



**UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

**ARTÍCULO CIENTÍFICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO 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**



## 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<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Universidad Técnica del Norte, Av. 17 de julio 5-21 y Gral. José María Córdova,  
(593 6) 2997800 ext. 7070 Ibarra, Imbabura Facultad de Ingenierías en Ciencias  
Aplicadas – Ingeniería Industrial

[luis.martinez.9816@gmail.com](mailto:luis.martinez.9816@gmail.com)

**Resumen.** *El presente proyecto se lo realizo para la línea de repuestos automotrices de la empresa Proveedor 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*

**Palabras Clave**

*Inventarios, aprovisionamiento, cumplimiento, tiempos, cantidad, especificaciones.*

**Abstract.** *The present project was carried out for the line of automotive spare parts of the company Proveedor 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.*

**Keywords**

*Inventories, procurement, compliance, times, quantity, specifications.*

## 1. Introducción

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 unos escasos 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 uno los escasos 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.

Es así que 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.

## 2. Materiales y Métodos

### 2.1 Clasificación ABC

Para determinar cuáles son los repuestos de mayores ventas es decir los artículos más importantes para la empresa fue necesario desarrollar una clasificación ABC tomando en cuenta las ventas totales (\$) de cada artículo durante 3 años.

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.

### 2.2 Diseño del sistema de pronósticos de la demanda

Mediante el software Forecast Pro Trac y tomando como base los datos históricos de ventas de 3 años se procedió a realizar los pronósticos de todos los artículos tipo A mediante el método de selección experta del software.

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.

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:

$$BIC = -2 \ln \tilde{L} + k \ln(n) \quad (1)$$

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  $N$ .

### 2.3 Diseño y aplicación 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 1).

Tabla 1. Variables de decisión de Silver Meal

Si VC < 0.25	Utilizar Técnicas Clásicas
Si VC ≥ 0.25	Utilizar Métodos Heurísticos

Fuente: Silver & Meal, 1973

Debido al comportamiento de las demandas pronosticadas en el que la demanda es estable y conocida, resulta conveniente aplicar el modelo EOQ.

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 demasiada baja, el sistema automáticamente realiza un nuevo pedido.

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.

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)

Tabla 2. Variables de decisión de Silver Meal

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

Fuente: Provedora Automotriz Vásquez

4. Determinar el Lead Time o tiempo de espera de los pedidos (L). Según el dato proporcionado por la empresa, su lead time es de 1 día
5. Calcular la cantidad económica de pedido EOQ o  $Q^*$

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

6. Determinar el punto en el cual se debe realizar un nuevo pedido (R)

$$R = \bar{d}L \quad (3)$$

7. Calcular el inventario de seguridad (SS)

$$R = \bar{d}L + z\sigma_L \quad (4)$$

8. Calcular el Costo Total Anual por manejar el inventario de cada artículo (CT)

$$TC = DC + \frac{D}{Q}S + \frac{Q}{2}H \quad (5)$$

9. Determinar el número de pedidos a realizar en el año (Dividiendo el sumatorio total de las demandas para el valor EOQ)

### 3. Resultados

Es así que, al final se calculó 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 tabla 3, en la cual podemos observar que aplicar el modelo EOQ resultó 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 resultó beneficio aplicar el modelo EOQ ya que el Costo Total del año anterior resultó 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 3. 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 Proveedora 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 él 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.

#### 4. Conclusiones

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

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.

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.

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 arrojó 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.



### Agradecimientos.

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.

### Bibliografía

- [1] 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>
- [2] Chase, R., Jacobs, R., & Aquilano, N. (2009). *Administración de Operaciones Producción y Cadena de Suministros* (Duodécima ed.). (J. Mares Chacón, Ed.) Punta Santa Fe: McGraw-Hill Interamericana Editores S.A.
- [3] 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.
- [4] Schwarz, G. (2006). *Estimating the dimension of a model*. *Annals of Statistics* 6 (2).
- [5] 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*.
- [6] Taha, H. A. (2004). *Investigación de Operaciones* (QUINTA ed.). México, México: Pearson Educacion S.A.

### Sobre el autor

Luis Abraham Martínez Quistanchala graduado en el 2017 en la Universidad Técnica del Norte, con cursos sobre gerencia financiera utilizando el software MQR, formación de auditores internos de seguridad y salud del trabajo resolución C.C. 333 SART, taller de generación de emprendimientos asociativos con aplicación al plan de negocios, asistente al congreso de estudiantes de la carrera de ingeniería industrial y afines en la ciudad de Ibarra. Realizado prácticas preprofesionales en la Unidad Educativa "17 de Julio", en el área de seguridad y salud ocupacional.