



Modelos predictivos de sistemas de información en la gestión de abastecimientos del sector ferretero

Predictive models of information systems in the supply management of the hardware sector

Francisco Cedeño Troya¹

fcedeno@uteg.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-4982-4185>

Fernando Carpio Torres²

fernancarpio@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-8481-026X>

Recibido: 10/12/2021, Aceptado: 14/03/2022

RESUMEN

Hasta hace unos años era común que las empresas no presentaran un control permanente sobre las existencias de los productos, lo que obligaba al cálculo de periodos óptimos de revisión para tomar decisiones de reposición. En este marco se busca desarrollar un modelo predictivo para las empresas retails en cuanto al proceso de abastecimiento de productos, enfocado en reducir las pérdidas que genera una deficiente gestión. La investigación es de tipo no experimental transversal con enfoque cuantitativo. Se consideraron 1.787 empresas de retails del sector ferretero para la recolección de datos, utilizando técnicas de campo y documentales, identificando que en el registro de ventas el 36.3% de las empresas tienen almacenado solo dos años de registros de ventas. Asimismo, el 57,5%, indica que el uso de sistemas de información permitirá tener mejor control del abastecimiento de los productos y el 25,6% corresponde al control de stock a través de Excel. Se compararon varios modelos encontrando que el modelo Arima, cumple con los requerimientos que presentan las empresas involucradas en el contexto investigado, determinando que presenta condiciones de mayor precisión y un acumulado con menor grado de errores.

Palabras clave: Abastecimiento, gestión, minería de datos, pronósticos, inventarios.

ABSTRACT

Until a few years ago, it was common for companies not to have permanent control over product stocks, which forced the calculation of optimal review periods to make replacement decisions. In this framework, the aim is to develop a predictive model for retail companies in terms of the product supply process, focused on reducing the losses generated by poor management. The research is of a non-experimental cross-sectional type with a quantitative approach. 1,787 retail companies from the hardware sector were considered for data collection, using field and documentary techniques, identifying that in the sales record 36.3% of the companies have stored

¹ Magíster en Sistemas de Información Gerencial, Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil, Ecuador

² Magíster en Sistemas de Información Gerencial, Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil, Ecuador

only two years of sales records. Likewise, 57.5% indicate that the use of information systems will allow better control of the supply of products and 25.6% corresponds to stock control through Excel. Several models were compared, finding that the Arima model complies with the requirements presented by the companies involved in the investigated context, determining that it presents conditions of greater precision and a cumulative one with a lower degree of errors.

Keywords: Procurement, management, data mining, forecasts, inventories.

Introducción

La dinámica actual de la empresa retails ferreteras con sus cadenas de abastecimientos, ha pasado a ser un factor perjudicial en la actualidad debido a su notable impacto en las finanzas empresarial, influenciado por el nivel de capital de trabajo que involucran y también por su incidencia en el servicio oportuno al consumidor. (Garrido & Cejas, 2017) Cada día es más importante tener la cantidad de stock necesarios que permita servir las necesidades de los clientes, sin aumentar demasiado la inversión requerida.

Hasta hace unos años era común que las empresas no presentaran un control permanente sobre las existencias de los productos, lo que obligaba al cálculo de periodos óptimos de revisión para tomar decisiones de reposición. El rol del control de inventario consiste en la flexibilización de las operaciones administrativas realizadas para el abastecimiento en determinados periodos. En la época actual a revisión de los stocks ya puede ser permanente, gracias a la asistencia de los sistemas informáticos, mientras que los tiempos de suministro tienden a cambiar por al avance de los sistemas logísticos y por la globalización (Garrido & Cejas, 2017).

La información de base para la planeación de inventarios en la actualidad debe tener la suficiente dinámica para adaptarse a los movimientos de los mercados. Los modelos probabilísticos tienden a tener un mayor nivel de aproximación, en la mayoría de los casos, a las circunstancias del mundo real. Partir de modelos confiables de pronósticos es una buena estrategia para hacer una previsión realista de las necesidades futuras de inventarios y evitar tanto los excesos como los faltantes (Duran, 2014).

Si bien es cierto el control de inventarios es importante en toda organización. Nahmias (2017), indica que al menos 20% de los Pymes como lo son las Ferreterías no se han efectuado políticas y procedimientos que permitan el control de inventarios, esto impidió el desarrollo normal de las actividades relacionadas con la comercialización, que se lleva a cabo mediante la presentación prematura de información relevante relacionada con los inventarios.

La gestión de abastecimiento, según Cárdenas (2013), existen alternativas para mejorar la gestión de la cadena de suministro en una de las empresas más competitivas del mercado con el fin de aumentar su fiabilidad, rentabilidad y competitividad. Para hacer esto, se propuso la introducción de un nuevo sistema de planificación que le permite controlar los costos totales de almacenamiento (almacenamiento más la consideración de costos de importación), una nueva política sobre el manejo de stock, analizando la variabilidad que presente la demanda, el tiempo de entrega de producción y el stock promedio establecido;

y controlar estrictamente la frecuencia de las órdenes de compra. De esta manera se necesita identificar la mejor manera de reducir los costos operativos de los procesos logísticos, los mismos que permitirán crear una ventaja competitiva. Las autoras Correa & Fernández (2016) determinan que, muchas empresas al darse cuenta del valor estratégico de determinada propuesta, no solo reestructuraron esta función, sino que también comenzaron a repensar la manera tradicional empleada para la adquisición y constitución de relaciones con los proveedores, lo que condujo a una visión más inclusiva de la cadena de suministro.

El desarrollo de un modelo de gestión de abastecimiento a través de la clasificación de los materiales que se requieren para los procesos de reparación y construcción de buques, proporciona al área de adquisiciones una visión sobre la importancia de los diferentes materiales y se tiene una herramienta que guía sobre las relaciones a establecer con los proveedores de estos bienes en cuanto al tipo de acuerdo que sea más beneficioso tanto para la empresa como para sus proveedores. Cada categoría de materiales va de la mano con un conjunto de estrategias consideradas adecuadas para desarrollar acuerdos con los proveedores de estos bienes. De esta manera, la organización mejora sus procesos de compra optimizando sus recursos y disminuyendo tiempos de respuesta y costos (Otero Pineda, 2011). Con esta visión permite tener crear una clasificación de los productos más rentables para las empresas y disminuir el costo de almacenamiento.

Mira et al. (2018), en un estudio sobre la aplicación de Holt-Winters para pronósticos de inventarios, indica que la aplicación de este módulo para disminuir las actividades de las organizaciones que tan solo las ventas constantes de los productos permitirán tener un mejor control de los tiempos de entregas a los consumidores.

Una observación clara de este modelo es que se pudo identificar que sólo para los productos que presentan demanda estacional se puede aplicar, por el contrario, no es propio aplicar este modelo para los productos que son de demanda altamente variable.

El análisis predictivo es el uso de datos, algoritmos estadísticos y técnicas de aprendizaje automático para identificar la probabilidad de resultados futuros basados en datos históricos. El objetivo es ir más allá de saber qué ha pasado para proporcionar una mejor evaluación de lo que ocurrirá en el futuro. Las organizaciones se apoyan en la analítica predictiva para ayudar a resolver problemas difíciles y descubrir nuevas oportunidades (Chavez & Saucedo, 2016).

En virtud de lo mencionado se plantea el siguiente objetivo Evaluar un modelamiento predictivo para la gestión de abastecimiento de productos en el sector ferretero ubicada en la parroquia Rocafuerte de la ciudad de Guayaquil.

El modelo de Wilson para la gestión de inventarios

Canaleta (2018) indica la existencia de muchos modelos matemáticos relacionados con una óptima gestión de inventario en una organización. Uno de los modelos más conocidos y explicados con mayor frecuencia en su simplicidad es el modelo Wilson o el modelo de volumen económico.

Modelo ETS

El ETS es un modelo de pronóstico de series de tiempo para datos univariados, los métodos de series de tiempo como la familia de métodos ARIMA de Box-Jenkins desarrollan un modelo en el que la predicción es una suma lineal ponderada de observaciones o retrasos recientes. Los pronósticos producidos utilizando métodos de suavizado exponencial son promedios ponderados de observaciones pasadas, con los pesos decayendo exponencialmente a medida que las observaciones envejecen. En otras palabras, cuanto más reciente sea la observación, mayor será el peso asociado (Blacona & Magnani, 2012).

Redes neuronales

Las redes neuronales son un conjunto de algoritmos, modelados a partir del cerebro humano, que están diseñados para reconocer patrones. Interpretan los datos sensoriales a través de un tipo de percepción de máquina, etiquetando o agrupando entradas sin procesar. Los patrones que reconocen son numéricos, contenidos en vectores, a los que se deben traducir todos los datos del mundo real, ya sean imágenes, sonido, texto o series de tiempo (Muñoz & Garcia, 2013).

Modelo Bats

El modelo BATS es un Método de suavizado exponencial + Transformación Box-Cox + Modelo ARMA para residuos. La transformación de Box-Cox aquí es para tratar con datos no lineales y el modelo ARMA para los residuos puede des-correlacionar los datos de series de tiempo. Alysha M. (2010) ha demostrado que el modelo BATS puede mejorar el rendimiento de predicción en comparación con el simple modelo Sate Space. Sin embargo, el modelo BATS no funciona bien cuando la naturaleza es compleja y de alta frecuencia. Entonces, Alysha M. (2011) propuso un modelo TBATS que es el modelo BATS + Trigonometric Seasonal.

Modelo ARIMA

Son modelos paramétricos que pretenden lograr la representación de la serie en requisitos de la interrelación temporal de sus características. Yule y Slutsky propusieron este tipo de modelo, que define una serie en forma de sumas o diferencias, ponderadas o no ponderadas, variables aleatorias o series resultantes. Fueron la base de los procesos de promedios móviles y autorregresivos, que recibieron un desarrollo significativo después de la publicación del libro Box-Jenkins sobre los modelos ARIMA en 1970 (González, s/n).

Tabla 1 Características de los modelos predictivos

WILSON	HOLT-WINTER	ETS
<ul style="list-style-type: none"> • La demanda del producto es constante, uniforme y conocida. • El precio de cada unidad de producto es constante e independiente del nivel de inventario y del 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiene la ventaja de ser fácil de adaptarse a medida que nueva información real esté disponible. • Debe contarse con datos de la variable a pronosticar de al menos dos 	<ul style="list-style-type: none"> • Estos métodos proponen un suavizado para la componente tendencia y otro para la componente de estacionalidad, cuando ambas componentes están presentes se puede

<p>tamaño del pedido.</p> <ul style="list-style-type: none"> No se permiten rupturas de stock. 	<p>periodos anteriores.</p> <ul style="list-style-type: none"> Acepta para el pronóstico 3 variables de tiempo para realizar una predicción de las tendencias 	<p>considerar que los hacen en forma aditiva o multiplicativa</p> <ul style="list-style-type: none"> No tienen desarrollada una fundamentación estadística.
<p>REDES NEURONALES</p> <ul style="list-style-type: none"> Simulan e imitan sistemas permitiendo establecer relaciones no lineales entre las variables de entrada y salida. Su principal ventaja que consiste en procesar información en paralelo en tiempo real ha permitido su aplicación en la clasificación y reconocimiento de patrones en sistemas complejos. Son de gran utilidad en la predicción de datos económicos y financieros 	<p>BATS</p> <ul style="list-style-type: none"> BATS solo puede modelar duraciones de períodos enteros. Es la generalización más obvia de los modelos tradicionales de innovaciones estacionales para permitir múltiples períodos estacionales. no puede acomodar la estacionalidad no entera, y puede tener una gran cantidad de estados BATS da el modelo estacional aditivo de doble y triple estacional de Holt-Winters 	<p>ARIMA</p> <ul style="list-style-type: none"> Destacan porque con un número reducido de parámetros permiten explicar la estructura de correlación que domina a una serie. Por lo general predicen bien para horizontes de tiempo (h) fuera de la muestra cortos y medios. Tienen como supuesto básico que las series en estudio son todas endógenas por lo tanto se produce un feedback entre las mismas.

Fuente: Elaboración propia

La tabla 1 muestra que las características de los diferentes modelos estudiados entre ellos presentan el modelo ARIMA se ajusta a los parámetros para el modelo propuesto, evaluar nivel de ventas, tendencias, estacionalidades y reposiciones. Se seleccionó el modelo ARIMA por su gran capacidad de generación de predicciones óptimas de análisis univariantes con serie de tiempo con el menor error en sus pronósticos, tomando en cuenta esta característica se puede adaptar a la variabilidad que tiene la demanda del sector, en consecuencia, va permitir tener herramienta para la ayuda de las decisiones en una empresa.

Modelo en la gestión en los abastecimientos de productos para las retails

Ahora bien, es conveniente destacar el modelo que permite mejorar los niveles de abastecimiento, estacionalidades y tendencias de una serie de tiempo de productos (ilustración 1), porque según los estudios expuestos en el marco teórico es el modelo más utilizado por los investigadores para evaluar los abastecimientos de los artículos, además por ser un método que se adapta a medida que se obtiene nuevos resultados.

Nivel de ventas: Para el correcto control del nivel de ventas, se debe tomar en cuenta indicadores como, cantidad de productos vendibles y el total de las facturas realizadas, debido a que estos datos pueden proporcionar una interpretación exacta de las ventas generadas por la empresa y al mismo tiempo que se mide la demanda.

Demanda: Para el correcto control de la demanda, se debe tomar en cuenta indicadores como, los tipos de inventarios y leadtime de productos, debido a que estos datos proporcionarían un comportamiento de las diferentes clasificaciones de inventarios para manejar demandas de un negocio.

Tendencia: la tendencia de ventas se puede medir a partir de la frecuencia con que la empresa rota su stock (inventario), sea por compra de nuevas mercancías durante un periodo de tiempo establecido debido a la falta de stock por la venta de estos, o porque se tuvo que retirar dicha mercadería por motivos específicos. Además, se debe tener en consideración que una tasa alta de rotación es una señal de tener un excelente rendimiento.

Estacionalidad: se puede determinar por la cobertura de stock, el cual permite, calcular cuánto tiempo puede una tienda continuar vendiendo artículos o grupos de artículos dado un historial de ventas e inventario.

Reposición: tanto la rotación como la cobertura de stock puede dar una idea general de la tasa de reposición en cualquier momento dado. Esto también permite evitar la falta y el exceso de existencias, así como los elevados costes que conllevan.

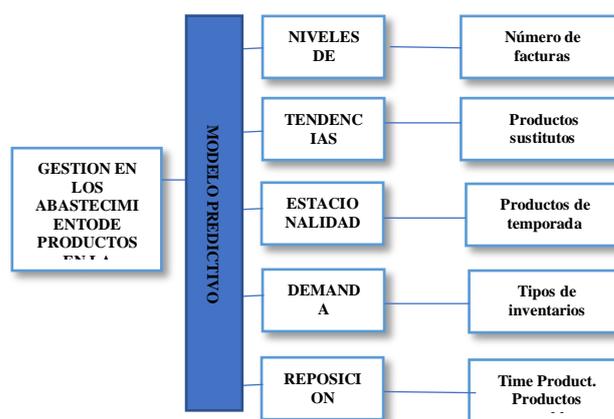


Ilustración 1 Esquema del modelo propuesto basado en el modelo Arima.

Fuente: Elaboración propia

Metodología

Este tipo de diseño no experimental transversal se caracteriza porque relaciona dos o más teorías, conceptos o variables en un momento dado; en este caso se utilizó este diseño para comparar los diferentes modelos, teorías y sus respectivas dimensiones propuestos por autores destacados para evaluar la gestión del abastecimiento, se hace énfasis en la investigación exploratoria por ser una temática que no ha sido estudiada por las retailers ferreteras de la ciudad de Guayaquil y además porque se utiliza en la etapa inicial del estudio a fin de que proporcione un acercamiento superficial al problema, considerando el tipo descriptivo debido al proceso de detallar la situación existente del fenómeno observado en cada una de las variables sujetas a estudio y plasmar una fotografía de la situación actual. Cabe agregar que la investigación es también de tipo correlacional, porque se trata de relacionar dos o más variables para llegar a una conclusión.

La investigación tiene un enfoque cuantitativo porque la recopilación de información se basa en la obtención de datos reales y objetivos más no en supuestos. La unidad de análisis en este caso la gestión en los abastecimientos de productos en las retailers del sector ferretero ubicados en la parroquia Rocafuerte de la ciudad de Guayaquil. De acuerdo con los datos del INEC (2018) en la ciudad de Guayaquil existe un total de 1787 empresas retailers que corresponden al sector ferretero, este valor se considera como la población del presente trabajo.

Debido a los requerimientos de la investigación se utiliza la técnica documental y la técnica de campo

Resultados y discusión

La industria de la construcción para el año 2013 en Ecuador, fue el sector que mayor aporte generó en el PIB con el 9.8% del total. No obstante, hasta el 2017 ha sido un sector con constantes cambios, referentes a su tasa de crecimiento, a inicios del 2015 (-0.8%) hasta el cuarto trimestre del 2018 (1.3%), donde se reportó un crecimiento positivo apenas del 0.1%.

Se debe mencionar que, debido a la Ley de Plusvalía, el terremoto de abril del 2016, fueron factores que afectaron significativamente en diversas formas a la demanda y oferta de bienes y servicios de este sector.

En cuanto a los ingresos que el sector producía durante el periodo 2013-2017, en promedio llegan a los \$5,394 millones, monto que representa el 5% de todos los ingresos generados por el sector formal. En el 2013 se reportó un crecimiento del 5.5% del total de las ventas de todos los sectores económicos; el crecimiento económico de este sector fue superior al crecimiento del PIB, llegando a una tasa del 7.4%. Al año siguiente el crecimiento del sector de construcción presentó un incremento del 4.7% nuevamente superior al crecimiento del PIB el cual fue de un 3.8%. Sin embargo, a partir del 2015 la tasa del crecimiento del sector dejara de ser superior a la tasa del PIB.

Para el 2017 el PIB tuvo un crecimiento del 2.4%, lo que en términos económicos representaba una "recuperación económica", esto debido al gasto del consumo final de los hogares, el gasto de consumo final del Gobierno Central y las exportaciones, en cuanto al sector de construcción el panorama fue totalmente lo opuesto, teniendo un decremento del 4.4% como efecto de esto hubo poca comercialización de materiales de construcción y se otorgó menos crédito por parte del BIESS.

Según la Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (SCVS), las grandes empresas representaron el 71.7% de los ingresos por ventas en este sector. Pese a que dentro del sector de la construcción las PYMES tiene mayor cantidad de empresas, solo aportan con un 28.3% del total de los ingresos, pero cabe mencionar que generan alrededor del 97% de empleo formal dejando con un 3% de empleados en las empresas grandes.

Dentro del conjunto de datos se vio la necesidad de investigar la conglomeración de las diferentes agrupaciones para detectar perfiles que tiene las ferreterías, para ello utilizo análisis clúster para cubrir esta necesidad (ilustración 2).

Del análisis efectuado se identifica que existen tres clusters de perfiles de ferreterías, a continuación, se explicara los perfiles que existen según el color: Color Verde: Ferretería Pequeñas. Color Rojo: Ferretería Medianas. Color Turquesa: Ferretería Grandes

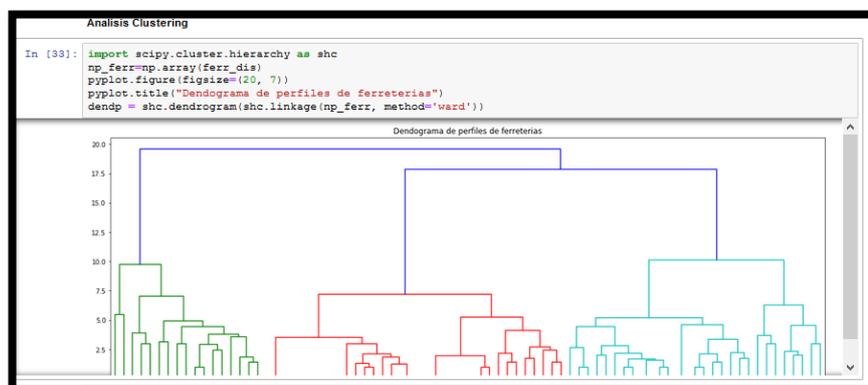


Ilustración 2: Análisis
 Fuente: Elaboración propia

En la tabla 2 se observa que la media para la variable registros ventas es de 1.3, lo cual confirma que las empresas del sector ferretero poseen información registrada de sus ventas entre 2 años a 4 años, también podemos apreciar que el valor de la desviación estándar que es de 1.25 con una varianza de 1.55, esto permite evidenciar que existe una alta dispersión en los datos de las respuestas.

Tabla 2 Estadística descriptiva

Variables	Media	desviación estándar	Varianza
Registros Ventas	1.3	1.25	1.55
Productos Sustitutos	0.3	0.46	0.21
Productos Nuevos	0.99	1.41	1.99
Productos de Temporada	0.82	1.1	1.21
Patrones de ventas	0.74	1.05	1.11
Tipos de Inventarios	0.61	0.89	0.8
Lead Time	0.64	0.86	0.74
Time Product	1.65	0.62	0.38
Productos Rentables	0.55	0.89	1.2

Fuente: Elaboración propia

Para la variable productos sustitutos la media es 0.3, esto confirma que la mayoría de los negocios del sector ferretero si tiene mecanismo para la detectar los productos sustitutos, también se observa que la desviación estándar es de 0.46 y varianza 0.21, esto significa que los datos tienen muy poca dispersión. En la variable productos nuevos se encontró que la media es 0.99, esto permite indicar que el nivel es extremadamente importante para la mayor parte los participantes de la muestra, con una desviación estándar de 1.41 y una varianza de 1.99, esto confirma que los datos tienen una alta dispersión en sus respuestas.

En la variable producto de temporada se encontró en el cálculo de la media que es de 0.82, esto quiere decir que la mayoría del sector ferretero controlan los productos de temporada por medio de los sistemas computacionales contables, también se puede observar la desviación de los datos que es 1.1 con una varianza de 1.21, con esto se puede indicar que existe una elevada dispersión en los datos de esta variable. Se observa en la variable patrones de ventas tiene una media de 0.74, esto confirmar que la mayoría de los encuestados indicaron que utilizan sistemas computacionales contable para la identificar patrones de ventas, también se observa una alta dispersión en los datos por el valor desviación estándar calculada que es 1.05 con una varianza de 1.11.

Para determinar el grado de asociación lineal de las variables leadtime y productos rentables se verificará la forma de identificar los productos rentables y el grado de importancia que tiene los tiempos de espera la reposición de los productos, para ello se utilizara el test de coeficiente de Pearson. En los cálculos realizados encontramos que existe una correlación positiva moderada, esto quiere decir ambas variables se correlacionan en sentido directo, en consecuencia, de esto se obtiene

el coeficiente de 0.0000037777 con una correlación de 0.60 y con porcentaje de confianza de 95%, con una varianza de 0.36, esto quiere decir el leadtime y productos rentables tiene 36% de asociaciones en común.

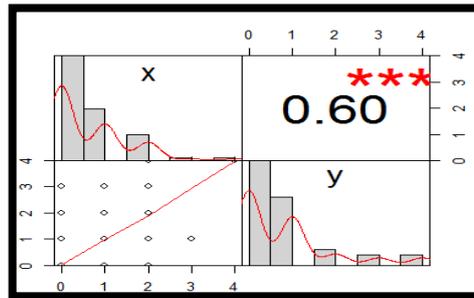


Ilustración 3 Correlación de las variables leadtime vs productos rentables

Elaborado por: Autor

Para determinar el grado de asociación lineal de la variable Productos temporada vs Productos rentables se verificará la relación la forma identificar los productos rentables en una determinada temporada. En los cálculos realizados encontramos que existe una correlación positiva fuerte, esto quiere decir ambas variables se correlacionan en sentido directo, en consecuencia, se obtiene un coeficiente de 0.0000022 con una correlación de 0.84 y un porcentaje de confianza de 95% y una varianza de 0.7056, esto quiere decir los productos temporada y productos rentables tienen 70% de asociaciones en común

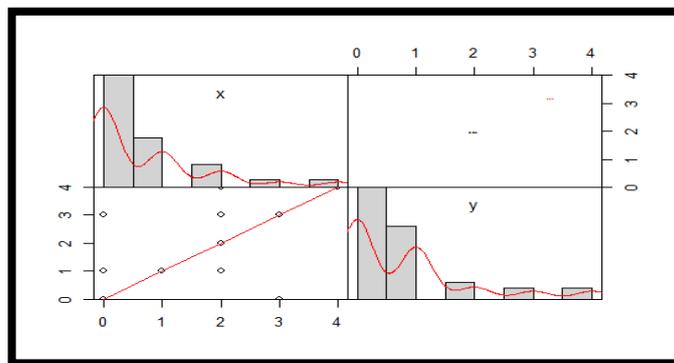


Ilustración 4 Correlación de las variables productos temporada vs productos rentables

Fuente: Elaboración propia

Comparación de los modelos

Para la comparación de los modelos de predicción se utilizaron varias métricas de medición a los diferentes modelos planteados. RMSE (Error de la media cuadrática) nos permite medir el error que dos agrupaciones de datos. MAPE (Porcentaje Absoluto Medio) se lo utiliza como indicador del desempeño de la demanda, es usado para la comparación de pronósticos. ME (MEDIANA) se lo utiliza para observar tendencia central de una serie de datos. El resultado de los indicadores RMSE y MAPE para el modelo de Arima es el que tiene el menor grado de error RMSE cuyo

valor es 30427.36 y el MAPE es 0.44, entonces se concluye que el modelo Arima es el apropiado para utilizar modelos predictivos para el sector ferretero.

En la evaluación de modelos predictivos estadísticos encontramos variables de importancia que aportan a la gestión de abastecimientos las mismas se puede medir los niveles de ventas, tendencias, estacionalidad, demanda y reposición de productos.

Dentro del desarrollo de la investigación se pudo observar los siguientes aspectos. En la variable registros ventas nos indica que la empresa ya está comenzando a registrar sus ventas, 36.3% tiene como mínimo almacenados 2 años esto permitirá conocer la demanda de su sector y también podrá utilizarlo para la generación de predicciones de ventas.

En la variable productos sustitutos podemos observar el 63% de las empresas tiene mecanismos manuales o automáticos para conocer cuando un producto sustituye a otro, ya que el cambio de tendencia de compras que tienen los clientes hace que los dueños del negocio acudan a las herramientas detección de tendencias. En la variable productos nuevos observo que el nivel de importancia que dan las tendencias para la introducción de nuevos productos es de 57.5 %, esto implica que se considere como factor primordial las nuevas necesidades que tiene los clientes.

En la variable productos temporada se pudo apreciar que el 82.5% de la empresa busca de mecanismos informáticos para controlar los productos de temporada en sus empresas, ya que es de vital importancia encontrar la estacionalidad de los productos para poder tener el stock suficiente en nuestros inventarios.

Se observó en la variable de patrones ventas que las empresas del sector ferretero confían en herramientas informáticas como los sistemas computacionales contables y Excel para buscar los patrones de ventas de sus demandas con un porcentaje 80.7%, es importante encontrar cuando nos compras y sabes quienes nos compras para generar estrategias a la hora analizar nuestra demanda.

También podemos observar que la demanda para el sector ferretero es controlada por tipos de inventario, por ello las empresas indicaron que el 57.5%, las clasificaciones de tipos de inventarios permitan ayudar a realizar un control minucioso de nuestra demanda.

Conclusiones

Se realizó la evaluación del impacto en las ventas de los modelos predictivos. Siendo así, que el modelo Arima al ser el primer modelo puesto a prueba determina en su proyección una tendencia variable en las ventas, donde el periodo a evaluarse hace referencia a doce meses, culminando en un leve crecimiento. También, basado en los resultados del modelo Holt-Winters se determina una tendencia poco menos variable que el modelo anterior, sin embargo, esta tendencia se orienta hacia un declive en las ventas. A su vez, el modelo ETS en sus resultados hace referencia a una tendencia que marca un crecimiento lento y constante. Como último modelo analizado se determina el modelo BATS el cual arrojo como resultado una proyección con una tendencia de pérdidas en relación a las ventas de la empresa.

Se concluye que el modelo predictivo escogido es el Arima, dado que cumple con los requerimientos que presentan las empresas involucradas en el contexto investigado, puesto que al realizar la debida comparación entre los modelos puestos a prueba, se determinó que el modelo Arima presentas condiciones de mayor precisión y un acumulado un menor grado de errores, a comparación de los demás modelos, obteniendo como resultado un RMSE de 30427.36 y el MAPE es 0.44, siendo este el modelo apropiado para su utilización en la presente investigación.

Referencias bibliográficas

- Blacona, M., & Magnani, L. (2012). *Características de los modelos de espacio de estado*. Decimoséptimas Jornadas de Ciencias Económicas y Estadística.
- Canaleta, X. (2018). *Estudio desde el punto de vista de teoría de sistemas del modelo de Wilson para la gestión de inventarios*. Barcelona. Obtenido de <http://users.salleurl.edu/~xavier.canaleta/material/ModelWilson.pdf>
- Cárdenas. (2013). *Análisis y Propuestas de Mejora para la Gestión de Abastecimiento de una Empresa Comercializadora de Luminarias*. (Tesis de licenciatura). Universidad Católica del Perú. Lima.
- Chavez, J., & Saucedo, N. (2016). Aplicación teórica de un modelo de análisis predictivo para desarrollar estrategias . *Revista Red Internacional de Investigadores en Competitividad*.
- Correa, E., & Fernandez, J. (2016). Modelo de abastecimiento para reducir costos en las importaciones de telas. Obtenido de http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/usmp/2765/10/correa_a_fernandez.pdf
- De Livera, Alysha M. "Automatic forecasting with a modified exponential smoothing state space framework." *Monash Econometrics and Business Statistics Working Papers 10*, no. 10 (2010).
- De Livera, Alysha M., Rob J. Hyndman, and Ralph D. Snyder. "Forecasting time series with complex seasonal patterns using exponential smoothing." *Journal of the American Statistical Association* 106, no. 496 (2011): 1513-1527.
- Duran, Y. (2014). Administración del inventario: elemento clave para la optimización de las utilidades en las. *Revista Visión Gerencial*, 55-78.
- Garrido, I., & Cejas, M. (2017). La gestion de inventario como factor estrategico en la administracion de empresas. *Revista Negotium*, 109-129.
- González, P. (s/n). *Análisis de Series Temporales: Modelos ARIMA*. Universidad del País Vasco, Departamento de Economía Aplicada III (Econometría y Estadística).
- INEC, INEC. (2018). Encuesta empleos 2018. Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/institucional/home/>
- Mira, L., Trejo, A., & López, D. (2018). Aplicación de Holt-Winters para pronósticos de inventarios. *Revista de divulgación científica y tecnológica de la Universidad Autónoma de Nuevo León*
- Muñoz, F., & Garcia, E. (2013). Aplicación de las Redes Neuronales al Pronóstico. *Revista Información Tecnológica*.
- Nahmias, S. (2017). Administracion de inventarios un desafio para las pymes. *Revista pensamiento universitario*, 31 - 38.
- Otero Pineda, M. (2011). Diseño de una propuesta de gestión de abastecimiento e inventarios para un astillero en Colombia. Obtenido de <http://bdigital.unal.edu.co/9000/1/822065.2012.pd>