



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Propuesta del plan de inventarios  
para una PYME con giro en  
papelería**

**TESIS**

Que para obtener el título de  
**Ingeniero Industrial**

**PRESENTA**

Judith Ortega Martínez

Dra. Esther Segura Pérez

**DIRECTORA DE TESIS**

**Ciudad Universitaria, Ciudad de México, Noviembre de 2018**





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

*Para la mujer más hermosa, fuerte y valiente que he conocido.  
Mi Esperanza y Gloria por siempre.*

*Gracias a ellas, que me apoyan y son mi sostén en los momentos  
más difíciles.  
Mis complementos y gemas preciosas.*

*Gracias a todos mis amigos, por regalarme tantas risas, aprendizajes  
y anécdotas durante este camino.*

*Gracias a todos los profesores que con su vocación y paciencia me  
han formado para algo más que sólo la vida profesional.*

*Especialmente gracias a la doctora Esther, por ser mi guía y darme  
luz para la elaboración de este proyecto.*

“POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU”

## RESUMEN

Las PYMES en México enfrentan diversas problemáticas como son la falta de conocimientos para resolver problemas, desconocimiento de planeación de demanda y administración de inventarios, etcétera. Por otro lado, existen diversos métodos para la optimización de recursos, los cuales serán empleados para la propuesta del plan de inventarios de este trabajo.

Al inicio del proyecto, la PYME de estudio realiza la gestión de inventarios en forma empírica, sin algún tipo de planeación específico más que el otorgado por la experiencia y la observación. De acuerdo a lo vendido cada semana, hace la consideración de lo que hace falta y cuándo se va a comprar. Regularmente se emite un pedido cada dos semanas, por lo que se hace un gasto por emitir las órdenes de \$2600.00, mientras que el valor del inventario consumido durante el año de estudio asciende a \$36,328.45 lo que da un total de \$38,928.45. Sin embargo, estos montos no contemplan los cambios de la demanda de ninguna manera, por lo que durante el año se presentaron faltantes y excedentes de algunos productos.

Con el plan propuesto se estima un costo total de \$50,072.41 que incluye el costo anual de mantener el inventario. La propuesta incluye pronósticos de ventas, los cuales fueron realizados con tres métodos distintos: promedios simples, promedio móvil y suavizado exponencial simple. Con el análisis ABC multicriterio se realizó la clasificación del inventario para asignar prioridades en los productos. Por otro lado, y de acuerdo con la clase en la que hayan sido asignado los productos, se realizaron los cálculos correspondientes a los sistemas de revisión periódica o continua para todos los artículos. Por último, el nuevo plan fue diseñado para que no existan faltantes, ofreciendo un inventario de seguridad que satisfaga de un 80% a 100% de la demanda.

*Cuadro I: Comparativo gestión inicial contra plan propuesto*

<b>Rubro</b>	<b>Gestión inicial</b>	<b>Plan propuesto</b>
<b>Pronósticos.</b>	Sin pronósticos de ventas.	Promedios móviles.
<b>Clasificación de inventarios.</b>	No realiza clasificación.	ABC multicriterio.
<b>Emisión de órdenes.</b>	Cantidades empíricas, cada dos semanas.	Cantidad económica de pedido.
<b>Revisión de inventario.</b>	Semanal.	Sistema de revisión periódica o continua.
<b>Inventario de seguridad.</b>	Sin inventario de seguridad.	Alfa variable entre 80%-100%

# CONTENIDO

RESUMEN I	
CONTENIDO.....	II
INDICE DE TABLAS .....	IV
INDICE DE ECUACIONES.....	VI
ANTECEDENTES DEL PROBLEMA .....	1
Las MiPyMEs en México.....	1
Las papelerías .....	1
OBJETIVOS .....	2
Objetivo global.....	2
Objetivos específicos.....	2
BASE TEÓRICA.....	2
Los inventarios.....	2
Tipos de inventario .....	3
Sistemas de inventarios.....	3
Demanda .....	3
Pronósticos .....	4
Promedios simples.....	4
Promedios móviles.....	4
Suavizado exponencial simple .....	5
Errores de pronóstico .....	6
Clasificación de inventario .....	6
Clasificación ABC.....	7
Clasificación VED.....	7
Clasificación ABC multicriterio .....	7
Cantidad económica de pedido .....	7
Inventario de seguridad .....	9
Sistema de revisión continua .....	9
Sistema de revisión periódica .....	10
DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	10

METODOLOGÍA.....	11
Pronósticos .....	11
Clasificación de Inventario .....	11
Aplicación de la clasificación VED .....	11
Definición de criterios .....	12
Clasificación del inventario .....	12
Cantidad económica de pedido .....	14
Cálculo de la tasa de costo total por mantener el inventario ( <i>i</i> ).....	15
Inventario de seguridad .....	15
Sistema de revisión continua .....	15
Sistema de revisión periódica .....	16
RESULTADOS .....	17
Pronósticos .....	17
Clasificación de inventarios .....	23
Asignación de categorías .....	23
Asignación de clases .....	24
Cantidad económica de pedido .....	27
Inventario de seguridad .....	29
Sistema de revisión continua .....	30
Sistema de revisión periódica .....	32
PLAN DE INVENTARIOS.....	35
Características de las clases .....	35
Plan general de inventario .....	36
CONCLUSIONES.....	44
BIBLIOGRAFÍA .....	45

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distribución de la clasificación ABC-VED. Fuente: Elaboración Propia....	12
<i>Tabla 2. Artículos con dos posibles métodos de pronóstico. Fuente: Elaboración propia</i> .....	18
Tabla 3. Ejemplo de elección del método de pronóstico. Fuente: Elaboración Propia.....	21
Tabla 4. Asignación del método de pronóstico. Fuente: Elaboración Propia .....	21
Tabla 4. Asignación del método de pronóstico. Fuente: Elaboración Propia (continuación).....	22
Tabla 4. Asignación del método de pronóstico. Fuente: Elaboración Propia (continuación).....	23
Tabla 5. Resultados de la clasificación VED. Fuente: Elaboración Propia .....	23
Tabla 6. Resultados de la clasificación ABC de ganancia anual. Fuente: Elaboración Propia .....	24
Tabla 7. Resultados del método 1: Matriz tabular. Fuente: Elaboración Propia....	24
Tabla 8. Resultados del método 2, escenario 1: Clasificación ABC multicriterio Fuente: Elaboración Propia .....	25
Tabla 9. Ejemplo de cambio en la asignación de clases, Lápiz ticonderoga entrenador. Fuente: Elaboración Propia.....	26
Tabla 10. Ejemplo de cambio en la asignación de clases, Marcador magistral para pizarrón. Fuente: Elaboración Propia .....	26
Tabla 11. Resultados del método 2, escenario 2: Clasificación ABC multicriterio. Fuente: Elaboración Propia .....	27
Tabla 12. Artículos con tiempo (T) mayor a 3.5 años.....	28
Tabla 12. Artículos con tiempo (T) mayor a 3.5 años (continuación) .....	29
Tabla 13. Resumen de resultados del cálculo de inventario de seguridad. Fuente: Elaboración Propia .....	29
Tabla 13. Resumen de resultados del cálculo de inventario de seguridad. Fuente: Elaboración Propia (continuación).....	30
Tabla 14. Resultados del sistema de revisión continua. Fuente: Elaboración Propia .....	30
Tabla 14. Resultados del sistema de revisión continua. Fuente: Elaboración Propia (continuación).....	31
Tabla 14. Resultados del sistema de revisión continua. Fuente: Elaboración Propia (continuación).....	32
Tabla 15. Resultados del sistema de revisión periódica. Fuente: Elaboración Propia.....	32
Tabla 15. Resultados del sistema de revisión periódica. Fuente: Elaboración Propia (continuación) .....	33
Tabla 15. Resultados del sistema de revisión periódica. Fuente: Elaboración Propia (continuación) .....	34
Tabla 16. Características de las clases. Fuente: Elaboración Propia.....	35

Tabla 17. Plan de inventario. Artículos de Clase I. Fuente: Elaboración Propia ...	36
Tabla 17. Plan de inventario. Artículos de Clase I. Fuente: Elaboración Propia (continuación).....	37
Tabla 17. Plan de inventario. Artículos de Clase I. Fuente: Elaboración Propia (continuación).....	38
Tabla 17. Plan de inventario. Artículos de Clase I. Fuente: Elaboración Propia (continuación).....	39
Tabla 18. Plan de inventario. Artículos de Clase II. Fuente: Elaboración Propia...	39
Tabla 18. Plan de inventario. Artículos de Clase II. Fuente: Elaboración Propia (continuación).....	40
Tabla 19. Plan de inventario. Artículos de Clase III. Fuente: Elaboración Propia..	41
Tabla 19. Plan de inventario. Artículos de Clase III. Fuente: Elaboración Propia (continuación).....	42
Tabla 19. Plan de inventario. Artículos de Clase III. Fuente: Elaboración Propia (continuación).....	43

## INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Promedios simples .....	4
Ecuación 2. Promedios móviles .....	5
Ecuación 3. Suavizado exponencial simple.....	5
Ecuación 4. Errores de pronóstico .....	6
Ecuación 5.MAD.....	6
Ecuación 6. MSE.....	6
Ecuación 7.Costo de mantener el inventario .....	9
Ecuación 8.Posición del inventario .....	9
Ecuación 9. Punto de reorden .....	10
Ecuación 10.Nivel objetivo del inventario .....	10
Ecuación 11. Criterio de ganancia anual.....	12
Ecuación 12. Criterio de costo unitario .....	12
Ecuación 13. Método Mín-máx.....	13
Ecuación 14. Valor final.....	13
Ecuación 15.Restrictión de los pesos.....	13
Ecuación 16. Cantidad económica de pedido .....	14
Ecuación 17. Costo total anual.....	14
Ecuación 18. Tiempo de emisión de orden .....	15
Ecuación 19. Cantidad a ordenar durante el periodo P.....	17

# **ANTECEDENTES DEL PROBLEMA**

## **Las MiPyMEs en México**

En México existen 4 millones de unidades empresariales, de las cuales 99.8% son MiPyMEs (Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía [Conuee], 2016);

“De acuerdo con datos del Centro de Desarrollo para la Competitividad Empresarial, sólo 25% de las MiPyMEs en México sobreviven a los primeros dos años de creación y el Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI) agrega que las empresas de nueva creación en México sólo viven un promedio de 7.7 años” (Rodríguez, 2017).

Son las empresas sobrevivientes las que generan el 52% del PIB nacional y 72% del empleo en el país. (Conuee, 2016)

Esto se debe a la falta de conocimientos, para resolver problemas, tal como revela la Encuesta Nacional sobre Productividad y Competitividad de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (ENAPROCE) publicada el 13 Julio del 2016. Esta encuesta informa que sólo el 12.6% del total de empresas consideradas imparte capacitación a su personal.

Se presenta como un caso de estudio una papelería en la cual se refleja un desconocimiento de la administración de inventarios y que apoyando con herramientas adecuadas para su óptima gestión permite ahorros significativos.

## **Las papelerías**

Actualmente en México existen más de 117,700 papelerías y de acuerdo con la Asociación Nacional de Fabricantes de Artículos Escolares y de Oficina (ANFAEO), el mercado mexicano de artículos escolares y de oficina alcanza los 38,000 millones de pesos anuales y con una posibilidad de crecimiento del 16%. (Redacción “El empresario”)

Con el regreso a clases, se estima que el crecimiento del mercado de papelería es del 8.5% en las ventas al mayoreo y, según Prisciliano Tavera director de este segmento en la firma de consultoría Información sistematizada de canales y mercados (ISCAM), los meses de julio, agosto y septiembre representan alrededor del 40% del total de ventas anuales para este sector. (Ramírez, 2017) El comportamiento general de las empresas medianas y grandes es el de abastecedoras de las micro y pequeñas empresas quienes se encargan de llegar a los consumidores finales (Bejarano, 2002)

El mercado de papelería sigue creciendo, pero ello se debe más a las grandes cadenas como Office Depot y Office Max, mientras que las papelerías tipo

MiPyME se reducen año con año. (Celis, 2017) Por esta razón es preciso determinar una adecuada estrategia de inventarios para las pequeñas y medianas empresas pues al ser una de las mayores inversiones de la organización, le permite cumplir con la demanda y competir en el mercado. Ya que entre los objetivos del control de inventarios se encuentran el conocer los productos que hay en existencia y cuidar la inversión de la empresa, con una buena administración de inventarios puede lograrse el equilibrio entre costos bajos de mantenimiento y un nivel de servicio adecuado.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo global**

- Definir la política de gestión de inventarios de una PyME de papelería para mejorar la organización y control de los productos.

### **Objetivos específicos**

- Obtención de datos sobre el comportamiento de costos, precios y ventas.
- Clasificación de datos de acuerdo a su importancia, costo e inversión.
- Obtención de series de tiempo de las ventas generadas.
- Determinar el modelo de pronósticos que mejor se ajuste a la operación.
- Cálculo de la cantidad económica a ordenar.
- Cálculo del inventario de seguridad.
- Definición del sistema de revisión más conveniente para cada producto del inventario.

## **BASE TEÓRICA**

### **Los inventarios**

Según Mónica Míguez y Ana Bastos (2006) “El inventario es un recurso almacenado al que se recurre para satisfacer una necesidad actual o futura” de manera que resulta de vital importancia lograr un control efectivo de éstos para evitar paros por falta de producto o materia prima, obtener las ventajas de precio que proporciona el comprar por volumen y satisfacer la demanda de los clientes en todo momento, entre otros.

Por otro lado, la Real Academia Española describe el inventario como un “Asiento de los bienes y demás cosas pertenecientes a una persona o comunidad, hecho con orden y precisión”. Por lo tanto, un inventario también se caracteriza por ser un ordenamiento sistemático de bienes para obtener todas las ventajas antes mencionadas.

## **Tipos de inventario**

Los principales tipos de inventarios son los siguientes:

- Inventario de materia prima: Se trata de los materiales con los que son elaborados los productos comercializados.
- Inventario de producto en proceso: Son los productos que se encuentran en proceso de elaboración.
- Inventario de productos terminados: Productos cuyo proceso ha concluido y están en espera de ser vendidos.
- Inventario en tránsito: Está compuesto por aquellas mercancías que se encuentran en la ruta de transporte para su consumo final (Tersine, 1988)

De igual forma, las empresas cuentan con diferentes tipos de inventarios de acuerdo a la información que requieren para sus operaciones, de los cuales destacan dos sistemas: Sistema de inventarios permanente y Sistema de inventarios periódico.

## **Sistemas de inventarios**

El sistema de inventarios permanentes, o también llamado perpetuo, permite un control constante de los inventarios, al llevar el registro de cada unidad que ingresa y sale del inventario. Este control se lleva mediante tarjetas denominadas “tarjetas de almacén”, en donde se lleva el registro de cada unidad, su valor de compra, la fecha de adquisición, el valor de la salida de cada unidad y la fecha en que se retira del inventario. De esta forma, en todo momento se puede conocer el saldo exacto de los inventarios y el valor del costo de venta, el control permanente de los sistemas en base a los inventarios existentes. (Sánchez, 2011) Por otro lado el sistema de inventario periódico es el sistema en el cual se requiere, para efectos de valoración del inventario y cálculo del costo de ventas, de un conteo físico. El sistema periódico o juego de inventarios es un sistema utilizado para determinar periódicamente (no en forma regular) el costo de la mercancía vendida y el inventario (Carvalho, 2009)

## **Demanda**

Aunque resulta de gran importancia contar con un buen control del inventario, es necesario tener una previsión confiable de cómo serán las ventas, por lo cual, contar con un pronóstico a corto plazo de las ventas resulta vital en la gestión de inventarios. En general, el método de pronósticos que se aplique depende de los patrones que sigue la demanda.

Los patrones de demanda de los clientes pueden clasificarse como: 1) Regulares y altamente pronosticables. 2) irregulares, pero matemáticamente coherentes y 3) Irregulares e imprevisibles. (Stern, 1999)

La demanda del tipo 1 no requiere un sistema complejo en cuanto a la previsión de las ventas. La demanda del tipo 2 requiere una previsión estadística, mientras que la de tipo 3 exige un sistema de control de inventario de máxima complejidad.

Las previsiones a corto plazo son la manera más eficaz de lograr proyecciones de las ventas futuras sobre la mayoría de los tipos de patrones de demanda. Estas previsiones se basan en la hipótesis de que los patrones históricos de venta de un producto se pueden emplear para predecir su venta futura, y por tanto aplican métodos basados en datos históricos, como la media móvil, la media móvil ponderada, la regresión lineal y el alisado exponencial. (Stern, 1999)

## **Pronósticos**

Debido a que la demanda tiene una naturaleza aleatoria, es preciso obtener un pronóstico que reduzca la incertidumbre para la toma de decisiones. Los métodos de pronósticos ofrecen una predicción, con cierto error, basándose en modelos que toman en consideración los datos históricos de la empresa. De este modo, es necesario evaluar los diferentes métodos de pronóstico para elegir aquel que ofrezca el menor error en el pronóstico. A continuación, se mencionan los métodos a evaluar.

### Promedios simples

Este método utiliza los primeros datos para promediarlos y pronosticar el siguiente periodo. La fórmula (1) ilustra lo anterior descrito (Hanke, 2006):

$$\hat{Y}_{t+1} = \frac{1}{t} \sum_{i=1}^t Y_i ; \quad \forall i = 1, 2, \dots, t$$

*Ecuación 1. Promedios simples*

Donde:

$\hat{Y}_{t+1}$  = Pronóstico para el periodo siguiente.

$Y_i$  = Valor real en el periodo  $i$ .

$t$  = Número de términos en la serie.

### Promedios móviles

Como se mencionó anteriormente, el método de promedios simples utiliza la media de todos los datos para hacer el pronóstico, el método de promedios móviles, en cambio, sugiere solamente el uso de los datos más recientes. El término *promedio móvil* se refiere a la elección de un número constante de datos

recientes a partir de los cuales se puede calcular una media que será el pronóstico del periodo siguiente. La ecuación (2) ilustra este enfoque (Hanke, 2006):

$$\hat{Y}_{t+1} = \frac{Y_t + Y_{t-1} + \dots + Y_{t-k+1}}{k}$$

*Ecuación 2. Promedios móviles*

Dónde:

$\hat{Y}_{t+1}$  = Pronóstico para el periodo siguiente.

$Y_t$  = Valor real en el periodo  $t$ .

$t$  = Número de términos en la serie.

$k$  = Número de términos en el promedio móvil

Es decir, el promedio móvil para el periodo  $t$  es la media aritmética de las  $k$  observaciones más recientes.

### Suavizado exponencial simple

El suavizado exponencial simple proporciona un promedio móvil con un peso exponencial de todos los valores observados anteriormente. La observación más próxima recibe el peso más grande  $\alpha$  (donde  $0 < \alpha < 1$ ), la siguiente observación más cercana recibe menos peso  $\alpha(1 - \alpha)$ , la observación de dos periodos anteriores en el pasado recibe incluso menos peso  $\alpha(1 - \alpha)^2$ , y así sucesivamente (Hanke, 2006). De manera formal, la ecuación (3) del suavizamiento exponencial es:

$$\hat{Y}_{t+1} = \hat{Y}_t + \alpha(Y_t - \hat{Y}_t)$$

*Ecuación 3. Suavizado exponencial simple*

Dónde:

$\hat{Y}_{t+1}$  = Pronóstico para el periodo siguiente.

$\hat{Y}_t$  = Valor del pronóstico en el periodo  $t$ .

$Y_t$  = Valor real en el periodo  $t$ .

$t$  = Número de términos en la serie.

$\alpha$  = Constante de suavizamiento ( $0 < \alpha < 1$ )

## Errores de pronóstico

Debido a que los pronósticos son aproximaciones de lo que se espera que ocurra en el periodo siguiente, siempre está implicado un error de pronóstico (Hanke, 2006).

El error de pronóstico de cada periodo se calcula con la ecuación (4):

$$e_t = Y_t - \hat{Y}_t$$

*Ecuación 4. Errores de pronóstico*

Dónde:

$e_t =$  Error del pronóstico en el periodo  $t$ .

$Y_t =$  Valor real en el periodo  $t$ .

$\hat{Y}_t =$  Pronóstico para el periodo  $t$ .

Un método para evaluar las técnicas de pronósticos es utilizar la suma de los errores absolutos MAD (*Mean absolute deviation*). La MAD mide el promedio de los errores de pronóstico en las mismas unidades que la serie original.

Se calcula con ayuda de la ecuación (5):

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |e_t| ; \quad \forall t = 1, 2, \dots, n$$

*Ecuación 5. MAD*

Otro método de evaluación es mediante el cálculo del error cuadrático medio MSE (*Mean Squared Error*). La particularidad de éste indicador radica en que, al elevar los errores al cuadrado, penaliza los errores grandes por lo cual el método prefiere una serie de errores moderados pero constantes.

El MSE es calculado con la siguiente ecuación (6):

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (e_t)^2 ; \quad \forall t = 1, 2, \dots, n$$

*Ecuación 6. MSE*

## Clasificación de inventario

El inventario se compone de diversos artículos, pero no todos tienen la misma importancia dentro del mismo. Para ello se emplean los métodos de clasificación de inventarios que agrupan los artículos de acuerdo con un criterio específico que sea de interés para la empresa.

## Clasificación ABC

Es una aplicación del análisis de Pareto, para clasificar artículos en categorías A, B y C de acuerdo con un criterio específico.

Los pasos para efectuar la clasificación ABC son los siguientes:

1. Seleccionar el criterio de valor.
2. Ordenar los artículos en orden de importancia de su valor.
3. Calcular, para cada uno, su porcentaje de valor y su porcentaje acumulado del número de artículos.
4. Clasificar los artículos en las categorías A, B o C.

Categoría A: Artículos que aportan el 70% del valor

Categoría B: Artículos que aportan el 20% del valor

Categoría C: Artículos que aportan el 10% del valor. (Muñoz, 2009)

## Clasificación VED

Esta clasificación se basa en la criticidad de un artículo.

La categoría V se refiere a los artículos Vitales, sin los cuales la organización no puede ejecutar sus actividades.

Los artículos categoría E son los considerados Esenciales, sin los cuales la organización puede funcionar pero que afectan la calidad del servicio.

Los artículos categoría D son los clasificados como Deseables y que el no tenerlos no afecta las actividades ni la calidad de los servicios. (Gupta, 2007)

## Clasificación ABC multicriterio

La clasificación ABC multicriterio es sugerida cuando se emplean más de dos criterios pues una matriz de combinación puede resultar confusa. Esta clasificación se encarga de unificar los criterios aun cuando estos no son normalmente equiparables o no emplean las mismas unidades de medida. El primer paso consiste en normalizar la información de cada una de las clasificaciones. En este trabajo se empleó una normalización min-máx que realiza una transformación lineal de los valores para establecerlos en un rango entre 0 y 1. Una vez que se normalizó cada criterio, se asigna una ponderación de acuerdo con el nivel de importancia con que se desea evaluar cada característica con la única condición que la suma de las ponderaciones sea igual a 1. (Castro, 2011)

## **Cantidad económica de pedido**

*Economic order quantity*, EOQ en inglés, es el modelo fundamental de los modelos de inventarios pues sirve como base para otros modelos más elaborados.

Este modelo se sugiere para la compra de materia prima en producción o para los negocios de ventas al menudeo.

El concepto básico de este modelo es crear un balance entre dos costos opuestos: los costos de ordenar y los costos de almacenar. El costo de ordenar es un costo fijo; si se ordena más, el costo por unidad será menor. El costo de almacenar es un costo variable que disminuye si el inventario que se tiene disminuye. Este balance se logra minimizando el costo total anual promedio (Sipper 1998).

Este modelo tiene las siguientes consideraciones:

- Existe un solo artículo en el sistema de inventario.
- La demanda es uniforme y determinística y el monto es de  $D$  unidades por unidad de tiempo.
- No se permiten faltantes
- Hay un tiempo de entrega (tiempo desde que se coloca la orden hasta que se recibe).
- Toda la cantidad ordenada llega al mismo tiempo; esto se llama tasa de reabastecimiento infinito.

Además, el modelo se define a través de costos conocidos y son los siguientes:

Costo de compra ( $c$ ) es lo que se paga a un proveedor por cada artículo recibido.

El costo de ordenar ( $A$ ) es aquel en que se incurre cada vez que se coloca una orden con el proveedor. Es independiente del tamaño del lote que se compra y, por lo tanto, es un costo fijo.

El inventario compromete capital, un espacio y requiere mantenimiento. Todo cuesta dinero. Esto se llama costo de almacenaje o de mantener el inventario e incluye lo siguiente:

- Costo de oportunidad.
- Costos de almacenaje fijo.
- Impuestos y seguros.
- Robos, daños, caducidad, obsolescencia, etcétera.

El costo de almacenar comienza con la inversión en el inventario. El dinero comprometido no puede obtener rendimientos en otra parte. Este costo es un costo de oportunidad, que por lo general se expresa como porcentaje de la inversión. El valor más bajo de este costo de oportunidad es el interés que ganaría el dinero en una cuenta de ahorros. Esta tasa se puede usar como parte de costo de mantener el inventario.

Los costos se calculan como un porcentaje de la inversión en inventario y se suman al costo de oportunidad, esto genera el costo total de mantener el

inventario. Entonces, si el costo de capital es 25% anual y otros tipos de costo suman un 10% adicional, el costo total de almacenaje será 35%. El costo total por mantener el inventario se expresa como porcentaje y está representado por la letra  $i$ .

Debido a que el inventario casi siempre se mide en unidades y no en dinero, y recordando que el costo de una unidad es  $c$ , se obtiene:

$$h = i \times c$$

*Ecuación 7. Costo de mantener el inventario*

donde  $h$  es el costo de mantener una unidad en inventario durante una unidad de tiempo, expresado en dinero (Sipper, 1998).

## **Inventario de seguridad**

El inventario de seguridad ( $SS$ , *Security stock*) es la cantidad almacenada que sirve como reserva en caso que el inventario normal haya sido agotado, de modo que se puede considerar como la cantidad que satisface la diferencia entre la demanda prevista máxima y la demanda que se esperaría en condiciones normales en un determinado plazo. Bajo este supuesto, el inventario de seguridad puede ser calculado a partir de los errores de previsión de la demanda, de esta forma el histograma de frecuencias relativas y el de histograma de frecuencias relativas acumuladas representan, respectivamente, una aproximación a la función de densidad y distribución de probabilidad del error de previsión.

La elección del inventario de seguridad se realiza a través del nivel de servicio. El nivel de servicio ( $\alpha$ ) es el grado en que la demanda será satisfecha en tanto por ciento. De acuerdo a lo anterior, se considera entonces que la frecuencia relativa acumulada representa el nivel de servicio que alcanza un inventario de seguridad igual al error de previsión relacionado (Sarabia, 1996).

## **Sistema de revisión continua**

El sistema de revisión continua practica un monitoreo constante a las existencias del inventario para determinar si es momento o no de realizar un pedido. La posición del inventario ( $IP$ , *Inventory position*) es una medida de la capacidad del stock de abastecer la demanda durante un periodo determinado, este indicador considera el inventario disponible en el momento de la revisión ( $OH$ , *on hand*), las recepciones programadas ( $SR$ , *scheduled receipts*), y las órdenes atrasadas ( $BO$ , *backorders*) (Krajewski, 2000).

$$IP = OH + SR - BO$$

*Ecuación 8. Posición del inventario*

Cuando la posición del inventario llega a un nivel mínimo disponible llamado punto de reorden (ROP), es el indicador de que ha llegado el momento de realizar un nuevo pedido. El punto de reorden (*ROP, Reorder point*) es igual a la demanda promedio ( $\bar{d}$ ) durante el tiempo de entrega (*L, Lead time*), de esta forma, al emitir la orden el inventario comienza a consumirse mientras llega el reabastecimiento. Sin embargo, debe hacerse la consideración que la demanda es variable por lo que es necesario contar con un stock de seguridad que cubra la demanda no prevista.

$$ROP = \bar{d}L + SS$$

*Ecuación 9. Punto de reorden*

### **Sistema de revisión periódica**

El sistema de revisión periódica establece un periodo de revisión fijo (*P, period*) el cual determina la empresa de acuerdo a sus actividades.

En este sistema es necesario determinar el nivel objetivo del inventario (*T*) que satisfará la demanda (*d*) hasta el siguiente periodo de revisión y además, debe de considerar el periodo que el proveedor tarda en realizar una entrega. De esta forma, el nivel objetivo del inventario es:

$$T = d(P + L) + SS$$

*Ecuación 10. Nivel objetivo del inventario*

De forma similar, el inventario de seguridad debe considerar un periodo de protección *P+L*. (Krajewski, 2000).

## **DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA**

El estudio fue realizado en una empresa tipo MiPyME dedicada a la venta de artículos escolares. Su fundadora cuenta con 13 años de experiencia en el negocio, mismo que inició y mantiene en la demarcación de la delegación Tláhuac. Sus ingresos principales provienen de los estudiantes de las primarias y secundarias aledañas. El inventario de esta empresa cuenta con un total de 133 artículos entre los que se encuentran lápices, gomas, sacapuntas, calculadoras, cuadernos, etcétera. Esta MiPyME realiza el control de sus inventarios de acuerdo con el conocimiento que ha adquirido a lo largo del tiempo, por lo que el objetivo de este documento es el diseño de un plan de inventarios que se adecue a las actividades y recursos actuales de la empresa. Para este propósito, se recopilaron datos sobre ventas, demanda, cambios de costos y precios a lo largo de un año de forma semanal y comprenden desde septiembre del 2016 hasta septiembre del 2017.

# METODOLOGÍA

## Pronósticos

Existe una diferencia importante entre demanda y venta. La primera se trata de una intención de compra que tiene el cliente o mercado, la cual puede o no concretarse por diferentes razones, una de las cuales puede ser la falta de producto en el momento que al cliente le interesa adquirirlo. La segunda es la conclusión de dicha intención, es el conteo real de las intenciones que se convirtieron en un ingreso para la empresa. Idealmente, la organización desearía conocer la demanda para tener la capacidad de satisfacerla, sin embargo, no siempre cuenta con estos datos pues resulta complicado registrar una posibilidad de compra. En estos casos, puede emplearse la serie de tiempo de las ventas registradas como una aproximación de la demanda real, tal como se muestra en este proyecto.

Debido a que las series de tiempo no presentan una tendencia marcada ni estacionalidad, se proponen 3 métodos de pronóstico de demanda: promedio simple, promedios móviles y suavizado exponencial simple. Se eligió el pronóstico del método con la menor MAD y el menor MSE. Estos errores fueron seleccionados como medida de evaluación porque el resultado se obtiene en las mismas unidades que la serie que se quiere pronosticar y en su cálculo no se requieren el uso de divisiones, por lo que facilita el análisis y la aplicación.

## Clasificación de Inventario

Resulta de interés para la empresa conocer la repercusión en la operación de tres criterios en particular: La ganancia obtenida de cada artículo durante el año, pues los artículos con mayor aportación son lo que permiten la circulación del dinero; la importancia de tener un producto en el anaquel, por ser los artículos que llaman la atención del cliente a primera vista y finalmente el costo unitario de cada artículo, para cuidar el presupuesto destinado al abastecimiento del inventario.

### Aplicación de la clasificación VED

La clasificación VED se realizó de acuerdo con la experiencia de la dueña del negocio. Se calificó como categoría V a todos aquellos artículos que los clientes buscan en primer lugar como una referencia de los artículos en general, es decir, "productos gancho". En la categoría E se asignaron aquellos productos que son medianamente buscados y en la categoría D aquellos que son buscados, pero no representan un cambio en la decisión del cliente.

### Definición de criterios

La ganancia anual del artículo  $i$  fue igual a la suma de la diferencia del precio del producto  $i$  en la semana  $j$  menos el costo del producto  $i$  en la semana  $j$  por las ventas registradas del producto  $i$  en la semana  $j$ .

$$Ganancia\ anual_i = \sum_{j=1}^{52} (precio_{ij} - costo_{ij}) * ventas_{ij}$$

$$\forall i = 1,2, \dots, 133 \text{ y } \forall j = 1,2, \dots, 52.$$

*Ecuación 11. Criterio de ganancia anual*

El costo unitario fue representado por el promedio de los costos que tuvo un producto  $i$  en cada semana  $j$  de las 52 del año.

$$Costo\ unitario_i = \frac{\sum_{j=1}^{52} precio_{ij}}{52}$$

$$\forall i = 1,2, \dots, 133 \text{ y } \forall j = 1,2, \dots, 52.$$

*Ecuación 12. Criterio de costo unitario*

Una vez que se obtuvieron las características individuales de cada producto, se realizaron las clasificaciones combinadas a través de tres métodos distintos.

### Clasificación del inventario

*Método 1: Matriz tabular de clasificación ABC-VED.*

Una vez que se hizo la evaluación de los artículos conforme el criterio de ganancia anual y la clasificación VED se procedió a construir la matriz ABC-VED a partir de la combinación de las categorías asignadas con cada uno de los criterios.

La Clase I se conformó con los productos de clasificación A y clasificación V. La Clase II, por los productos que contuvieron una combinación de la categoría B o la categoría E mientras que la Clase III agrupó los productos resultantes de la combinación de la categoría C o la categoría D.

*Tabla 1. Distribución de la clasificación ABC-VED. Fuente: Elaboración Propia*

D	AD	BD	CD
E	AE	BE	CE
V	AV	BV	CV
	A	B	C

Como se explica en (9), los artículos fueron distribuidos de la siguiente manera:

- Clase I: AV+BV+CV+AE+AD
- Clase II: BE+BD+C
- Clase III: CD

*Método 2: Clasificación ABC multicriterio.*

Escenario 1: Dos criterios con ponderaciones iguales.

En este escenario se utilizaron los criterios de ganancia anual y clasificación VED. Dado que este método requiere de operaciones matemáticas para determinar el valor total que se asigna a cada artículo, los productos clasificados como “vitales” fueron asociados a un valor de 3, los artículos “esenciales” a un valor de 2 y finalmente un valor de 1 a los artículos “deseables”.

Los datos de cada criterio fueron normalizados por el método mín-máx que emplea la siguiente fórmula:

$$y_{ij}' = \frac{y_{ij} - \min_j}{\max_j - \min_j}$$

$$\forall i = 1,2, \dots, 133 \text{ y } \forall j = 1,2, \dots, 52.$$

*Ecuación 13. Método Mín-máx*

Donde  $y'_{ij}$  es el valor normalizado del criterio  $j$  para el artículo  $i$

- $y_{ij}$  es el valor original del criterio  $j$  para el artículo  $i$  del inventario.
- $\min_j$  es el valor mínimo que toma el criterio para todos los artículos del inventario
- $\max_j$  es el valor máximo que toma el criterio para todos los artículos del inventario.

Para calcular el valor final de cada artículo, se empleó la siguiente fórmula:

$$\text{Valor final} = \sum_{i=1}^I w_j * y_{ij}' \quad ; \quad \forall i = 1,2, \dots, 133 \text{ y } \forall j = 1,2, \dots, 52.$$

*Ecuación 14. Valor final*

Donde  $w_j$  es el valor del peso asignado al criterio  $j$  bajo la restricción de que:

$$\sum_{j=1}^J w_j = 1 \quad ; \quad \forall i = 1,2, \dots, 133 \text{ y } \forall j = 1,2, \dots, 52.$$

*Ecuación 15. Restricción de los pesos*

Debido a que para el negocio es igual de importante el criterio de ganancia anual como el de la clasificación VED, en este escenario se propuso otorgar una ponderación idéntica para cada criterio por lo que el valor de  $w$  es igual a 0.5 en ambos casos.

Finalmente, para obtener la clase a la que pertenecería cada artículo se realizó una clasificación ABC con los valores finales obtenidos. Los artículos que aportan el 70% de valor fueron clasificados como Clase I, los que aportan el 20% del valor como Clase II y aquellos que aportan el 10% como Clase III.

Escenario 2: Tres criterios con ponderaciones iguales.

Para este escenario se evaluaron los criterios de ganancia anual, clasificación VED y costo unitario. De manera similar al escenario 1, todos los criterios tienen la misma importancia para la papelería por lo que se realizó el mismo procedimiento, esta vez otorgando a  $w$  un valor de 0.33.

### **Cantidad económica de pedido**

La EOQ es la variable de decisión que minimiza el costo total anual promedio y está representada por la siguiente ecuación:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2AD}{h}}$$

*Ecuación 16. Cantidad económica de pedido*

Dónde.

A: Costo de ordenar (\$/orden)

D: Demanda por unidad de tiempo (unidades)

$i$ =costo total anual de mantener el inventario (% por año)

H =  $ixc$  : Costo total anual de mantener el inventario (\$ por unidad por año)

El costo total anual promedio mínimo se da al sustituir la cantidad  $Q^*$  en el costo total anual promedio, con lo que se obtiene:

$$K(Q^*) = cD + \sqrt{2ADh}$$

*Ecuación 17. Costo total anual*

Dónde:

C: costo unitario (\$/unidad)

D: demanda por unidad de tiempo

A: costo de ordenar (\$/orden)

D: demanda por unidad de tiempo

H: costo total anual de mantener el inventario (\$ por unidad por año)

El tiempo de emisión de orden se calcula de la siguiente manera:

$$T = \frac{Q^*}{D}$$

*Ecuación 18. Tiempo de emisión de orden*

De manera que se ordenará una cantidad  $Q^*$  con un costo  $K(Q^*)$  cada periodo  $T$ .

### Cálculo de la tasa de costo total por mantener el inventario ( $i$ )

Cerca del 65% de los vendedores en Estados Unidos no saben cuál es su costo de mantener, pero ciertamente, el costo es mucho mayor de lo que imaginan. En realidad, muchos expertos estiman que la tasa de costo total anual oscila entre 18% y 35%, con algunos casos que pueden llegar hasta el 50%.

Esta tasa puede calcularse a partir de la suma de diferentes costos, en nuestro caso de estudio éste incluirá los siguientes:

- Devaluación anual de la mercancía: El porcentaje perdido por tener los artículos en stock durante el año.
- Costo de oportunidad: El porcentaje de ganancia que podría ofrecer el mismo capital de invertirse en el banco.
- Obsolescencia: Relativo al costo de los artículos que ya no pueden ser vendidos por ser viejos para el mercado.
- Daño por manejo: Productos que se dañan por el transporte o movimiento constante
- Tasa de almacenamiento fijo: El costo por el lugar en el que se almacenan los productos.

### **Inventario de seguridad**

El inventario de seguridad fue calculado a partir de los errores de pronóstico del método que haya sido seleccionado como el de menor error según lo descrito en la sección "Metodología" apartado de pronósticos. La serie de errores absolutos fue ordenada de menor a mayor y se procedió a construir la tabla de frecuencias relativas acumuladas, de este modo, cada dato estaría relacionado a una frecuencia determinada. Las frecuencias absolutas representaron el nivel de servicio que se desea dar y el dato relacionado el inventario de seguridad que se debe de adquirir para satisfacer dicho nivel (Sarabia, 1996).

### **Sistema de revisión continua**

La primer variable de interés es la posición del inventario, la cual se obtiene al considerar el inventario disponible al momento del conteo, más las recepciones programadas, menos las órdenes atrasadas.

$$IP = OH + SR - BO \quad (8)$$

Donde:

OH= "On hand", Inventario a la mano.

SR= "Scheduled receipts", Recepciones programadas.

BO= "Backorders", órdenes atrasadas.

La dueña de la papelería surte sus artículos únicamente en fin de semana, por lo que el tiempo de espera (L) es de 1 semana. Sustituyendo este dato en la ecuación (8) para el punto de reorden (ROP) se obtuvo lo siguiente:

$$ROP = \frac{D}{52} \times (L) + (SS) \times (L) \quad (9)$$

Donde

D= Demanda anual

SS= Inventario de seguridad por semana

L= *Lead time* o Tiempo de espera en semanas

La cantidad a ordenar (Q) se emite en el momento que el nivel de inventario es igual al punto de reorden. El valor de Q, para este ejercicio, será igual al último pronóstico.

### **Sistema de revisión periódica**

Para el sistema de revisión periódica fue necesario determinar el periodo de revisión (P). De acuerdo a la experiencia, 4 semanas son adecuadas para revisar y emitir los pedidos de cada artículo y el tiempo de espera (L) es de 1 semana. Una vez que se seleccionaron estos datos, se determinó el valor del inventario objetivo (T) el cuál fue calculado con la fórmula (9) de la siguiente manera:

$$T = \frac{D}{52} \times (P + L) + (SS) \times (P + L) \quad (10)$$

Dónde:

D= demanda anual

SS= Inventario de seguridad por semana

P= Periodo de revisión en semanas

L= *Lead time* o tiempo de espera en semanas.

La cantidad a ordenar Q será variable de acuerdo a las operaciones de la empresa durante el periodo P y se obtendrá de la siguiente manera:

$$Q = T - IP$$

*Ecuación 19. Cantidad a ordenar durante el periodo P.*

Donde

T= Inventario objetivo.

IP= Posición del inventario.

## **RESULTADOS**

### **Pronósticos**

Se observa que en 91 artículos el menor error MAD y MSE selecciona de manera unánime el método de pronóstico. Es de recalcar que en este ejercicio el método más común fue el de promedios móviles donde el parámetro “n” varía dependiendo de la serie. Sin embargo, en 39 artículos es necesario hacer un análisis para elegir, entre dos métodos, el más adecuado.

Tabla 2. Artículos con dos posibles métodos de pronóstico. Fuente: Elaboración propia

ARTÍCULO			PRONÓSTICOS									
PRODUCTO	MARCA	PRESENTACIÓN	MÉTODO 1	PARÁMETRO 1	PRONÓSTICO	MAD	MSE	MÉTODO 2	PARÁMETRO 2	PRONÓSTICO	MAD	MSE
ABACO	SM	GRANDE	PROMEDIOS MÓVILES	3	1.3333	0.4626	0.4943	PROMEDIOS MÓVILES	32	0.3750	0.4891	0.3239
CALCULADORA	KADIS		PROMEDIOS MÓVILES	10	0.2000	0.0619	0.0448	PROMEDIOS MÓVILES	5	0.4000	0.0681	0.0409
CINTA ADHESIVA	NAVITEK	TRANSPARENTE	PROMEDIOS MÓVILES	50	0.5200	0.5000	0.2500	PROMEDIOS MÓVILES	48	0.5417	0.5000	0.2502
CINTA ADHESIVA	TUK	TRANSPARENTE	PROMEDIOS MÓVILES	25	0.7200	0.8356	0.8846	PROMEDIOS MÓVILES	26	0.6923	0.8482	0.9023
CLIPS	SM	CAJA METALICO	PROMEDIOS MÓVILES	26	0.0000	0.0118	0.0005	PROMEDIOS MÓVILES	35	0.0000	0.0134	0.0004
COLORES	ANIMALITOS	12 PZS	PROMEDIOS MÓVILES	6	0.6667	0.4022	0.4535	PROMEDIOS MÓVILES	40	0.3250	0.4896	0.4329
COLORES	BLANCA NIEVES	24 PZS	PROMEDIOS MÓVILES	26	0.3462	0.4689	0.3158	PROMEDIOS MÓVILES	2	1.5000	0.4000	0.5200
COLORES	SCOOOL	24 PZS	PROMEDIOS MÓVILES	20	0.7500	0.7672	2.2626	PROMEDIOS MÓVILES	51	0.8627	1.1176	1.2491
COLORES	VIVIDEL	24 PZS	PROMEDIOS MÓVILES	8	0.5000	0.2670	0.2493	PROMEDIOS MÓVILES	10	0.4000	0.2667	0.2543
COMPAS	TRIME	PRECISIÓN	PROMEDIOS MÓVILES	32	0.0313	0.0906	0.0102	PROMEDIOS MÓVILES	51	0.0980	0.0980	0.0096
CRAYOLAS	CARMEN	24 PZS GRUESO	PROMEDIOS MÓVILES	40	0.0250	0.0354	0.0014	PROMEDIOS MÓVILES	41	0.0244	0.0355	0.0014
CRAYOLAS	CRAYOLA	GRUESO 12	PROMEDIOS MÓVILES	12	0.5833	0.4083	0.7389	PROMEDIOS MÓVILES	13	0.5385	0.4083	0.7527
CRAYOLAS	VIVIDEL	12 PZS GRUESO	PROMEDIOS MÓVILES	4	2.5000	0.3490	0.9023	PROMEDIOS MÓVILES	1	7.0000	0.3922	0.9020
ESTUCHE	SM	DOBLE CIERRE	PROMEDIOS MÓVILES	7	1.8571	0.9270	2.9052	PROMEDIOS MÓVILES	51	0.8824	1.1569	1.3383
ESTUCHE	SM	ESCALERA	PROMEDIOS MÓVILES	26	0.0000	0.0444	0.0134	PROMEDIOS MÓVILES	35	0.0000	0.1961	0.0384
FLAUTA	YAMAHA		PROMEDIOS MÓVILES	9	0.1111	0.0388	0.0261	PROMEDIOS MÓVILES	13	0.0769	0.0375	0.0272

Tabla 2. Artículos con dos posibles métodos de pronóstico. Fuente: Elaboración propia (continuación)

ARTÍCULO			PRONÓSTICOS									
PRODUCTO	MARCA	PRESENTACIÓN	MÉTODO 1	PARÁMETRO 1	PRONÓSTICO	MAD	MSE	MÉTODO 2	PARÁMETRO 2	PRONÓSTICO	MAD	MSE
GISES	BACO	COLORES	PROMEDIOS MÓVILES	14	0.3571	0.2801	0.2026	PROMEDIOS MÓVILES	21	0.2381	0.2780	0.2208
GOMA	FACTIS	S20	PROMEDIOS MÓVILES	6	5.0000	1.3986	4.5556	PROMEDIOS MÓVILES	4	6.5000	1.4219	4.3685
JUEGO DE GEOMETRIA	MAPED	FLEXIBLE	PROMEDIOS MÓVILES	12	0.1667	0.0708	0.1042	PROMEDIOS MÓVILES	51	0.0980	0.0980	0.0096
JUEGO DE GEOMETRIA	PETIGON	FLEXIBLE	PROMEDIOS MÓVILES	2	3.0000	0.1900	0.4050	PROMEDIOS MÓVILES	1	5.0000	0.1765	0.4118
LAPICERO	MIRADO		PROMEDIOS MÓVILES	26	0.0000	0.0030	0.0001	PROMEDIOS MÓVILES	35	0.0000	0.0034	0.0001
LAPIZ	TICONDEROGA	DELGADO TRIANGULAR	PROMEDIOS MÓVILES	24	0.0417	0.2024	0.0774	PROMEDIOS MÓVILES	31	0.0323	0.2074	0.0686
LIBRETA	MONKEY	RAYA	PROMEDIOS MÓVILES	11	0.2000	0.2373	0.7130	PROMEDIOS MÓVILES	8	0.8750	0.2443	0.6903
MARCADOR	ESTERBROOK	PERMANENTE	PROMEDIOS MÓVILES	4	0.7500	0.2448	0.1784	PROMEDIOS MÓVILES	9	0.6667	0.2429	0.1837
MARCADOR	MAGISTRAL	PARA PIZARRON	PROMEDIOS MÓVILES	3	10.6667	0.6939	6.2993	PROMEDIOS MÓVILES	2	14.5000	0.7200	5.9000
MASKING TAPE	NAVITEK	12 X 50	PROMEDIOS MÓVILES	36	1.4444	1.3333	3.6516	PROMEDIOS MÓVILES	1	6.0000	1.0588	5.0588
PLASTILINA	MAKYCO	BARRA	PROMEDIOS MÓVILES	30	0.2333	0.4348	0.2968	PROMEDIOS MÓVILES	50	0.4400	0.5000	0.2536
PLASTILINA	MAKYCO	CAJITA	PROMEDIOS MÓVILES	24	0.1667	0.3274	0.2383	PROMEDIOS MÓVILES	17	0.1765	0.3328	0.2329
PLASTILINA	PELIKAN	CAJITA	PROMEDIOS MÓVILES	20	0.0500	0.0781	0.0378	PROMEDIOS MÓVILES	51	0.0784	0.0784	0.0062
PLASTILINA	PLAY DOH		PROMEDIOS MÓVILES	4	4.0000	0.8229	3.2552	PROMEDIOS MÓVILES	17	1.1176	0.8084	4.2000
PLUMA	BIC	MEDIANO	PROMEDIOS MÓVILES	11	10.5455	4.7361	84.7152	PROMEDIOS MÓVILES	51	5.0000	7.0784	50.1042
PLUMINES	PELIKAN	PAQUETE	PROMEDIOS MÓVILES	5	0.8000	0.2383	0.1889	PROMEDIOS MÓVILES	3	1.3333	0.2313	0.1905
REGLA	METALICA	15 CM	PROMEDIOS MÓVILES	40	0.0750	0.1063	0.0122	PROMEDIOS MÓVILES	41	0.0732	0.1064	0.0122
REGLA	METALICA	30 CM	PROMEDIOS MÓVILES	6	0.6667	0.3696	0.2742	PROMEDIOS MÓVILES	17	0.3529	0.3916	0.2698

*Tabla 2. Artículos con dos posibles métodos de pronóstico. Fuente: Elaboración propia (continuación)*

ARTÍCULO			PRONÓSTICOS									
PRODUCTO	MARCA	PRESENTACIÓN	MÉTODO 1	PARÁMETRO 1	PRONÓSTICO	MAD	MSE	MÉTODO 2	PARÁMETRO 2	PRONÓSTICO	MAD	MSE
RESISTOL	SM	MEDIO LITRO	PROMEDIOS MÓVILES	12	1.0000	0.5809	0.9462	PROMEDIOS MÓVILES	2	4.0000	0.5900	0.7350
SACAPUNTAS	SM	DOBLE PLASTICO	PROMEDIOS MÓVILES	35	1.2571	0.9899	1.7653	PROMEDIOS MÓVILES	51	1.0392	1.0000	1.0000
SACAPUNTAS	SM	METALICO	PROMEDIOS MÓVILES	4	3.2500	0.8802	1.5508	PROMEDIOS MÓVILES	2	4.5000	0.8700	1.9850
TIJERAS	PENMAX	GRANDE	PROMEDIOS MÓVILES	51	0.4314	0.5098	0.2599	PROMEDIOS MÓVILES	7	1.1429	0.5016	1.0295
TIJERAS	SM	ZIGZAG	PROMEDIOS MÓVILES	26	0.0000	0.0059	0.0002	PROMEDIOS MÓVILES	35	0.0000	0.0067	0.0002

Como se hizo mención en la metodología, la elección del método de pronóstico se realizó al seleccionar la menor MAD y el menor MSE. En los casos donde los MAD y MSE de los métodos fueran similares, se añadió como factor adicional para la elección del método la cantidad de datos que se requieren para hacer el pronóstico, prefiriendo aquellos de menor número pues esto representa un uso menor de recursos.

Se observa, por ejemplo, el ábaco grande.

*Tabla 3. Ejemplo de elección del método de pronóstico. Fuente: Elaboración Propia*

PARÁMETRO 1	PRONÓSTICO	MAD	MSE	PARÁMETRO 2	PRONÓSTICO	MAD	MSE
3	1.3333	0.4626	0.4943	32	0.3750	0.4891	0.3239

En este caso, la MAD es mayor cuando se habla del pronóstico de promedios móviles con n igual a 32. Cuando n es igual a 3, la MAD es menor pero el MSE es mayor que cuando n es igual a 32. En este caso, el tercer criterio de elección es el número de datos. Dado que ambas son opciones viables, se prefiere el primer pronóstico por requerir un menor uso de datos.

*Tabla 4. Asignación del método de pronóstico. Fuente: Elaboración Propia*

ARTÍCULO			PRONÓSTICOS				
PRODUCTO	MARCA	PRESENTACIÓN	MÉTODO	PARÁMETRO	PRONÓSTICO	MAD	MSE
ABACO	SM	GRANDE	PROMEDIOS MÓVILES	3	1.3333	0.4626	0.4943
CALCULADORA	KADIS		PROMEDIOS MÓVILES	10	0.2000	0.0619	0.0448
CINTA ADHESIVA	NAVITEK	TRANSPARENTE	PROMEDIOS MÓVILES	50	0.5200	0.5000	0.2500
CINTA ADHESIVA	TUK	TRANSPARENTE	PROMEDIOS MÓVILES	25	0.7200	0.8356	0.8846
CLIPS	SM	CAJA METALICO	PROMEDIOS MÓVILES	26	0.0000	0.0118	0.0005
COLORES	ANIMALITOS	12 PZS	PROMEDIOS MÓVILES	6	0.6667	0.4022	0.4535
COLORES	BLANCA NIEVES	24 PZS	PROMEDIOS MÓVILES	26	0.3462	0.4689	0.3158
COLORES	SCOOOL	24 PZS	PROMEDIOS MÓVILES	20	0.7500	0.7672	2.2626
COLORES	VIVIDEL	24 PZS	PROMEDIOS MÓVILES	8	0.5000	0.2670	0.2493
COMPAS	TRIME	PRECISIÓN	PROMEDIOS MÓVILES	32	0.0313	0.0906	0.0102
CRAYOLAS	CARMEN	24 PZS GRUESO	PROMEDIOS MÓVILES	40	0.0250	0.0354	0.0014

Tabla 5. Asignación del método de pronóstico. Fuente: Elaboración Propia (continuación)

ARTÍCULO			PRONÓSTICOS				
PRODUCTO	MARCA	PRESENTACIÓN	MÉTODO	PARÁMETRO	PRONÓSTICO	MAD	MSE
CRAYOLAS	CRAYOLA	GRUESO 12	PROMEDIOS MÓVILES	12	0.5833	0.4083	0.7389
CRAYOLAS	VIVIDEL	12 PZS GRUESO	PROMEDIOS MÓVILES	4	2.5000	0.3490	0.9023
ESTUCHE	SM	DOBLE CIERRE	PROMEDIOS MÓVILES	7	1.8571	0.9270	2.9052
ESTUCHE	SM	ESCALERA	PROMEDIOS MÓVILES	26	0.0000	0.0444	0.0134
FLAUTA	YAMAHA		PROMEDIOS MÓVILES	9	0.1111	0.0388	0.0261
GISES	BACO	COLORES	PROMEDIOS MÓVILES	14	0.3571	0.2801	0.2026
GOMA	FACTIS	S20	PROMEDIOS MÓVILES	6	5.0000	1.3986	4.5556
JUEGO DE GEOMETRIA	MAPED	FLEXIBLE	PROMEDIOS MÓVILES	12	0.1667	0.0708	0.1042
JUEGO DE GEOMETRIA	PETIGON	FLEXIBLE	PROMEDIOS MÓVILES	2	3.0000	0.1900	0.4050
LAPICERO	MIRADO		PROMEDIOS MÓVILES	26	0.0000	0.0030	0.0001
LAPIZ	TICONDEROGA	DELGADO TRIANGULAR	PROMEDIOS MÓVILES	24	0.0417	0.2024	0.0774
LIBRETA	MONKEY	RAYA	PROMEDIOS MÓVILES	11	0.2000	0.2373	0.7130
MARCADOR	ESTERBROOK	PERMANENTE	PROMEDIOS MÓVILES	4	0.7500	0.2448	0.1784
MARCADOR	MAGISTRAL	PARA PIZARRON	PROMEDIOS MÓVILES	3	10.6667	0.6939	6.2993
MASKING TAPE	NAVITEK	12 X 50	PROMEDIOS MÓVILES	36	1.4444	1.3333	3.6516
PLASTILINA	MAKYCO	BARRA	PROMEDIOS MÓVILES	30	0.2333	0.4348	0.2968
PLASTILINA	MAKYCO	CAJITA	PROMEDIOS MÓVILES	24	0.1667	0.3274	0.2383
PLASTILINA	PELIKAN	CAJITA	PROMEDIOS MÓVILES	20	0.0500	0.0781	0.0378
PLASTILINA	PLAY DOH		PROMEDIOS MÓVILES	4	4.0000	0.8229	3.2552
PLUMA	BIC	MEDIANO	PROMEDIOS MÓVILES	11	10.5455	4.7361	84.7152
PLUMINES	PELIKAN	PAQUETE	PROMEDIOS MÓVILES	5	0.8000	0.2383	0.1889
REGLA	METALICA	15 CM	PROMEDIOS MÓVILES	40	0.0750	0.1063	0.0122
REGLA	METALICA	30 CM	PROMEDIOS MÓVILES	6	0.6667	0.3696	0.2742

Tabla 6. Asignación del método de pronóstico. Fuente: Elaboración Propia (continuación)

ARTÍCULO			PRONÓSTICOS				
PRODUCTO	MARCA	PRESENTACIÓN	MÉTODO	PARÁMETRO	PRONÓSTICO	MAD	MSE
RESISTOL	SM	MEDIO LITRO	PROMEDIOS MÓVILES	12	1.0000	0.5809	0.9462
SACAPUNTAS	SM	DOBLE PLASTICO	PROMEDIOS MÓVILES	35	1.2571	0.9899	1.7653
SACAPUNTAS	SM	METALICO	PROMEDIOS MÓVILES	4	3.2500	0.8802	1.5508
TIJERAS	PENMAX	GRANDE	PROMEDIOS MÓVILES	51	0.4314	0.5098	0.2599
TIJERAS	SM	ZIGZAG	PROMEDIOS MÓVILES	26	0.0000	0.0059	0.0002

## Clasificación de inventarios

### Asignación de categorías

En este ejercicio se plantearon dos métodos de clasificación de inventarios por lo que es preciso hacer un análisis para seleccionar el método con el que se hará la clasificación final del inventario. Con el fin de simplificar el análisis se consideraron la criticidad de mantener en inventario y la ganancia anual. La evaluación del costo unitario se añadió hasta haber seleccionado el método de clasificación pues este criterio indicará cuales son los productos que concentran la mayor inversión del inventario aunque no necesariamente sean los más importantes ni dejen la mejor ganancia.

Al realizar la clasificación VED se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 7. Resultados de la clasificación VED. Fuente: Elaboración Propia

CATEGORÍA	NÚMERO DE ARTÍCULOS	ARTÍCULOS EN %
<b>V</b>	25	18.80%
<b>E</b>	72	54.14%
<b>D</b>	36	27.07%

25 artículos fueron catalogados como “Vitales” pues representan el 18.80% de los productos más buscados entre los clientes que además generan el interés del comprador por adquirir otros productos. 72 artículos fueron agrupados como “Esenciales” por ser de un interés medio para el consumidor mientras que 36

productos fueron calificados como “Deseables” pues su ausencia no representa un cambio de opinión en cuanto a las decisiones de compra del cliente.

El siguiente análisis realizado es el de la clasificación ABC de ganancia anual, obteniéndose los siguientes resultados:

*Tabla 8. Resultados de la clasificación ABC de ganancia anual. Fuente: Elaboración Propia*

<b>CATEGORÍA</b>	<b>NÚMERO DE ARTÍCULOS</b>	<b>ARTÍCULOS EN %</b>	<b>GANANCIA ANUAL EN %</b>
<b>A</b>	42	31.58%	69.43%
<b>B</b>	37	27.82%	20.54%
<b>C</b>	54	40.60%	10.03%

De los 133 productos que se encuentran en el inventario, 42 representan el 69.43% del total de ingresos anuales de manera que fueron colocados en la categoría A, 37 artículos representan el 20.54% de las ganancias anuales y fueron agrupados en la categoría B mientras que los 54 artículos restantes se incluyeron en la categoría C por representar el 10.03% de la ganancia anual.

### Asignación de clases

Después de haber obtenido las categorías que se calificarán en cada artículo, el paso siguiente fue la asignación de clases para cada artículo con lo que se obtuvieron los siguientes resultados.

#### *Método 1: Matriz tabular*

Al aplicar la metodología de la matriz tabular se asignaron a la Clase I 51 artículos que representan el 38.35% del total. En la Clase II se asignaron 58 artículos que representan el 43.61% del total y en la Clase III se agruparon 24 productos que cubren el 18.05% del total en el inventario.

*Tabla 9. Resultados del método 1: Matriz tabular. Fuente: Elaboración Propia*

<b>CLASE</b>	<b>CATEGORÍAS</b>	<b>NÚMERO DE ARTÍCULOS</b>	<b>ARTÍCULOS EN %</b>
<b>CLASE I</b>	AV+AE+AD+BV+CV	51	38.35%
<b>CLASE II</b>	BE+BD+CE	58	43.61%
<b>CLASE III</b>	CD	24	18.05%

*Método 2: Clasificación ABC multicriterio.*

Escenario 1. Dos criterios con ponderaciones iguales

Al combinar los criterios de ganancia anual y las categorías de la clasificación VED se obtuvo lo siguiente:

*Tabla 10. Resultados del método 2, escenario 1: Clasificación ABC multicriterio Fuente: Elaboración Propia*

<b>CLASIFICACIÓN</b>	<b>NÚMERO DE ARTÍCULOS</b>	<b>ARTÍCULOS EN %</b>
<b>CLASE I</b>	58	43.61%
<b>CLASE II</b>	28	21.05%
<b>CLASE III</b>	47	35.34%

Al realizar la combinación lineal de los dos criterios, 58 artículos que representaron el 43.61% del total en almacén fueron calificados como Clase I pues son productos que tienen una ganancia importante para el negocio y que, además, el tenerlos en el inventario resulta indispensable para la operación. En la clase II se asignaron 28 artículos que representan el 21.05% de los artículos en el inventario mientras que la clase III se formó con el 35.34% que representan los 47 artículos restantes del inventario.

Se realizó una comparación entre los dos métodos anteriores para determinar cuál sería la mejor opción para clasificar el inventario.

Se observó que 98 artículos coincidieron en la clasificación asignada por ambos métodos mientras que 35 cambiaron de clase. De estos 35, 5 cambiaron de la Clase I en la clasificación ABC-VED a la Clase III en la clasificación de dos criterios; 12 cambiaron de Clase II a la Clase I y 18 de la Clase II a la Clase III.

Como ejemplos de estos cambios están el lápiz ticonderoga entrenador que cambió de la Clase I a la Clase III y el marcador magistral para pizarrón que pasó de la Clase II a la Clase I.

Tabla 11. Ejemplo de cambio en la asignación de clases, Lápiz ticonderoga entrenador.  
Fuente: Elaboración Propia

PRODUCTO	MARCA	PRESENTACIÓN	ABC-VED	ABC MULTICRITERIO ESCENARIO 1.	
LAPIZ	TICONDEROGA	ENTRENADOR	ABC-VED	CLASIFICACIÓN VED: 1	GANANCIA ANUAL: \$232.8
				VALORES NORMALIZADOS	
			AD	0	0.2463

Tabla 12. Ejemplo de cambio en la asignación de clases, Marcador magistral para pizarrón. Fuente: Elaboración Propia

PRODUCTO	MARCA	PRESENTACIÓN	ABC-VED	ABC MULTICRITERIO ESCENARIO 1.	
MARCADOR	MAGISTRAL	PARA PIZARRON	ABC-VED	CLASIFICACIÓN VED: 2	GANANCIA ANUAL: \$127
				VALORES NORMALIZADOS	
			BE	0.5	0.1329

En primer ejemplo la combinación de las categorías AD son asignadas en la Clase I por tratarse de una combinación de la clase A. Al aplicar la clasificación multicriterio y normalizar el valor de D, esta categoría se convierte en un cero que termina por enviar al artículo a la Clase III pues la ganancia anual no logra compensar este cero.

En el segundo ejemplo el marcador magistral para pizarrón cambia de la clase II en la clasificación ABC-VED a la clase I en la clasificación multicriterio. En este caso, aunque la ganancia anual es menor que para el lápiz ticonderoga, la categoría E de la clasificación VED es lo suficientemente significativo para que el artículo suba una clase al aplicar las ponderaciones.

Estos cambios se deben a la sensibilidad de la clasificación ABC multicriterio frente a la clasificación ABC-VED. En la clasificación ABC multicriterio, la clase en la que se asigna un producto depende del resultado de la combinación lineal de los valores normalizados. Un valor muy pequeño de cualquiera de los factores puede provocar la asignación del artículo en una categoría menos importante. Este efecto se suaviza en la clasificación ABC-VED pues, al trabajar a través de categorías previas, la sensibilidad se ve limitada e impedida para reconocer las diferencias de los valores que toma cada criterio dentro de una misma categoría.

Por esta razón se preferirá la clasificación ABC multicriterio sobre la clasificación ABC-VED. Una vez que se hizo la selección del método y con el fin de profundizar en el análisis, se añadió un nuevo criterio, de esta forma, las clases finales fueron asignadas por la clasificación ABC de tres criterios con ponderaciones iguales.

Escenario 2. Tres criterios con ponderaciones iguales.

En este escenario se evaluaron los criterios de ganancia anual, las categorías resultantes de la clasificación VED y adicionalmente el criterio del costo unitario bajo la consideración que todos los criterios son del mismo interés para la empresa de modo que se asignó una ponderación de 0.33 a cada criterio.

Los resultados fueron los siguientes:

*Tabla 13. Resultados del método 2, escenario 2: Clasificación ABC multicriterio. Fuente: Elaboración Propia*

CLASE	NÚMERO DE ARTÍCULOS	ARTÍCULOS EN %
CLASE I	60	45.11%
CLASE II	30	22.56%
CLASE III	43	32.33%

Los 60 artículos que formaron la Clase I fueron aquellos cuya combinación lineal representó el 45.11% de la aportación general, 30 artículos sumaron el 22.56% siguiente de la aportación de modo que fueron asignados a la Clase II y la Clase III agrupó el 32.33% de la aportación contenido por 43 artículos.

### **Cantidad económica de pedido**

De manera inicial se hizo el cálculo de la tasa de costo total por mantener el inventario (*i*), expresado como la suma de diferentes tasas que afectan el mantenimiento:

- Devaluación anual de la mercancía: 6.77%, inflación anual del 2017
- Costo de oportunidad: 8.48%, rendimiento de Banco base.
- Obsolescencia: 1%, cálculo aproximado durante el proyecto.
- Daño por manejo o antigüedad: 1%, cálculo aproximado durante el proyecto.
- Tasa de almacenamiento fijo: 9.05%, el porcentaje que representa la renta para las ventas anuales  $\left(\frac{\$4,800 \text{ renta anual}}{\$53,013 \text{ Ventas anuales}} = 9.05\%\right)$ .

De manera que la tasa de costo total por mantener el inventario resulta de la siguiente forma.

*Costo total por mantener el inventario =*

$$6.77\% + 8.48\% + 1\% + 1\% + 9.05\% = 26.30\%$$

El costo por emitir una orden (A) se determinó a partir de los gastos que realiza la dueña para resurtir su mercancía. Estos incluyen los importes de pasajes y alimento que destina para un día de compra.

El valor de H se determinó a partir de la multiplicación de *ixc*.

A continuación, se realiza el cálculo de la cantidad económica de pedido, con la tasa calculada para el costo total por mantener el inventario y los datos particulares de cada producto. Al realizar las sustituciones debidas, se pudo observar que los lotes óptimos son muy grandes a comparación de la demanda anual. Al ser la cantidad  $Q_x$  muy grande, el tiempo de emisión de pedido también incrementa, sugiriendo en muchos productos emisiones de pedido de más de un año. Esto se debe principalmente a que el costo de mantener el inventario es pequeño. Además, contribuye que la demanda en muchos productos es poca y el costo de emitir una orden es mínimo.

*Tabla 14. Artículos con tiempo (T) mayor a 3.5 años*

ARTÍCULO			COSTOS					EOQ sin faltante		
PRODUCTO	MARCA	PRESENTACIÓN	A	Demanda anual	<i>i</i> anual	COSTO UNITARIO	H ANUAL	Q*	K(Q*)	T=Q/D
LAPICERO	MIRADO		\$ 100.00	1	26.30%	\$ 2.29	\$ 0.60	18.20	13.28	18.20
TIJERAS	SM	ZIGZAG	\$ 100.00	1	26.30%	\$ 5.00	\$ 1.32	12.33	21.22	12.33
CLIPS	SM	CAJA METALICO	\$ 100.00	1	26.30%	\$ 5.41	\$ 1.42	11.85	22.29	11.85
REGLA	MADERA	30 CM	\$ 100.00	5	26.30%	\$ 1.60	\$ 0.42	48.74	28.52	9.75
PEGAMENTO	KOLA LOKA	PLASTILOKA	\$ 100.00	1	26.30%	\$ 8.00	\$ 2.10	9.75	28.52	9.75
LAPIZ	DIXON	ENTRENADOR CHICO	\$ 100.00	3	26.30%	\$ 3.00	\$ 0.79	27.57	30.76	9.19
LAPIZ	KORES	TRIANGULAR	\$ 100.00	7	26.30%	\$ 2.00	\$ 0.53	51.59	41.14	7.37
REGLA	METALICA	15 CM	\$ 100.00	6	26.30%	\$ 3.00	\$ 0.79	39.00	48.77	6.50
LAPIZ	TICONDEROGA	DELGADO TRIANGULAR	\$ 100.00	9	26.30%	\$ 2.13	\$ 0.56	56.68	50.93	6.30
PLASTILINA	PELIKAN	CAJITA	\$ 100.00	4	26.30%	\$ 4.95	\$ 1.30	24.80	52.05	6.20
CUTTER	SM	GRANDE	\$ 100.00	5	26.30%	\$ 4.00	\$ 1.05	30.83	52.44	6.17
RESISTOL	SM	DE 3.5	\$ 100.00	11	26.30%	\$ 1.87	\$ 0.49	66.96	53.37	6.09
PLUMA	SM	4 COLORES	\$ 100.00	8	26.30%	\$ 3.00	\$ 0.79	45.03	59.53	5.63
RESISTOL	5000		\$ 100.00	1	26.30%	\$ 24.83	\$ 6.53	5.53	60.97	5.53
RESISTOL	SM	1/8 \$5.5	\$ 100.00	11	26.30%	\$ 3.04	\$ 0.80	52.47	75.36	4.77
CALCULADORA	kadis		\$ 100.00	3	26.30%	\$ 12.00	\$ 3.16	13.79	79.52	4.60
SACAPUNTAS	SM	PLASTICO	\$ 100.00	76	26.30%	\$ 0.52	\$ 0.14	332.07	85.60	4.37
LAPIZ	FABER CASTELL	ROJO	\$ 100.00	12	26.30%	\$ 3.42	\$ 0.90	51.68	87.44	4.31
LOTERIA	SM		\$ 100.00	7	26.30%	\$ 6.50	\$ 1.71	28.61	94.43	4.09
RESISTOL	SM	CUARTO	\$ 100.00	11	26.30%	\$ 4.54	\$ 1.19	42.93	101.17	3.90

Tabla 15. Artículos con tiempo (T) mayor a 3.5 años (continuación)

ARTÍCULO			COSTOS					EOQ sin faltante		
PRODUCTO	MARCA	PRESENTACIÓN	A	Demanda anual	i anual	COSTO UNITARIO	H ANUAL	Q*	K(Q*)	T=Q/D
MARCADOR	PHANO	CERA	\$ 100.00	8	26.30%	\$ 6.29	\$ 1.65	31.10	101.78	3.89
LAPIZ	SHELLY	ROJO	\$ 100.00	26	26.30%	\$ 2.00	\$ 0.53	99.42	104.30	3.82
DIUREX	NAVITEK	12 X 65	\$ 100.00	9	26.30%	\$ 6.00	\$ 1.58	33.77	107.30	3.75
LAPIZ	VERITHIN	ROJO	\$ 100.00	18	26.30%	\$ 3.00	\$ 0.79	67.54	107.30	3.75
GOMA	MILAN	CHICO	\$ 100.00	55	26.30%	\$ 1.00	\$ 0.26	204.49	108.79	3.72
GISSES	BACO	COLORES	\$ 100.00	13	26.30%	\$ 4.50	\$ 1.18	46.87	113.98	3.61
MARCADOR	TWIN	PERMANENTE PARA CD	\$ 100.00	15	26.30%	\$ 4.00	\$ 1.05	53.40	116.18	3.56
BARAJA	SM	ESPAÑOLA	\$ 100.00	4	26.30%	\$ 15.00	\$ 3.95	14.24	116.18	3.56
MARCADOR	SHARPIE	PERMANENTE DELGADO	\$ 100.00	6	26.30%	\$ 10.25	\$ 2.70	21.10	118.38	3.52
REGLA	METALICA	20 CM	\$ 100.00	13	26.30%	\$ 4.74	\$ 1.25	45.66	118.56	3.51

## Inventario de seguridad

Para determinar el valor del inventario de seguridad fue necesario seleccionar un nivel de servicio determinado. Este fue asignado de acuerdo con la clase en la fue asignado cada artículo. El nivel de seguridad cambió según los datos disponibles en la serie de errores de pronósticos, por lo que se tomó, de los valores disponibles, el más cercano al 95% para las Clases I y II o el más cercano al 90% para la Clase III obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 16. Resumen de resultados del cálculo de inventario de seguridad. Fuente: Elaboración Propia

NIVEL DE SEGURIDAD (A)	ARTÍCULOS CLASE I	ARTÍCULOS CLASE II	ARTÍCULO CLASE III
0.82	0	0	1
0.85	0	0	1
0.88	0	0	1
0.9	0	0	6
0.91	0	0	1
0.92	0	0	3
0.93	2	0	2
0.94	9	4	1
0.95	5	5	0

Tabla 17. Resumen de resultados del cálculo de inventario de seguridad. Fuente: Elaboración Propia (continuación)

NIVEL DE SEGURIDAD (A)	ARTÍCULOS CLASE I	ARTÍCULOS CLASE II	ARTÍCULO CLASE III
0.96	7	5	1
0.97	0	0	1
0.98	6	2	0
0.99	0	1	0
1	31	13	25

### Sistema de revisión continua

Para el sistema de revisión continua se obtuvo el valor del punto de reorden ROP a partir de un tiempo de espera L igual a una semana para los artículos Clase I. Se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 18. Resultados del sistema de revisión continua. Fuente: Elaboración Propia

ARTÍCULO			CLASIFICACIÓN	SISTEMA DE REVISIÓN CONTINUA	
PRODUCTO	MARCA	PRESENTACIÓN	CLASE	ROP	L
ABACO	SM	GRANDE	CLASE I	1.72	1.00
CINTA ADHESIVA	NAVITEK	TRANSPARENTE	CLASE I	1.00	1.00
CINTA ADHESIVA	YASEN	150 M	CLASE I	3.11	1.00
CINTA ADHESIVA	TUK	CANELA	CLASE I	0.85	1.00
CINTA ADHESIVA	TUK	TRANSPARENTE	CLASE I	2.13	1.00
COLORES	ANIMALITOS	12 PZS	CLASE I	1.27	1.00
COLORES	ANIMALITOS	24 PZS	CLASE I	1.01	1.00
COLORES	BLANCA NIEVES	12 PZS CORTO	CLASE I	0.58	1.00
COLORES	BLANCA NIEVES	12 PZS LARGO	CLASE I	0.50	1.00
COLORES	BLANCA NIEVES	24 PZS	CLASE I	1.08	1.00
COLORES	MAPITA	12 PZS LARGO	CLASE I	0.93	1.00
COLORES	MAPITA	24 PZS	CLASE I	1.01	1.00
COLORES	NORMA	12 PZS	CLASE I	1.01	1.00
COLORES	NORMA	24 PZS	CLASE I	1.31	1.00

Tabla 19. Resultados del sistema de revisión continua. Fuente: Elaboración Propia (continuación)

ARTÍCULO			CLASIFICACIÓN	SISTEMA DE REVISIÓN CONTINUA	
PRODUCTO	MARCA	PRESENTACIÓN	CLASE	ROP	L
COLORES	NORMA	36 PZS	CLASE I	0.12	1.00
COLORES	PRISMACOLOR	12 PZS	CLASE I	0.16	1.00
COLORES	PRISMACOLOR	24 PZS	CLASE I	1.23	1.00
COLORES	SCOOOL	12 PZS	CLASE I	1.01	1.00
COLORES	SCOOOL	24 PZS	CLASE I	2.25	1.00
COLORES	VIVIDEL	12 PZS	CLASE I	1.01	1.00
COLORES	VIVIDEL	24 PZS	CLASE I	1.21	1.00
COLORES	VIVIDEL	DOBLE COLOR	CLASE I	0.85	1.00
CRAYOLAS	CRAYOLA	DELGADO 12	CLASE I	0.58	1.00
CRAYOLAS	CRAYOLA	GRUESO 12	CLASE I	1.30	1.00
CRAYOLAS	VIVIDEL	12 PZS GRUESO	CLASE I	1.38	1.00
DIUREX	NAVITEK	18 X 65	CLASE I	1.10	1.00
ESTUCHE	SM	CAJA	CLASE I	5.00	1.00
ESTUCHE	SM	CHICO	CLASE I	2.24	1.00
GOMA	FACTIS	36R	CLASE I	3.02	1.00
GOMA	FACTIS	S20	CLASE I	4.62	1.00
JUEGO DE GEOMETRIA	MAPED	FLEXIBLE	CLASE I	0.35	1.00
JUEGO DE GEOMETRIA	PETIGON	FLEXIBLE	CLASE I	1.17	1.00
LAPIZ	DIXON	METRICO	CLASE I	4.96	1.00
LAPIZ	MAPED		CLASE I	4.61	1.00
LAPIZ	MIRADO		CLASE I	4.04	1.00
LAPIZ	SHELLY	DUO	CLASE I	4.02	1.00
LAPIZ ADHESIVO	DIXON	21 G	CLASE I	4.63	1.00
LAPIZ ADHESIVO	DIXON	36 G	CLASE I	5.75	1.00
LAPIZ ADHESIVO	DIXON	8 G	CLASE I	3.49	1.00
LAPIZ ADHESIVO	KADIO	36G	CLASE I	1.11	1.00
LAPIZ ADHESIVO	PRITT	22 G	CLASE I	2.09	1.00
LIBRETA	MONKEY	CUADRO CHICO	CLASE I	7.46	1.00
LIBRETA	MONKEY	CUADRO GRANDE	CLASE I	2.02	1.00
MARCADOR	MAGISTRAL	PARA PIZARRON	CLASE I	2.94	1.00
MARCADOR	PENMAX	ECONOMICO PERMANENTE	CLASE I	0.70	1.00
MARCADOR	TWIN	PERMANENTE PARA CD	CLASE I	0.58	1.00

Tabla 20. Resultados del sistema de revisión continua. Fuente: Elaboración Propia (continuación)

ARTÍCULO			CLASIFICACIÓN	SISTEMA DE REVISIÓN CONTINUA	
PRODUCTO	MARCA	PRESENTACIÓN	CLASE	ROP	L
MASKING TAPE	NAVITEK	12 X 50	CLASE I	5.76	1.00
MASKING TAPE	NAVITEK	18 X 50	CLASE I	0.58	1.00
MASKING TAPE	NAVITEK	24 X 50	CLASE I	1.03	1.00
MASKING TAPE	NAVITEK	36 X 50	CLASE I	0.50	1.00
PLASTILINA	PLAY DOH		CLASE I	2.75	1.00
PLUMA	BIC	MEDIANO	CLASE I	18.06	1.00
PLUMA	PAPERMATE	SUELTO	CLASE I	4.90	1.00
PLUMA	KILOMETRICAS	PAQUETE	CLASE I	2.35	1.00
PLUMINES	PELIKAN	PAQUETE	CLASE I	1.17	1.00
REGLA	PLASTICO	FLEXIBLE	CLASE I	1.01	1.00
RESISTOL	SM	1 LITRO	CLASE I	1.01	1.00
RESISTOL	SM	MEDIO LITRO	CLASE I	2.37	1.00
SACAPUNTAS	SM	DEPOSITO	CLASE I	2.56	1.00
TIJERAS	JOCAR	CHICA	CLASE I	1.50	1.00

### Sistema de revisión periódica

En el sistema de revisión periódica se consideraron los parámetros periodo de revisión P igual a 4 semanas y el tiempo de entrega como L igual a 1 semana para todos los artículos que conforman la Clase II y la Clase III con los siguientes resultados:

Tabla 21. Resultados del sistema de revisión periódica. Fuente: Elaboración Propia

ARTÍCULO			CLASIFICACIÓN	SISTEMA DE REVISIÓN PERIÓDICA		
PRODUCTO	MARCA	PRESENTACIÓN	CLASE	T	P	L
ABACO	SM	CHICO	CLASE II	1.44	4	1
ACUARELA	VINCI		CLASE II	1.86	4	1
BARAJA	SM	ESPAÑOLA	CLASE II	0.82	4	1
CALCULADORA	KADIS		CLASE II	0.79	4	1
CINTA ADHESIVA	NAVITEK	CANELA	CLASE II	3.11	4	1
CLIPS	SM	CAJA	CLASE II	2.33	4	1
CLIPS	SM	CAJA METALICO	CLASE III	0.29	4	1

Tabla 22. Resultados del sistema de revisión periódica. Fuente: Elaboración Propia (continuación)

ARTÍCULO			CLASIFICACIÓN	SISTEMA DE REVISIÓN PERIÓDICA		
PRODUCTO	MARCA	PRESENTACIÓN	CLASE	T	P	L
COLORES	MAPITA	12 PZS CORTO	CLASE II	5.73	4	1
COMPAS	TRIME	PRECISIÓN	CLASE III	1.11	4	1
CORRECTOR	BE WHITE	DOBLE	CLASE II	1.99	4	1
CORRECTOR	BE WHITE	LAPIZ	CLASE II	3.22	4	1
CRAYOLAS	CARMEN	24 PZS GRUESO	CLASE III	0.44	4	1
CRAYOLAS	VIVIDEL	12 PZS DELGADO	CLASE II	6.54	4	1
CUTTER	SM	GRANDE	CLASE III	0.97	4	1
DIUREX	JANEL	18 X 33	CLASE II	13.08	4	1
DIUREX	NAVITEK	12 X 65	CLASE II	1.75	4	1
DIUREX	NAVITEK	24 X 65	CLASE II	4.96	4	1
ENGRAPADORA	TRIMER		CLASE II	4.74	4	1
ESTUCHE	SM	DOBLE CIERRE	CLASE III	10.76	4	1
ESTUCHE	SM	ESCALERA	CLASE III	2.12	4	1
FLAUTA	YAMAHA		CLASE III	0.84	4	1
GISES	BACO	COLORES	CLASE II	5.89	4	1
GOMA	MILAN	CHICO	CLASE II	20.29	4	1
GOMA	SM	LAPIZ	CLASE III	3.14	4	1
JUEGO GEOMETRIA DE	ARCOIRIS		CLASE III	4.81	4	1
LAPICERO	MIRADO		CLASE III	0.29	4	1
LAPIZ	BIC EVOLUTION	CERA	CLASE II	9.13	4	1
LAPIZ	BICOLOR	DELGADO	CLASE II	5.01	4	1
LAPIZ	BICOLOR	GRUESO	CLASE II	9.94	4	1
LAPIZ	TICONDEROGA	ENTRENADOR	CLASE III	12.95	4	1
LAPIZ	DIXON	ENTRENADOR CHICO	CLASE III	0.61	4	1
LAPIZ	FABER CASTELL	ROJO	CLASE III	2.33	4	1
LAPIZ	NORMA	ROJO	CLASE II	12.88	4	1
LAPIZ	SHELLY	ROJO	CLASE II	5.05	4	1
LAPIZ	KORES	TRIANGULAR	CLASE III	1.43	4	1
LAPIZ	TICONDEROGA	DELGADO TRIANGULAR	CLASE III	2.53	4	1
LAPIZ	VERITHIN	ROJO	CLASE III	3.50	4	1
LIBRETA	MONKEY	BLANCO	CLASE III	2.25	4	1

Tabla 23. Resultados del sistema de revisión periódica. Fuente: Elaboración Propia (continuación)

ARTÍCULO			CLASIFICACIÓN	SISTEMA DE REVISIÓN PERIÓDICA		
PRODUCTO	MARCA	PRESENTACIÓN	CLASE	T	P	L
LIBRETA	MONKEY	RAYA	CLASE III	4.72	4	1
LIBRETA	MISTY	CHICA	CLASE II	5.00	4	1
LIGAS	ARCOIRIS	BOLSA	CLASE III	1.26	4	1
LOTERIA	SM		CLASE III	1.39	4	1
MARCADOR	ACUACOLOR	BASE AGUA	CLASE III	4.23	4	1
MARCADOR	ESTERBROOK	PERMANENTE	CLASE III	3.65	4	1
MARCADOR	PHANO	CERA	CLASE II	3.27	4	1
MARCADOR	SHARPIE	PERMANENTE DELGADO	CLASE III	1.17	4	1
MARCATEXTOS	VISON		CLASE II	12.88	4	1
PEGAMENTO	KOLA LOKA	BROCHA	CLASE III	4.98	4	1
PEGAMENTO	KOLA LOKA	NORMAL	CLASE III	1.94	4	1
PEGAMENTO	KOLA LOKA	GOTERO	CLASE III	2.14	4	1
PEGAMENTO	KOLA LOKA	PLASTILOKA	CLASE III	0.19	4	1
PINTURA	VINCI		CLASE III	5.02	4	1
PLASTILINA	MAKYCO	BARRA	CLASE III	5.86	4	1
PLASTILINA	MAKYCO	CAJITA	CLASE II	6.04	4	1
PLASTILINA	PELIKAN	CAJITA	CLASE III	1.13	4	1
PLUMA	BIC	FINO	CLASE II	5.19	4	1
PLUMA	SM	4 COLORES	CLASE III	1.55	4	1
PLUMA	SM	CHINA	CLASE III	2.52	4	1
REGLA	MADERA	30 CM	CLASE III	0.85	4	1
REGLA	METALICA	15 CM	CLASE III	1.33	4	1
REGLA	METALICA	20 CM	CLASE II	2.52	4	1
REGLA	METALICA	30 CM	CLASE II	6.73	4	1
RESISTOL	SM	1/8 \$5.5	CLASE III	5.12	4	1
RESISTOL	SM	CUARTO	CLASE II	6.06	4	1
RESISTOL	SM	DE 3.5	CLASE III	2.14	4	1
RESISTOL	5000		CLASE III	0.19	4	1
SACAPUNTAS	SM	DOBLE PLASTICO	CLASE II	15.24	4	1
SACAPUNTAS	SM	METALICO	CLASE III	14.71	4	1
SACAPUNTAS	SM	PLASTICO	CLASE III	16.06	4	1
SILICON	SM	BARRA	CLASE III	20.07	4	1

# PLAN DE INVENTARIOS

## Características de las clases

Para la realización del plan de inventarios cada clase tendrá asignadas diferentes características de acuerdo con el comportamiento de los artículos que la conforman.

*Tabla 24. Características de las clases. Fuente: Elaboración Propia*

<b>CLASIFICACIÓN</b>	<b>SISTEMA DE REVISIÓN</b>	<b>NIVEL DE SEGURIDAD</b>
<b>CLASE I</b>	REVISIÓN CONTINUA	95%
<b>CLASE II</b>	REVISIÓN PERIÓDICA	95%
<b>CLASE III</b>	REVISIÓN PERIÓDICA	90%

Clase I:

Al tratarse de un grupo de artículos de alta importancia, se empleará el sistema de revisión continua para asegurar la existencia de los productos en el inventario, además, se tomará un nivel de servicio del 95% para satisfacer la demanda del producto.

Clase II:

Puesto que los productos de esta clase no poseen la misma criticidad, se sugiere el uso del sistema de revisión periódica. El nivel del inventario de seguridad se eligió igual al 90%.

Clase III:

Para esta clase se sugiere un sistema de revisión periódica con nivel de inventario de seguridad 90%.

## Plan general de inventario

Tabla 25. Plan de inventario. Artículos de Clase I. Fuente: Elaboración Propia

CLASE I				PRONÓSTICOS			REVISIÓN CONTINUA		INVENTARIO DE SEGURIDAD		EOQ (sin faltante) ANUAL		
PRODUCTO	MARCA	PRESENTACIÓN	clasificación 3 criterios	MÉTODO	PARÁMETRO	PRONÓSTICO	ROP	L	alfa	S	Q*	K(Q*)	T=Q/D
CINTA ADHESIVA	YASEN	150 m	CLASE I	Promedios móviles	49	2.2041	3.1071	1	1.0000	0.8571	74.56	2185.94	0.64
COLORES	SCOOOL	24 PZS	CLASE I	Promedios móviles	20	0.7500	2.2538	1	0.9459	1.3500	27.80	2510.94	0.59
LAPIZ ADHESIVO	DIXON	8 g	CLASE I	Promedios móviles	51	2.2745	3.4857	1	1.0000	1.2549	160.07	544.25	1.38
COLORES	VIVIDEL	12 PZS	CLASE I	Promedios móviles	51	0.6275	1.0064	1	1.0000	0.3333	32.58	1092.57	0.93
LAPIZ ADHESIVO	DIXON	21 g	CLASE I	Promedios móviles	4	4.7500	4.6273	1	0.9355	2.7619	93.84	1019.11	0.97
COLORES	NORMA	12 PZS	CLASE I	Promedios móviles	51	0.5882	1.0083	1	1.0000	0.4314	22.07	1677.30	0.74
COLORES	NORMA	24 PZS	CLASE I	Promedios móviles	5	1.4000	1.3077	1	0.9787	1.0000	11.61	1719.28	0.73
LAPIZ ADHESIVO	DIXON	36 g	CLASE I	Promedios móviles	4	4.7500	5.7500	1	0.9583	4.0000	76.07	1327.48	0.84
COLORES	SCOOOL	12 PZS	CLASE I	Promedios móviles	51	0.6471	1.0068	1	1.0000	0.3529	31.42	1106.62	0.92
LIBRETA	MONKEY	CUADRO CHICO	CLASE I	Promedios móviles	3	11.3333	7.4551	1	0.9643	5.6667	85.47	1117.86	0.92
COLORES	VIVIDEL	DOBLE COLOR	CLASE I	Promedios móviles	51	0.3922	0.8544	1	1.0000	0.4314	20.25	1115.10	0.92
COLORES	ANIMALITOS	24 PZS	CLASE I	Promedios móviles	51	0.4902	1.0098	1	1.0000	0.5098	21.24	1384.34	0.82
LAPIZ	MAPED		CLASE I	Promedios móviles	51	2.8431	4.6120	1	1.0000	1.8235	231.08	424.87	1.59
PLUMA	KILOMETRICAS	PAQUETE	CLASE I	Promedios móviles	6	1.1667	2.3526	1	0.9348	1.8333	29.48	820.77	1.09
PLUMA	BIC	MEDIANO	CLASE I	Promedios móviles	11	10.5455	18.0577	1	0.9556	13.0000	323.00	666.93	1.23
COLORES	VIVIDEL	24 PZS	CLASE I	Promedios móviles	8	0.5000	1.2115	1	0.9545	1.0000	13.45	671.86	1.22
TIJERAS	JOCAR	CHICA	CLASE I	Promedios móviles	51	1.2353	1.5049	1	1.0000	0.2549	95.67	486.89	1.47

Tabla 26. Plan de inventario. Artículos de Clase I. Fuente: Elaboración Propia (continuación)

CLASE I				PRONÓSTICOS			REVISIÓN CONTINUA		INVENTARIO DE SEGURIDAD		EOQ (sin faltante) ANUAL		
PRODUCTO	MARCA	PRESENTACIÓN	clasificación 3 criterios	MÉTODO	PARÁMETRO	PRONÓSTICO	ROP	L	alfa	S	Q*	K(Q*)	T=Q/D
CINTA ADHESIVA	TUK	TRANSPARENTE	CLASE I	Promedios móviles	25	0.7200	2.1277	1	0.9630	1.3200	60.88	499.90	1.45
MASKING TAPE	NAVITEK	12 x 50	CLASE I	Promedios móviles	36	1.4444	5.7607	1	0.9375	4.7222	71.64	582.75	1.33
GOMA	FACTIS	S20	CLASE I	Promedios móviles	6	5.0000	4.6154	1	0.9487	3.0000	126.54	467.79	1.51
LIBRETA	MONKEY	CUADRO GRANDE	CLASE I	Promedios móviles	51	1.0196	2.0162	1	1.0000	0.8431	69.22	766.73	1.13
ESTUCHE	SM	CAJA	CLASE I	Promedios móviles	2	7.5000	5.0000	1	0.9400	4.0000	72.24	537.97	1.39
GOMA	FACTIS	36R	CLASE I	Promedios móviles	51	2.0196	3.0200	1	1.0000	1.0392	193.93	320.70	1.88
COLORES	MAPITA	12 PZS LARGO	CLASE I	Promedios móviles	51	0.4314	0.9321	1	1.0000	0.4706	38.92	412.49	1.62
LAPIZ	SHELLY	DUO	CLASE I	Promedios móviles	51	2.8627	4.0230	1	1.0000	1.1961	224.81	455.87	1.53
PLASTILINA	PLAY DOH		CLASE I	Promedios móviles	4	4.0000	2.7500	1	0.9375	2.0000	45.68	725.01	1.17
COLORES	MAPITA	24 PZS	CLASE I	Promedios móviles	51	0.5098	1.0098	1	1.0000	0.5098	26.66	918.03	1.03
CRAYOLAS	VIVIDEL	12 PZS GRUESO	CLASE I	Promedios móviles	4	2.5000	1.3846	1	0.9375	1.0000	30.83	449.75	1.54
REGLA	PLASTICO	FLEXIBLE	CLASE I	Promedios móviles	51	0.4902	1.0072	1	1.0000	0.3725	64.90	298.26	1.97
COLORES	PRISMACOLOR	24 PZS	CLASE I	Promedios móviles	2	2.5000	1.2308	1	0.9800	1.0000	9.79	1387.45	0.82
LAPIZ	MIRADO		CLASE I	Promedios móviles	51	1.9804	4.0385	1	1.0000	2.0000	197.56	326.19	1.86
COLORES	ANIMALITOS	12 PZS	CLASE I	Promedios móviles	6	0.6667	1.2692	1	0.9538	1.0000	20.78	479.75	1.48
JUEGO DE GEOMETRIA	PETIGON	FLEXIBLE	CLASE I	Promedios móviles	2	3.0000	1.1731	1	0.9800	1.0000	16.54	333.80	1.84
LAPIZ ADHESIVO	KADIO	36g	CLASE I	Promedios móviles	34	0.5588	1.1075	1	0.9444	0.5882	54.15	288.71	2.01
DIUREX	NAVITEK	18 X 65	CLASE I	Promedios móviles	50	0.5400	1.0985	1	1.0000	0.5600	48.02	375.07	1.72
LAPIZ ADHESIVO	PRITT	22 G	CLASE I	Promedios móviles	41	0.3659	2.0868	1	1.0000	1.6829	36.99	358.53	1.76
RESISTOL	SM	1 LITRO	CLASE I	Promedios móviles	43	0.3953	1.0085	1	1.0000	0.6047	31.08	482.24	1.48

Tabla 27. Plan de inventario. Artículos de Clase I. Fuente: Elaboración Propia (continuación)

CLASE I				PRONÓSTICOS			REVISIÓN CONTINUA		INVENTARIO DE SEGURIDAD		EOQ (sin faltante) ANUAL		
PRODUCTO	MARCA	PRESENTACIÓN	clasificación 3 criterios	MÉTODO	PARÁMETRO	PRONÓSTICO	ROP	L	alfa	S	Q*	K(Q*)	T=Q/D
MASKING TAPE	NAVITEK	24 X 50	CLASE I	Promedios móviles	37	0.5405	1.0291	1	0.9333	0.5676	35.32	486.89	1.47
MARCADOR	MAGISTRAL	PARA PIZARRON	CLASE I	Promedios móviles	3	10.6667	2.9423	1	0.9388	2.0000	59.27	685.03	1.21
COLORES	BLANCA NIEVES	24 PZS	CLASE I	Promedios móviles	26	0.3462	1.0769	1	0.9615	0.8077	20.23	502.38	1.45
ESTUCHE	SM	CHICO	CLASE I	Promedios móviles	21	0.4286	2.2436	1	0.9429	1.6667	61.66	277.31	2.06
CINTA ADHESIVA	TUK	CANELA	CLASE I	Promedios móviles	51	0.4314	0.8544	1	1.0000	0.4314	44.06	289.44	2.00
ABACO	SM	GRANDE	CLASE I	Promedios móviles	3	1.3333	1.7179	1	0.9375	1.3333	32.59	409.04	1.63
CRAYOLAS	CRAYOLA	GRUESO 12	CLASE I	Promedios móviles	12	0.5833	1.3013	1	0.9750	0.9167	25.66	617.81	1.28
CINTA ADHESIVA	NAVITEK	TRANSPARENTE	CLASE I	Promedios móviles	50	0.5200	1.0000	1	1.0000	0.5000	54.01	272.44	2.08
RESISTOL	SM	MEDIO LITRO	CLASE I	Promedios móviles	12	1.0000	2.3718	1	0.9500	1.8333	49.82	352.56	1.78
COLORES	BLANCA NIEVES	12 PZS LARGO ECONOMICO PERMANENTE	CLASE I	Promedios móviles	51	0.2549	0.5049	1	1.0000	0.2549	28.12	254.96	2.16
MARCADOR	PENMAX	PERMANENTE	CLASE I	Promedios móviles	51	0.2941	0.6991	1	1.0000	0.3529	54.86	147.49	3.05
PLUMINES	PELIKAN	PAQUETE	CLASE I	Promedios móviles	5	0.8000	1.1731	1	0.9787	1.0000	14.85	400.36	1.65
MASKING TAPE	NAVITEK	36 X 50	CLASE I	Promedios móviles	51	0.2549	0.5049	1	1.0000	0.2549	23.72	337.99	1.82
LAPIZ	DIXON	METRICO	CLASE I	Promedios móviles	48	2.4792	4.9599	1	1.0000	2.4792	325.46	198.72	2.52
MASKING TAPE	NAVITEK	18 X 50	CLASE I	Promedios móviles	51	0.2941	0.5826	1	1.0000	0.2941	30.83	277.31	2.06
PLUMA	PAPERMATE	SUELTO	CLASE I	Promedios móviles	6	2.8333	4.9038	1	0.9565	4.0000	133.67	164.32	2.84
COLORES	PRISMACOLOR	12 PZS	CLASE I	Promedios móviles	51	0.0784	0.1554	1	1.0000	0.0784	8.31	272.22	2.08
COLORES	NORMA	36 PZS	CLASE I	Promedios móviles	51	0.0588	0.1165	1	1.0000	0.0588	4.18	534.95	1.39
MARCADOR	TWIN	PERMANENTE PARA CD	CLASE I	Promedios móviles	51	0.2745	0.5826	1	1.0000	0.2941	53.40	116.18	3.56
CRAYOLAS	CRAYOLA	DELGADO 12	CLASE I	Promedios móviles	39	0.0256	0.5833	1	1.0000	0.3333	27.01	272.38	2.08

Tabla 28. Plan de inventario. Artículos de Clase I. Fuente: Elaboración Propia (continuación)

CLASE I				PRONÓSTICOS			REVISIÓN CONTINUA		INVENTARIO DE SEGURIDAD		EOQ (sin faltante) ANUAL		
PRODUCTO	MARCA	PRESENTACIÓN	clasificación 3 criterios	MÉTODO	PARÁMETRO	PRONÓSTICO	ROP	L	alfa	S	Q*	K(Q*)	T=Q/D
SACAPUNTA S	SM	DEPOSITO	CLASE I	Promedios móviles	2	8.5000	2.5577	1	0.9600	2.0000	66.41	232.34	2.29
COLORES	BLANCA NIEVES	12 PZS CORTO	CLASE I	Promedios móviles	51	0.2941	0.5826	1	1.0000	0.2941	41.89	169.12	2.79
JUEGO DE GEOMETRIA	MAPED	FLEXIBLE	CLASE I	Promedios móviles	12	0.1667	0.3462	1	0.9750	0.2500	9.75	302.58	1.95

Tabla 29. Plan de inventario. Artículos de Clase II. Fuente: Elaboración Propia

CLASE II				PRONÓSTICOS			Sistema de revisión periódica			INVENTARIO DE SEGURIDAD		EOQ (sin faltante) ANUAL		
PRODUCTO	MARCA	PRESENTACIÓN	clasificación 3 criterios	MÉTODO	PARÁMETRO	PRONÓSTICO	T	P	L	alfa	S	Q*	K(Q*)	T=Q/D
SACAPUNTAS	SM	DOBLE PLASTICO	CLASE II	Promedios móviles	35	1.2571	15	4	1	0.9412	2.0286	179.55	125.29	3.39
LAPIZ	BICOLOR	GRUESO	CLASE II	Promedios móviles	49	0.9184	10	4	1	1.0000	1.1224	108.31	214.35	2.41
LIBRETA	MISTY	CHICA	CLASE II	Promedios móviles	51	0.9804	5	4	1	1.0000	0.0000	116.49	240.78	2.24
CRAYOLAS	VIVIDEL	12 PZS DELGADO	CLASE II	Promedios móviles	5	1.6000	7	4	1	0.9574	1.0000	39.00	210.06	2.44
DIUREX	JANEL	18 x 33	CLASE II	Promedios móviles	2	1.8571	13	4	1	1.0000	2.0000	77.03	214.28	2.41
COLORES	MAPITA	12 PZS CORTO	CLASE II	Promedios móviles	34	0.5588	6	4	1	0.9444	0.5882	56.12	306.34	1.94
GOMA	MILAN	CHICO	CLASE II	Promedios móviles	12	1.3333	20	4	1	0.9375	3.0000	204.49	108.79	3.72
CORRECTOR	BE WHITE	LAPIZ	CLASE II	Promedios móviles	32	0.2188	3	4	1	0.9500	0.3750	36.15	191.47	2.58
LAPIZ	NORMA	ROJO	CLASE II	Promedios móviles	3	3.0000	13	4	1	0.9855	2.0000	79.78	182.70	2.66
REGLA	METALICA	30 cm	CLASE II	Promedios móviles	6	0.6667	7	4	1	0.9565	1.0000	47.76	183.38	2.65
LAPIZ	BIC EVOLUTION	CERA	CLASE II	Promedios móviles	51	0.8824	9	4	1	1.0000	0.9216	133.67	164.32	2.84

Tabla 30. Plan de inventario. Artículos de Clase II. Fuente: Elaboración Propia (continuación)

CLASE II				PRONÓSTICOS			Sistema de revisión periódica			INVENTARIO DE SEGURIDAD		EOQ (sin faltante) ANUAL		
PRODUCTO	MARCA	PRESENTACIÓN	clasificación 3 criterios	MÉTODO	PARÁMETRO	PRONÓSTICO	T	P	L	alfa	S	Q*	K(Q*)	T=Q/D
MARCATEXTOS	VISON		CLASE II	Promedios móviles	1	8.0000	13	4	1	0.9804	2.0000	58.64	301.29	1.95
CINTA ADHESIVA	NAVITEK	CANELA	CLASE II	Promedios móviles	51	0.3137	3	4	1	1.0000	0.3137	42.37	183.93	2.65
PLASTILINA	MAKYCO	CAJITA	CLASE II	Promedios móviles	24	0.1667	6	4	1	0.9643	0.9583	44.70	122.46	3.44
LAPIZ	SHELLY	ROJO	CLASE II	Promedios móviles	51	0.5098	5	4	1	1.0000	0.5098	99.42	104.30	3.82
PLUMA	BIC	FINO	CLASE II	Promedios móviles	51	1.0392	5	4	1	1.0000	0.0196	125.88	219.00	2.38
RESISTOL	SM	CUARTO	CLASE II	Promedios móviles	1	5.0000	6	4	1	0.9804	1.0000	42.93	101.17	3.90
GISES	BACO	COLORES	CLASE II	Promedios móviles	14	0.3571	6	4	1	0.9474	0.9286	46.87	113.98	3.61
DIUREX	NAVITEK	12 X 65	CLASE II	Promedios móviles	51	0.1569	2	4	1	1.0000	0.1765	33.77	107.30	3.75
DIUREX	NAVITEK	24 X 65	CLASE II	Promedios móviles	35	0.2286	5	4	1	0.9412	0.8000	25.71	192.78	2.57
LAPIZ	BICOLOR	DELGADO	CLASE II	Promedios móviles	50	0.4600	5	4	1	1.0000	0.5600	77.75	125.69	3.38
ACUARELA	vinci		CLASE II	Promedios móviles	32	0.0938	2	4	1	0.9500	0.2188	27.76	120.79	3.47
ABACO	SM	CHICO	CLASE II	Promedios móviles	45	0.1111	1	4	1	1.0000	0.1778	27.24	124.35	3.40
MARCADOR	PHANO	CERA	CLASE II	Promedios móviles	2	2.0000	3	4	1	0.9600	0.5000	31.10	101.78	3.89
CLIPS	SM	CAJA	CLASE II	Promedios móviles	51	0.2353	2	4	1	1.0000	0.2353	38.93	133.87	3.24
CORRECTOR	BE WHITE	DOBLE	CLASE II	Promedios móviles	31	0.1613	2	4	1	0.9524	0.2258	23.88	183.38	2.65
ENGRAPADORA	TRIMER		CLASE II	Promedios móviles	6	0.3333	5	4	1	0.9565	0.8333	16.29	176.82	2.71
REGLA	METALICA	20 CM	CLASE II	Promedios móviles	51	0.2549	3	4	1	1.0000	0.2549	45.66	118.56	3.51
BARAJA	SM	ESPAÑOLA	CLASE II	Promedios móviles	46	0.0652	1	4	1	1.0000	0.0870	14.24	116.18	3.56
CALCULADORA	kadis		CLASE II	Promedios móviles	10	0.2000	1	4	1	0.9524	0.1000	13.79	79.52	4.60

Tabla 31. Plan de inventario. Artículos de Clase III. Fuente: Elaboración Propia

CLASE III				PRONÓSTICOS			Sistema de revisión periódica			INVENTARIO DE SEGURIDAD		EOQ (sin faltante) ANUAL		
PRODUCTO	MARCA	PRESENTACIÓN	clasificación 3 criterios	MÉTODO	PARÁMETRO	PRONÓSTICO	T	P	L	alfa	S	Q*	K(Q*)	T=Q/D
LAPIZ	TICONDEROGA	ENTRENADOR	CLASE III	Promedios móviles	18	0.7778	13	4	1	0.9268	1.6667	107.64	240.39	2.24
ESTUCHE	SM	DOBLE CIERRE	CLASE III	Promedios móviles	7	1.8571	11	4	1	0.8966	1.2857	47.76	863.44	1.06
SILICON	SM	BARRA	CLASE III	Promedios móviles	51	3.3922	21	4	1	1.0000	0.6863	377.10	251.78	2.18
SACAPUNTAS	SM	METALICO	CLASE III	Promedios móviles	4	3.2500	15	4	1	0.8958	2.0000	90.16	333.28	1.84
PEGAMENTO	KOLA LOKA	BROCHA	CLASE III	Promedios móviles	49	0.3878	5	4	1	1.0000	0.6122	33.17	397.04	1.66
PLUMA	SM	CHINA	CLASE III	Promedios móviles	51	0.2549	3	4	1	1.0000	0.2549	23.38	346.34	1.80
PLASTILINA	MAKYCO	BARRA	CLASE III	Promedios móviles	30	0.2333	6	4	1	0.9091	0.6333	72.55	190.42	2.59
TIJERAS	PENMAX	GRANDE	CLASE III	Promedios móviles	51	0.4314	6	4	1	1.0000	0.5098	48.92	321.06	1.88
PINTURA	VINCI		CLASE III	Promedios móviles	44	0.3864	6	4	1	0.8750	0.5227	70.57	166.29	2.82
JUEGO DE GEOMETRIA	ARCOIRIS		CLASE III	Promedios móviles	4	1.0000	5	4	1	0.9167	0.7500	21.56	300.06	1.96
ESTUCHE	SM	ESCALERA	CLASE III	Promedios móviles	26	0.0000	3	4	1	0.9231	0.2308	22.51	238.83	2.25
GOMA	SM	LAPIZ	CLASE III	Promedios móviles	50	0.3000	4	4	1	1.0000	0.3200	39.00	210.06	2.44
PEGAMENTO	KOLA LOKA	NORMAL	CLASE III	Promedios móviles	51	0.1961	2	4	1	1.0000	0.1961	25.17	199.45	2.52
PEGAMENTO	KOLA LOKA	GOTERO	CLASE III	Promedios móviles	51	0.2157	3	4	1	1.0000	0.2157	25.36	229.74	2.31
LIBRETA	MONKEY	RAYA	CLASE III	Promedios móviles	11	0.2000	5	4	1	0.9024	0.6364	35.45	245.15	2.22
MARCADOR	ESTERBROOK	PERMANENTE	CLASE III	Promedios móviles	4	0.7500	4	4	1	0.8958	0.5000	25.01	270.95	2.08
SACAPUNTAS	SM	PLASTICO	CLASE III	Promedios móviles	28	1.3571	17	4	1	0.9167	1.7500	332.07	85.60	4.37
RESISTOL	SM	1/8 \$5.5	CLASE III	Promedios móviles	32	0.1579	6	4	1	0.9000	0.8125	52.47	75.36	4.77
SILICON	100 ML	LIQUIDO	CLASE III	Promedios móviles	48	0.4375	5	4	1	1.0000	0.5833	37.58	349.23	1.79

Tabla 32. Plan de inventario. Artículos de Clase III. Fuente: Elaboración Propia (continuación)

CLASE III				PRONÓSTICOS			Sistema de revisión periódica			INVENTARIO DE SEGURIDAD		EOQ (sin faltante) ANUAL		
PRODUCTO	MARCA	PRESENTACIÓN	clasificación 3 criterios	MÉTODO	PARÁMETRO	PRONÓSTICO	T	P	L	alfa	S	Q*	K(Q*)	T=Q/D
PLUMA	SM	4 COLORES	CLASE III	Promedios móviles	51	0.1569	2	4	1	1.0000	0.1569	45.03	59.53	5.63
FLAUTA	YAMAHA		CLASE III	Promedios móviles	9	0.1111	1	4	1	0.9302	0.1111	7.55	199.45	2.52
LIBRETA	MONKEY	BLANCO	CLASE III	Promedios móviles	35	0.1143	3	4	1	0.9412	0.2571	28.03	168.16	2.80
LAPIZ	VERITHIN	ROJO	CLASE III	Promedios móviles	51	0.3529	4	4	1	1.0000	0.3529	67.54	107.30	3.75
MARCADOR	ACUACOLOR	BASE AGUA	CLASE III	Promedios móviles	13	0.3846	5	4	1	0.8974	0.5385	38.06	218.49	2.38
LAPIZ	FABER CASTELL	ROJO	CLASE III	Promedios móviles	51	0.2353	3	4	1	1.0000	0.2353	51.68	87.44	4.31
COMPAS	TRIME	precisión	CLASE III	Promedios móviles	32	0.0313	2	4	1	0.8500	0.1250	14.95	151.87	2.99
LOTERIA	SM		CLASE III	Promedios móviles	49	0.1224	2	4	1	1.0000	0.1429	28.61	94.43	4.09
RESISTOL	SM	DE 3.5	CLASE III	Promedios móviles	51	0.2157	3	4	1	1.0000	0.2157	66.96	53.37	6.09
PLASTILINA	PELIKAN	CAJITA	CLASE III	Promedios móviles	20	0.0500	2	4	1	0.9688	0.1500	24.80	52.05	6.20
LIGAS	ARCOIRIS	BOLSA	CLASE III	Promedios móviles	44	0.0909	2	4	1	1.0000	0.1364	19.58	132.72	3.26
REGLA	METALICA	15 CM	CLASE III	Promedios móviles	40	0.0750	2	4	1	1.0000	0.1500	39.00	48.77	6.50
LAPIZ	TICONDEROGA	DELGADO TRIANGULAR	CLASE III	Promedios móviles	24	0.0417	3	4	1	0.9643	0.3333	56.68	50.93	6.30
LAPIZ	KORES	TRIANGULAR	CLASE III	Promedios móviles	46	0.1224	2	4	1	1.0000	0.1522	51.59	41.14	7.37
MARCADOR	SHARPIE	PERMANENTE DELGADO	CLASE III	Promedios móviles	51	0.1176	2	4	1	1.0000	0.1176	21.10	118.38	3.52
CUTTER	SM	GRANDE	CLASE III	Promedios móviles	51	0.0980	1	4	1	1.0000	0.0980	30.83	52.44	6.17
CRAYOLAS	CARMEN	24 PZS GRUESO	CLASE III	Promedios móviles	40	0.0250	1	4	1	1.0000	0.0500	6.48	134.07	3.24
REGLA	MADERA	30 CM	CLASE III	Promedios móviles	41	0.0488	1	4	1	0.8182	0.0732	48.74	28.52	9.75
LAPIZ	DIXON	ENTRENADOR CHICO	CLASE III	Promedios móviles	47	0.0426	1	4	1	1.0000	0.0638	27.57	30.76	9.19
PEGAMENTO	KOLA LOKA	PLASTILOKA	CLASE III	Promedios móviles	51	0.0196	1	4	1	1.0000	0.0196	9.75	28.52	9.75

Tabla 33. Plan de inventario. Artículos de Clase III. Fuente: Elaboración Propia (continuación)

CLASE III				PRONÓSTICOS			Sistema de revisión periódica			INVENTARIO DE SEGURIDAD		EOQ (sin faltante) ANUAL		
PRODUCTO	MARCA	PRESENTACIÓN	clasificación 3 criterios	MÉTODO	PARÁMETRO	PRONÓSTICO	T	P	L	alfa	S	Q*	K(Q*)	T=Q/D
TIJERAS	SM	ZIGZAG	CLASE III	Promedios móviles	26	0.0000	1	4	1	1.0000	0.0385	12.33	21.22	12.33
LAPICERO	MIRADO		CLASE III	Promedios móviles	26	0.0000	1	4	1	1.0000	0.0385	18.20	13.28	18.20
RESISTOL	5000		CLASE III	Promedios móviles	51	0.0196	1	4	1	1.0000	0.0196	5.53	60.97	5.53
CLIPS	SM	CAJA METALICO	CLASE III	Promedios móviles	26	0.0000	1	4	1	1.0000	0.0385	11.85	22.29	11.85

## CONCLUSIONES

El plan de inventarios que se presenta en este proyecto hace una sugerencia del manejo óptimo de los artículos, basándose en las herramientas de planeación, mientras se apoya de los conocimientos que los dueños han adquirido a lo largo del tiempo. De esta manera, se ofrece una solución a las necesidades de la empresa que resulta amigable con el usuario, satisface los problemas principales y da orden a los artículos del inventario.

**Pronósticos:** La selección del método de pronóstico se hizo al elegir el que ofrezca el menor error de cálculo, sin embargo, si los errores son similares se consideraron otros factores como la cantidad de datos que se requieren para hacer el cálculo. Al tratarse de las series de ventas semanales, es conveniente elegir el método que exija menor número de datos, ya que esto significa un menor uso de recursos: tiempo, dinero y esfuerzo.

**Clasificación de inventarios:** En cuanto a los métodos de clasificación, es interesante observar los efectos en la asignación de pesos del método ABC multicriterio. Este método es más sencillo de utilizar cuando se desea analizar más de un criterio. Además de ofrecer mayor amplitud en cuanto a la posibilidad de estudio, el análisis ABC multicriterio presenta una clara ventaja sobre el análisis ABC-VED y es la normalización de los datos, pues esta acción permite observar los dentro del mismo rango sin importar las unidades en que haya sido calculado cada criterio.

**Cantidad económica de pedido:** Aun cuando las cantidades del lote óptimo resultaron en satisfacer un periodo mayor a un año, estos cálculos se complementan con los resultados de los sistemas de revisión. En el caso de los productos con revisión continua, se prefirió que el tiempo de emisión de la cantidad a ordenar  $Q$ , estuviera dado por el punto de reorden y en el caso del sistema de revisión periódica se emite la orden que satisface el inventario objetivo en el periodo de revisión  $P$ .

**Inventario de seguridad:** El inventario de seguridad ofrece una alternativa para los productos que no siguen una distribución de probabilidad específica, pues es una manera empírica de sugerir el inventario de seguridad, sin embargo, sacrifica la exactitud del nivel de seguridad por la sencillez del cálculo.

**Sistemas de revisión:** Los sistemas de revisión son una sugerencia optimizada del manejo del inventario que se adapta a las actividades que el negocio ya realizaba antes de este proyecto. Los cálculos retoman los datos del tiempo de espera y periodo de revisión anteriores, con el fin de hacer sencillo el manejo de los inventarios.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía. (2016). *Pequeñas y Medianas Empresas*. 4 marzo 2018, de Secretaría de Gobernación. Sitio web: <https://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/pequeñas-y-medianas-empresas-51457>
- [2] Rodríguez, J. (2017). *Los principales riesgos de una PYME*. 4 marzo 2018, de Forbes México Sitio web: <https://www.forbes.com.mx/los-principales-riesgos-de-una-pyme/>
- [3] Mayoral, I. & Vargas, I. (2011). *PYMES, víctimas de logística deficiente*. 11 marzo 2018, de Expansión Sitio web: <https://expansion.mx/economia/2011/09/30/pymes-victimas-de-una-mala-logistica>
- [4] Redacción de "El empresario". (2016). *Papelerías, un negocio que estira su rentabilidad*. 11 marzo, de El empresario.mx Sitio web: <http://www.elempresario.mx/guia-util/papelerias-negocio-que-estira-su-rentabilidad>
- [5] Ramirez M. (2017). *Regreso a clases impulsará 8.5%*. 11 de marzo, de Milenio Sitio web: [http://www.milenio.com/negocios/regreso\\_clases-ventas-papeleria-iscam\\_0\\_1014498550.html](http://www.milenio.com/negocios/regreso_clases-ventas-papeleria-iscam_0_1014498550.html)
- [6] Bejarano N. (2002) *Guías empresariales, Papelería*. (Cap.1) disponible en: <http://www.contactopyme.gob.mx/guiasempresariales/guias.asp?s=8&guia=65&giro=0#>
- [7] Celis F. (2017). *Papelería de la esquina, una especie en peligro de extinción*. 11 marzo, de Forbes México Sitio web: <https://www.forbes.com.mx/papeleria-de-la-esquina-una-especie-en-peligro-de-extincion/>
- [8] Mónica Míguez Pérez, Ana Isabel Bastos Boubeta. (2006). Los inventarios. En Introducción a la gestión de Stocks. El proceso de control, valoración y gestión de stocks. España: IdeasPropias Editorial.
- [9] Tersine, R. J. (1988). "Principles of Inventory and Materials Management". Nueva York: North-Holland.
- [10] Sánchez López, Maricela; Vargas López, Marcelino; Reyes Luna, Blanca Alicia; Vidal Vásquez, Olga Lidia; (2011). Sistema de Información para el

Control de Inventarios del Almacén del ITS. Reporte de Proyecto. Conciencia Tecnológica, Enero-Junio.

- [11] Carvalho, J.A. (2009). Estado de resultados. Procesos contables. Bogotá: Ecoe editores.
- [12] Stern, L. (1999) Canales de comercialización, 5ª edición.. España: Prentice Hall
- [13] Hanke, J. (2006) Pronósticos en los negocios, 8ª edición. México: Pearson Educación.
- [14] Muñoz, D. (2009). Administración de operaciones. Enfoque de administración de procesos de negocios. México: Cengage Learning.
- [15] Gupta, R. (2007). ABC and VED Analysis in Medical Stores Inventory Control. Medical Journal Armed Forces India, 63.
- [16] Castro C., Vélez, M. & Castro, J. (2011). Clasificación ABC Multicriterio: Tipos de Criterios y Efectos en la Asignación de Pesos. ITECKNE, Vol. 8.
- [17] Sipper, D. *Planeación y control de la producción*.(1998) México: McGraw – Hill.
- [18] Sarabia, A. *La investigación operativa: Una herramienta para la adopción de decisiones*. (1996) España: Universidad Pontificia Comillas.
- [19] Krajewski, J. *Administración de operaciones: estrategia y análisis*. (2000) México: Pearson Educación.