	
24	73	AY130	Amortiguador del CH DX L/R	\$ 20,88	18	\$ 375,84	75,20%		23,03%	
53	74	RKD10SK	Axial CH AV	\$ 5,27	71	\$ 374,17	75,64%		23,34%	
39	75	U3768TJ	Amortiguador del TOY GS	\$ 52,74	7	\$ 369,18	76,06%		23,66%	
237	76	SB7722RFJ	Rótula Inferior MIT MRH	\$ 25,59	14	\$ 358,26	76,48%		23,97%	
183	77	25121974RE	Filtro de Gasolina CH LV	\$ 3,12	114	\$ 355,68	76,89%		24,29%	
92	78	94662DA	Banda de Distribucion CH AT	\$ 15,83	22	\$ 348,26	77,30%		24,61%	
164	79	96536696RE	Filtro de Aire CH AV PAN	\$ 3,69	94	\$ 346,86	77,70%		24,92%	
182	80	25121353RE	Filtro de Gasolina CH CR	\$ 2,66	128	\$ 340,48	78,09%		25,24%	
307	81	FDB648KS1	Juego de Zapatilla del CH F	\$ 6,72	48	\$ 322,56	78,47%	25,55%		
306	82	DL2028CDK	Juego de Zapatilla del HYD C	\$ 22,81	14	\$ 319,34	78,84%	25,87%		
267	83	SE4671LFJ	Terminal de Dirección NIS LH	\$ 11,67	27	\$ 315,09	79,20%	26,18%		
60	84	TR4930	Axial NIS L/R	\$ 10,85	29	\$ 314,65	79,57%	26,50%		

Fuente: Empresa Proveedora Automotriz Vásquez

**ANEXO III**

**PRONÓSTICO DE VENTAS**

**Tabla AIV. 1. Pronóstico de ventas**

N°	Codigo	Descripcion	Pronosticos de Ventas												Forecast	Modelo Utilizado	Errores de Pronosticos		
			2016						2017								MAPE	MAD	BIC
			May-16 Periodo 37	Jun-16 Periodo 38	Jul-16 Periodo 39	Ago-16 Periodo 40	Sept-16 Periodo 41	Oct-16 Periodo 42	Nov-16 Periodo 43	Dic-16 Periodo 44	Ene-17 Periodo 45	Feb-17 Periodo 46	Mar-17 Periodo 47	Abr-17 Periodo 48					
1	BKR5E11	Bujia UNI NIS NGK	27	30	28	29	26	29	29	35	30	30	29	26	Selección Experta	Suavización Exponencial	52,00%	12,18	16,82
2	5B1521FJ	Rótula Superior MAZ	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	Selección Experta	Distribución Binomial Negativa	86,13%	2,99	3,89
3	40243FU	Bomba de Gasolina Mecánica UNV	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	Selección Experta	Distribución de Poisson	32,79%	1,00	1,27
4	BKR6E11	Bujia UNI NIS NGK	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	Selección Experta	Box-Jenkins	73,22%	9,65	11,55
5	FR78X	Bujia UNI 4 ELEC *4 BSH	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	Selección Experta	Suavización Exponencial Simple	51,68%	4,65	6,00
6	AY092	Amortiguador del CH CR	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	Intermitente	Modelo de Croston	45,43%	1,97	1,00
7	93744702GM	Banda de Distribucion CH AV FAM	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Selección Experta	Distribución Binomial Negativa	68,32%	0,75	0,99
8	NPS203R	Platino MAZ	11	11	11	10	10	10	10	10	9	9	9	9	Selección Experta	Suavización Exponencial Holt	60,56%	3,54	5,27
9	8979456040IS	Bomba de Gasolina Eléctrica CH DX	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Selección Experta	Distribución Binomial Negativa	57,63%	0,61	0,93
10	T1502GB	Banda de Distribucion CH LV	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	Selección Experta	Distribución de Poisson	50,99%	1,25	1,68
11	6PK1875DK	Banda de Accesorio 6C CH TX	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	Selección Experta	Distribución de Poisson	55,30%	1,65	2,09
12	96537170RE	Filtro de Gasolina CH AV	8	5	8	9	6	8	7	11	14	7	6	12	Selección Experta	Suavización Exponencial	129,55%	4,45	5,95
13	T212GB	Banda de Distribucion CH VT	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	Selección Experta	Distribución de Poisson	48,70%	1,09	1,56
14	31094MB	Amortiguador REF POS CH LV	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	Selección Experta	Distribución Binomial Negativa	45,86%	1,77	2,64
15	15100658425J	Bomba de Gasolina Eléctrica TOY	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Selección Experta	Distribución Binomial Negativa	62,09%	0,80	1,04
16	KT105FRPDR	Kit de Embrague CH DX P/D/R	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Selección Experta	Distribución Binomial Negativa	61,74%	0,47	0,76
17	VIA001AU	Bomba de Gasolina Eléctrica	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	Selección Experta	Distribución Binomial Negativa	54,72%	0,57	1,00
18	KT117FRPDR	Kit de Embrague CH CR P/D/R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Selección Experta	Distribución Binomial Negativa	57,19%	0,48	0,79
19	KIK016BVK	Kit de Embrague KIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Selección Experta	Distribución de Poisson	59,97%	0,57	0,68
20	GWM238AGJ	Bomba de Agua MAZ Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Selección Experta	Distribución de Poisson	62,75%	0,58	0,69
21	GWO13AGJ	Bomba de Agua CH CR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Selección Experta	Distribución de Poisson	39,21%	0,84	1,12
22	C10441GC	Amortiguador POS CH CR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Selección Experta	Distribución Binomial Negativa	38,71%	1,37	1,85
23	WBB346437UJ	Ruliman de Rueda del CH AV	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	Intermitente	Modelo de Croston	54,72%	1,73	2,54
24	93362342UJ	Ruliman de Rueda del CH CR EV	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	Selección Experta	Distribución de Poisson	48,74%	1,39	1,77
25	SBS361FJ	Rótula Superior CH DX	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Selección Experta	Distribución Binomial Negativa	45,48%	1,41	1,89
26	AY089	Amortiguador del CH CR LH	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Selección Experta	Distribución de Poisson	26,39%	0,86	1,15
27	6PK2288DK	Banda de Accesorio 6C CH LV	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Selección Experta	Distribución Binomial Negativa	45,88%	0,95	1,52
28	AY035	Amortiguador POS CH F	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Selección Experta	Distribución de Poisson	43,82%	1,23	1,44
29	C201063	Amortiguador del CH AV RH	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	Selección Experta	Distribución Binomial Negativa	55,96%	0,53	0,85
30	GW017AGJ	Bomba de Agua CH LV	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Selección Experta	Distribución de Poisson	43,45%	0,77	0,99
31	FL01V31V33TU	Bomba de Gasolina Eléctrica CH F	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Selección Experta	Distribución Binomial Negativa	49,04%	0,63	0,96
32	NPS107RC	Platino TOY	7	7	8	8	6	9	9	7	6	8	7	6	Selección Experta	Suavización Exponencial	52,22%	2,15	2,78
33	T1570GB	Banda de Distribucion CH SP	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Selección Experta	Distribución de Poisson	36,39%	0,76	0,93
34	KT125FR	Kit de Embrague CH CR P/D/R	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Selección Experta	Distribución Binomial Negativa	75,19%	0,44	0,69
35	KT109FR	Kit de Embrague MAZ R/D/R	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Selección Experta	Distribución Binomial Negativa	54,33%	0,31	0,74
36	KT114FR	Kit de Embrague NIS P/D/R	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Selección Experta	Distribución Binomial Negativa	67,91%	0,39	0,63
37	N21	Bujia UNI CHP	15	31	18	17	20	15	19	21	19	14	26	19	Selección Experta	Suavización Exponencial	39,12%	4,87	7,71
38	S87252RFJ	Rótula Inferior MITL RH	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Selección Experta	Distribución Binomial Negativa	58,78%	0,90	1,16
39	32066MU	Amortiguador del MIT HID	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Selección Experta	Distribución Binomial Negativa	48,22%	1,45	1,85
40	6821MU	Amortiguador POS CH LV S	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Selección Experta	Distribución Binomial Negativa	64,00%	1,03	1,31

Fuente: Empresa Proveedor Automotriz Vásquez

**Tabla AIV 2. Pronóstico de ventas (Continuación)**

41	15N201Z	Terminal Estabilizador CH CR	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	Selección Experta	Distribución Binomial Negativa	49,77%	1,19	1,80
42	3NC47	Condensador MIT	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	Selección Experta	Suavización Exponencia Simple	31,84%	2,96	4,16
43	C102064GC	Amortiguador POS CH LV	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Selección Experta	Distribución Binomial Negativa	54,14%	1,43	1,86
44	SB2721FJ	Rótula Superior TOY	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Selección Experta	Distribución Binomial Negativa	64,02%	0,88	1,25
45	74402	Amortiguador del HIN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Selección Experta	Modelo de Croston	88,76%	0,44	0,84
46	SB1722FJ	Rótula Inferior MAZ B	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Selección Experta	Distribución Binomial Negativa	69,97%	0,77	1,02
47	40305X17BDGB	Banda de Distribucion CH CR	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	Selección Experta	Distribución Binomial Negativa	51,27%	1,71	2,21
48	GWS36AGJ	Bomba de Agua CH GV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Selección Experta	Distribución de Poisson	59,72%	0,54	0,64
49	D333CDK	Juego de Zapatilla del NIS F C	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Selección Experta	Distribución de Poisson	44,14%	0,60	0,77
50	R108VFK	Disco de Freno CH LV	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Selección Experta	Distribución Binomial Negativa	67,42%	0,89	1,30
51	ZFR5F11	Bujia UNI MAZ NGK	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	Selección Experta	Modelo de Croston	25,72%	3,29	5,32
52	A03200MK	Amortiguador POS CH AV	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Selección Experta	Modelo de Croston	76,29%	0,84	1,27
53	KT116FR	Kit de Embrague KIA P/D/R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Selección Experta	Distribución Binomial Negativa	78,64%	0,35	0,62
54	ASF52C	Bujia Eléctrica FOR MTC	8	4	8	7	8	13	7	11	5	7	9	11	11	Selección Experta	Suavización Exponencial	70,13%	5,95	8,95
55	4TJL6934910	Ruliman de Rueda del MAZ	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	Selección Experta	Distribución Binomial Negativa	47,20%	1,56	2,17
56	8979430750IS	Bomba de Gasolina Eléctrica CH DX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Selección Experta	Modelo de Croston	75,51%	0,50	0,81
57	C203004	Amortiguador POS CH ES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Selección Experta	Modelo de Croston	83,33%	0,56	0,87
58	GWS15AGJ	Bomba de Agua CH F	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Selección Experta	Distribución de Poisson	57,68%	0,59	0,69
59	AG7296AU	Filtro de Gasolina KIA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Selección Experta	Distribución de Poisson	34,47%	0,91	1,24
60	GWS08AGJ	Bomba de Agua CH F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Selección Experta	Distribución de Poisson	56,06%	0,59	0,74
61	897251943RE	Filtro de Aire CH DX PAN	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	Selección Experta	Modelo de Croston	62,05%	1,61	2,85
62	GUI552NK	Cruceca CARD CH LV 2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	Selección Experta	Distribución Binomial Negativa	55,15%	1,64	2,66
63	GWN42AGJ	Bomba de Agua NIS S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Selección Experta	Distribución de Poisson	55,17%	0,59	0,73

Fuente: Empresa Proveedora Automotriz Vásquez

## ANEXO V

## DEMANDA REAL MAYO 2016 – OCTUBRE 2016

Tabla AV. 1. Demanda Real mayo 2016 – octubre 2016

CONTROL DE INVENTARIOS															
PROVEEDORA AUTOMOTRIZ VASQUEZ															
IBARRA - ECUADOR															
N°	Codigo	Descripcion	Costo Unitario (\$)	Demanda Real (Unidades)						Demanda Real (\$)					
				2016						2016					
				may-16	jun-16	jul-16	ago-16	sep-16	oct-16	may-16	jun-16	jul-16	ago-16	sep-16	oct-16
Periodo 37	Periodo 38	Periodo 39	Periodo 40	Periodo 41	Periodo 42	Periodo 37	Periodo 38	Periodo 39	Periodo 40	Periodo 41	Periodo 42				
1	BKR5E11	Bujia UNI NIS NGK	\$ 2.35	20	2	5	15	12	8	\$ 47.00	\$ 4.70	\$ 11.75	\$ 35.25	\$ 28.20	\$ 18.80
2	SB1521FJ	Rótula Superior MAZ	\$ 15.08	6	5	1	0	5	0	\$ 90.48	\$ 75.40	\$ 15.08	\$ -	\$ 75.40	\$ -
3	40243FU	Bomba de Gasolina Mecánica UNV	\$ 32.86	0	3	1	0	2	2	\$ -	\$ 98.58	\$ 32.86	\$ 32.86	\$ 65.72	\$ 65.72
4	BKR6E11	Bujia UNI NIS NGK	\$ 2.35	5	10	15	20	8	45	\$ 11.75	\$ 23.50	\$ 35.25	\$ 47.00	\$ 18.80	\$ 105.75
5	FR78X	Bujia UNI 4 ELEC *4 BSH	\$ 5.67	2	2	9	5	5	4	\$ 11.34	\$ 11.34	\$ 51.03	\$ 28.35	\$ 28.35	\$ 22.68
6	AY092	Amortiguador del CH CR	\$ 25.32	0	3	1	2	1	0	\$ -	\$ 75.96	\$ 25.32	\$ 50.64	\$ 25.32	\$ -
7	93744702GM	Banda de Distribucion CH AV FAM	\$ 78.10	0	0	1	0	3	2	\$ -	\$ -	\$ 78.10	\$ -	\$ 234.30	\$ 156.20
8	NPS203R	Platino MAZ	\$ 3.11	6	5	6	6	4	1	\$ 18.66	\$ 15.55	\$ 18.66	\$ 18.66	\$ 12.44	\$ 3.11
9	8979456040IS	Bomba de Gasolina Eléctrica CH DX	\$ 57.22	1	1	1	1	0	0	\$ 57.22	\$ 57.22	\$ 57.22	\$ 57.22	\$ -	\$ -
10	T1502GB	Banda de Distribucion CH LV	\$ 18.17	1	5	1	0	1	1	\$ 18.17	\$ 90.85	\$ 18.17	\$ -	\$ 18.17	\$ 18.17
11	6PK1875DK	Banda de Accesorio 6C CH TX	\$ 13.79	0	1	2	2	1	1	\$ -	\$ 13.79	\$ 27.58	\$ 27.58	\$ 13.79	\$ 13.79
12	96537170RE	Filtro de Gasolina CH AV	\$ 5.27	1	0	4	1	2	3	\$ 5.27	\$ -	\$ 21.08	\$ 5.27	\$ 10.54	\$ 15.81
13	T212GB	Banda de Distribucion CH VT	\$ 22.01	1	2	1	1	3	2	\$ 22.01	\$ 44.02	\$ 22.01	\$ 22.01	\$ 66.03	\$ 44.02
14	31094MB	Amortiguador REF POS CH LV	\$ 16.42	1	2	4	5	6	1	\$ 16.42	\$ 32.84	\$ 65.68	\$ 82.10	\$ 98.52	\$ 16.42
15	15100658425J	Bomba de Gasolina Eléctrica TOY	\$ 71.28	1	1	1	0	3	7	\$ 71.28	\$ 71.28	\$ 71.28	\$ -	\$ 213.84	\$ 498.96
16	KT105FRPDR	Kit de Embrague CH DX P/D/R	\$ 73.92	3	1	1	3	1	4	\$ 221.76	\$ 73.92	\$ 73.92	\$ 221.76	\$ 73.92	\$ 295.68
17	VIA001AU	Bomba de Gasolina Eléctrica	\$ 49.48	1	1	5	3	1	3	\$ 49.48	\$ 49.48	\$ 247.40	\$ 148.44	\$ 49.48	\$ 148.44
18	KT117FRPDR	Kit de Embrague CH CR P/D/R	\$ 76.79	1	3	5	0	1	2	\$ 76.79	\$ 230.37	\$ 383.95	\$ -	\$ 76.79	\$ 153.58
19	KIK016BVK	Kit de Embrague KIA	\$ 75.04	2	1	1	4	0	1	\$ 150.08	\$ 75.04	\$ 75.04	\$ 300.16	\$ -	\$ 75.04
20	GWMZ38AGJ	Bomba de Agua MAZ Y	\$ 56.30	2	0	1	2	1	2	\$ 112.60	\$ -	\$ 56.30	\$ 112.60	\$ 56.30	\$ 112.60
21	GWO13AGJ	Bomba de Agua CH CR	\$ 30.35	3	2	1	2	1	1	\$ 91.05	\$ 60.70	\$ 30.35	\$ 60.70	\$ 30.35	\$ 30.35
22	C104411GC	Amortiguador POS CH CR	\$ 21.37	1	2	1	8	1	5	\$ 21.37	\$ 42.74	\$ 21.37	\$ 170.96	\$ 21.37	\$ 106.85
23	WBB346437U	Ruliman de Rueda del CH AV	\$ 9.54	3	6	5	5	2	1	\$ 28.62	\$ 57.24	\$ 47.70	\$ 47.70	\$ 19.08	\$ 9.54
24	93362342U	Ruliman de Rueda del CH CR EV	\$ 10.73	3	1	2	1	4	2	\$ 32.19	\$ 10.73	\$ 21.46	\$ 10.73	\$ 42.92	\$ 21.46
25	SB5361FJ	Rótula Superior CH DX	\$ 18.00	3	1	1	8	3	1	\$ 54.00	\$ 18.00	\$ 18.00	\$ 144.00	\$ 54.00	\$ 18.00
26	AY089	Amortiguador del CH CR LH	\$ 27.15	3	1	0	5	1	0	\$ 81.45	\$ 27.15	\$ -	\$ 135.75	\$ 27.15	\$ -
27	6PK2288DK	Banda de Accesorio 6C CH LV	\$ 17.03	3	5	1	2	2	1	\$ 51.09	\$ 85.15	\$ 17.03	\$ 34.06	\$ 34.06	\$ 17.03
28	AY035	Amortiguador POS CH F	\$ 17.89	1	5	2	1	3	6	\$ 17.89	\$ 89.45	\$ 35.78	\$ 17.89	\$ 53.67	\$ 107.34
29	C201063	Amortiguador del CH AV RH	\$ 36.91	2	8	2	0	5	2	\$ 73.82	\$ 295.28	\$ 73.82	\$ -	\$ 184.55	\$ 73.82
30	GW017AGJ	Bomba de Agua CH LV	\$ 29.04	2	3	1	0	1	0	\$ 58.08	\$ 87.12	\$ 29.04	\$ -	\$ 29.04	\$ -
31	FL01V31V33TU	Bomba de Gasolina Eléctrica CH F	\$ 25.03	1	1	1	3	1	2	\$ 25.03	\$ 25.03	\$ 25.03	\$ 75.09	\$ 25.03	\$ 50.06
32	NPS107RC	Platino TOY	\$ 3.07	9	11	20	11	6	12	\$ 27.63	\$ 33.77	\$ 61.40	\$ 33.77	\$ 18.42	\$ 36.84
33	T1570GB	Banda de Distribucion CH SP	\$ 28.29	2	5	0	1	1	2	\$ 56.58	\$ 141.45	\$ -	\$ 28.29	\$ 28.29	\$ 56.58
34	KT125FR	Kit de Embrague CH CR P/D/R	\$ 57.49	2	6	1	1	1	0	\$ 114.98	\$ 344.94	\$ 57.49	\$ 57.49	\$ 57.49	\$ -
35	KT109FR	Kit de Embrague MAZ R/D/R	\$ 61.59	1	4	0	1	0	2	\$ 61.59	\$ 246.36	\$ -	\$ 61.59	\$ -	\$ 123.18
36	KT114FR	Kit de Embrague NIS P/D/R	\$ 53.30	3	5	1	5	1	2	\$ 159.90	\$ 266.50	\$ 53.30	\$ 266.50	\$ 53.30	\$ 106.60
37	N21	Bujia UNI CHP	\$ 2.15	20	5	10	12	5	11	\$ 43.00	\$ 10.75	\$ 21.50	\$ 25.80	\$ 10.75	\$ 23.65
38	SB7252RFJ	Rótula Inferior MIT L RH	\$ 23.94	2	0	1	1	0	1	\$ 47.88	\$ -	\$ 23.94	\$ 23.94	\$ -	\$ 23.94
39	32066MU	Amortiguador del MIT HID	\$ 14.50	2	3	2	1	0	2	\$ 29.00	\$ 43.50	\$ 29.00	\$ 14.50	\$ -	\$ 29.00
40	6821MU	Amortiguador POS CH LV S	\$ 24.03	2	1	2	0	5	1	\$ 48.06	\$ 24.03	\$ 48.06	\$ -	\$ 120.15	\$ 24.03

Fuente: Empresa Proveedor Automotriz Vásquez

**Tabla AV. 2. Demanda Real mayo 2016 – octubre 2016 (Continuación)**

41	15N201Z	Terminal Estabilizador CH CR	\$ 8.71	3	2	0	6	4	8	\$ 26.13	\$ 17.42	\$ -	\$ 52.26	\$ 34.84	\$ 69.68
42	3NC47	Condensador MIT	\$ 1.83	25	2	20	5	22	12	\$ 45.75	\$ 3.66	\$ 36.60	\$ 9.15	\$ 40.26	\$ 21.96
43	C102064GC	Amortiguador POS CH LV	\$ 12.68	5	1	5	3	15	5	\$ 63.40	\$ 12.68	\$ 63.40	\$ 38.04	\$ 190.20	\$ 63.40
44	SB2721FJ	Rótula Superior TOY	\$ 25.73	1	2	1	1	0	3	\$ 25.73	\$ 51.46	\$ 25.73	\$ 25.73	\$ -	\$ 77.19
45	74402	Amortiguador del HIN	\$ 67.01	1	1	1	1	1	2	\$ 67.01	\$ 67.01	\$ 67.01	\$ 67.01	\$ 67.01	\$ 134.02
46	SB1722FJ	Rótula Inferior MAZ B	\$ 25.70	1	1	0	0	2	1	\$ 25.70	\$ 25.70	\$ -	\$ -	\$ 51.40	\$ 25.70
47	40305X17BDGB	Banda de Distribucion CH CR	\$ 9.35	3	1	2	5	1	1	\$ 28.05	\$ 9.35	\$ 18.70	\$ 46.75	\$ 9.35	\$ 9.35
48	GWS36AGJ	Bomba de Agua CH GV	\$ 41.75	2	2	1	5	1	3	\$ 83.50	\$ 83.50	\$ 41.75	\$ 208.75	\$ 41.75	\$ 125.25
49	D333CDK	Juego de Zapatilla del NIS F C	\$ 20.27	1	1	2	1	1	5	\$ 20.27	\$ 20.27	\$ 40.54	\$ 20.27	\$ 20.27	\$ 101.35
50	R108VFK	Disco de Freno CH LV	\$ 22.63	1	2	1	0	5	0	\$ 22.63	\$ 45.26	\$ 22.63	\$ -	\$ 113.15	\$ -
51	ZFR5F11	Bujia UNI MAZ NGK	\$ 3.92	3	5	5	0	2	1	\$ 11.76	\$ 19.60	\$ 19.60	\$ -	\$ 7.84	\$ 3.92
52	A03200MK	Amortiguador POS CH AV	\$ 30.76	2	2	1	0	1	0	\$ 61.52	\$ 61.52	\$ 30.76	\$ -	\$ 30.76	\$ -
53	KT116FR	Kit de Embrague KIA P/D/R	\$ 54.65	2	2	1	0	3	1	\$ 109.30	\$ 109.30	\$ 54.65	\$ -	\$ 163.95	\$ 54.65
54	ASF52C	Bujia Electrica FOR MTC	\$ 2.38	5	2	12	13	20	16	\$ 11.90	\$ 4.76	\$ 28.56	\$ 30.94	\$ 47.60	\$ 38.08
55	4TJL6934910	Ruliman de Rueda del MAZ	\$ 9.43	5	2	6	5	1	2	\$ 47.15	\$ 18.86	\$ 56.58	\$ 47.15	\$ 9.43	\$ 18.86
56	8979430750IS	Bomba de Gasolina Eléctrica CH DX	\$ 43.93	2	2	1	1	3	0	\$ 87.86	\$ 87.86	\$ 43.93	\$ 43.93	\$ 131.79	\$ -
57	C203004	Amortiguador POS CH ES	\$ 39.98	2	1	0	1	0	3	\$ 79.96	\$ 39.98	\$ -	\$ 39.98	\$ -	\$ 119.94
58	GWS15AGJ	Bomba de Agua CH F	\$ 26.41	2	1	5	0	0	0	\$ 52.82	\$ 26.41	\$ 132.05	\$ -	\$ -	\$ -
59	AG7296AU	Filtro de Gasolina KIA	\$ 10.31	1	3	0	6	1	2	\$ 10.31	\$ 30.93	\$ -	\$ 61.86	\$ 10.31	\$ 20.62
60	GWS08AGJ	Bomba de Agua CH F	\$ 24.11	3	1	1	1	3	1	\$ 72.33	\$ 24.11	\$ 24.11	\$ 24.11	\$ 72.33	\$ 24.11
61	897251943RE	Filtro de Aire CH DX PAN	\$ 7.02	3	5	6	1	3	0	\$ 21.06	\$ 35.10	\$ 42.12	\$ 7.02	\$ 21.06	\$ -
62	GUISS2NK	Cruceta CARD CH LV 2	\$ 5.14	5	3	4	1	0	2	\$ 25.70	\$ 15.42	\$ 20.56	\$ 5.14	\$ -	\$ 10.28
63	GWN42AGJ	Bomba de Agua NIS S	\$ 24.86	3	1	5	6	0	0	\$ 74.58	\$ 24.86	\$ 124.30	\$ 149.16	\$ -	\$ -
				203	168	200	201	192	211	\$ 3,177.94	\$ 3,788.75	\$ 2,895.53	\$ 3,275.91	\$ 3,038.83	\$ 3,541.40

Fuente: Empresa Provedora Automotriz Vásquez

**ANEXO VI**  
**RESULTADOS COEFICIENTE DE VARIABILIDAD**

**Tabla AVI. 1. Resultados coeficiente de variabilidad**

CONTROL DE INVENTARIOS						
PROVEEDORA AUTOMOTRIZ VASQUEZ						
IBARRA - ECUADOR						
N°	Codigo	Descripcion	Coeficiente de Variabilidad			
			$\sigma^2$ (Varianza)	Demanda Promedio	Coeficiente de Variabilidad (VC)	Modelo de Inventarios a utilizar
1	BKR5E11	Bujia UNI NIS NGK	5.166666667	841	0.00614348	Modelo EOQ
2	SB1521FJ	Rótula Superior MAZ	0	16	0	Modelo EOQ
3	40243FU	Bomba de Gasolina Mecánica UNV	0	4	0	Modelo EOQ
4	BKR6E11	Bujia UNI NIS NGK	0	484	0	Modelo EOQ
5	FR78X	Bujia UNI 4 ELEC *4 BSH	0	100	0	Modelo EOQ
6	AY092	Amortiguador del CH CR	0	4	0	Modelo EOQ
7	93744702GM	Banda de Distribucion CH AV FAM	0	1	0	Modelo EOQ
8	NPS203R	Platino MAZ	0.576388889	98.3402778	0.005861168	Modelo EOQ
9	8979456040IS	Bomba de Gasolina Eléctrica CH DX	0	1	0	Modelo EOQ
10	T1502GB	Banda de Distribucion CH LV	0	9	0	Modelo EOQ
11	6PK1875DK	Banda de Accesorio 6C CH TX	0	4	0	Modelo EOQ
12	96537170RE	Filtro de Gasolina CH AV	6.576388889	70.8402778	0.092834036	Modelo EOQ
13	T212GB	Banda de Distribucion CH VT	0	4	0	Modelo EOQ
14	31094MB	Amortiguador REF POS CH LV	0	4	0	Modelo EOQ
15	15100658425J	Bomba de Gasolina Eléctrica TOY	0	1	0	Modelo EOQ
16	KT105FRPDR	Kit de Embrague CH DX P/D/R	0	1	0	Modelo EOQ
17	VIA001AU	Bomba de Gasolina Eléctrica	0	4	0	Modelo EOQ
18	KT117FRPDR	Kit de Embrague CH CR P/D/R	0	0		Modelo EOQ
19	KIK016BVK	Kit de Embrague KIA	0	0		Modelo EOQ
20	GWMZ38AGJ	Bomba de Agua MAZ Y	0	0		Modelo EOQ
21	GWO13AGJ	Bomba de Agua CH CR	0	1	0	Modelo EOQ
22	C104411GC	Amortiguador POS CH CR	0	1	0	Modelo EOQ
23	WBB346437IJ	Ruliman de Rueda del CH AV	0	9	0	Modelo EOQ
24	93362342IJ	Ruliman de Rueda del CH CR EV	0	4	0	Modelo EOQ
25	SB5361FJ	Rótula Superior CH DX	0	1	0	Modelo EOQ
26	AY089	Amortiguador del CH CR LH	0	1	0	Modelo EOQ
27	6PK2288DK	Banda de Accesorio 6C CH LV	0	1	0	Modelo EOQ
28	AY035	Amortiguador POS CH F	0	1	0	Modelo EOQ
29	C201063	Amortiguador del CH AV RH	0	4	0	Modelo EOQ
30	GW017AGJ	Bomba de Agua CH LV	0	1	0	Modelo EOQ
31	FL01V31V33TU	Bomba de Gasolina Eléctrica CH F	0	1	0	Modelo EOQ
32	NPS107RC	Platino TOY	1.055555556	53.7777778	0.019628099	Modelo EOQ
33	T1570GB	Banda de Distribucion CH SP	0	1	0	Modelo EOQ
34	KT125FR	Kit de Embrague CH CR P/D/R	0	1	0	Modelo EOQ
35	KT109FR	Kit de Embrague MAZ R/D/R	0	1	0	Modelo EOQ
36	KT114FR	Kit de Embrague NIS P/D/R	0	1	0	Modelo EOQ
37	N21	Bujia UNI CHP	21.41666667	380.25	0.056322595	Modelo EOQ
38	SB7252RFJ	Rótula Inferior MIT L RH	0	1	0	Modelo EOQ
39	32066MU	Amortiguador del MIT HID	0	1	0	Modelo EOQ
40	6821MU	Amortiguador POS CH LV S	0	1	0	Modelo EOQ

Fuente: Empresa Proveedor Automotriz Vásquez

**Tabla AVI 2. Resultados coeficiente de variabilidad (Continuación)**

41	15N201Z	Terminal Estabilizador CH CR	0	4	0	Modelo EOQ
42	3NC47	Condensador MIT	0	121	0	Modelo EOQ
43	C102064GC	Amortiguador POS CH LV	0	1	0	Modelo EOQ
44	SB2721FJ	Rótula Superior TOY	0	1	0	Modelo EOQ
45	74402	Amortiguador del HIN	0	0		Modelo EOQ
46	SB1722FJ	Rótula Inferior MAZ B	0	1	0	Modelo EOQ
47	40305X17BDGB	Banda de Distribucion CH CR	0	4	0	Modelo EOQ
48	GWS36AGJ	Bomba de Agua CH GV	0	0		Modelo EOQ
49	D333CDK	Juego de Zapatilla del NIS F C	0	1	0	Modelo EOQ
50	R108VFK	Disco de Freno CH LV	0	1	0	Modelo EOQ
51	ZFR5F11	Bujía UNI MAZ NGK	0	16	0	Modelo EOQ
52	A03200MK	Amortiguador POS CH AV	0	1	0	Modelo EOQ
53	KT116FR	Kit de Embrague KIA P/D/R	0	0		Modelo EOQ
54	ASF52C	Bujía Electrica FOR MTC	5.972222222	66.6944444	0.089546022	Modelo EOQ
55	4TJL6934910	Ruliman de Rueda del MAZ	0	4	0	Modelo EOQ
56	8979430750IS	Bomba de Gasolina Eléctrica CH DX	0	0		Modelo EOQ
57	C203004	Amortiguador POS CH ES	0	0		Modelo EOQ
58	GWS15AGJ	Bomba de Agua CH F	0	1	0	Modelo EOQ
59	AG7296AU	Filtro de Gasolina KIA	0	1	0	Modelo EOQ
60	GWS08AGJ	Bomba de Agua CH F	0	0		Modelo EOQ
61	897251943RE	Filtro de Aire CH DX PAN	0	4	0	Modelo EOQ
62	GUIS52NK	Cruceta CARD CH LV 2	0	4	0	Modelo EOQ
63	GWN42AGJ	Bomba de Agua NIS S	0	0		Modelo EOQ

Fuente: Empresa Proveedora Automotriz Vásquez

## ANEXO VII

## RESULTADOS APLICACIÓN MODELO EOQ

Tabla AVII. 1. Resultados aplicación modelo EOQ

N°	Codigo	Descripcion	Costo Unitario C	Variables Modelo EOQ											Numero de pedidos	Tiempo entre pedidos TBO (dias)	
				Total Demanda Anual (D)	Costo Unitario C	Costo por colocar una orden (S)	Costo por mantenimiento de inventario (i) (5%)	Lead Time (L) (dias)	Costo de Mantener el Inventario	Q*	Punto de Reorden R	Costo Total Anual					
												Costo Anual de la	Costo Anual de la Orden	Costo por mantener el inventario			Costo Total Anual
1	BKR5E11	Bujia UNI NIS NGK	\$ 2,35	348	\$ 2,35	\$ 3,00	5%	1	\$ 0,12	133	1	\$ 817,80	\$ 7,83	\$ 7,83	\$ 833,92	2,61	139,82
2	SB1521FJ	Rótula Superior MAZ	\$ 15,08	48	\$ 15,08	\$ 3,00	5%	1	\$ 0,75	20	0	\$ 723,84	\$ 7,37	\$ 7,37	\$ 738,58	2,46	148,61
3	40243FU	Bomba de Gasolina Mecánica UNV	\$ 32,86	24	\$ 32,86	\$ 3,00	5%	1	\$ 1,64	9	0	\$ 788,64	\$ 7,69	\$ 7,69	\$ 804,02	2,56	142,38
4	BKR6E11	Bujia UNI NIS NGK	\$ 2,35	264	\$ 2,35	\$ 3,00	5%	1	\$ 0,12	116	1	\$ 620,40	\$ 6,82	\$ 6,82	\$ 634,04	2,27	160,53
5	FR78X	Bujia UNI 4 ELEC *4 BSH	\$ 5,67	120	\$ 5,67	\$ 3,00	5%	1	\$ 0,28	50	0	\$ 680,40	\$ 7,14	\$ 7,14	\$ 694,69	2,38	153,29
6	AY092	Amortiguador del CH CR	\$ 25,32	24	\$ 25,32	\$ 3,00	5%	1	\$ 1,27	11	0	\$ 607,68	\$ 6,75	\$ 6,75	\$ 621,18	2,25	162,20
7	93744702GM	Banda de Distribucion CH AV FAM	\$ 78,10	12	\$ 78,10	\$ 3,00	5%	1	\$ 3,91	4	0	\$ 937,20	\$ 8,38	\$ 8,38	\$ 953,97	2,79	130,61
8	NPS203R	Platino MAZ	\$ 3,11	119	\$ 3,11	\$ 3,00	5%	1	\$ 0,16	68	0	\$ 370,09	\$ 5,27	\$ 5,27	\$ 380,83	1,76	207,84
9	8979456040IS	Bomba de Gasolina Eléctrica CH DX	\$ 57,22	12	\$ 57,22	\$ 3,00	5%	1	\$ 2,86	5	0	\$ 686,64	\$ 7,18	\$ 7,18	\$ 700,99	2,39	152,59
10	T1502GB	Banda de Distribucion CH LV	\$ 18,17	36	\$ 18,17	\$ 3,00	5%	1	\$ 0,91	15	0	\$ 654,12	\$ 7,00	\$ 7,00	\$ 668,13	2,33	156,33
11	6PK1875DK	Banda de Accesorio 6C CH TX	\$ 13,79	24	\$ 13,79	\$ 3,00	5%	1	\$ 0,69	14	0	\$ 330,96	\$ 4,98	\$ 4,98	\$ 340,92	1,66	219,78
12	96537170RE	Filtro de Gasolina CH AV	\$ 5,27	101	\$ 5,27	\$ 3,00	5%	1	\$ 0,26	48	0	\$ 532,27	\$ 6,32	\$ 6,32	\$ 546,07	2,11	173,31
13	T212GB	Banda de Distribucion CH VT	\$ 22,01	24	\$ 22,01	\$ 3,00	5%	1	\$ 1,10	11	0	\$ 528,24	\$ 6,29	\$ 6,29	\$ 540,83	2,10	173,97
14	31094MB	Amortiguador REF POS CH LV	\$ 16,42	24	\$ 16,42	\$ 3,00	5%	1	\$ 0,82	13	0	\$ 394,08	\$ 5,44	\$ 5,44	\$ 404,95	1,81	201,41
15	15100658425J	Bomba de Gasolina Eléctrica TOY	\$ 71,28	12	\$ 71,28	\$ 3,00	5%	1	\$ 3,56	4	0	\$ 855,36	\$ 8,01	\$ 8,01	\$ 871,38	2,67	136,71
16	KT105FRPDR	Kit de Embrague CH DX P/D/R	\$ 73,92	12	\$ 73,92	\$ 3,00	5%	1	\$ 3,70	4	0	\$ 887,04	\$ 8,16	\$ 8,16	\$ 903,35	2,72	134,25
17	VIA001IAU	Bomba de Gasolina Eléctrica	\$ 49,48	24	\$ 49,48	\$ 3,00	5%	1	\$ 2,47	8	0	\$ 1.187,52	\$ 9,44	\$ 9,44	\$ 1.206,39	3,15	116,03
18	KT117FRPDR	Kit de Embrague CH CR P/D/R	\$ 76,79	0	\$ 76,79	\$ 3,00	5%	1	\$ 3,84	0	0	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -		
19	KIK016BVK	Kit de Embrague KIA	\$ 75,04	0	\$ 75,04	\$ 3,00	5%	1	\$ 3,75	0	0	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -		
20	GWMZ38AGJ	Bomba de Agua MAZ Y	\$ 56,30	0	\$ 56,30	\$ 3,00	5%	1	\$ 2,82	0	0	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -		
21	GWO13AGJ	Bomba de Agua CH CR	\$ 30,35	12	\$ 30,35	\$ 3,00	5%	1	\$ 1,52	7	0	\$ 364,20	\$ 5,23	\$ 5,23	\$ 374,65	1,74	209,51
22	C104411GC	Amortiguador POS CH CR	\$ 21,37	12	\$ 21,37	\$ 3,00	5%	1	\$ 1,07	8	0	\$ 256,44	\$ 4,39	\$ 4,39	\$ 265,21	1,46	249,68
23	WBB346437J	Ruliman de Rueda del CH AV	\$ 9,54	36	\$ 9,54	\$ 3,00	5%	1	\$ 0,48	21	0	\$ 343,44	\$ 5,08	\$ 5,08	\$ 353,59	1,69	215,75
24	93362342J	Ruliman de Rueda del CH CR EV	\$ 10,73	24	\$ 10,73	\$ 3,00	5%	1	\$ 0,54	16	0	\$ 257,52	\$ 4,39	\$ 4,39	\$ 266,31	1,46	249,16
25	SBS361FJ	Rótula Superior CH DX	\$ 18,00	12	\$ 18,00	\$ 3,00	5%	1	\$ 0,90	9	0	\$ 216,00	\$ 4,02	\$ 4,02	\$ 224,05	1,34	272,05
26	AY089	Amortiguador del CH CR LH	\$ 27,15	12	\$ 27,15	\$ 3,00	5%	1	\$ 1,36	7	0	\$ 325,80	\$ 4,94	\$ 4,94	\$ 335,69	1,65	221,52
27	6PK2288DK	Banda de Accesorio 6C CH LV	\$ 17,03	12	\$ 17,03	\$ 3,00	5%	1	\$ 0,85	9	0	\$ 204,36	\$ 3,91	\$ 3,91	\$ 212,19	1,30	279,70
28	AY035	Amortiguador POS CH F	\$ 17,89	12	\$ 17,89	\$ 3,00	5%	1	\$ 0,89	9	0	\$ 214,68	\$ 4,01	\$ 4,01	\$ 222,71	1,34	272,89
29	C201063	Amortiguador del CH AV RH	\$ 36,91	24	\$ 36,91	\$ 3,00	5%	1	\$ 1,85	9	0	\$ 885,84	\$ 8,15	\$ 8,15	\$ 902,14	2,72	134,34
30	GW017AGJ	Bomba de Agua CH LV	\$ 29,04	12	\$ 29,04	\$ 3,00	5%	1	\$ 1,45	7	0	\$ 348,48	\$ 5,11	\$ 5,11	\$ 358,70	1,70	214,19
31	FL01V31V33TU	Bomba de Gasolina Eléctrica CH F	\$ 25,03	12	\$ 25,03	\$ 3,00	5%	1	\$ 1,25	8	0	\$ 300,36	\$ 4,75	\$ 4,75	\$ 309,85	1,58	230,71
32	NPS107RC	Platino TOY	\$ 3,07	88	\$ 3,07	\$ 3,00	5%	1	\$ 0,15	59	0	\$ 270,16	\$ 4,50	\$ 4,50	\$ 279,43	1,50	243,26
33	T1570GB	Banda de Distribucion CH SP	\$ 28,29	12	\$ 28,29	\$ 3,00	5%	1	\$ 1,41	7	0	\$ 339,48	\$ 5,05	\$ 5,05	\$ 349,57	1,68	217,01
34	KT125FR	Kit de Embrague CH CR P/D/R	\$ 57,49	12	\$ 57,49	\$ 3,00	5%	1	\$ 2,87	5	0	\$ 689,88	\$ 7,19	\$ 7,19	\$ 704,27	2,40	152,23
35	KT109FR	Kit de Embrague MAZ R/D/R	\$ 61,59	12	\$ 61,59	\$ 3,00	5%	1	\$ 3,08	5	0	\$ 739,08	\$ 7,45	\$ 7,45	\$ 753,97	2,48	147,07
36	KT114FR	Kit de Embrague NIS P/D/R	\$ 53,30	12	\$ 53,30	\$ 3,00	5%	1	\$ 2,67	5	0	\$ 639,60	\$ 6,93	\$ 6,93	\$ 653,45	2,31	158,10
37	N21	Bujia UNI CHP	\$ 2,15	234	\$ 2,15	\$ 3,00	5%	1	\$ 0,11	114	1	\$ 503,10	\$ 6,14	\$ 6,14	\$ 516,24	2,05	178,26
38	SB7252RFJ	Rótula Inferior MIT L RH	\$ 23,94	12	\$ 23,94	\$ 3,00	5%	1	\$ 1,20	8	0	\$ 287,28	\$ 4,64	\$ 4,64	\$ 296,56	1,55	235,90
39	32066MU	Amortiguador del MIT HD	\$ 14,50	12	\$ 14,50	\$ 3,00	5%	1	\$ 0,73	10	0	\$ 174,00	\$ 3,61	\$ 3,61	\$ 181,22	1,20	303,12
40	6821MU	Amortiguador POS CH LV S	\$ 24,03	12	\$ 24,03	\$ 3,00	5%	1	\$ 1,20	8	0	\$ 288,36	\$ 4,65	\$ 4,65	\$ 297,66	1,55	235,46

Fuente: Empresa Provedora Automotriz Vásquez

**Tabla AVII. 2. Resultados aplicación modelo EOQ (Continuación)**

41	15N2012	Terminal Estabilizador CH CR	\$ 8,71	24	\$ 8,71	\$ 3,00	5%	1	\$ 0,44	18	0	\$ 209,04	\$ 3,96	\$ 3,96	\$ 216,96	1,32	276,55
42	3NC47	Condensador MIT	\$ 1,83	132	\$ 1,83	\$ 3,00	5%	1	\$ 0,09	93	0	\$ 241,56	\$ 4,26	\$ 4,26	\$ 250,07	1,42	257,26
43	C102064GC	Amortiguador POS CH LV	\$ 12,68	12	\$ 12,68	\$ 3,00	5%	1	\$ 0,63	11	0	\$ 152,16	\$ 3,38	\$ 3,38	\$ 158,92	1,13	324,14
44	5B2721FJ	Rótula Superior TOY	\$ 25,73	12	\$ 25,73	\$ 3,00	5%	1	\$ 1,29	7	0	\$ 308,76	\$ 4,81	\$ 4,81	\$ 318,38	1,60	227,55
45	74402	Amortiguador del HIN	\$ 67,01	0	\$ 67,01	\$ 3,00	5%	1	\$ 3,35	0	0	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -		
46	5B1722FJ	Rótula Inferior MAZ B	\$ 25,70	12	\$ 25,70	\$ 3,00	5%	1	\$ 1,29	7	0	\$ 308,40	\$ 4,81	\$ 4,81	\$ 318,02	1,60	227,68
47	40305X17BDGB	Banda de Distribución CH CR	\$ 9,35	24	\$ 9,35	\$ 3,00	5%	1	\$ 0,47	18	0	\$ 224,40	\$ 4,10	\$ 4,10	\$ 232,60	1,37	266,91
48	GWS36AGJ	Bomba de Agua CH GV	\$ 41,75	0	\$ 41,75	\$ 3,00	5%	1	\$ 2,09	0	0	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -		
49	D333CDK	Juego de Zapatilla del NIS F C	\$ 20,27	12	\$ 20,27	\$ 3,00	5%	1	\$ 1,01	8	0	\$ 243,24	\$ 4,27	\$ 4,27	\$ 251,78	1,42	256,37
50	R108VFK	Disco de Freno CH LV	\$ 22,63	12	\$ 22,63	\$ 3,00	5%	1	\$ 1,13	8	0	\$ 271,56	\$ 4,51	\$ 4,51	\$ 280,59	1,50	242,63
51	ZFR5F11	Bujía UNI MAZ NGK	\$ 3,92	48	\$ 3,92	\$ 3,00	5%	1	\$ 0,20	38	0	\$ 188,16	\$ 3,76	\$ 3,76	\$ 195,67	1,25	291,49
52	A03200MK	Amortiguador POS CH AV	\$ 30,76	12	\$ 30,76	\$ 3,00	5%	1	\$ 1,54	7	0	\$ 369,12	\$ 5,26	\$ 5,26	\$ 379,64	1,75	208,11
53	KT116FR	Kit de Embrague KIA P/D/R	\$ 54,65	0	\$ 54,65	\$ 3,00	5%	1	\$ 2,73	0	0	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -		
54	ASF52C	Bujía Eléctrica FOR MTC	\$ 2,38	98	\$ 2,38	\$ 3,00	5%	1	\$ 0,12	70	0	\$ 233,24	\$ 4,18	\$ 4,18	\$ 242,10	1,39	261,81
55	4TJL6934910	Ruliman de Rueda del MAZ	\$ 9,43	24	\$ 9,43	\$ 3,00	5%	1	\$ 0,47	17	0	\$ 226,32	\$ 4,12	\$ 4,12	\$ 234,56	1,37	265,78
56	8979430750IS	Bomba de Gasolina Eléctrica CH D	\$ 43,93	0	\$ 43,93	\$ 3,00	5%	1	\$ 2,20	0	0	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -		
57	C203004	Amortiguador POS CH ES	\$ 39,98	0	\$ 39,98	\$ 3,00	5%	1	\$ 2,00	0	0	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -		
58	GWS15AGJ	Bomba de Agua CH F	\$ 26,41	12	\$ 26,41	\$ 3,00	5%	1	\$ 1,32	7	0	\$ 316,92	\$ 4,88	\$ 4,88	\$ 326,67	1,63	224,60
59	AG7296AU	Filtro de Gasolina KIA	\$ 10,31	12	\$ 10,31	\$ 3,00	5%	1	\$ 0,52	12	0	\$ 123,72	\$ 3,05	\$ 3,05	\$ 129,81	1,02	359,47
60	GWS08AGJ	Bomba de Agua CH F	\$ 24,11	0	\$ 24,11	\$ 3,00	5%	1	\$ 1,21	0	0	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -		
61	897251943RE	Filtro de Aire CH DX PAN	\$ 7,02	24	\$ 7,02	\$ 3,00	5%	1	\$ 0,35	20	0	\$ 168,48	\$ 3,55	\$ 3,55	\$ 175,59	1,18	308,04
62	GUI552NK	Cruceta CARD CH LV 2	\$ 5,14	24	\$ 5,14	\$ 3,00	5%	1	\$ 0,26	24	0	\$ 123,36	\$ 3,04	\$ 3,04	\$ 129,44	1,01	359,99
63	GWN42AGJ	Bomba de Agua NIS S	\$ 24,86	0	\$ 24,86	\$ 3,00	5%	1	\$ 1,24	0	0	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -		

Fuente: Empresa Proveedor Automotriz Vásquez

## ANEXO VIII

## RESULTADOS APLICACIÓN MODELO EOQ CON INVENTARIO DE SEGURIDAD

Tabla AVIII. 1. Resultados aplicación modelo EOQ con inventario de seguridad

N°	Codigo	Descripcion	Costo Unitario C	Variables Modelo EOQ				
				Inventario de Seguridad (SS)				
				z (95%)	$\sigma$	$\sigma_L$	Inventario de Seguridad (SS)	Punto de Reorden R
1	BKR5E11	Bujia UNI NIS NGK	\$ 2.35	1.645	2.374	2.374	4	5
2	SB1521FJ	Rótula Superior MAZ	\$ 15.08	1.645	0.000	0.000	0	0
3	40243FU	Bomba de Gasolina Mecánica UNV	\$ 32.86	1.645	0.000	0.000	0	0
4	BKR6E11	Bujia UNI NIS NGK	\$ 2.35	1.645	0.000	0.000	0	1
5	FR78X	Bujia UNI 4 ELEC *4 BSH	\$ 5.67	1.645	0.000	0.000	0	0
6	AY092	Amortiguador del CH CR	\$ 25.32	1.645	0.000	0.000	0	0
7	93744702GM	Banda de Distribucion CH AV FAM	\$ 78.10	1.645	0.000	0.000	0	0
8	NPS203R	Platino MAZ	\$ 3.11	1.645	0.793	0.793	1	2
9	8979456040IS	Bomba de Gasolina Eléctrica CH DX	\$ 57.22	1.645	0.000	0.000	0	0
10	T1502GB	Banda de Distribucion CH LV	\$ 18.17	1.645	0.000	0.000	0	0
11	6PK1875DK	Banda de Accesorio 6C CH TX	\$ 13.79	1.645	0.000	0.000	0	0
12	96537170RE	Filtro de Gasolina CH AV	\$ 5.27	1.645	2.678	2.678	4	5
13	T212GB	Banda de Distribucion CH VT	\$ 22.01	1.645	0.000	0.000	0	0
14	31094MB	Amortiguador REF POS CH LV	\$ 16.42	1.645	0.000	0.000	0	0
15	15100658425J	Bomba de Gasolina Eléctrica TOY	\$ 71.28	1.645	0.000	0.000	0	0
16	KT105FRPDR	Kit de Embrague CH DX P/D/R	\$ 73.92	1.645	0.000	0.000	0	0
17	VIA001AU	Bomba de Gasolina Eléctrica	\$ 49.48	1.645	0.000	0.000	0	0
18	KT117FRPDR	Kit de Embrague CH CR P/D/R	\$ 76.79	1.645	0.000	0.000	0	0
19	KIK016BVK	Kit de Embrague KIA	\$ 75.04	1.645	0.000	0.000	0	0
20	GWMZ38AGJ	Bomba de Agua MAZ Y	\$ 56.30	1.645	0.000	0.000	0	0
21	GWO13AGJ	Bomba de Agua CH CR	\$ 30.35	1.645	0.000	0.000	0	0
22	C104411GC	Amortiguador POS CH CR	\$ 21.37	1.645	0.000	0.000	0	0
23	WBB346437IJ	Ruliman de Rueda del CH AV	\$ 9.54	1.645	0.000	0.000	0	0
24	93362342IJ	Ruliman de Rueda del CH CR EV	\$ 10.73	1.645	0.000	0.000	0	0
25	SB5361FJ	Rótula Superior CH DX	\$ 18.00	1.645	0.000	0.000	0	0
26	AY089	Amortiguador del CH CR LH	\$ 27.15	1.645	0.000	0.000	0	0
27	6PK2288DK	Banda de Accesorio 6C CH LV	\$ 17.03	1.645	0.000	0.000	0	0
28	AY035	Amortiguador POS CH F	\$ 17.89	1.645	0.000	0.000	0	0
29	C201063	Amortiguador del CH AV RH	\$ 36.91	1.645	0.000	0.000	0	0
30	GW017AGJ	Bomba de Agua CH LV	\$ 29.04	1.645	0.000	0.000	0	0
31	FL01V31V33TU	Bomba de Gasolina Eléctrica CH F	\$ 25.03	1.645	0.000	0.000	0	0
32	NPS107RC	Platino TOY	\$ 3.07	1.645	1.073	1.073	2	2
33	T1570GB	Banda de Distribucion CH SP	\$ 28.29	1.645	0.000	0.000	0	0
34	KT125FR	Kit de Embrague CH CR P/D/R	\$ 57.49	1.645	0.000	0.000	0	0
35	KT109FR	Kit de Embrague MAZ R/D/R	\$ 61.59	1.645	0.000	0.000	0	0
36	KT114FR	Kit de Embrague NIS P/D/R	\$ 53.30	1.645	0.000	0.000	0	0
37	N21	Bujia UNI CHP	\$ 2.15	1.645	4.834	4.834	8	9
38	SB7252RFJ	Rótula Inferior MIT L RH	\$ 23.94	1.645	0.000	0.000	0	0
39	32066MU	Amortiguador del MIT HID	\$ 14.50	1.645	0.000	0.000	0	0
40	6821MU	Amortiguador POS CH LV S	\$ 24.03	1.645	0.000	0.000	0	0
41	15N201Z	Terminal Estabilizador CH CR	\$ 8.71	1.645	0.000	0.000	0	0
42	3NC47	Condensador MIT	\$ 1.83	1.645	0.000	0.000	0	0
43	C102064GC	Amortiguador POS CH LV	\$ 12.68	1.645	0.000	0.000	0	0
44	SB2721FJ	Rótula Superior TOY	\$ 25.73	1.645	0.000	0.000	0	0
45	74402	Amortiguador del HIN	\$ 67.01	1.645	0.000	0.000	0	0
46	SB1722FJ	Rótula Inferior MAZ B	\$ 25.70	1.645	0.000	0.000	0	0
47	40305X17BDGB	Banda de Distribucion CH CR	\$ 9.35	1.645	0.000	0.000	0	0
48	GWS36AGJ	Bomba de Agua CH GV	\$ 41.75	1.645	0.000	0.000	0	0

Fuente: Empresa Proveedor Automotriz Vásquez

**Tabla AVIII. 2. Resultados aplicación modelo EOQ con inventario de seguridad (Continuación)**

49	D333CDK	Juego de Zapatilla del NIS F C	\$ 20.27	1.645	0.000	0.000	0	0
50	R108VFK	Disco de Freno CH LV	\$ 22.63	1.645	0.000	0.000	0	0
51	ZFR5F11	Bujia UNI MAZ NGK	\$ 3.92	1.645	0.000	0.000	0	0
52	A03200MK	Amortiguador POS CH AV	\$ 30.76	1.645	0.000	0.000	0	0
53	KT116FR	Kit de Embrague KIA P/D/R	\$ 54.65	1.645	0.000	0.000	0	0
54	ASF52C	Bujia Electrica FOR MTC	\$ 2.38	1.645	2.552	2.552	4	4
55	4TJL6934910	Ruliman de Rueda del MAZ	\$ 9.43	1.645	0.000	0.000	0	0
56	8979430750IS	Bomba de Gasolina Eléctrica CH DX	\$ 43.93	1.645	0.000	0.000	0	0
57	C203004	Amortiguador POS CH ES	\$ 39.98	1.645	0.000	0.000	0	0
58	GWS15AGJ	Bomba de Agua CH F	\$ 26.41	1.645	0.000	0.000	0	0
59	AG7296AU	Filtro de Gasolina KIA	\$ 10.31	1.645	0.000	0.000	0	0
60	GWS08AGJ	Bomba de Agua CH F	\$ 24.11	1.645	0.000	0.000	0	0
61	897251943RE	Filtro de Aire CH DX PAN	\$ 7.02	1.645	0.000	0.000	0	0
62	GUIS52NK	Cruceta CARD CH LV 2	\$ 5.14	1.645	0.000	0.000	0	0
63	GWN42AGJ	Bomba de Agua NIS S	\$ 24.86	1.645	0.000	0.000	0	0

Fuente: Empresa Proveedor Automotriz Vásquez

## ANEXO IX

## CUADRO COMPARATIVO DE RESULTADOS

Tabla AIX. 1. Cuadro comparativo de resultados

CUADRO DE RESULTADOS				
N°	Código	Descripción	Costo Total aplicando el modelo EOQ mayo 2016 - abril 2017	Costo Total mayo 2015 - abril 2016
1	BKR5E11	Bujia UNI NIS NGK	\$ 15.66	\$ 39.12
2	SB1521FJ	Rótula Superior MAZ	\$ 14.74	\$ 30.75
3	40243FU	Bomba de Gasolina Mecánica UNV	\$ 15.38	\$ 28.64
4	BKR6E11	Bujia UNI NIS NGK	\$ 13.64	\$ 33.12
5	FR78X	Bujia UNI 4 ELEC *4 BSH	\$ 14.29	\$ 33.28
6	AY092	Amortiguador del CH CR	\$ 13.50	\$ 19.27
7	93744702GM	Banda de Distribucion CH AV FAM	\$ 16.77	\$ 21.91
8	NPS203R	Platino MAZ	\$ 10.54	\$ 39.16
9	8979456040IS	Bomba de Gasolina Eléctrica CH DX	\$ 14.35	\$ 29.86
10	T1502GB	Banda de Distribucion CH LV	\$ 14.01	\$ 39.91
11	6PK1875DK	Banda de Accesorio 6C CH TX	\$ 9.96	\$ 36.69
12	96537170RE	Filtro de Gasolina CH AV	\$ 12.64	\$ 15.26
13	T212GB	Banda de Distribucion CH VT	\$ 12.59	\$ 43.10
14	31094MB	Amortiguador REF POS CH LV	\$ 10.87	\$ 30.82
15	15100658425J	Bomba de Gasolina Eléctrica TOY	\$ 16.02	\$ 24.56
16	KT105FRPDR	Kit de Embrague CH DX P/D/R	\$ 16.31	\$ 15.70
17	VIA001AU	Bomba de Gasolina Eléctrica	\$ 18.87	\$ 29.47
18	KT117FRPDR	Kit de Embrague CH CR P/D/R	\$ -	\$ 15.84
19	KIK016BVK	Kit de Embrague KIA	\$ -	\$ 18.75
20	GWMZ38AGJ	Bomba de Agua MAZ Y	\$ -	\$ 14.82
21	GWO13AGJ	Bomba de Agua CH CR	\$ 10.45	\$ 22.52
22	C104411GC	Amortiguador POS CH CR	\$ 8.77	\$ 22.07
23	WBB346437IJ	Ruliman de Rueda del CH AV	\$ 10.15	\$ 30.48
24	93362342IJ	Ruliman de Rueda del CH CR EV	\$ 8.79	\$ 24.54
25	SB5361FJ	Rótula Superior CH DX	\$ 8.05	\$ 21.90
26	AY089	Amortiguador del CH CR LH	\$ 9.89	\$ 16.36
27	6PK2288DK	Banda de Accesorio 6C CH LV	\$ 7.83	\$ 12.85
28	AY035	Amortiguador POS CH F	\$ 8.03	\$ 21.89
29	C201063	Amortiguador del CH AV RH	\$ 16.30	\$ 28.85
30	GW017AGJ	Bomba de Agua CH LV	\$ 10.22	\$ 13.45
31	FL01V31V33TU	Bomba de Gasolina Eléctrica CH F	\$ 9.49	\$ 28.25
32	NPS107RC	Platino TOY	\$ 9.00	\$ 27.15
33	T1570GB	Banda de Distribucion CH SP	\$ 10.09	\$ 13.41
34	KT125FR	Kit de Embrague CH CR P/D/R	\$ 14.39	\$ 20.87
35	KT109FR	Kit de Embrague MAZ R/D/R	\$ 14.89	\$ 18.08

Fuente: Empresa Provedora Automotriz Vásquez

**Tabla AIX. 2. Cuadro comparativo de resultados (Continuación)**

36	KT114FR	Kit de Embrague NIS P/D/R	\$	13.85	\$	20.67
37	N21	Bujia UNI CHP	\$	12.29	\$	21.11
38	SB7252RFJ	Rótula Inferior MIT L RH	\$	9.28	\$	16.20
39	32066MU	Amortiguador del MIT HID	\$	7.22	\$	12.73
40	6821MU	Amortiguador POS CH LV S	\$	9.30	\$	7.20
41	15N201Z	Terminal Estabilizador CH CR	\$	7.92	\$	15.44
42	3NC47	Condensador MIT	\$	8.51	\$	39.09
43	C102064GC	Amortiguador POS CH LV	\$	6.76	\$	18.63
44	SB2721FJ	Rótula Superior TOY	\$	9.62	\$	13.29
45	74402	Amortiguador del HIN	\$	-	\$	6.35
46	SB1722FJ	Rótula Inferior MAZ B	\$	9.62	\$	16.29
47	40305X17BDGB	Banda de Distribucion CH CR	\$	8.20	\$	18.47
48	GWS36AGJ	Bomba de Agua CH GV	\$	-	\$	8.09
49	D333CDK	Juego de Zapatilla del NIS F C	\$	8.54	\$	19.01
50	R108VFK	Disco de Freno CH LV	\$	9.03	\$	19.13
51	ZFR5F11	Bujia UNI MAZ NGK	\$	7.51	\$	18.20
52	A03200MK	Amortiguador POS CH AV	\$	10.52	\$	13.54
53	KT116FR	Kit de Embrague KIA P/D/R	\$	-	\$	14.73
54	ASF52C	Bujia Electrica FOR MTC	\$	8.36	\$	15.12
55	4TJL6934910	Ruliman de Rueda del MAZ	\$	8.24	\$	15.47
56	8979430750IS	Bomba de Gasolina Eléctrica CH DX	\$	-	\$	8.20
57	C203004	Amortiguador POS CH ES	\$	-	\$	8.00
58	GWS15AGJ	Bomba de Agua CH F	\$	9.75	\$	13.32
59	AG7296AU	Filtro de Gasolina KIA	\$	6.09	\$	18.52
60	GWS08AGJ	Bomba de Agua CH F	\$	-	\$	13.21
61	897251943RE	Filtro de Aire CH DX PAN	\$	7.11	\$	27.35
62	GUIS52NK	Cruceta CARD CH LV 2	\$	6.08	\$	12.26
63	GWN42AGJ	Bomba de Agua NIS S	\$	-	\$	4.24
			\$	580.32	\$	1,316.52

Fuente: Empresa Proveedor Automotriz Vásquez