

Metodología para el control y la gestión de inventarios en una empresa minorista de electrodomésticos

Methodology for the control and inventory management in a company appliance retailer

Luz Amparo Toro Benítez¹, Victoria E. Bastidas Guzmán²
Universidad del Valle – Buga, Buga, Colombia
 lamparot1282@hotmail.com
 victoria.bastidas@correounivalle.edu.co

Resumen— La demanda en el sector de los electrodomésticos se caracteriza por ser dinámica, generando la necesidad de garantizar su correcto abastecimiento. Diseñar un sistema para este sector tiene características particulares, debido al volumen de artículos y la complejidad de administrar las líneas de la misma manera. Se propone así, una metodología que utiliza un enfoque multicriterio para clasificar las líneas, concentrando el estudio en las tipo A. Posteriormente, se realiza un análisis de series de tiempo que complementa la selección del sistema de pronóstico y después se evalúan sistemas de control de inventarios, para minimizar el costo total relevante (CTR).

Palabras clave— Análisis de Series de Tiempo, Clasificación ABC Multicriterio, Gestión de Inventarios, Pronósticos.

Abstract— The appliances sector is characterized by dynamic demand, creating the need to ensure proper supply. Designing a system for this sector has particular characteristics, due to the volume of references and the complexity of managing the lines in the same way. Therefore, we propose a methodology that uses a multicriteria approach to classify lines, focusing the study in type A. Subsequently, is realized an analysis of time series that supplement the selection of the forecasting system. Finally, different control systems are evaluated, seeking to minimize total relevant cost (TCR).

Key Word — ABC Multicriteria Classification, Forecasting, Inventory Management, Time Series Analysis.

I. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años, en Colombia y el resto del mundo, se ha dado una transformación tecnológica en el sector de los electrodomésticos, mejorando su calidad, tamaño y funcionalidad, que ha generado cambio en los hábitos de consumo. Este cambio tiene consecuencias directas, en el proceso de comercialización; entendiéndose

la comercialización como la acción de planear y organizar las actividades necesarias que permiten ofrecer en el lugar y momento indicado el producto que los clientes solicitan.

En este sentido, el proceso de toma de decisiones relacionadas con la gestión de inventarios es fundamental, debido a características que generan problemas con dos clases de complejidad. En primer lugar, se tiene la gran magnitud de artículos que comprenden las líneas comercializadas y la segunda clase, se debe a la naturaleza del sistema y a las variables externas que influyen en su comportamiento. Así, es posible que las empresas mediante la implementación de diferentes herramientas matemáticas obtengan dinamismo y flexibilidad para adaptarse a las condiciones cambiantes del entorno, adelantándose a las necesidades y expectativas de los clientes, logrando así un alto nivel de competitividad.

En este caso y debido a que la gestión de los inventarios se ha convertido en un elemento estratégico clave, que determina el éxito o fracaso de objetivos importantes, se genera el área de oportunidad, para el desarrollo de esta investigación.

A continuación, se presenta una metodología que integra diferentes herramientas conocidas en la gestión de inventarios, como lo son las técnicas de caracterización del patrón de demanda, que permiten identificar los componentes presentes en las series de tiempo y que evidencian la presencia de factores que inciden en las ventas; los métodos de clasificación multicriterio, los cuales contribuyen con la división de los artículos del inventario en tres clases A, B, C, que a diferencia del método Pareto tradicional, dejan de lado la clasificación mono criterio, para considerar otras características relevantes en el manejo del inventario. Los modelos de pronóstico, que complementados con el análisis de series de tiempo, ofrecen previsiones más reales sobre el comportamiento futuro de la demanda y los

¹ Estudiante de Ingeniera Industrial

² Ingeniera Industrial, M. Sc.

sistemas de revisión o control de inventarios, que permiten determinar la cantidad óptima de pedido y la frecuencia de revisión, que minimiza los costos de esta actividad y a su vez, garantizan el cumplimiento de los requisitos de la demanda, a través de procesos de calidad.

II. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Las empresas comercializadoras, hacen parte fundamental del canal distribución de los productores de electrodomésticos, ya que permiten el acceso de los consumidores a estos artículos. La estructura de funcionamiento de estas empresas, se enmarca con la ubicación estratégica dentro del área de cobertura definida de sucursales o puntos de venta, los cuales son abastecidos por un centro de distribución principal.

El proceso de abastecimiento, se realiza de acuerdo con una ruta y periodo fijo, que tradicionalmente es semanal. Es así, como la operación de este tipo de canales, genera en las comercializadoras, la necesidad de establecer un control adecuado de existencias para evitar rupturas de inventario, antes del periodo de abastecimiento e incurrir así en costos por faltantes o pérdida de ventas³.

El proceso de venta típico, comienza en el momento en que el cliente ingresa al almacén y el vendedor ofrece los artículos comercializados, una vez el cliente selecciona el artículo de su interés, se verifica si el artículo se encuentra disponible en inventario, si la respuesta es positiva el artículo será despachado inmediatamente, en caso contrario se deberá llegar a un acuerdo con el cliente, en relación al tiempo que está dispuesto a esperar por el artículo solicitado y determinar con esto si la empresa tiene capacidad de respuesta en este tiempo, en caso contrario, se convertirá en una venta perdida. Algunas de las alternativas que se presentan en este sentido para dar solución al agotamiento de inventarios son:

- Negociar con una sucursal filial para hacer la transferencia del artículo solicitado y de esta manera satisfacer la demanda.
- Incluir el artículo solicitado, en el pedido siguiente que se realizará al centro de distribución y esperar hasta que se realice el abastecimiento periódico, para satisfacer la demanda.

Estas características del proceso de abastecimiento, generan la necesidad de enmarcar la gestión de inventarios, en una política de revisión de periodo fijo y en la dificultad que teóricamente representa este sistema, debido a que se debe establecer simultáneamente el valor óptimo de tres parámetros: periodo de revisión, punto de reorden y nivel

máximo del inventario efectivo, lo cual, de acuerdo con Silver et al. [1], es extremadamente difícil, debido a la dificultad que implica determinar las ocasiones en las cuales el nivel del inventario cae por debajo del punto de reorden, las cuales son altamente significativas en el contexto de este tipo de revisión.

Adicionalmente, la alta variedad de artículos, implica que el sistema de control de inventarios, además de considerar un período de revisión común para los diversos productos, también deba definir la cantidad a ordenar para cada artículo, de acuerdo con su inventario efectivo y su inventario máximo.

De esta manera se evidencia la necesidad, de establecer un proceso administrativo adecuado, que favorezca la gestión de los inventarios, de tal manera, que se puedan tomar decisiones enfocadas en resolver problemas ocasionados por la complejidad que representa, tanto el periodo fijo de revisión y la cantidad de artículos, como la existencia de variables externas que favorecen los cambios en gustos y preferencias de los consumidores. Esto se traduce en la necesidad de diseñar un sistema de control de inventarios, que permita la definición de la cantidad óptima a ordenar, para favorecer el control de las cantidades almacenadas y se garantice la satisfacción de la demanda, con un óptimo nivel de servicio al cliente, favoreciendo la credibilidad e imagen de la empresa.

III. METODOLOGÍA

Está comprendida por tres etapas, que se presentan en la figura 1, las cuales permiten considerar y controlar, aquellas variables que incrementan la complejidad del proceso de administración de inventarios.

A. Análisis de la Demanda

Esta etapa tiene como objetivo caracterizar el patrón de demanda por línea de artículos, esto es determinar las variables o atributos particulares que las identifican o diferencian de las otras. El primer paso comprende graficar y analizar las series de tiempo, para determinar el método de descomposición a utilizar (aditivo o multiplicativo), dependiendo la magnitud de las fluctuaciones en relación con el nivel de la serie.

La descomposición de datos permite reconocer los componentes que hacen parte de la serie de tiempo, cuyo resultado brinda un panorama de comportamiento de la información considerada, identificando los factores como tendencia, estacionalidad o ciclos que inciden en la demanda y que por lo tanto pueden afectar las ventas.

³ Aunque la información del inventario, se actualiza cada que una venta es efectuada, si se presenta agotamiento de existencias, esta situación solo podrá ser resuelta hasta que se realice el abastecimiento periódico.

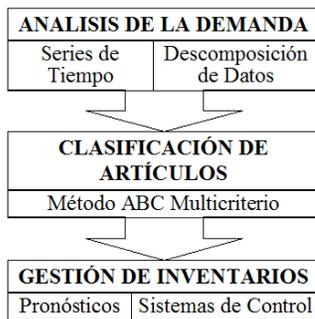


Figura 1. Etapas propuestas para la selección del sistema de control y gestión de inventarios.

B. Clasificación de los Artículos

El siguiente paso es la clasificación de las líneas de artículos de acuerdo al método multicriterio. Este paso es importante ya que un eficiente sistema control de inventario no tratará por igual a todos los productos en existencia, sino que aplicará métodos de control y análisis en correspondencia con la importancia económica relativa en cada producto.

Para la definición de esta etapa, se tuvieron en cuenta los estudios desarrollados por Flores y Whybarck [2], Jamshidi [3] y Parada [4], quienes desarrollan métodos de clasificación multicriterio que permiten orientar la toma de decisiones a partir de la consideración y evaluación de varios criterios comunes que tengan relevancia en el manejo de los inventarios. Al final, se propone seguir los pasos del método propuesto por Parada [4], ya que es un método flexible y adaptable a la situación particular del tipo de empresas en estudio. Los pasos que incluye este método son:

- Selección de parámetros para el análisis ABC tradicional por cada línea de artículos y construir con los resultados la matriz correspondiente a las zonas de clasificación.
- Determinación de factores de ponderación por zonas de clasificación, con el porcentaje obtenido para cada uno de los parámetros en el análisis ABC tradicional.
- Definición de intervalos, para la asignación de códigos selectivos A, B y C, de acuerdo a lo que se presenta en la tabla 1. El valor máximo (V_{max}), corresponde a la suma total de la zona A, el valor mínimo (V_{min}), corresponde a la suma total de los factores de la zona C y la amplitud de clase es la diferencia entre el valor máximo y mínimo dividido entre 3, estos valores se calculan a partir de los factores de ponderación obtenidos en el paso anterior.
- Asignación de la puntuación (P_k) al vector definido para cada línea en la matriz zonas de clasificación, utilizando la suma de los valores de los factores de ponderación por parámetro. Esta puntuación permite definir en qué intervalo de los establecidos anteriormente se ubica cada línea y determinar así el código selectivo correspondiente.

C. Gestión de Inventarios

Por último, está la etapa en la cual a través de técnicas cuantitativas se busca la política óptima de inventario, que minimice la suma de los costos incluyendo el de ventas perdidas.

1. Sistema de Pronósticos.

El paso inicial en la definición de una política óptima de inventarios, consiste en prever el comportamiento de la demanda que se debe satisfacer. Esto representa identificar el modelo de pronósticos que permita capturar aquellos componentes de la serie de tiempo que se identificaron en la etapa inicial de esta metodología.

Para la elección del sistema de pronóstico se deben tener en cuenta los resultados del análisis de series de tiempo, para evaluar aquellos sistemas que consideren los componentes identificados (tendencia, estacionalidad, etc.).

Como es probable que no sólo un método se ajuste a las condiciones identificadas, se considera el estudio realizado por Ghobbar [5] quien propone en su investigación la comparación de diferentes métodos de pronósticos, a través de una medida de error.

Código Selectivo	Fórmula
Integral A	$V_{max} - ACL < P_k < V_{max}$
Integral B	$V_{min} + ACL < P_k < V_{max} - ACL$
Integral C	$V_{min} \leq P_k \leq V_{min} + ACL$

Tabla 1. Intervalos para la asignación del código selectivo integral

Las medidas del error pueden ser absolutas o cuadráticas; la diferencia entre ellas es que las últimas penalizan en mayor medida los errores grandes. La elección entre ambos tipos depende de la importancia que se le dé a los errores de pronóstico de gran magnitud. De esta manera, en esta etapa se propone realizar la comparación de los sistemas a través de la MAD (Mean Absolute Deviation) por ser la manera más simple de calcular la variación o error del pronóstico.

2. Sistema de Control.

El siguiente paso en la determinación del sistema de gestión de inventarios, el cual debe resolver tres preguntas fundamentales para cada ítem en particular:

- ¿Con qué frecuencia debe revisarse el nivel de inventario?
- ¿Cuándo debe ordenarse?
- ¿Qué cantidad debe ordenarse en cada pedido?

Para responder estas preguntas, los sistemas de control que se utilizarán son los propuestos por Vidal [6], tomando como criterio de selección aquel que genere el menor costo total relevante.

Sistema (s,Q) con costo de faltante B2 conocido, el cual es el costo asociado con cada ocasión en la que se genera una unidad faltante, depende de la cantidad y no del tiempo que tarda el faltante.

Sistema (s,Q) con costo de faltante B1 conocido, el cual hace referencia al costo en que se incurre por cada ocasión de faltante, por cada vez que hay rompimiento de inventario, no depende de la cantidad, ni el tiempo que dura el faltante.

Sistema (s, S). Este sistema establece que cuando el inventario efectivo llega al punto de reorden (s), se debe ordenar la cantidad necesaria para que el inventario efectivo llegue a un nivel máximo S.

Sistema (R, s, S). Este sistema propone que el inventario se debe revisar cada R unidades de tiempo y si el nivel es igual o menor a s unidades, se debe ordenar una cantidad tal que eleva el nivel del inventario efectivo a un valor máximo S.

IV. RESULTADOS

Siguiendo los pasos de la metodología propuesta, se realiza el análisis de series de tiempo, para determinar el método de descomposición a utilizar. Al analizar las gráficas correspondientes a las 14 líneas de artículos existentes, se identifica el comportamiento creciente o incremento progresivo en el nivel de la serie de tiempo, como se observa en la figura 2, por lo cual se evidencia la presencia del componente tendencia, por lo tanto se concluye la necesidad de aplicar el método de descomposición multiplicativo, el cual permite dada una serie temporal, separarla en sus respectivos componentes y establecer tanto su tendencia lineal como su estacionalidad.

Al desarrollar la descomposición de las series de tiempo, se encuentra que en la gráfica *datos sin tendencia*, el nivel en el que se distribuyen, es más pequeño que en la gráfica *datos originales*, lo cual significa que las líneas evaluadas tienen presente el componente de tendencia creciente o positiva, esto implica considerar un aumento progresivo en el volumen de ventas y por lo tanto en la cantidad a ordenar y mantener en inventario. Las gráficas correspondientes al componente estacional, reflejan como el nivel de ventas tiene su pico, es decir se ubica por encima del promedio, en la cuarta estación considerada, como se puede ver en la figura 3; dicha estación corresponde a la cuarta semana del mes, por lo tanto es en esta semana donde se debe garantizar una cantidad de inventario suficiente, que esté acorde con los requisitos del mercado, ya que representa la oportunidad para garantizar un nivel de servicio adecuado, que será reflejado en la credibilidad e imagen de la sucursal.

Figura 2. Serie de Tiempo de la Línea Televisores (TV) para 48 semanas de demanda.

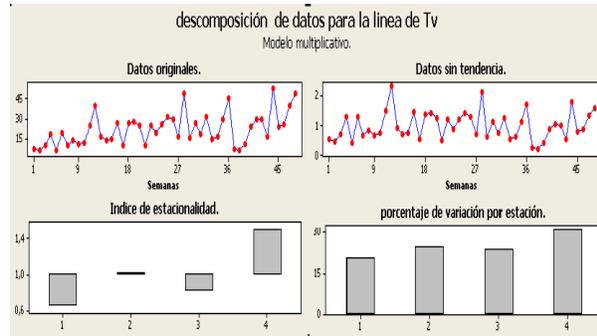


Figura 3. Descomposición de serie de tiempo de la Línea Televisores (TV) utilizando el método multiplicativo.

La siguiente etapa, hace referencia a la clasificación de los artículos, para lo cual de acuerdo con el método multicriterio seleccionado, se establecieron inicialmente los parámetros que de acuerdo con el caso en estudio, representan mayor importancia en la administración de los inventarios: *Costo de venta (CV)*, *Rotación (R)*, *Nivel del Inventario (E)* e *Inventario medio (IM)*.

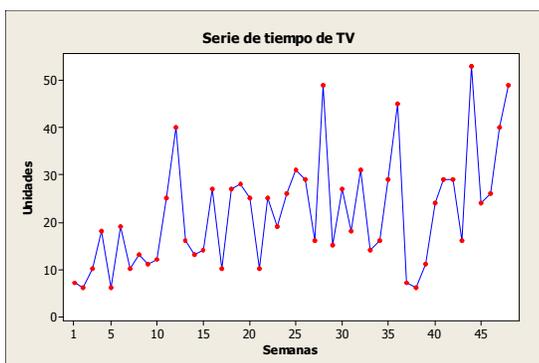
Para los datos correspondientes a cada uno de los parámetros considerados, se realizó la clasificación ABC tradicional, en cada una de las 14 líneas consideradas. Los resultados obtenidos, se presentan en la tabla 2.

LINEA	PARAMETRO				LINEA	PARAMETRO			
	CV	R	E	IM		CV	R	E	IM
TV	A	A	B	A	AA	C	C	C	C
LV	A	B	A	A	C	C	C	C	C
NV	A	B	A	A	DVD	C	A	C	C
EF	B	C	C	B	CL	C	A	C	C
AA	C	C	C	C	PC	C	A	C	C
TC	C	A	C	C	CM	B	B	C	C
H	C	C	C	C	S	B	A	B	B

Tabla 2. Matriz Zonas de Clasificación, para las 14 líneas evaluadas.

Luego se determinan los factores de ponderación por zonas de clasificación, para cada uno de los parámetros, los valores obtenidos se presentan en la tabla 2. Luego se asignan los códigos selectivos A, B y C, considerando los intervalos resultantes para estos, como se observa en la tabla 3.

PARAMETRO	A	B	C
-----------	---	---	---



Costo de venta (CV)	63%	26%	11%
Rotación (R)	65%	20%	15%
Existencia (E)	58%	26%	16%
Inventario medio (IM)	64%	22%	14%

Tabla 3. Factores de Ponderación por parámetro, de acuerdo con la clasificación ABC inicial.

Código Selectivo	Intervalo
Integral A	$185 < P_K < 250$
Integral B	$121 < P_K < 185$
Integral C	$56 \leq P_K \leq 121$

Tabla 4. Intervalos resultantes para los códigos selectivos.

El último paso, en la clasificación de los artículos, consiste en asignar la puntuación al vector definido para cada línea en la matriz zonas de clasificación. En el caso de la línea televisores (TV) en la tabla 2, el vector correspondiente es (AABA) y de acuerdo con los factores de ponderación en la tabla 3, el valor de cada uno de los elementos del vector son 63%, 65%, 26% y 64% respectivamente, cuyo resultado (suma) la ubica en el intervalo correspondiente al código selectivo integral A. Este procedimiento se repite, para las líneas restantes, los códigos asignados, se registran en la tabla 5.

LÍNEA	Pk	Código Selectivo Integral	LÍNEA	Pk	Código Selectivo Integral
TV	218	A	PC	106	C
LV	205	A	EF	79	C
NV	205	A	CM	76	C
S	139	B	AA	56	C
TC	106	C	H	56	C
DVD	106	C	AA	56	C
CL	106	C	C	56	C

Tabla 5. Asignación por línea del código selectivo integral.

La asignación del código selectivo integral, genera tres líneas clasificadas en categoría A (Televisores, Lavadoras y Neveras), las cuales comúnmente son artículos líderes y representan alto nivel de importancia en las empresas comercializadoras, debido a que son artículos de primera necesidad. También se obtuvo una línea clasificada en categoría B, correspondiente a la línea sonido y diez líneas clasificadas en categoría C, entre las cuales se encuentran Teatros en Casa, Estufas y Aire acondicionado.

El siguiente paso, es el desarrollo del sistema de gestión de inventarios. Para efectos de ejemplificar la aplicación de la metodología propuesta, se concentra la atención en los resultados obtenidos en una de las líneas clasificadas con el código selectivo integral A (televisores).

Como se mencionó antes, la selección del método de pronóstico, se basa en la comparación de cinco sistemas diferentes evaluados de acuerdo con los resultados de la Desviación Media Absoluta (MAD). En la tabla 6, se presentan los resultados obtenidos para la línea televisores. Al evaluar los resultados, el sistema de pronósticos que arroja la menor medida de error, es el método Winters, teóricamente este método es adecuado cuando la demanda presenta estacionalidad, como es el caso de la línea en consideración. La comparación de los datos reales con los pronosticados con el método Winters, se presentan en la figura 4.

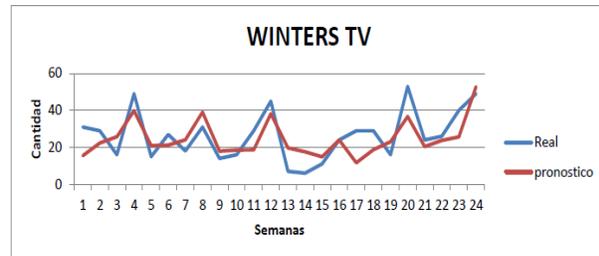


Figura 4. Pronóstico utilizando el método Winters, para la línea televisores.

El paso siguiente, consiste en determinar el sistema de control para el inventario. Una vez definidos los parámetros necesarios para evaluar cada uno de los sistemas propuestos por Vidal [6], se obtienen los resultados, que se presentan en la tabla 7.

De acuerdo con estos resultados, el sistema de control que representa el menor costo total relevante para la línea en estudio, es el sistema (s, Q) con B₁ conocido, o costo en el que se incurre por cada ocasión de faltante. Sin embargo, dado que el sistema (s, Q) es un sistema continuo y debido a que este tipo de empresas no trabaja de manera independiente al centro de distribución principal, es necesario ajustar el modelo, al periodo de revisión establecido es decir (R = 1 semana). Esto hace que se convierta en un modelo (R, s, Q) o de revisión periódica, con un costo total relevante igual al obtenido, debido a que la periodicidad, no tiene influencia en el cálculo de este valor.

LÍNEA TELEVISORES	MAD
PROMEDIO MOVIL	11,7
SUAVIZACION SIMPLE	8,5
SUAVIZACION DOBLE	10,5
WINTERS	8,1
PROMEDIO DE PROMEDIO	9,8

Tabla 6. Comparación de la medida de error de los sistemas de pronósticos para la línea televisores.

TV	Q	s	S	P₂	CTR
Sistema s,Q con B ₂	150	16	No aplica	100%	\$2.665.770
Sistema s,Q con B ₁	151	13	No aplica	99%	\$2.630.017

Sistema (S, s)	150	16	165	99%	\$2.632.584
Sistema (R, S, s)	143	47	190	No aplica	\$3.008.421

Tabla 7. Resultados de los sistemas de control para la línea televisores.

Después de definir el método de pronóstico y la política óptima de inventario, se procede a simular el

comportamiento del sistema, para validar el funcionamiento de la metodología propuesta. Con la simulación, se observó que se presentaba ruptura de inventario, debido a la periodicidad del abastecimiento, la cual no puede ser manipulada o cambiada. Para resolver esta situación y garantizar el óptimo funcionamiento del sistema se plantea un paso adicional, al proceso de decisión, el cual indica que no solo se debe esperar a que el nivel del inventario alcance el punto de reorden, sino que se debe verificar si el inventario final es menor que el valor del pronóstico más su desviación (σ), si es así, entonces se debería realizar el pedido, para de esta manera, disminuir la posibilidad de que se presente una ruptura de inventario. Esto es:

Si [INVENTARIO FINAL \leq Pronóstico + σ] \rightarrow Ordenar Q

Al realizar nuevamente la simulación, se valida que la regla de decisión realmente es efectiva para el caso en estudio. Como ejemplo, se presenta la situación particular de la semana 54, en la tabla 7, en la cual el inventario final es igual a 27 unidades, que aunque no es un valor cercano al punto de reorden definido (13 unidades), al aplicar la regla de decisión propuesta, se concluye que es conveniente realizar el pedido. Una vez transcurrida esta semana la demanda real para la semana siguiente es de 29 unidades, así que esta decisión, evita una ruptura de inventario.

Semana	Demanda	Inv. al inicio del periodo	Inv. al final del periodo	Q	Pronóstico	Pronóstico + σ
54	16	43	27	151	19	29
55	29	178	149	0	19	29
56	45	149	104	0	38	48
57	7	104	97	0	20	30
58	6	97	91	0	18	28

Tabla 7. Simulación y aplicación de regla de decisión para la línea televisores

V. CONCLUSIONES

La clasificación de los artículos permite concentrar la atención en aquellos que representan mayores riesgos de

obsolescencia debido a los cambios en la demanda influenciados por avances tecnológicos representativos.

El sistema de control definido (s, Q) con B_1 conocido, para los artículos clasificados en la categoría A, es representativo para el tipo de empresa en estudio, debido a que cada vez que falta un artículo se incurre en un costo no importa el número de artículos o cuanto se demoran en llegar, el valor es constante.

Con la simulación, se logra evaluar el impacto económico de la metodología, ya que se define una reducción en los costos por ruptura de inventarios del 50%. La metodología propuesta representa una oportunidad de mejora significativa para el proceso de gestión de inventarios, ya que esta reducción representara un incremento en la utilidad percibida

Adicionalmente se garantiza la satisfacción de la demanda pronosticada y por lo tanto un óptimo nivel de servicio al cliente. Favoreciendo así la imagen y credibilidad del almacén.

REFERENCIAS

- [1]. E. Silver, D. Pyke, R. Peterson, "Inventory Management and Production Planning and Scheduling", 3rd ed., John Wiley & Sons, New York, NY. 1998.
- [2]. B.E. Flores and D.C. Whybark, "Implementing multiple criteria ABC analysis", *Journal of Operations Management*, vol. 7, pp. 79-84, 1987.
- [3]. H. Jamshidi, and A. Jain. "Multicriteria ABC inventory classification with exponential smoothing weights", *Journal of global bussiness issues*, vol. 2, pp. 61, 2008.
- [4]. O. Parada Gutiérrez, "Un enfoque multicriterio para la toma de decisiones en la gestión de inventarios". *Cuadernos de Admón. Pontificia Universidad Javeriana*, Vol. 22, Núm. 38, pp.169-187, 2009
- [5]. A. Ghobbar, and C.H. Friend. "Evaluation of forecasting methods for intermittent parts demand in the field of aviation: a predictive model", *Computers y operations research*, vol. 30, pp. 2097 – 2114, 2003.
- [6]. C. J. Vidal, "Fundamentos de gestión de inventarios", Universidad del Valle - Programa Editorial. 2010
- [7]. Y. Chen, Li, W. Kevin, Liu, Si-feng. "A Comparative Study on Multicriteria ABC Analysis in Inventory Management", in *Proc. 2008, IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, pp. 3280-3285.
- [8]. C. Ching-Chin et al. "Designing a decision-support system for new product sales forecasting". *Expert*

- Systems with Applications, vol. 37, pp. 1654-1665, 2010.
- [9]. R. Dahlhaus and M. Eicher. "Causality and graphical models in time series analysis". University Heidelberg, [Online]. Available: <http://galton.uchicago.edu/~eichler/hsss.pdf>
- [10]. V. Gutiérrez, L.F. Rodríguez, "Diagnóstico regional de gestión de inventarios en la industria de producción y distribución de bienes". *Rev. Facultad de Ingeniería Univ. Antioquia*, No. 45, pp. 157-171, 2008
- [11]. G. Nenes, S. Panagiotidou, G. Tagaras "Inventory management of multiple items with irregular demand. A case study". *European Journal of Operational Research*, vol. 205, pp. 313 – 324, 2010.
- [12]. R. Snyder, "Forecasting sales of slow and fast moving inventories". *European Journal of Operational Research*, vol. 140, pp. 684 –699, 2002.
- [13]. C.J. Vidal, V. Gutiérrez. "Modelos de gestión de inventarios en cadenas de abastecimiento: Revisión de literatura". *Rev. Facultad de Ingeniería Univ. Antioquia*, No. 43, pp. 134-149, 2008.
- [14]. T. Willemain, C. Smart, H.F. Schwarz. "A new approach to forecasting intermittent demand for service parts inventories" *International journal of forecasting*, vol. 20, pp. 375 – 387, 2004.