

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS DE  
PRODUCTO TERMINADO PARA LA EMPRESA ALIMENTOS EXQUISITOS DE  
LA CIUDAD DE PALMIRA, VALLE DEL CAUCA.**

JORGE IVÁN CÓRDOBA GARCÍA

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PALMIRA, VALLE DEL CAUCA

2016

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS DE  
PRODUCTO TERMINADO PARA LA EMPRESA ALIMENTOS EXQUISITOS DE  
LA CIUDAD DE PALMIRA, VALLE DEL CAUCA.**

JORGE IVÁN CÓRDOBA GARCÍA

Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Industrial

Director

Mariela Galindo Barbosa

Mg. Ingeniería Industrial

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

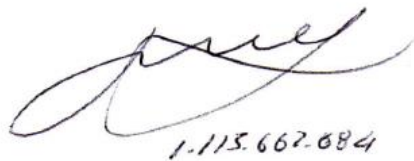
PALMIRA, VALLE DEL CAUCA

2016

**Palmira, 11 de Enero de 2016**

Declaro que este Trabajo de Grado no ha sido presentado para optar a un título, ya sea en igual forma o con variaciones, en esta o cualquier otra universidad.

**Jorge Iván Córdoba García.**



1.115.662.884

## TABLA DE CONTENIDO

Pág.

<b>GLOSARIO .....</b>	<b>11</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>13</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>14</b>
<b>1. ANTECEDENTES.....</b>	<b>16</b>
<b>1.1 AEX Alimentos Exquisitos. ....</b>	<b>16</b>
<b>1.2 Estado del arte .....</b>	<b>16</b>
<b>2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>19</b>
<b>2.1 Descripción del problema .....</b>	<b>19</b>
<b>2.2 Definición del problema.....</b>	<b>20</b>
<b>2.3 Formulación del problema .....</b>	<b>20</b>
<b>3. JUSTIFICACIÓN Y BENEFICIOS .....</b>	<b>21</b>
<b>4. OBJETIVOS.....</b>	<b>22</b>
<b>4.1 Objetivo general .....</b>	<b>22</b>
<b>4.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>22</b>
<b>5. METODOLOGÍA.....</b>	<b>23</b>
<b>6. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>24</b>
<b>6.1 Logística .....</b>	<b>24</b>
<b>6.1.1 Gestión logística.....</b>	<b>24</b>
<b>6.1.2 Administración de inventarios.....</b>	<b>25</b>
<b>6.1.3 Inventarios. ....</b>	<b>25</b>
<b>6.1.4 Gestión de Inventarios para productos perecederos. ....</b>	<b>26</b>
<b>6.2 Análisis de datos históricos y patrones de demanda .....</b>	<b>26</b>
<b>6.3 La clasificación ABC .....</b>	<b>27</b>
<b>6.4 Simulación del pronóstico.....</b>	<b>28</b>
<b>6.4.1 Procedimiento para el diseño del sistema de pronósticos.....</b>	<b>28</b>
<b>6.4.2 Suavización exponencial simple.....</b>	<b>30</b>
<b>6.4.3 Suavización exponencial doble.....</b>	<b>30</b>
<b>6.4.4 Error del pronóstico.....</b>	<b>32</b>

6.4.5	Selección de la constante de suavización ( $\alpha$ ).....	33
6.5	Sistema de gestión de inventarios.....	34
6.5.1	Sistema de gestión de inventario (s, Q). .....	34
6.5.2	Fracción especificada (P2).....	36
6.5.3	Método inventarios FIFO.....	36
6.6	Costo total relevante (CTR).....	37
7.	<b>MARCO ESPACIAL.....</b>	<b>39</b>
8.	<b>GESTIÓN DE INVENTARIOS EN LA EMPRESA ALIMENTOS EXQUISITOS</b>	<b>41</b>
8.1	<b>Gestión actual de inventarios .....</b>	<b>41</b>
8.1.1	<b>Proceso de almacenamiento. ....</b>	<b>41</b>
8.1.2	<b>Proceso de ventas.....</b>	<b>43</b>
8.1.3	<b>Proceso de distribución.....</b>	<b>45</b>
8.2	<b>Diagnostico .....</b>	<b>47</b>
8.2.1	<b>Controles en el proceso. ....</b>	<b>47</b>
8.2.2	<b>Proceso de almacenamiento. ....</b>	<b>48</b>
8.2.3	<b>Procesos de ventas.....</b>	<b>48</b>
8.2.4	<b>Proceso de distribución.....</b>	<b>48</b>
8.3	<b>Costos para la gestión de inventarios de PT .....</b>	<b>49</b>
8.3.1	<b>Costos de mantenimiento por ítem (r).....</b>	<b>52</b>
8.3.2	<b>El costo fijo de alistamiento u ordenamiento “A” por ítem. ....</b>	<b>54</b>
9.	<b>SISTEMA DE PRONÓSTICOS.....</b>	<b>55</b>
9.1	<b>Clasificación ABC.....</b>	<b>55</b>
9.1.1	<b>Análisis ABC criterio: volumen de unidades vendidas.....</b>	<b>55</b>
9.1.2	<b>Análisis ABC criterio: ingresos de unidades vendidas. ....</b>	<b>57</b>
9.2	<b>Estudio de la demanda .....</b>	<b>62</b>
9.2.1	<b>Ítem 1. Empanada triangular x 25 unidades (85gr).....</b>	<b>62</b>
9.2.2	<b>Ítem 2. Empanada media luna x 25 unidades (85gr). ....</b>	<b>66</b>
9.2.3	<b>Ítem 6. Empanadas x 10 unidades de 70 (gr).....</b>	<b>70</b>
9.3	<b>Procedimiento para el diseño del sistema de pronósticos .....</b>	<b>74</b>

9.3.1	Sistema de pronósticos Ítem 1. Empanada triangular x 25 unidades (85gr).	74
9.3.2	Sistema Pronósticos Ítem 2. Empanada media luna x 25 unidades (85gr)	82
9.3.3	Sistema Pronósticos Ítem 6. Empanadas x 10 unidades de 70 (gr).....	90
<b>10.</b>	<b>SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS.....</b>	<b>98</b>
10.1	Ítem 1. Empanada triangular x 25 unidades (85gr) .....	101
10.1.1	Punto de reorden (s).....	101
10.1.2	Cantidad económica de pedido EOQ. ....	103
10.1.3	Costo total relevante (CTR). ....	104
10.2	Ítem 2. Empanada media luna x 25 unidades (85gr).....	106
10.2.1	Punto de reorden (s).....	106
10.2.2	Cantidad económica de pedido EOQ. ....	108
10.2.3	Costo total relevante (CTR). ....	110
10.3	Ítem 6. Empanadas x 10 unidades de 70 gr.....	112
10.3.1	Punto de reorden (s).....	112
10.3.2	Cantidad económica de pedido EOQ. ....	113
10.3.3	Costo total relevante (CTR). ....	115
<b>11.</b>	<b>IMPACTO ECONÓMICO DEL DISEÑO DEL SISTEMA PROPUESTO CON RESPECTO A LA GESTIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.....</b>	<b>118</b>
11.1	Costo de ordenamiento o de alistamiento “A”.....	118
11.2	Costo de mantenimiento de inventario “r”.....	120
11.3	Costo de faltantes de inventario o stockout.....	122
<b>12.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>124</b>
<b>13.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>126</b>
<b>14.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>128</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>131</b>

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Sistemas de pronósticos según patrón de demanda. ....	29
Tabla 2. Políticas y metodologías de control de inventarios y sistemas de pronóstico con base a la clasificación ABC.....	29
Tabla 3. Precios por productos en sus respectivas presentaciones. ....	40
Tabla 4. Adecuación actual de los productos.....	42
Tabla 5. Tamaño de venta considerada al por mayor y al detal.....	44
Tabla 6. Promedio de ventas semanales a clientes estables.....	46
Tabla 7. Entidades competencias de AEX.....	47
Tabla 8. Numero de empanadas por ficha.....	47
Tabla 9. Costo por mano de obra en gestión de Inventarios (Año).....	49
Tabla 10. Costo por servicios y equipos en gestión de Inventarios. (Año).....	50
Tabla 11. Costo por mano de obra en ordenamiento y mantenimiento de inventarios (Año).....	50
Tabla 12. Costo por servicios y equipos en ordenamiento y mantenimiento de inventarios. (Año).....	51
Tabla 13. Costos anuales de ordenamiento y mantenimiento del producto terminado.....	51
Tabla 14. Participación de los ítems en el costo de mantenimiento, sin faltantes, de inventario.....	52
Tabla 15. Averías de producto terminado años 2013-2014.....	53
Tabla 16. Participación de los ítems en el costo de mantenimiento total de inventario.....	54
Tabla 17. Costos de ordenamiento por pedido para los ítems.....	54
Tabla 18. Clasificación ABC bajo criterio de unidades vendidas en el periodo 2013-2014.....	56
Tabla 19. Porcentaje de ventas al por mayor y al detal por cada Ítem, en el periodo 2013-2014.....	57
Tabla 20. Ingresos de ventas al por mayor y al detal por cada ítem, en el periodo 2013-2014.....	58
Tabla 21. Precio de venta considerado por ítem en el proyecto.....	59
Tabla 22. Clasificación ABC de ingresos generados en el periodo de 2013-2014.....	60
Tabla 23. Demanda semanal del Ítem 1. Empanada triangular x 25 unidades (85gr) durante los años 2013-2014. ....	63
Tabla 24. Demanda semanal del Ítem 2. Empanada media luna x 25 unidades (85gr) durante los años 2013-2014.....	67
Tabla 25. Demanda semanas del Ítem 6. Empanadas x 10 unidades de 70 gr, durante los años 2013-2014.....	71
Tabla 26. Comportamiento de la simulación del pronóstico de demanda para las semanas 0-22. ( $\alpha_{opt} = 0,230737555$ )Ítem 1.....	77

Tabla 27. Pronostico de suavización exponencial simple para el Error absoluto óptimo ( $\alpha_{opt} = 0,26184759$ ) Ítem 1.....	80
Tabla 28. Comportamiento del pronóstico de la demanda para las semanas 0-22 con ( $\alpha_{opt} = 0,12491793511959$ ) Ítem 2,.....	85
Tabla 29. Pronostico de suavización exponencial simple para el Error absoluto óptimo ( $\alpha_{opt} = 0,103594765079204$ ) Ítem 2.....	88
Tabla 30. Comportamiento del pronóstico de la demanda para las semanas 0-22 con ( $\alpha_{opt} = 0,022099$ ), Ítem 6.....	93
Tabla 31. Pronostico de suavización exponencial simple para el Error absoluto óptimo ( $\alpha_{opt} = 0,0584661$ ) Ítem 6. ....	96
Tabla 32. Promedio móvil ponderado para el Lead Time.....	100
Tabla 33. Costo actual de ordenamiento por ítem durante el año.....	118
Tabla 34. Ahorro detectado en los costos de ordenamiento.....	119
Tabla 35. Ahorro detectado en los costos por mantenimiento.....	121
Tabla 36. Costo de faltantes en la empresa AEX-Alimentos Exquisitos (ítems 1, 2,6)....	122
Tabla 37 Ahorro detectado en los costos por faltante.....	123
Tabla 38. Resumen del ahorro detectado del costo total anual por gestión de inventarios	123
Tabla 39. Salario mensual de los empleados .....	137
Tabla 40. Costos de Mano de Obra de la empresa AEX-Alimentos Exquisitos en actividades Mantenimiento de Inventarios.....	138
Tabla 41. Costos anuales por pago de servicios y equipos asignados al ordenamiento y mantenimiento del inventario del PT .....	139
Tabla 42. Simulación del pronóstico para el ítem 1. ( $\alpha_{opt} = 0,23073755$ ).....	141
Tabla 43. Simulación del pronósticos para el ítem 2 ( $\alpha_{opt} = 0,124917935$ ) .....	145
Tabla 44. Simulación del pronósticos para el ítem 6 ( $\alpha_{opt} = 0,02209933$ ) .....	150
Tabla 45. Simulación del pronóstico para el ítem 1 ( $\alpha_{opt} = 0,26184759$ ) .....	155
Tabla 46. Simulación del pronóstico para el ítem 2 ( $\alpha_{opt} = 0,10359477$ ) .....	159
Tabla 47. Simulación del pronóstico para el ítem 6 ( $\alpha_{opt} = 0,058466164545$ ) .....	164



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Visualización de la línea de tendencia creciente de la demanda (eje y) durante las semanas (eje x).....	31
Figura 2. Organigrama de la empresa AEX-Alimentos Exquisitos .....	39
Figura 3. Participación en los ingresos por modalidad de venta, dado según ventas al por mayor y al detal por cada ítem, en el periodo 2013-2014.....	58
Figura 4. Principio de Pareto a ingresos por ventas obtenidos por los ítems en el periodo 2013-2014 .....	61
Figura 5. Demanda semanal del Ítem 1. Empanada triangular x 25 unidades (85gr) durante los años 2013-2014 .....	64
Figura 6. Demanda semanales del Ítem 1. Empanada triangular x 25 unidades (85gr) durante los años 2013-2014 con outlier ajustados. ....	65
Figura 7. Demanda semanal del Ítem 2. Empanada media luna x 25 unidades (85gr) durante los años 2013-2014. ....	68
Figura 8. Demanda semanales del Ítem 2. Empanada media luna x 25 unidades (85gr) durante los años 2013-2014 .....	69
Figura 9. Demanda semanal del Ítem 6. Empanadas x 10 unidades de 70 gr durante los años 2013-2014 .....	72
Figura 10. Demanda semanal del Ítem 6. Empanadas x 10 unidades de 70 gr durante los años 2013-2014 .....	73
Figura 11. Pronostico Suavización exponencial doble Ítem 1. Año 2013-2014.....	78
Figura 12. Pronóstico Suavización exponencial simple Ítem 1. Año 2013-2014. ....	81
Figura 13. Pronostico Suavización exponencial doble Ítem 2. Año 2013-2014.....	86
Figura 14. Pronóstico Suavización exponencial simple Ítem 2. Año 2013-2014.....	89
Figura 15. Pronóstico Suavización exponencial doble Ítem 6. Año 2013-2014.....	94
Figura 16. Pronóstico Suavización exponencial simple Ítem 6. Año 2013-2014 .....	97
Figura 17. Optimización de alfa ( $\alpha$ ) mediante Solver. ....	140
Figura 18. Principales funciones de la distribución normal unitaria.....	168

## LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Diagramas de flujo en el proceso de gestión de inventarios .....	131
Anexo 2. Metodología para el cálculo de los costos actuales de la empresa .....	137
Anexo 3. metodología para definir el parámetro de suavización ( $\alpha$ ) .....	140
Anexo 4. Simulaciones de los sistemas de pronósticos de suavización exponencial doble con alfa óptimo.....	141
Anexo 5. Simulación de los pronósticos de suavización exponencial simple con alfa óptimo .....	155
Anexo 6. Distribución normal unitaria usada para determinar los parámetros: k, <b>Pzk</b> , <b>Gzk</b> . .....	168

## GLOSARIO

**ALIMENTOS PERECEDEROS:** Son aquellos con probabilidad de estropearse, descomponerse o se vuelven inseguros para el consumo humano. En tanto, en esa descomposición o deterioro tendrán mucho que ver cuestiones como la temperatura, la humedad, presión y tiempo de manipulación.

**CANTIDAD ECONOMICA DE PEDIDO (EOQ):** es el modelo fundamental para el control de inventarios, tomando en cuenta la demanda determinista de un producto, el costo de mantener el inventario, el costo de ordenar un pedido, y el costo de faltante, para obtener como resultado la cantidad óptima de unidades a pedir para minimizar costos por mantenimiento del producto.

**CLASIFICACIÓN ABC:** es una técnica que establece diferencias entre grupos de artículos que deben ser manejados de una manera determinada, así como normas de manejo y rutinas para los diferentes grupos.

**FALTANTE DE INVENTARIO (STOCKOUT):** Desabastecimiento de los inventarios dado por subestimación de la demanda, este se presenta cuando las existencias de un artículo están agotadas.

**MÉTODO PEPS. (FIFO-First In First Out):** La primera existencia en entrar, la primera en salir. Significa que las existencias se valoran a su salida, al precio de coste de la primera existencia en el almacén, es decir, las existencia se valorarán al precio de coste más antiguo.

**INVENTARIOS:** Referido a bienes tangibles que se tienen para la venta en el curso ordinario del negocio o para ser consumidos en la producción de bienes o servicios para su posterior comercialización

**MATERIA PRIMA (MP):** referido a la materia extraída de la naturaleza y que se someten a un proceso de transformación para elaborar materiales que más tarde se convertirán en bienes de consumo.

**NIVEL DE SERVICIO:** representa la probabilidad esperada de no llegar a una situación de falta de existencias. Este porcentaje es necesario para calcular las existencias de seguridad. Intuitivamente, el nivel de servicio representa una compensación entre el coste

de inventario y el coste de la falta de existencias que genera pérdida de ventas, de oportunidades y la frustración del cliente, entre otras cosas.

**PRODUCTO TERMINADO (PT):** Productos fabricados por la empresa y destinados al consumo final o a su utilización por otras empresas.

**PRONOSTICOS:** Son enunciados sobre lo que es posible que ocurra en el futuro, basándose en el análisis de datos anteriores, en información que se tenga de situaciones similares o en consideración de juicio. Los pronósticos son un proceso de planeación con el que se determinan las metas y objetivos de una empresa en lo relacionado con el ingreso, los costos, y las utilidades estimadas entre otros.

**STOCK DE SEGURIDAD:** volumen de existencias que se mantiene, en cuantía prácticamente fija, para evitar trastornos en el proceso de producción o situaciones anormales en el abastecimiento a la clientela, provocadas por irregularidades del aprovisionamiento.

**VALOR ATIPICO (OUTLIER):** Referido a datos “extraños” que pueden ser resultado de errores de captura o ser producto de algún suceso sumamente extraño”, los cuales son sospechosos de no pertenecer al conjunto de datos de donde proceden. Pueden presentarse valores outliers moderados y extremos.

## RESUMEN

El presente trabajo nace a raíz de una visita realizada a la empresa AEX- Alimentos Exquisitos, ubicada en la ciudad de Palmira, Valle del Cauca, dedicada a la manufactura de alimentos precocidos. Aquí se evidenciaron debilidades en el control de los inventarios de producto terminado, que repercute negativamente en los ingresos para la empresa, siendo una limitante para el crecimiento productivo y competitivo de la misma, para lo cual se desea ajustar mediante la propuesta de un SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS de producto terminado en la empresa mencionada.

El documento muestra la información solicitada, de los históricos de demanda como insumo para conocer el comportamiento de la misma. Con esta información se realizó un análisis de clasificación ABC, para encontrar los ítems que repercuten mayoritariamente en los ingresos para la empresa. Posteriormente, se presentan los modelos de pronósticos por suavización exponencial simple y suavización exponencial doble, como resultado del análisis de la demanda de cada uno de los ítems escogidos. En este documento, también, se presenta el diseño del sistema de gestión y políticas de control de inventarios, que para el caso estudio se propone el sistema *s, Q*.

Por último, se comparan los costos totales relevantes arrojados para cada uno de los ítems tratados en el sistema propuesto versus los costos asumidos actualmente por la empresa respecto a la gestión de inventarios. El análisis demuestra que el sistema encontrado reduce los costos actuales de la administración del inventario aproximadamente en un 68,52%.

**Palabras claves:** Estudio de demanda, pronósticos, sistemas de gestión, inventarios, precederos.

## INTRODUCCIÓN

La competitividad empresarial, exige a las organizaciones encontrar estrategias de gestión que les permitan ser cada vez mejores al enfrentarse en mercados más exigentes, para lo cual no es suficiente mejorar el sistema productivo, ni la integración de actividades internas. Para alcanzar este objetivo, es importante atender la gestión de toda la cadena de suministros, evaluando al movimiento y almacenamiento del producto terminado, desarrollando estrategias adecuadas de control de inventarios que beneficie la planificación y administración de los productos. Para Vidal (2010), uno de los problemas más usuales es existencia de excesos y de faltantes de inventarios, en donde afirma “Siempre tenemos demasiado de lo que no se vende o consume, y muchos agotados de lo que sí se vende o consume”, que se puede presentar en cualquier sector industrial que administre insumos, materia prima, productos terminados, entre otros.

El siguiente trabajo se realizó basado en una problemática de la empresa AEX Alimentos Exquisitos, ubicada en el municipio de Palmira, Valle del Cauca, sobre la gestión de inventarios de producto terminado de carácter perecedero, la cual deriva deficiencias en el nivel de servicio, siendo una falencia que repercute directamente en la competitividad de la empresa.

El trabajo propone un sistema de gestión de inventario que busca minimizar los costos por mal manejo de reservas y stock, complementado con la respuesta oportuna y precisa a la demanda de la empresa AEX, facilitando la fidelización de los consumidores o clientes actuales y a su vez, dar confianza para la expansión a nuevos nichos de mercado. Por consiguiente, se desarrolló en los primeros capítulos el análisis de la situación actual de la organización, describiendo la gestión actual de inventarios realizada de manera empírica, y encontrando los puntos de control con los cuales la empresa minimiza actualmente el riesgo asociado a la administración de los inventarios. Inicialmente, se realiza un análisis de la demanda para seleccionar los ítems que impactan mayoritariamente los ingresos de la organización mediante un análisis de clasificación ABC.

La información de la demanda de dichos ítems, son el insumo para el desarrollo del modelo de pronóstico adecuado a sus condiciones. Posteriormente, se desarrollan los modelos de gestión de inventarios, para productos perecederos, estableciendo políticas de control para cada ítem seleccionado, con el propósito de minimizar los costos de ordenamiento, mantenimiento de inventario y costos por faltantes; lo anterior, sirve de insumo para realizar un análisis y determinar las ventajas económicas en caso de implementación del sistema propuesto en la empresa AEX- Alimentos Exquisitos.

En consecuencia de lo anterior, la empresa mejorará su competitividad y productividad, impactando positivamente en el nivel de servicio que permitirá ganar respecto a participación en el mercado, permitiendo a la empresa incrementar sus ingresos por ventas.

## **1. ANTECEDENTES**

### **1.1 AEX Alimentos Exquisitos.**

El sector industrial y manufacturero en el Valle del Cauca, demanda propuesta activa de proyectos desde el punto de vista logístico. La gestión de la cadena de suministros se convierte en un pilar primordial para el sostenimiento y desarrollo productivo de las empresas manufactureras. Por consiguiente, desde las aulas de clase mediante la cual se adquiere el conocimiento ingenieril que permite la gestión logística en las industrias que rodean al estudiante, nace la idea como proyecto de grado, interactuar con las metodologías de gestión de procesos adquiridas en el desarrollo académico como profesional en Ingeniería Industrial tras realizar una visita en el transcurso de la primera semana de Julio del año 2015 a la empresa AEX Alimentos Exquisitos, dedicada a la manufactura de alimentos precocidos, ubicada en la ciudad de Palmira, Valle del Cauca.

Durante la visita realizada, se logran detectar una serie de problemáticas que afectan directamente la productividad de la organización, entre ellas, el descontrol de los inventarios de producto terminado, que afecta la rentabilidad de la empresa. Por consiguiente, se determina como una problemática relevante a solucionar, pues limita el crecimiento productivo y rentable de la organización, el cual se desea ajustar mediante la idea de proponer un sistema de gestión de inventarios de producto terminado en la empresa mencionada.

### **1.2 Estado del arte**

Los pilares de productividad nacen de la gestión logística que se realice en los procesos industriales, los cuales permitirán entrar en la competitividad del mundo empresarial a fin de sostenerse en el mercado actual. Rojas et al. (2013) afirma que la adaptación de modelos de gestión de inventarios implementados a empresas manufactureras de alimentos, “maximiza en un 7,7 por ciento los márgenes de contribución totales, obtenidos por absorción, y minimiza los costos totales de almacenar y ordenar inventarios, en un 27 y 40 por ciento, respectivamente”. Esto se evidencia al realizar la comparación de una proyección de modelos de optimización, frente a la metodología empleada por la empresa estudiada. Basándose en modelos matemático - estadísticos que fueron adaptados a cada producto.

De igual forma, consiente de la problemática actual que aqueja las empresas comerciales e industriales, centrado en la administración y control de los inventarios; Vidal



et al. (2004), dice: “Siempre se tiene demasiado de lo que no se vende, y muchos agotados de lo que sí tiene volumen de ventas”, en donde establece una estrategia para la obtención y transmisión de la información necesaria tiempo real y con alta precisión sobre la demanda generada en los puntos de ventas, a fin de desarrollar el mejor modelo de control, integrando todos los aspectos administrativos, logísticos y financieros necesarios en la cadena de abastecimiento para obtener un modelo efectivo.

Muchos autores han propuesto diferentes metodologías que contribuyen a la solución de la problemática enunciada anteriormente; algunos de ellos se presentan a continuación:

Gonzales et al. (2013), desarrolla una metodología que permite mejorar las operaciones logísticas convirtiéndose en el apoyo de pequeños negocios; “el primer paso propuesto es realizar un diagnóstico a partir de una línea base conformada por indicadores de aprovisionamiento, almacenamiento, inventarios, transporte, distribución, entre otros”, esto a fin de estimar los posibles costos a ahorrar.

Vidal et al. (2009), Consiente de la importancia de controlar los inventarios de carácter perecedero, “desarrolla un método heurístico para el control de inventarios durante su temporada de ventas”, en este se submodela un solo despacho al comienzo de temporada y otro a lo largo de dicha temporada acatado diversos despachos, esto le permite minimizar los costos de devoluciones, costos faltantes, costos fijos de despacho y costo total relevante del sistema.

Pérez et al. (2012), desarrollan un artículo que representa gran importancia en la propuesta del proyecto a realizar, a razón de la similitud existente entre las condiciones dadas por ambos. En él se evalúa el comportamiento histórico de la demanda de los productos de consumo masivo en una cadena de suministro con una bodega y múltiples puntos de venta, mediante el cual emplean el método de pronóstico de venta que mayor se acerque a los criterios establecidos, entre los métodos de promedio móvil, suavización exponencial simple, método de Croston, método de Winters, bajo la evidente rotación heterogénea de los productos pese a la variabilidad de la demanda en los diferentes puntos de venta, obligando a desarrollar modelos de modo independiente.

Un eficiente sistema de control de inventarios no generaliza a todos los ítems que se comprende en existencias, al contrario, desarrolla metodologías de análisis y control independiente según la importancia económica o las importancias más relevantes de cada producto. De esta forma, Parada (2009) implementa un método multicriterio de clasificación ABC en dos organizaciones de Cuba encargadas de brindar servicios turísticos,

“para clasificar los productos en existencia y servir de soporte a una gestión de aprovisionamiento eficiente y orientada al cliente”.

Méndez et al. (2013), trabajan “una metodología para la gestión de la demanda en ambientes multiproducto para diferentes eslabones de la cadena de suministro y con alta variabilidad en la demanda”. Este proyecto, inicia con la clasificación de los productos a controlar de acuerdo a la rotación del inventario, y continúa con la clasificación respecto a variables de costo, peso y volumen, obteniendo un resultado que permitirá identificar aquellos productos de mayor relevancia y continuar con la fase de creación del pronóstico agregado según la variabilidad de las categorías evaluadas; permitiendo la minimización del inventario promedio de todo el sistema.

Aguilar (2012), afirma que la condición de perecedad de los productos, paralelo a las fluctuaciones constantes de la demanda exijan la reevaluación constante del funcionamiento de los procesos productivos. “Los cambios en la demanda afectan la planeación estratégica, desacoplan los inventarios, bajo nivel del servicio a los clientes, entre otros aspectos.”, desde esta perspectiva, el autor propone un modelo de gestión de inventarios a fin de controlar la producción para acrecentar los índices de rentabilidad y garantizar el cumplimiento del nivel de servicio ofertado.

Dada la condición perecedera de los productos a manejar en el caso estudio, se investigo acerca del manejo de inventarios de alimentos, para lo cual la Resolución 2674 (2013) indica, referida a la vida útil del producto, que la temperatura de almacenamiento de productos congelados debe ser de  $-18^{\circ}\text{C}$ .

Adicionalmente, se tiene como caso de referencia la política de calidad implantada en la empresa chilena “Artemasa” artemasa.cl (2015), certificada en HACCP (Análisis de peligros y puntos críticos de control), desde el año 2010, siendo industria pionera en la producción de empanadas a nivel internacional; la cual menciona que las principales ventajas de utilizar productos congelados se relacionan con la reducción de los tiempos de respuesta a la demanda, la oferta de mayor variedad de productos de calidad uniforme, disminución de la contaminación por manipulación y aumento de durabilidad en el tiempo, alcanzando una vida útil de 180 días (6 meses), en condiciones óptimas de congelación equivalente a  $-18^{\circ}\text{C}$ , sin embargo, es posible almacenar a temperatura cercana a  $-12^{\circ}\text{C}$  teniendo como condición que el periodo de inocuidad se reduce a la mitad del ciclo (3 meses).

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 2.1 Descripción del problema

El proyecto se realizara en la organización AEX Alimentos Exquisitos, una empresa que inicia su operación hace más de 10 años en la ciudad de Palmira, Valle del Cauca. Su empresa ha crecido gradualmente, encontrando el potencial industrial en la producción de alimentos precocidos, en la ciudad de Palmira, y distribución en los municipios y pueblos cercanos como: Candelaria, Amaime, El Cerrito, Guacarí, Buga, además de la Ciudad de Cali. Actualmente su distribución ha llegado hasta Anda Lucia, municipio al norte del Valle que dista a 72,16 km.

Esta empresa, realiza actualmente el pronóstico de sus ventas de manera cualitativa basado en la experiencia; lo cual ocasiona:

- Graves problemas en temporadas de alta demanda, donde se eleva el consumo de dichos productos, la empresa se queda corta por el desabastecimiento de los inventarios de producto terminado. Esto repercute en la reducción del nivel de servicio, perdiendo hasta un 20% de los clientes demandantes. Como consecuencia de lo anterior, los directivos de la organización intentan suplir el desabastecimiento presentando:
  - o Descontrol en la producción de sus diferentes presentaciones
  - o Sobreesfuerzo de los recursos humano, lo que significa que se trabaja sobre el tiempo, generando cansancio en los empleados y deserción por saturación del trabajo.
  - o Recargos de horas extras para realizar esta actividad, lo cual afecta la rentabilidad del producto.
- En otras ocasiones donde se hacen proyecciones de demanda muy por encima de la real, se genera más inventarios de producto terminado de baja rotación y de corta vida por su condición percedera; aunque la empresa cuenta con un cuarto frio como almacén de producto terminado, en algunas ocasiones ocurren pérdidas y deterioro del producto lo que equivale a sobre costos de producción.

Por las dos razones mencionadas, la incertidumbre de la demanda a satisfacer, genera innumerables errores, como: falta de confiabilidad en las cifras de inventarios, desordenes de producción y sobre costos que finalmente afectaran los ingresos de la empresa.

## **2.2 Definición del problema**

Descontrol de inventarios de producto terminado.

## **2.3 Formulación del problema**

¿Con la propuesta de un sistema de gestión de inventarios para la empresa AEX ALMENTOS EXQUISITOS de la ciudad de Palmira, Valle del Cauca, se puede visualizar una mejor forma de administrar los recursos logrando una reducción de los costos actuales en su gestión de inventarios?

### **3. JUSTIFICACIÓN Y BENEFICIOS**

Hoy en día se reconoce la búsqueda del mejoramiento continuo de los procesos dentro de las organizaciones para alcanzar la competitividad, por consiguiente, este proyecto enfoca su atención en uno de los aspectos de mayor importancia por la integración que ejerce en los procesos internos de la organización, la cadena de suministros.

Por tanto, este proyecto ayudara a mejorar la competitividad de una empresa actualmente activa en el mercado, desde hace 10 años en los cuales ha presentado un crecimiento progresivo de su capacidad instalada, produciendo actualmente en promedio 13.000 unidades de empanas al día, mediante (9) empleados como el personal de producción, y cuatro (4) empleados, encargado de las tareas de comercialización y distribución a los puntos de venta.

Lo anterior será posible mediante el perfeccionamiento de los procesos de estimación de demanda, permitiendo la mejora de los demás procesos internos a fin de aumentar la capacidad productiva de la empresa. Además, un sistema de control de inventarios facilitará la planeación de los recursos de materia prima, mano de obra e instalaciones a requerir en la planta.

Dado que el comportamiento de la demanda define una estrategia fundamental para el desarrollo organizacional, siendo la base inicial para la toma de decisiones, esta propuesta ayudara a mejorar la planeación estratégico de la empresa AEX, como la expansión de mercado a fin de darle crecimiento a la organización y desarrollarse dentro de los parámetros de competitividad en el sector alimenticio.

En consecuencia con lo anterior, para la empresa AEX ALIMENTOS EXQUISITOS con la propuesta sobre el sistema de gestión de inventarios de producto terminado, podrá lograr: el abastecimiento total de la demanda, respondiendo oportunamente a las fluctuaciones de la misma, lo que reflejara mejora en el Nivel de Servicio al cliente, reducir los costos de almacenamiento de producto terminado mediante la minimización del stock de inventario liberando flujo de efectivo. Esto a su vez evitara perdidas por productos deteriorados, y repercutirá en el incremento de las utilidades de la organización.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo general**

Proponer un sistema de gestión de inventarios de producto terminado en la empresa AEX Alimentos Exquisitos en la ciudad de Palmira, Valle del Cauca.

### **4.2 Objetivos específicos**

- Determinar la clasificación del inventario de producto terminado en el almacén, basado en los criterios propios de la empresa y sus características.
- Desarrollar el sistema de pronósticos adecuados para la demanda de los productos.
- Diseñar el sistema de control y políticas de inventarios para el producto terminado
- Determinar, el impacto económico del diseño del sistema propuesto con respecto al escenario actual de la empresa.

## 5. METODOLOGÍA

Para la realización del proyecto de investigación se inicio con un tipo de investigación cualitativa, en el cual se realizó la recolección de la información de literatura acerca de los diferentes sistemas de control de inventarios necesarios para el desarrollo del proyecto. Adicionalmente se realizaron visitas a la empresa AEX- Alimentos Exquisitos para determinar los procesos relacionados con la gestión de inventarios; a partir de aquí, se realizó la descripción de los procesos que tienen relación con la administración del inventario siendo el almacenamiento, proceso de ventas y proceso de distribución de producto terminado. Posteriormente, se realizó el diagnóstico, donde se identificaron los controles actuales, que mitigan el riesgo sobre la manipulación del producto en cada uno de los procesos mencionados.

Después, se recolecto la información acerca de la demanda de los productos, y con base en la información obtenida, se desarrolló un análisis de clasificación ABC a fin de determinar aquellos ítems que generan mayor impacto sobre las utilidades de la organización. Una vez seleccionados los ítems, se realizó el estudio de la demanda que permitió determinar el sistema de pronósticos que mejor se ajusta al comportamiento de dicha demanda. Los pronósticos desarrollados, permitieron definir los parámetros de control importantes para el seguimiento de los inventarios.

Con esta información, se elaboró el diseño del sistema de gestión para encontrar las políticas pertinentes para un excelente control de los inventarios de producto terminado, asociando un costo total relevante necesario en la gestión de inventarios.

Finalmente se realizó la evaluación entre los costos totales relevantes arrojados para la gestión del inventario propuesto frente a los costos asumidos actualmente por la empresa.

## 6. MARCO TEÓRICO

En consideración a la temática desarrollada en los objetivos que fueron planteados para el proyecto, se relacionan la teoría necesaria para el desarrollo de la propuesta:

### 6.1 Logística

Tompkins (2006), cataloga la logística como la parte de la cadena de suministro encargada de planear, implementar y controlar de manera efectiva y eficiente el flujo y almacenamiento de productos y la información, abarcando desde la fase inicial necesaria para conocer los requerimientos del cliente.

Para Anaya (2007), logística corresponde al proceso encargado de planificar, implementar y controlar efectivamente el almacenamiento de materiales inventariados en curso y producto terminado, también le adjudica la responsabilidad de manipular eficientemente la información desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con la finalidad de satisfacer al cliente.

#### 6.1.1 Gestión logística.

La competitividad, exige la transformación de las empresas encarrilándolas a un proceso de cambio en el que surge la necesidad de modernizar la cadena de abastecimiento para aumentar la capacidad de respuesta, mejorar la productividad y garantizar la satisfacción de los clientes. Según las herramientas empresariales (Camara de comercio de Medellin s.f) afirma que se requiere de un plan logístico que integre a todos los involucrados en la cadena de suministro, desde el fabricante hasta el cliente final, logrando optimizar el trabajo operativo.

En este documento se expone:

- **Aprovisionamiento:** es la etapa de abastecimiento de materias primas y elementos necesarios para que la empresa desarrolle su producto o servicio. En esta etapa se encuentra la creación de relaciones con los proveedores, los estudios de mercado para identificar la demanda, la previsión de la producción y la gestión del inventario.

- **Producción:** es la transformación de las materias primas en un producto final que será vendido a los clientes. En la producción se definen las ventajas competitivas del producto y se busca responder satisfactoriamente a las necesidades del mercado.

- **Almacenamiento:** la empresa organiza y clasifica sus productos al tiempo que regula la rotación de los mismos. En esta etapa se busca la máxima utilización del espacio



al menor costo. Para evitar este gasto la empresa puede implementar el Cross-docking o distribución directa, que prescinde del almacenaje.

- Transporte y distribución: es la entrega del producto al cliente o consumidor en los tiempos establecidos y con el mejor rendimiento relacionado con los costos de operación. En esta etapa es fundamental elegir el medio de transporte más adecuado para la movilización y distribución de la mercancía, así como delimitar el área de cubrimiento.

- Servicio al cliente: la logística no se limita a la entrega oportuna del producto en su lugar de destino. La gestión logística también incluye responder a las exigencias del mercado por medio de estrategias que ofrezcan un valor diferenciado y que ayuden a la fidelización de los clientes.

### **6.1.2 Administración de inventarios.**

Mediante el portal [ingeniería industrial online \(2015\)](#), se definen las tareas correspondientes a la administración de un inventario, relacionado con los métodos de registro, la determinación de los puntos de rotación, las formas de clasificación y el modelo de re inventario determinado por los métodos de control (el cual determina las cantidades a ordenar o producir, según sea el caso).

Los objetivos fundamentales de la gestión de inventarios son:

- Reducir al mínimo "posible" los niveles de existencias
- Definir stock de seguridad de productos terminados, para evitar un desabastecimiento de demanda ante un aumento.
- Asegurar la disponibilidad de existencias (producto terminado, producto en curso, materia prima, insumo, etc.) en el momento justo.

### **6.1.3 Inventarios.**

Según Vidal (2010), entre los principales objetivos de un inventario se tiene:

- Mitigación de las fluctuaciones de la demanda ofreciendo un aseguramiento contra las incertidumbres del mercado.
- Facilita un rol proactivo ante los cambios previstos en la oferta y la demanda.
- Permite un flujo continuo de los procesos de manufactura y ensamble, otorgándole flexibilidad a los procesos de programación.
- Mejora los procesos de compraventa de suministros y materiales, teniendo la posibilidad de aprovechar descuentos por volumen.

Para el presente proyecto, se enfatiza sobre el inventario de producto terminado siendo aquellos que han cumplido su proceso de producción y se encuentran en la bodega de productos terminados y aún no han sido vendidos.

#### **6.1.4 Gestión de Inventarios para productos perecederos.**

Para Vidal (2010) la gestión de inventarios de productos perecederos al control de productos que tienen como característica principal su corta vida útil a razón del rápido deterioro físico que presentan, deben ser manejados de forma especial, debido que en ocasiones son demandables solo una vez o tiene baja probabilidad de demanda en periodos posteriores, por lo tanto su inventario no se puede almacenar por tiempos indefinidos.

### **6.2 Análisis de datos históricos y patrones de demanda**

Vidal (2010) afirma “El análisis de los datos históricos de demanda es fundamental para la correcta selección del método de pronósticos y su puesta en marcha”. Es importante tener en cuenta que el diseño de un sistema de pronóstico para periodos semanales, favorece el control a variaciones ya que no es muy corto para incurrir en sobrecostos o agotamiento en los parámetros de control, ni muy largo para incurrir en un sistema de pronóstico que tienda a la obsolescencia o de alta variabilidad para el control.

Para iniciar con el análisis de la demanda, se debe determinar el grado de dispersión de esta demanda calculando su coeficiente de variación sobre el horizonte de planeación, así:

$$\text{Coeficiente de Variación de la demanda} = \frac{\text{Desviación estandar de la demanda}}{\text{Demanda Promedio}} \quad (6.1)$$

Si el coeficiente de variación es mayor o igual que 1, la demanda puede catalogarse como errática. En caso contrario, la demanda puede considerarse estacionaria o perpetua.

#### **Outliers o datos atípicos**

Wild (1997) resalta la importancia de identificar los datos atípicos (outlier), en la etapa de iniciación del pronóstico y en mayor medida en la fase de aplicación del mismo a fin de no alterar el comportamiento deseado, siendo una causa de imprecisión en los sistemas de pronósticos.

Se determina que un sistema de pronósticos y de control de inventarios no genera los resultados deseados cuando se incluyen datos atípicos de demanda en el pronóstico. Cuando se definen estos picos como un comportamiento aislado, no deben incluirse en el análisis pues altera por variabilidad, las predicciones a desarrollar con el sistema de

pronóstico. Para Vidal (2010), el tratamiento en estos casos consiste en la eliminación de dicho outlier y reemplazarlo por el promedio del resto de los datos. Los límites de control para que un dato sea considerado un outlier se definen así:

$$\text{Limite Superior} = \bar{X} + (2.5\sigma) \quad (6.2)$$

$$\text{Límite Inferior} = \bar{X} - (2.5\sigma) \quad (6.3)$$

### 6.3 La clasificación ABC

Vidal (2010), expone que para tomar decisiones acertadas es necesaria la precisión de la información y la efectividad del análisis en la etapa de planificación de un modelo de gestión de inventarios. Por consiguiente, para el desarrollo del modelamiento es indispensable definir los ítems que representan mayor impacto sobre las utilidades de la organización por lo que se escoge el método de clasificación ABC.

El autor lo define como una metodología de segmentación de productos de acuerdo a criterios preestablecidos, el criterio en el cual se basan la mayoría de expertos en la materia es el "costo unitario" y el "volumen anual demandado".

Para Wild (1997), cada organización y sistema de inventarios tiene sus propias características, pero recomienda una distribución así:

Ítems Clase A = 10% del total de ítems, con alrededor del 65% del total de ventas;

Ítems Clase B = 20% del total de ítems, con alrededor del 25% del total de ventas;

Ítems Clase C = 70% del total de ítems, con alrededor del 10% del total de ventas.

La clasificación ABC se realiza con base en el producto, el cual expresa su valor por unidad de tiempo (regularmente anual) de las ventas de cada ítem  $i$ , donde:

$D_i =$  Demanda "anual" del ítem  $i$  (unidades/año)

$v_i =$  Valor (costo) unitario del ítem  $i$  (unidades monetarias/unidad)

**Valor Total  $i =$   $D_i * v_i$  (unidades monetarias/año)**

Luego se procede a calcular el porcentaje de participación de los artículos, este ejercicio se efectúa dividiendo la valorización de cada ítem entre la suma total de la valorización de todos los ítems.

Finalmente se organizan los artículos de mayor a menor según sus porcentajes, ahora estos porcentajes se acumulan. Por último, se agrupan teniendo en cuenta el criterio

porcentual determinado en la primera parte del método. De esta manera quedan establecidas las unidades que pertenecen a cada clase (A, B, C).

#### **6.4 Simulación del pronóstico**

Vidal (2010) expone que, cuando se dispone de datos históricos suficientes, se puede realizar lo que se denomina una “*simulación del pronóstico*”, lo cual es muy útil para escoger el sistema de pronósticos adecuado. El método inicia tomando los datos observados en un cierto período de tiempo anterior al presente, el cual se utiliza para estimar los parámetros del modelo de pronósticos que se va a aplicar.

Esto permite evaluar el comportamiento del sistema de pronósticos, a través del cálculo de los errores de pronóstico, variando ciertos parámetros hasta obtener aquellos valores que producen los menores errores. Después de realizado este proceso, se fijan los parámetros óptimos hallados y se inicia el pronóstico real propiamente dicho. Al cabo de cierto tiempo se puede repetir este proceso para mantener actualizados los parámetros óptimos del sistema de pronósticos que se esté aplicando. Este método permite comparar diversos métodos de pronósticos entre sí y diversos parámetros al interior de un método específico.

##### **6.4.1 Procedimiento para el diseño del sistema de pronósticos.**

Según Vidal (2010), para determinar la selección del sistema de pronóstico que mejor se ajusta al comportamiento de la demanda, se realiza bajo la comparación de los criterios del patrón de demanda y el análisis soportado mediante la Clasificación ABC, tal como se resume en la Tabla 1 y 2.

Tabla 1. Sistemas de pronósticos según patrón de demanda.

PATRÓN DE DEMANDA	SISTEMA DE PRONÓSTICO RECOMENDADO
Perpetua o uniforme	Promedio móvil o suavización exponencial simple
Con tendencia creciente o decreciente	Suavización exponencial Doble
Estacional o periódica	Modelos periódicos de Winters
Demandas altamente correlacionadas	Métodos integrados de promedios móviles auto regresivos (ARIMA)
Errática (Ítem clase A de bajo movimiento)	Pronostico combinado de tiempo entre la ocurrencia de demandas consecutivas y la magnitud de las transacciones individuales

Fuente. Libro Fundamentos de Gestión de inventarios, Vidal Carlos Julio 2010.

Tabla 2. Políticas y metodologías de control de inventarios y sistemas de pronóstico con base a la clasificación ABC

CARACTERÍSTICAS	POLITICAS DE CONTROL	METODOS DE CONTROL
Ítem clase A: Relativamente pocos ítems, correspondiente al mayor porcentaje del volumen de la ventas considerándose los más importantes	Supervisión personal	Monitoreo continuo
	Comunicación directa con la administración y los proveedores	Registros de alta precisión
	Metodología JIT y stock balanceado	Es pertinente utilizar pronósticos de suavización exponencial doble
	Cubrimiento de existencia entre 1 y 4 semanas	Políticas soportadas en el nivel de servicio al cliente
Ítems clase B: Volumen considerable de ventas	Se recurre al control clásico de inventarios mediante administración por excepción	Se soporta en el sistema de control computarizado clásico
	Se cubren existencias ente 2 y 8 semanas	Es apropiado utilizar pronóstico de suavización exponencial simple
Ítems clase C: Son volúmenes bajos de ventas, de bajo movimiento o valor unitario	Generalmente se presenta baja supervisión	Se soporta en sistemas de control simple
	Se realizan pedidos bajo órdenes d pedido grandes	Para el pronóstico se utiliza promedio móvil
	Se manejan políticas de cero o de alto inventario de seguridad	Se deben evitar agotados y excesos de inventarios
	Se cubren existencia entre 3 y 20 semanas	Las ordenes son de larga frecuencia

Fuente. Libro Fundamentos de Gestión de inventarios, Vidal Carlos Julio 2010.

Para el autor, debe definirse un pronóstico que otorgue estabilidad y mejor respuesta del sistema, buscando que no se responda aceleradamente a las fluctuaciones del proceso estudiado, y a su vez, su respuesta no sea lenta o quizás nula a cambios de la tendencia de la demanda estudiada, debe existir una respuesta prudente más no altamente sensible a todo tipo de cambios.

#### 6.4.2 Suavización exponencial simple.

Para el pronóstico por suavización exponencial simple, Vidal (2010) expone que se trata de estimar el parámetro  $b$  para posteriormente definir un inventario de seguridad adecuado que responda a las variaciones aleatorias representadas por el término, ya que esta parte no se puede pronosticar. La ecuación básica de la suavización exponencial aplica un peso  $\alpha$  a la última observación de demanda y un peso  $(1 - \alpha)$  al pronóstico anterior, mediante la siguiente ecuación:

$$S_T = \alpha X_{T-1} + (1 - \alpha)S_{T-1} \quad (6.4)$$

Dónde:

- $S_T =$  Pronóstico realizado al final del período  $T$ , o sea la estimación del parámetro  $b$  al final del período  $T$ .
- $S_{T-1} =$  Pronóstico anterior, es decir, la estimación del parámetro  $b$  realizada al final del período  $T - 1$ .
- $X_T =$  Demanda real observada al final del período actual  $T$ .
- $\alpha =$  Constante de suavización ( $0 \leq \alpha \leq 1$ ).

#### 6.4.3 Suavización exponencial doble.

Según Vidal (2010) el pronóstico por suavización exponencial doble es aplicable a comportamientos con tendencia significativa (creciente o decreciente) de la demanda a fin de suavizar con mayor precisión el comportamiento y minimizar la incertidumbre de dicha demanda.

Para poder calcular los pronósticos por suavización exponencial doble se requiere calcular el pronóstico en  $(T)$  periodos mediante la ecuación:

$$\hat{X}_{T+1}(T) = \left(2 + \frac{\alpha T}{1-\alpha}\right) * S_T - \left(1 + \frac{\alpha T}{1-\alpha}\right) * S_T^2 \quad (6.5)$$

Dónde:

$\hat{X}_T$  = Valor real u observación de la demanda en el período  $t$

Deben hallarse los valores  $S_T$  y  $S_T^2$  para el periodo inicial. Para estimar estas variables iniciales del pronóstico, se utilizan las siguientes expresiones

$$S_0 = \hat{b}1(0) - \left(\frac{1-\alpha}{\alpha}\right) * \hat{b}2(0) \quad (6.6)$$

$$S_0^2 = \hat{b}1(0) - 2\left(\frac{1-\alpha}{\alpha}\right) * \hat{b}2(0) \quad (6.7)$$

Dónde:

- $\hat{b}1(0)$ : Estimación del valor constante alcanzado por la demanda (corte con el eje y, *siendo las unidades demandadas del producto*), determinado con base en la regresión lineal de datos históricos, referido al sistema de coordenadas desde donde se van a iniciar los pronósticos.

Es importante tener en cuenta que a partir de los datos históricos, se obtiene una primera estimación del corte con el eje y (*demanda*), denominada  $\hat{a}1(0)$  referida al tiempo cero de los datos utilizados para inicialización. Como se muestra en la figura 1:

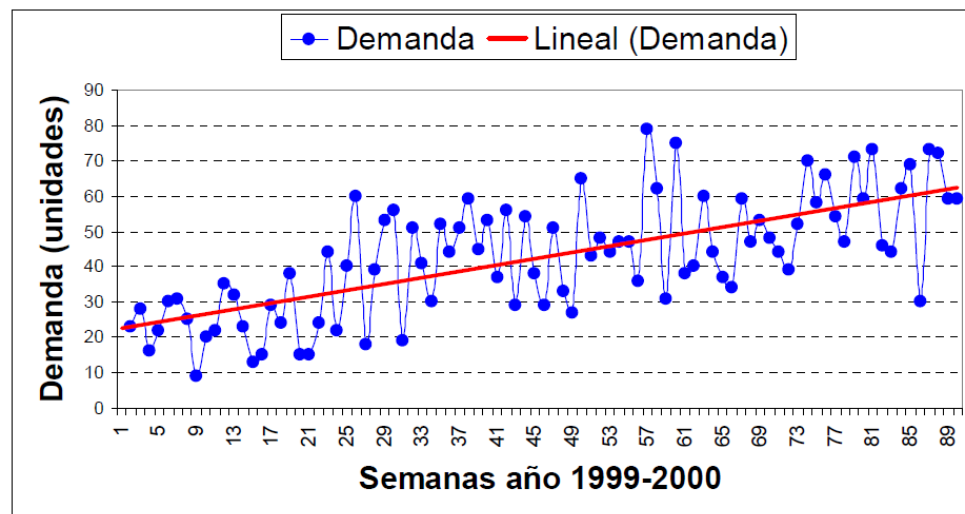


Figura 1. Visualización de la línea de tendencia creciente de la demanda (*eje y*) durante las semanas (*eje x*), Fundamentos de Gestión de inventarios, pagina 66 Ejemplo 3.4; Vidal Carlos Julio.

El corte inicial  $\hat{a}1(0)$  con el eje y debe transformarse al nuevo sistema de coordenadas  $\hat{b}1(0)$  desde donde se van a iniciar los pronósticos, mediante la siguiente ecuación:

$$\hat{b}1(0) = \hat{a}1(0) + m \hat{b}2(0) \quad (6.8)$$

Donde  $m$  es el número de períodos utilizados con base en datos históricos para estimar los valores iniciales  $\hat{a}1(0)$  y  $\hat{b}2(0)$ .

- $\hat{b}2(0)$ : Estimación de la pendiente de la tendencia de la demanda (creciente o decreciente) determinada con base en la ecuación de la recta de los datos históricos, la cual no cambia con relación al sistema de coordenadas utilizado.

Finalmente se calcula el pronóstico de iniciación reemplazando los valores  $\hat{b}1(0)$  y  $\hat{b}2(0)$ , en las Ec. (6.6) y (6.7), y estos a su vez en la ecuación del pronóstico (6.5).

Para calcular el pronóstico de las semanas siguientes, se determinan nuevamente  $S_T$  y  $S_T^2$ , con base en las siguientes ecuaciones:

$$- S_T = \alpha X_t + (1-\alpha) * S_{T-1} \quad (6.9)$$

$$- S_T^2 = \alpha S_T + (1-\alpha) * S_{T-1}^2 \quad (6.10)$$

Estos nuevos valores  $S_T$  y  $S_T^2$  serán reemplazados en la Ec. (6.5) para determinar el pronóstico por cada semana continuando sucesivamente hasta simular el pronóstico para el total semanas del caso estudio.

#### 6.4.4 Error del pronóstico.

Los errores de pronóstico son fundamentales principalmente por tres razones:

- Proveen una forma de estimar la variabilidad de la demanda y de determinar la cantidad adecuada de inventario de seguridad, lo cual es fundamental para balancear los inventarios y evitar el problema de agotados de ítems clave y de exceso de ítems menos importantes.
- Permiten determinar la conveniencia del modelo de pronósticos seleccionado o del posible cambio de sus parámetros.
- Ilustran al administrador para su intervención en el pronóstico.



Vidal afirma “La precisión de un pronóstico se mide con base en los errores de pronóstico, los cuales se calculan como la diferencia entre el valor real observado y su pronóstico. Obviamente, el cálculo del error de pronóstico solo puede hacerse después de conocerse el valor real observado de la variable que se está estimando” (Vidal 2010). Para hallar el error del pronóstico se emplea la siguiente ecuación:

$$e_t = X_t - \hat{X}_t \quad (6.11)$$

Siendo:

$e_t$  = Error del pronóstico de demanda para el período  $t$

$X_t$  = Valor real u observación de la demanda en el período  $t$

$\hat{X}_t$  = Pronóstico de demanda para el período  $t$

Otros medidores de variabilidad que han demostrado ser más efectivos que el anterior, por cuanto no tienden a cancelarse con signos contrarios, son los siguientes:

- Error absoluto  $|e|_t = |X_t - \hat{X}_t|$  (6.12)

- Erro cuadrático  $(e_1)^2 = (X_1 - \hat{X}_1)^2$  (6.13)

Con lo que se define:

- Porcentaje de Error  $_1 = \frac{|e|_t}{Demanda_t}$  (6.14)

- MAD se define como el promedio de los errores absolutos sobre un número determinado de períodos, así:

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^{104} |X_t - \hat{X}_t|}{104} \quad (6.15)$$

#### 6.4.5 Selección de la constante de suavización ( $\alpha$ ).

Para Vidal (2010), los resultados de los pronósticos de suavización exponencial dependen del valor de la constante de suavización ( $\alpha$ ). Este valor no debe ser ni muy grande que el pronóstico responda aceleradamente a cambios aleatorios normales del proceso, ni muy pequeño, con el efecto contrario de no responder a posibles cambios reales. La experiencia ha demostrado que valores de  $\alpha$  entre 0.01 y 0.30 son más adecuados. Valores mayores que 0.30 producen nerviosismo en el sistema de pronósticos, al responder de manera acelerada a las fluctuaciones normales del proceso ya que se le da un alto peso al último dato disponible de demanda. Sin embargo, es recomendable la optimización de alfa ( $\alpha$ ) mediante la herramienta solver de Excel.

## 6.5 Sistema de gestión de inventarios

Parada (2011), afirma que un sistema de gestión de inventario eficiente no trata por igual a todas las regiones en existencia, sino que aplica métodos de control y análisis en correspondencia con la importancia económica relativa de cada producto

Las principales funciones del control de inventarios son:

- Mantener un registro actualizado de las existencias. La periodicidad depende de unas empresas a otras y del tipo de producto.
- Informar del nivel de existencias, para saber cuándo se debe de hacer un pedido y cuanto se debe de pedir de cada uno de los productos.
- Notificar de las situaciones anormales, que pueden constituir síntomas de errores o de un mal funcionamiento del sistema.
- Elaborar informes para la dirección y para los responsables de los inventarios.

Vidal (2010), menciona diversos tipos de sistemas de control de inventarios probabilísticos, los cuatro más comunes se describen mediante la siguiente notación:

$s$  = Punto de reorden, o sea el nivel de inventario efectivo para el cual debe emitirse una nueva orden.

$Q$  = Cantidad a ordenar en cada orden.

$S$  = Nivel máximo de inventario hasta el cual debe ordenarse

### 6.5.1 Sistema de gestión de inventario ( $s, Q$ ).

Para Vidal (2010), en este sistema “cada vez que el inventario efectivo cae al punto de reorden  $s$  o por debajo de él, se ordena una cantidad fija  $Q$ . Este sistema se denomina también el “sistema de los dos cajones” (“*two-bin systems*”). La demanda se satisface normalmente del primer cajón, hasta que se agota. Tan pronto sea necesario abrir el segundo cajón, el cual contiene tantas unidades como el punto de reorden  $s$  lo indique, se emite una orden por la cantidad fija  $Q$  establecida”.

Nótese que en este sistema lo deseable es emitir un pedido cuando el inventario es aún adecuado para evitar un stockout durante el tiempo de reposición  $L$ . El sistema de gestión de inventarios  $s, Q$ , define los siguientes parámetros:

## Parámetro 1

(s) = Punto de re orden o de pedido siendo el nivel de inventario efectivo para el cual debe emitirse una nueva orden, dada por la ecuación:

$$S = \hat{X}_L + k * \sigma L = \hat{X}_L + SS \quad (6.16)$$

Dónde:

- $\hat{X}_L$ : pronóstico promedio de la demanda durante el abastecimiento expresado como:

$$\hat{X}_L = \hat{d}L \quad (6.17)$$

- $k$ : Factor de seguridad, hallado mediante la función en *Excel*<sup>TM</sup> “*INV.NORM.ESTAND*” dependiente del nivel de servicio optado por la empresa.
- $SS$ : Inventario de seguridad (semanas) siendo aquel que se conserva disponible para responder a todas las fluctuaciones aleatorias que puedan existir en el sistema. Las más importantes son la variabilidad de la demanda y de los tiempos de reposición (“Lead Times”). Para calcular el inventario de seguridad se utiliza la ecuación:

$$Is = SS: \quad SS = k * \sigma L \quad (6.18)$$

- $\sigma L$ : Estimación de la desviación estándar de los errores de los pronósticos sobre el tiempo de reposición  $L$ , para efecto del sistema de control, las unidades de tiempo en las que se expresa  $L$ , deben coincidir con el periodo de tiempo usado en el pronóstico para estima  $\sigma L$ .

$$\sigma L = \sigma_1 * RAIZ(L) \quad (6.19)$$

- Desviación del error absoluto determinado así:

$$\sigma_1 = 1,25 * MAD \quad (6.20)$$

## Parámetro 2

Q = Cantidad económica a ordenar en cada pedido, calculada con base en la demanda promedio del horizonte de planeación (semanal), descrita por la ecuación:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2AD}{vr}} \quad (6.21)$$

Dónde:

- $\bar{D}$  = La tasa promedio de demanda anual del ítem 1 [unidades/año], expresado como:

$$\bar{D} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i = \frac{a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n}{n} \quad (6.22)$$

- $v$  = El valor unitario del ítem [\$/unidad]
- $A$  = El costo fijo de alistamiento u ordenamiento Ítem 1 [\$/orden]
- $r$  = El costo de mantener el inventario Ítem 1 [%/año ó \$/(\$ . año)]

Con estos parámetros se determina:

$$\text{Inventario a la mano promedio } I = \frac{Q}{2} + IS = \frac{Q}{2} + k * \sigma L \quad (6.23)$$

- Valor esperado de reposiciones por año:  $D/Q$  (6.24)
- Inventario Efectivo = (Inventario a la mano + Pedidos pendiente por llegar) – Requisiciones pendientes o comprometidas con el cliente

### 6.5.2 Fracción especificada (P2).

Además de las políticas de control, se define el indicador **P2**, correspondiente a la fracción de demanda a ser satisfecha rutinariamente del inventario a la mano o sea cuando no se pierde la venta o no se satisface mediante una requisición pendiente. Dada por la Ec:

$$P_2 = 1 - \frac{\sigma L * G_z(k)}{Q} \quad (6.25)$$

### 6.5.3 Método inventarios FIFO.

Gonzales (2011), define el método "firts in, firts out" significa "primero en entrar, primero en salir", como el sistema idóneo para el almacenaje de productos perecederos, los cuales además de su colocación por su gama o familia, deberán de ser colocados en los que los primeros dispuestos a salir sean los más próximos a su fecha de caducidad.

## 6.6 Costo total relevante (CTR)

Basado en la metodología de Vidal (2010), el costo total relevante permite comparar diferentes políticas de control de inventarios. El CTR viene determinado por la siguiente expresión matemática:

$$\text{CTR (Q)} = \frac{AD}{Q} + \left(\frac{Q}{2} + k \sigma L\right)vr + \frac{D}{Q}(B_2v)^* \sigma L * G_z(k) \quad (6.26)$$

Cada término de la ecuación anterior se explicará a continuación:

### a) Costo anual de ordenamiento

Para la actividad productiva, fabricación o ensamble, consiste en los costos asociados a los procesos de alistamiento de corridas de producción, el proceso de emitir una orden de pedido (llamadas telefónicas, preparación de formatos, gastos administrativos de papeleo además del proceso logístico de transmisión de órdenes "concepto de cliente interno". Este costo se determina mediante la Ec.:

$$\text{Costo anual de ordenamiento} = \frac{AD}{Q} \quad (6.27)$$

### b) Costo de mantenimiento

Para Vidal (2010), representan los costos que comprenden el servicio al inventario, es decir, el almacenamiento y manejo, el espacio utilizado, costos de capital, los costos correspondientes al registro del inventario y los costos adjudicados por obsolescencia, daños, seguros e impuestos del mismo.

El costo anual de mantenimiento del inventario cíclico promedio  $Q/2$  y el costo del inventario de seguridad  $K * \sigma L$  cuya suma constituye el inventario promedio, se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Costo de mantenimiento} = Ivr = \left(\frac{Q}{2} + k \sigma L\right)vr \quad (6.28)$$

Para el mismo autor, estos costos asocian la permanencia promedio de las unidades en un lugar determinado, dado que cada unidad representa un "costos de servicios de stock" como lo son: los seguros, los impuestos y los sobre stocks, la manipulación en los procesos de recepción, almacenamiento, inspección y despacho. Adicionalmente incide el costo conocido como costo de oportunidad, el cual se relaciona con la inversión realizada en la operación de los inventarios y que axiomáticamente ocasiona que la organización prescinda

de su disponibilidad para inversiones en procesos que estimulen la generación de valor agregado.

Un factor no menos importante en el costo consolidado de mantenimiento es el riesgo, este factor agrupa el costo de obsolescencia o averías, definido mediante la ecuación:

$$\text{Costo por averías} = \bar{X}_{\text{averías}} * \text{Precio del Ítem} \quad (6.29)$$

c) Costo anual por faltante (quiebre de stock)

Para Vidal (2010), representan todos los relacionados con tres posibilidades, cuando se genera una orden pendiente, se pierde la venta o se produce una combinación de ambas, que redundan en tres básicos grupos:

- Pérdida de ingresos por ventas
- Gastos generados por incumplimiento de contratos
- Repedido y sustitución

Sin embargo identificar de manera cuantitativa el costo total por quiebre de stock es una tarea compleja, dado que una necesidad insatisfecha puede generar la pérdida de un cliente y la pérdida de credibilidad de la organización, factores difícilmente cuantificables. La expresión empleada para definir el costo de faltantes es:

$$\text{Costo anual de faltante} = \frac{D}{Q} (B_2 v) * \sigma L * G_z(k) \quad (6.30)$$

Vidal (2010) calcula la función  $G_z(k)$  para costo faltante que se convierten inmediatamente en ventas perdidas de la siguiente manera:

$$G_z(k) = \frac{Q}{\sigma L} \left( \frac{1 - P_2}{P_2} \right) \quad (6.31)$$

## 7. MARCO ESPACIAL

AEX Alimentos exquisitos es una empresa con una trayectoria de 10 años en el mercado dedicado a la producción y comercialización de alimentos precocidos en la ciudad de Palmira, Valle del Cauca, y distribución en los municipios y pueblos cercanos como: Candelaria, Amaime, El Cerrito, Guacarí, Buga, además de la Ciudad de Cali. Actualmente su distribución ha llegado hasta Anda Lucia, municipio al norte del Valle que dista a 72,16 km.

A nivel organizacional, la empresa posee una gerencia general que ejecuta labores administrativas, financieras y logísticas, del cual se ramifican las diversas áreas que comprenden la empresa. La Figura 1 relaciona el organigrama genérico de AEX.

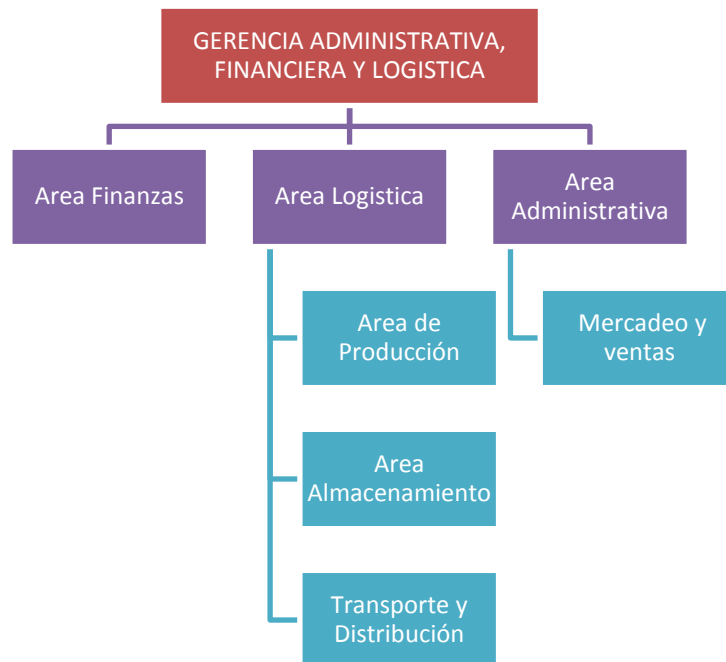


Figura 2. Organigrama de la empresa AEX-Alimentos Exquisitos

### Productos de la empresa AEX-Alimentos Exquisitos.

En el portafolio de productos de la empresa, se encuentran cinco (5) productos, empacados en siete (7) presentaciones diferentes, manejando precios que oscilan entre \$1.700 y \$6.000, como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Precios por productos en sus respectivas presentaciones.

	<b>PRESENTACIÓN</b>	<b>Precio Distribuidor Por Mayor (Compras mayores a 20 paquetes)</b>	<b>Precio sugerido Al Detal (Compras menores a 20 paquetes)</b>
Empanada triangular	25 und (85gr)	\$ 5.300	\$ 6.000
Empanada media luna	25 und (85gr)	\$ 5.300	\$ 6.000
Empanada Coctelera	25 und (85gr)	\$ 2.750	\$ 3.500
Empana Triangular	10 und (85gr)	\$ 2.000	\$ 2.400
Empanada	50 und (Venta a Servifrio)	\$ 8.500	\$ 10.000
Empanadas	10 und de 70 gr	\$ 1.700	\$ 2.000
Paquete de papa rellena	6 und	\$ 3.000	\$ 3.600

Fuente: Portafolio de productos de la empresa



## **8. GESTIÓN DE INVENTARIOS EN LA EMPRESA ALIMENTOS EXQUISITOS**

### **8.1 Gestión actual de inventarios**

A continuación se describen los procesos que la empresa lleva a cabo relacionado con la gestión de inventarios de producto terminado (PT). Ver Anexo 1.

#### **8.1.1 Proceso de almacenamiento.**

La empresa tiene un espacio físico para el proceso de almacenamiento del producto terminado: cuarto frío; las dimensiones de dicha bodega son 8m ancho x 18m largo x 12,5m alto; el cuarto frío es alimentado por un motor de 7 HP y energía trifásica industrial (Tensión 220V trifásico). Éste, se distribuye internamente en dos zonas: la primera utilizada para la materia prima (MP), cuenta con un espacio de 8m ancho x 4m largo x 12,5m alto conservando una temperatura de 10°C; y la segunda zona con un espacio de 8m ancho x 14m largo x 12,5m alto que conserva temperaturas de 26 °C, donde se congela el producto terminado (PT).

El dueño de la empresa considera que la temperatura de -26°C permite conservar la calidad, inocuidad y tiempo de vida útil del producto terminado aproximadamente 2 o 3 meses conservando las condiciones de calidad para la venta.

A continuación se describe el proceso de almacenamiento que se desarrolla:

Proceso pre almacenamiento:

- a) El dueño de la empresa, según su experticia en el mercado, suministra al supervisor la información correspondiente al número de ítems a producir diariamente por cada cocinero (armador), este procede armar las empanadas asignadas y las ubica en bandejas con capacidad de 25 unidades; Nota: para empanadas cocteleras ubica 40 unidades/bandeja.
- b) El armador coloca una ficha en una bolsa para identificar la bandeja armada.
- c) El jefe de cocina realiza conteo de fichas depositadas en la bolsa al medio turno y al final del turno, a fin de registrar en el cuaderno de control de producción interna y dejar soporte para conciliación de la cantidad producida en los procesos posteriores.
- d) El empleado de fritura ubica el producto equivalente a dos bandejas en una canasta metálica, y paralelamente realiza el conteo de dichas unidades para ser registrado en el cuaderno de control.

- e) El empleado de fritura procede a fritar las unidades de la canasta metálica durante un periodo de 20 min.
- f) El empleado de fritura deja reposando el producto durante una (1) hora, para ser ubicado en canastas de plástico.

Proceso de almacenamiento

- g) El jefe de cocina arruma las canastillas plásticas en la segunda zona del cuarto frío (Zona de congelamiento).
- h) Al día siguiente, el supervisor de planta asigna dos (2) colaboradores al Jefe de cocina, para empaquetar la producción del día anterior en presentaciones de 25 unidades, 10 unidades y 6 unidades, (Tabla 3). Como parte del proceso, el personal mencionado debe marcar la fecha para control de trazabilidad al producto, mediante una codificadora fechadora manual. Estas funciones son realizada en la zona de refrigeración durante un promedio de 3 horas.

La Tabla 4 resume la adecuación que la empresa maneja para los paquetes del producto terminado en las canastillas.

Tabla 4. Adecuación actual de los productos

PRODUCTO	ACOMODACIÓN POR CANASTILLA
Empanada triangular x 25 und (85gr)	8 paquetes
Empanada media luna x 25 und (85gr)	8 paquetes
Empanada Coctel x 25 und (85gr)	8 paquetes
Empanada Triangular x 10 und (85gr)	24 paquetes
Empanada x 50und (Servifrio)	4 paquetes
Empanada x 10 und de 70 gr	30 paquetes
Paquete de papa rellena	24 paquetes

Fuente: Proceso de almacenamiento según dueño de la empresa

- i) El jefe de cocina valida la cantidad de productos entre: los contabilizados según fritura el día anterior frente al total de paquetes obtenidos.
- j) El supervisor de planta, realiza conteo del total de paquetes obtenidos por productos, y diligencia las cantidades en el cuaderno de control interno.

- k) Se almacenan las canastillas mediante arrumes sin orden específico, en la zona 2 del cuarto frío, para continuar con la cadena de congelamiento.

Despacho en almacén del producto terminado:

- l) El supervisor de planta diligencia en las mañanas y cuando se requiera, en la planilla diaria, "Control de Inventario y Entrega", la cantidad de paquetes según ítem entregadas a cada vendedor al cual se le ha asignado una ruta de distribución. Esta asignación es intuitiva.

Recepción por reintegro al almacén del producto terminado:

- m) El vendedor regresa al finalizar el recorrido y entrega el producto no vendido al almacén; éste es recibido por el supervisor de planta quien debe: recibir el registro de ventas, validar la integridad respecto a calidad y cantidad de paquetes que retornan a almacén.
- n) Además, debe contabilizar paquetes entrantes y diligenciar en la misma planilla "Control de Inventario y Entrega" el número de paquetes por ítem a cada vendedor.
- o) Después de hacer el respectivo ingreso al almacén, el Supervisor debe llamar aleatoriamente a clientes que compraron bajo la modalidad de crédito y validar información (Costo, cantidad, vendedor, fecha)

Cuando el stock total de inventarios supera las 12.000 unidades, el gerente decide parar la producción el día siguiente, para lo cual los empleados no ejecutan procesos de producción, por consiguiente, el almacenamiento de producto terminado únicamente se dinamiza con el despacho y recepción de productos a distribuir.

### **8.1.2 Proceso de ventas.**

La política de venta de la empresa está fundamentada en la venta directa, mas no por remisión. Los distribuidores viajan por todos los municipios donde han creado fidelización de los clientes, ofreciendo puerta a puerta los productos AEX, a fin de ejecutar la compra inmediata en jornadas de 8:00 a.m. hasta 4:00 p.m., mediante la modalidad de pago en efectivo o pago realizado a crédito.

La empresa considera dos tipos de ventas, al por mayor y al detal, la Tabla 5 muestra la clasificación anterior según el número de paquetes.

Tabla 5. Tamaño de venta considerada al por mayor y al detal

VENTAS AL POR MAYOR	VENTAS AL DETAL
Ventas > 20 paquetes	Ventas < 20 paquetes

Fuente: Portafolio de productos de la empresa

El vendedor de AEX debe:

- a) Diligenciar en: "Reporte diario de ventas", el cliente, la cantidad por ítem vendido, modalidad de pago (crédito/efectivo) y la cantidad facturada.
- b) En caso de ser una venta a crédito, debe evidenciar mediante recibos los detalles de la venta, las políticas de aprobación del crédito son subjetivas, depende la cercanía y experiencia con el cliente, no se define plazo de pago.
- c) Además, los distribuidores en favor del excelente servicio al cliente y como política de conservación de inocuidad en los productos, recomiendan lo siguiente:
  - Mantener condiciones de congelamiento de  $-18^{\circ}\text{C}$ , conservando una buena cadena de frío.
  - Manipulación delicada de los paquetes a fin de conservar intactas las presentaciones de las empanadas.
  - Otorgar productos de calidad al consumidor, para promover la cadena de venta.

Nota: Aproximadamente el 10% del total de las ventas son realizadas por los clientes directamente vía telefónica.

La garantía para reclamos y sustituciones, son admitidas durante una (1) semana a partir de la recepción del producto por parte del cliente únicamente por razones de degradación del producto y mala manipulación por parte de representantes de la empresa.

- d) Al finalizar recorrido de distribución, el vendedor regresa a la empresa para que el Supervisor de planta proceda con la recepción del producto, almacenando el producto de tal forma que le dé mayor rapidez de salida a aquel que fue marcado con fecha más antigua. Actualmente se presentan en promedio 30 averías de productos al mes.

### **8.1.3 Proceso de distribución.**

La empresa para su proceso de distribución cuenta con tres (3) vehículos; un furgón refrigerado el cual posee acondicionamiento para conservar el frío, una camioneta que transporta neveras térmicas para conservar el frío del producto la cual es empleada para distribuciones especialmente en Palmira, Pradera, Florida y Candelaria, y una (1) motocicleta acondicionada con un furgón o tráiler para conservar la refrigeración del producto.

El supervisor de planta asigna una ruta de distribución basado en el conocimiento del comportamiento del mercado, determinando los días en que se visitaran ciertos clientes y el tipo de vehículo a despachar.

La empresa distribuye su portafolio de productos a supermercados, salsamentarías, minimarketers, kioskos, tiendas, colegios, cafeterías, grandes distribuidores y al detal.

La Tabla 6 resume los clientes más representativos para la empresa.

Tabla 6. Promedio de ventas semanales a clientes estables

CLIENTE	COMPRA	PARTICIPACION
Momo's	\$ 1.889.750,00	17,4%
Aladino	\$ 1.530.350,00	14,1%
La Mejor	\$ 1.300.300,00	12,0%
La 35	\$ 1.135.000,00	10,4%
Independientes	\$ 1.080.000,00	9,9%
La Villa	\$ 780.050,00	7,2%
Servifrio	\$ 560.000,00	5,2%
F y S	\$ 406.177,00	3,7%
Torbellino	\$ 286.400,00	2,6%
Fruver	\$ 279.400,00	2,6%
Parque del sur	\$ 277.500,00	2,6%
Univalle	\$ 275.600,00	2,5%
Tamanaco	\$ 270.000,00	2,5%
Colegio Irurita	\$ 242.000,00	2,2%
Pollos 15	\$ 140.800,00	1,3%
Cooperadores	\$ 90.000,00	0,8%
3111	\$ 75.550,00	0,7%
Parque del Azúcar	\$ 54.000,00	0,5%
Salamina	\$ 54.000,00	0,5%
La 15	\$ 44.500,00	0,4%
Heladino	\$ 30.000,00	0,3%
Panadería Santo	\$ 24.000,00	0,2%
Panadería Real	\$ 18.000,00	0,2%
Buenos Aires	\$ 12.000,00	0,1%
Escuela Harold Eder	\$ 9.000,00	0,1%
Chocolata	\$ 3.500,00	0,03%
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 10.867.877</b>	<b>100,0%</b>

Fuente: Histórico de ventas de la empresa

Además, en la Tabla 7 se muestra la competencia más representativa que tiene la empresa en la región de distribución.

Tabla 7. Entidades competencias de AEX

CIUDAD	EMPRESA
Cali	“Preico”
Cali	“Del Valle”
Cali	“Dani”
Cali	“Ricuras Antioqueñas”
Palmira	“Piquemos”
Palmira	“La Sabrocita”
Palmira	Panaderías independientes
Palmira	Empresas informales

Fuente: Análisis de mercado según dueño de la empresa

## 8.2 Diagnostico

### 8.2.1 Controles en el proceso.

Para garantizar la integridad del trabajo de los operarios interna y externamente, se identificaron los siguientes puntos de control:

C1: El jefe de cocina contabiliza las fichas asignadas por cada armador, y registra el total en el cuaderno de control interno. Cada ficha representa lo siguiente:

Tabla 8. Numero de empanadas por ficha

FICHA ITEM	ARTICULO	Nº Producto/Bandeja
1	Empanada triangular x 25 unidades (85gr)	25
2	Empanada media luna x 25 unidades (85gr)	25
3	Empanada Coctel x 25 unidades	40
4	Empanada Triangular x 10 unidades (85gr)	25
5	Empanada x unidades	25
6	Empanadas x 10 unidades de 70 gr	25
7	Paquete de papa rellena	25

Fuente: Proceso de almacenamiento según dueño de la empresa

C2: El empleado de fritura realiza conteo de unidades contabilizadas por canasta fritada (2 bandejas) y registra en cuaderno de control.

C3: El jefe de cocina valida el total de productos contabilizados según fritura el día anterior frente a los paquetes totales obtenidos.

C4: El supervisor de planta realizar conteo total de paquetes y registrar en cuaderno de control al medio turno.

C5: El supervisor de planta Diligencia en "Control de Inventario y Entrega" la cantidad de paquetes según ítem, entregadas a cada vendedor

C6: El supervisor de planta recibe el registro de ventas, valida la integridad respecto a calidad y cantidad de paquetes que retornan a almacén

C7: El supervisor de planta contabiliza paquetes entrantes y notifica en la misma planilla "Control de Inventario y Entrega"

A pesar de estos controles, la empresa no tiene estipulados criterios de control que minimice la incertidumbre de la demanda, para evitar los riesgos económicos que esto genera.

### **8.2.2 Proceso de almacenamiento.**

No se ha logrado la conexión constante entre la producción y el almacén, para determinar las cantidades necesarias a producir según la satisfacción de la demanda y determinar el estimado diario a recibir en almacén. Por consiguiente, se incurren en sobrecostos por el exceso del producto y los daños por manipulación que de aquí se desprenden.

### **8.2.3 Procesos de ventas.**

Aunque se obtiene un historial generado por el Reporte diario de ventas, el gerente de AEX no establece políticas de control de inventarios a partir de dichos registros. Estos son utilizados únicamente para conocer las existencias de bodega, más no para notificar el comportamiento de la demanda incurriendo en una insuficiente planeación de la producción y ausencia de un sistema consolidado de pronósticos trayendo como consecuencias: graves problemas en temporadas de alta demanda donde se eleva el consumo de dichos productos, la empresa se queda corta por el desabastecimiento de los inventarios de producto terminado reduciendo el Nivel de Servicio manejado por la empresa.

### **8.2.4 Proceso de distribución.**

El proceso de ventas es realizado de modo empírico, donde el gerente basado en su experiencia intuye la cantidad de posibles compradores durante el transcurso del día. A partir de aquí, programa diariamente el número de unidades a cargar en los vehículos de distribución conservando la amplia incertidumbre de demanda real.



Según el diagnóstico anterior, la incertidumbre de la demanda a satisfacer genera innumerables errores, como: falta de confiabilidad en las cifras de inventarios, desordenes de producción y sobrecostos que finalmente afectaran la rentabilidad de la empresa.

### 8.3 Costos para la gestión de inventarios de PT

Según información suministrada por el gerente de la empresa, se describen los costos en los que incurre actualmente la empresa en su gestión de inventarios. Estos costos están compuestos por mano de obra, servicios y equipos; y se hallaron teniendo en cuenta el % de tiempo destinado por el recurso humano y % de recursos físicos usado en las actividades de Ordenamiento (Costo de ordenar “A”) y actividades de Mantenimiento (Costo de Mantenimiento “r”); para el caso estudio la empresa dio información de un costo global por salario de empleado sin especificar el porcentaje o valor de salario, salud y pensión, y parafiscales. En las Tablas 9 y 10 se muestra el análisis realizado.

Tabla 9. Costo por mano de obra en gestión de Inventarios (Año)

COSTOS POR MANO DE OBRA AÑO			
Empleado	Salario Anual	% Tiempo dedicado a Gestión de inventarios	Costos anuales en Gestión de inventarios.
Supervisor de planta	\$ 12.000.000	33%	\$ 3.937.500,00
Jefe de cocina	\$ 12.000.000	36%	\$ 4.312.500,00
Auxiliar de Cocina (Empleado Fritura)	\$ 8.880.000	16%	\$ 1.387.500,00
Armador N° 1	\$ 8.160.000	13%	\$ 1.083.750,00
Armador N° 2	\$ 8.160.000	13%	\$ 1.083.750,00
Armador N° 3	\$ 8.160.000	40%	\$ 3.272.500,00
Distribuidor/vendedor N°1	\$ 8.400.000	20%	\$ 1.662.500,00
Distribuidor/vendedor N°2	\$ 8.400.000	20%	\$ 1.662.500,00
<b>TOTAL MO</b>			<b>\$ 18.402.500,00</b>

Fuente: Analisis realizado en compañía del gerente de la empresa.

Tabla 10. Costo por servicios y equipos en gestión de Inventarios. (Año)

SERVICIOS Y EQUIPOS AÑO			
CONCEPTO	Costo total año	% Usado en la gestión de inventarios	Costos anuales en Gestión de inventarios
Energía eléctrica	\$ 30.000.000,00	22,5%	\$ 6.750.000,00
Arrendamiento de la planta	\$ 12.000.000,00	15,0%	\$ 1.800.000,00
Servicio de Agua	\$ 3.600.000,00	5,0%	\$ 180.000,00
Servicios de celulares (2 planes)	\$ 2.400.000,00	15,0%	\$ 360.000,00
Servicio vigilancia	\$ 240.000,00	10,0%	\$ 24.000,00
Servicio del Gas	\$ 14.400.000,00	0,0%	\$ -
Mantenimiento de equipos	\$ 900.000,00	0,0%	\$ -
Mantenimiento Cuarto frío	\$ 600.000,00	65,0%	\$ 390.000,00
1 Computador	\$ 800.000,00	25,0%	\$ 200.000,00
1 Impresora	\$ 300.000,00	25,0%	\$ 75.000,00
Papelería	\$ 600.000,00	45,0%	\$ 270.000,00
<b>TOTAL CONCEPTOS</b>			<b>\$ 10.049.000,00</b>

Fuente: Analisis realizado en compañía del gerente de la empresa.

Con los costos para la gestión del inventario hallado, se determinaron los costos actuales de ordenar (A) y costo de mantener el inventario anualmente (r), relacionados en la Tabla 11 y 12.

Tabla 11. Costo por mano de obra en ordenamiento y mantenimiento de inventarios (Año)

MANO DE OBRA AÑO					
EMPLEADO	CT año	% Ordenamiento (A)	Costo Ordenar	% Mantenimiento (r)	Costo Mantenimiento
Supervisor de planta	\$ 12.000.000	8,3%	\$1.000.000	24,5%	\$2.937.500
Jefe de cocina	\$ 12.000.000	8,3%	\$1.000.000	27,6%	\$3.312.500
Auxiliar de Cocina (Empleado Fritura)	\$ 8.880.000	3,4%	\$ 300.625	12,2%	\$1.086.875
Armador N° 1	\$ 8.160.000	0%	\$ -	13,3%	\$ 1.083.750
Armador N° 2	\$ 8.160.000	0%	\$-	13,3%	\$1.083.750
Armador N° 3	\$ 8.160.000	0%	\$-	40,1%	\$ 3.272.500
Distribuidor/vendedor N°1	\$ 8.400.000	0%	\$-	19,8%	\$1.662.500
Distribuidor/vendedor N°2	\$ 8.400.000	0%	\$ -	19,8%	\$1.662.500
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 2.300.625</b>		<b>\$16.101.875</b>

Fuente: Analisis realizado en compañía del gerente de la empresa.

Tabla 12. Costo por servicios y equipos en ordenamiento y mantenimiento de inventarios.  
(Año)

<b>SERVICIOS Y EQUIPOS AÑO</b>			
<b>CONCEPTO</b>	<b>Costo total año</b>	<b>% Usado en la gestión de inventarios</b>	<b>Costos anuales en Gestión de inventarios</b>
Energía eléctrica	\$ 30.000.000,00	22,5%	\$ 6.750.000,00
Arrendamiento de la planta	\$ 12.000.000,00	15,0%	\$ 1.800.000,00
Servicio de Agua	\$ 3.600.000,00	5,0%	\$ 180.000,00
Servicios de celulares (2 planes)	\$ 2.400.000,00	15,0%	\$ 360.000,00
Servicio vigilancia	\$ 240.000,00	10,0%	\$ 24.000,00
Servicio del Gas	\$ 14.400.000,00	0,0%	\$ -
Mantenimiento de equipos	\$ 900.000,00	0,0%	\$ -
Mantenimiento Cuarto frío	\$ 600.000,00	65,0%	\$ 390.000,00
1 Computador	\$ 800.000,00	25,0%	\$ 200.000,00
1 Impresora	\$ 300.000,00	25,0%	\$ 75.000,00
Papelería	\$ 600.000,00	90,0%	\$ 540.000,00
<b>TOTAL CONCEPTOS</b>			<b>\$ 10.319.000,00</b>

Fuente: Analisis realizado en compañía del gerente de la empresa.

En consecuencia, los costos totales (por todos los ítems) de ordenar y mantenimiento se visualizan en la Tabla 13.

Tabla 13. Costos anuales de ordenamiento y mantenimiento del producto terminado.

<b>COSTOS ANUALES DE ORDENAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE PT</b>			
<b>Total</b>	<b>Costo de Ordenamiento</b>	<b>Fracción del costo por Mantenimiento de inventario</b>	<b>Costo de Mantenimiento</b>
<b>\$140.000.000</b>	\$ 2.570.625,00	18,679%	\$26.150.875,00

Fuente: Analisis realizado en compañía del gerente de la empresa.

En compañía del dueño de la empresa se realizó un análisis de los costos asignados al mantenimiento y ordenamiento por cada uno de los ítems:

### 8.3.1 Costos de mantenimiento por ítem (r).

A partir de la tabla anterior, donde se encuentra el costo total anual de mantenimiento sin ser afectados por los costos faltantes según Vidal (2010), para todos los ítems, se tomó el porcentaje de participación por ítem en el volumen de unidades vendidas durante el periodo estudiado, ver (Tabla 18), para definir los costos de mantenimiento correspondientes a cada ítem. Este porcentaje se asumió como la concentración de trabajo y la utilización de los recursos que cada ítem requiere en la administración de sus inventarios. La Tabla 14 relaciona el análisis resultante:

Tabla 14. Participación de los ítems en el costo de mantenimiento, sin faltantes, de inventario

ITEM	ARTICULO	COSTO DE MANTENIMIENTO	PORCENTAJE POR MANTENIMIENTO DE INVENTARIO
1	Empanada triangular x 25 und (85gr)	\$ 6.961.032,51	5,0%
2	Empanada media luna x 25 und (85gr)	\$ 4.071.037,34	2,9%
6	Empanadas x 10 und de 70 gr	\$ 8.238.365,62	5,9%
4	Empanada Triangular x 10 und (85gr)	\$ 4.582.160,63	3,3%
5	Empanada x 50und (Servifrio)	\$ 460.832,39	0,3%
7	Empanadas x 10 und de 70 gr	\$ 967.343,85	0,7%
3	Empanada Coctel x 25 und	\$ 870.102,67	0,6%
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 26.150.875,00</b>	<b>18,68%</b>

Fuente: Análisis realizado con la información suministrada por el dueño de la empresa.

Adicional a los costos por mantenimiento determinados por la mano de obra, servicios y equipos, la metodología de gestión de inventarios según Vidal (2010), indica tener en cuenta los costos de mantenimiento asumidos por ruptura del inventario, generado por razón de deterioro del producto en la manipulación del almacenamiento o la distribución. Según manifestado por el dueño de la empresa, dicha situación castiga las utilidades por el valor total del producto.

A continuación se relaciona la Tabla 15, en la cual se muestran los registros de avería promedio anual y el costo asumido por dichas averías en la empresa AEX- Alimentos Exquisitos:

Tabla 15. Averías de producto terminado años 2013-2014

<b>CANTIDAD DE PAQUETES AVERIADOS 2013-2014</b>				
	<b>ITEMS</b>	<b>AVERIAS (Paquetes)</b>	<b>PORCENTAJE</b>	<b>Perdidas (\$)</b>
1	Empanada triangular x 25 und (85gr)	152	41,9%	\$909.000
4	Empanada Triangular x 10 und (85gr)	120	33,1%	\$ 288.000
6	Empanadas x 10 und de 70 gr	49	13,5%	\$ 98.000
2	Empanada media luna x 25 und (85gr)	21	5,7%	\$ 123.000
3	Empanada Coctel x 25 und	14	3,7%	\$ 37.125
7	Empanadas x 10 und de 70 gr	8	2,1%	\$ 27.000
5	Empanada x 50und (Servifrio)	0	0,0%	\$-
	<b>TOTAL AVERIAS</b>	<b>362</b>	<b>100,0%</b>	<b>\$1.482.125</b>

Fuente: Registro de ventas de la empresa durante el periodo 2013-2014

Conforme a la tabla anterior, se evidencio una cantidad promedio de 362 averías por año. También se destaca que los ítems 1, 4, 6, 2 participan con el 94% de las averías totales de la empresa durante el año estudio.

Como resultado, de la suma de los costos mostrados en las tablas 14 y 15, por cada ítem se obtiene el costo real por mantenimiento Tabla 16. Con esto se encontró que el costo por mantenimiento de inventarios total para la empresa corresponde al 19,3% de los costos totales anuales de la gestión de inventarios de la empresa, ver Tabla 13.

Tabla 16. Participación de los ítems en el costo de mantenimiento total de inventario

ITEM	ARTICULO	COSTO DE MANTENIMIENTO	PORCENTAJE POR MANTENIMIENTO DE INVENTARIO
1	Empanada triangular x 25 und (85gr)	\$ 7.870.032,51	5,5%
2	Empanada media luna x 25 und (85gr)	\$ 4.194.037,34	2,93%
6	Empanadas x 10 und de 70 gr	\$ 8.336.365,62	5,83%
4	Empanada Triangular x 10 und (85gr)	\$ 4.705.160,63	3,3%
5	Empanada x 50und (Servifrio)	\$ 460.832,39	0,3%
7	Empanadas x 10 und de 70 gr	\$ 994.343,85	0,7%
3	Empanada Coctel x 25 und	\$ 907.227,67	0,6%
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 27.609.000,00</b>	<b>19,3%</b>

Fuente: Análisis de costos determinados con dueño de la empresa

### 8.3.2 El costo fijo de alistamiento u ordenamiento “A” por ítem.

Teniendo en cuenta que el almacén se abastece directamente de la producción interna de la planta, los costos asociados al ordenamiento se definieron únicamente por los costos de preparación de los formatos para órdenes, el tiempo invertido para la autorización, transmisión y control de la orden en planta. Adicionalmente a los costos de mano de obra, también se tienen en cuenta los costos de papelería correspondientes a \$200 para cualquier ítem. La Tabla 17 muestra el costo de ordenamiento teniendo en cuenta la fracción de tiempo que se lleva ordenar un pedido para cada uno de los ítems.

Tabla 17. Costos de ordenamiento por pedido para los ítems

Costos de ordenamiento por pedido							
Detalle	Ítem 1	Ítem 2	Ítem 3	Ítem 4	Ítem 5	Ítem 6	Ítem 7
Papelería	\$ 200	\$200	\$ 200	\$ 200	\$ 200	\$200	\$ 200
Jefe de cocina	\$2.104	\$2.104	\$600	\$600	\$600	\$2.259	\$600
<b>TOTAL</b>	<b>\$2.304</b>	<b>\$ 2.304</b>	<b>\$800</b>	<b>\$800</b>	<b>\$800</b>	<b>\$ 2.459</b>	<b>\$800</b>

Fuente: Análisis de costos determinados con dueño de la empresa

## **9. SISTEMA DE PRONÓSTICOS**

### **9.1 Clasificación ABC**

Antes de realizar el análisis de la demanda, la metodología de un sistema de gestión de inventarios señala que deben determinarse los ítems prioritarios para los cuales se establecerá el sistema de control. Para el caso estudio, se desarrolló el método de Clasificación ABC teniendo en cuenta los criterios de volumen de unidades vendidas e ingresos por ventas.

#### **9.1.1 Análisis ABC criterio: volumen de unidades vendidas.**

Este criterio representa la participación en unidades vendidas por ítem sobre el total de ventas de la empresa, dado que la gerencia considera relevante esta participación pues permite comprobar que los ítems que más se producen son aquellos que mayor impacto generan a las utilidades a la empresa, tal como se explica en el capítulo 6.3. La Tabla 18 muestra los resultados obtenidos:

Tabla 18. Clasificación ABC bajo criterio de unidades vendidas en el periodo 2013-2014.

<b>CLASIFICACION SEGÚN UNIDADES VENDIDAS EN LOS AÑOS 2013 Y 2014</b>					
<b>ITEM</b>	<b>ARTICULO</b>	<b>Demanda 2013-2014 (unidades)</b>	<b>% Participación</b>	<b>% Acumulado</b>	<b>CLASIFICACION ABC</b>
6	Empanadas x 10 und de 70 gr	78.028,0	31,50%	31,50%	<b>CLASE A</b>
1	Empanada triangular x 25 und (85gr)	65.930,0	26,62%	58,12%	
4	Empanada Triangular x 10 und (85gr)	43.399,0	17,52%	75,64%	<b>CLASE B</b>
2	Empanada media luna x 25 und (85gr)	38.558,0	15,56%	91,21%	
7	Empanadas x 10 und de 70 gr	9.162,0	3,70%	94,91%	<b>CLASE C</b>
3	Empanada Coctel x 25 und	8.241,0	3,33%	98,24%	
5	Empanada x 50und (Servifrio)	4.364,7	1,76%	100,00%	
<b>TOTAL</b>		<b>247.737,7</b>	<b>100%</b>		

Fuente: Histórico de ventas de la empresa AEX.



Como se observó en la tabla anterior, los ítems de clase A y B soportan el 91,21% del volumen total de unidades vendidas, siendo estos los ítems de mayor prioridad para el desarrollo del modelo; en los ítems de clase A se encuentran el Ítem 6: Empanadas x 10 unidades de 70 gr, Ítem 1: Empanada triangular x 25 unidades (85gr) los cuales aportan el 58,12%, y en los ítems de clase B se encontraron el, Ítem 4: Empana Triangular x 10 unidades (85gr), Ítem 2: Empanada media luna x 25 unidades (85gr) los cuales aportan el 25,34% del volumen de ventas totales de la empresa.

### 9.1.2 Análisis ABC criterio: ingresos de unidades vendidas.

Este criterio representa la participación en las utilidades por ítem sobre el total de ventas de la empresa, para la gerencia esta participación se considera relevante pues permite comprobar aquellos ítems que impactan directamente los ingresos en la organización.

Dado que los productos manejan dos precios definidos por su modalidad de ventas por mayor y al detal como se relacionó en la Tabla 3, se realizó un análisis para determinar el porcentaje de participación de las ventas en cada modalidad y sus respectivos ingresos. Los resultados obtenidos por volumen de ventas se muestran en la Tabla 19.

Tabla 19. Porcentaje de ventas al por mayor y al detal por cada Ítem, en el periodo 2013-2014.

ITEM	CANTIDAD VENTAS AL POR MAYOR	% VENTAS POR MAYOR	VENTAS AL DETAL	% VENTAS AL DETAL	TOTAL VENTAS
Ítem 1	1.193,3	1,81%	64.736,7	98,2%	65.930,0
Ítem 2	1.233,9	3,20%	37.324,1	96,8%	38.558,0
Ítem 3	-	0,00%	8.241,0	100,0%	8.241,0
Ítem 4	25.605,4	59%	17.793,6	41,0%	43.399,0
Ítem 5	3.795,4	86,96%	569,3	13,0%	4.364,7
Ítem 6	2.496,9	3,20%	75.531,1	96,8%	78.028,0
Ítem 7	9,2	0,10%	9.152,8	99,9%	9.162,0

Fuente: Histórico de ventas 2013-2014 en la empresa AEX.

A continuación, la Tabla 20 muestra los resultados por ingresos de ventas:

Tabla 20. Ingresos de ventas al por mayor y al detal por cada ítem, en el periodo 2013-2014

ITEM	VENTAS POR MAYOR	INGRESO VENTAS AL POR MAYOR	VENTAS DETAL	INGRESO VENTAS AL DETAL	TOTAL VENTAS
Item 1	1.193,3	\$ 6.324.664,9	64.736,7	\$ 388.420.002,0	\$ 394.744.666,9
Item 2	1.233,9	\$ 6.539.436,8	37.324,1	\$ 223.944.864,0	\$ 230.484.300,8
Item 3	-	\$ -	8.241,0	\$ 28.843.500,0	\$ 28.843.500,0
Item 4	25.605,4	\$ 51.210.820,0	17.793,6	\$ 42.704.616,0	\$ 93.915.436,0
Item 5	3.795,4	\$ 32.260.678,3	569,3	\$ 5.693.060,9	\$ 37.953.739,1
Item 6	2.496,9	\$ 4.244.723,2	75.531,1	\$ 151.062.208,0	\$ 155.306.931,2
Item 7	9,2	\$ 27.486,0	9.152,8	\$ 32.950.216,8	\$ 32.977.702,8
<b>TOTAL</b>	<b>34.334,0</b>	<b>\$ 100.607.809,2</b>	<b>213.348,6</b>	<b>\$ 873.618.467,7</b>	<b>\$ 974.226.276,8</b>

Fuente: Histórico de ventas 2013-2014 en la empresa AEX.

Con lo anterior se demuestra que los ingresos por ventas al detal representan significativamente las utilidades en la empresa con un total de \$873.618.467,7, frente a unos ingresos por ventas al por mayor de 100.607.809,2, lo que significa que los ingresos de la empresa están dados así:

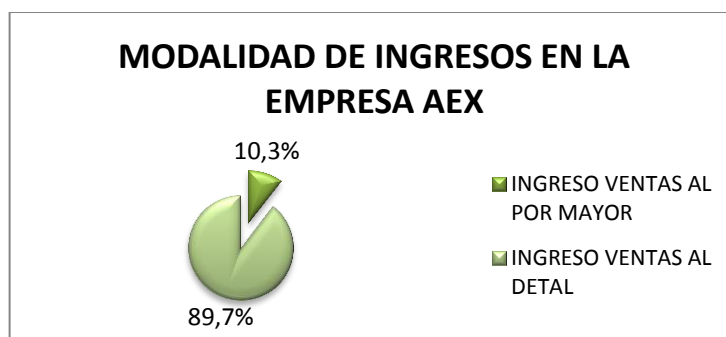


Figura 3. Participación en los ingresos por modalidad de venta, dado según ventas al por mayor y al detal por cada ítem, en el periodo 2013-2014

De aquí en adelante cuando se necesite usar el precio de venta para los ítems 1, 2, 3, 6 y 7 por ser en mayor porcentaje sus ventas al detal, entonces se considerara el precio de los ítems al detal, para el resto de ítems 4 y 5, cuyo porcentaje de venta mayoritario corresponde al por mayor, entonces se considerará el precio de venta al por mayor, como se sintetiza en la Tabla 21.

Tabla 21. Precio de venta considerado por ítem en el proyecto.

<b>Ítem</b>	<b>Modalidad de venta</b>	<b>Precio asumir</b>
<b>1</b>	Detal	\$6.000
<b>2</b>	Detal	\$6.000
<b>3</b>	Detal	\$3.500
<b>4</b>	Por mayor	\$2.000
<b>5</b>	Por mayor	\$8.500
<b>6</b>	Detal	\$2.000
<b>7</b>	Detal	\$3.600

Fuente: Portafolio de productos de la empresa.

La tabla 22 muestra el análisis de clasificación ABC por el criterio de ingresos de unidades vendidas:

Tabla 22. Clasificación ABC de ingresos generados en el periodo de 2013-2014

<b>CLASIFICACION INGRESO GENERADO PERIODO 2013-2014</b>						
<b>ITEM</b>	<b>ARTICULO</b>	<b>Demanda 2013-2014 (unidades)</b>	<b>Demanda*Valor</b>	<b>% Participación</b>	<b>% Acumulado</b>	<b>CLASIFICACION ABC</b>
1	Empanada triangular x 25 und (85gr)	65.930,0	\$ 394.744.666,9	40,16%	40,16%	<b>CLASE A</b>
2	Empanada media luna x 25 und (85gr)	38.558,0	\$ 230.484.300,8	23,43%	63,59%	
6	Empanadas x 10 und de 70 gr	78.028,0	\$ 155.306.931,2	15,79%	79,38%	<b>CLASE B</b>
4	Empanada Triangular x 10 und (85gr)	43.399,0	\$ 93.915.436,0	9,55%	88,93%	
5	Empanada x 50und (Servifrio)	4.364,7	\$ 37.953.739,1	4,78%	93,72%	<b>CLASE C</b>
7	Empanadas x 10 und de 70 gr	9.162,0	\$ 32.977.702,8	3,35%	97,07%	
3	Empanada Coctel x 25 und	8.241,0	\$ 28.843.500,0	2,93%	100,00%	
<b>TOTAL</b>		<b>247.737,7</b>	<b>\$ 974.555.580,0</b>	<b>100%</b>		

Fuente. Histórico de ventas de la empresa AEX.

Como se observó en la tabla anterior, los ítems de clase A y B soportan el 88,93% de los ingresos de la organización, siendo estos los ítems de mayor prioridad para el desarrollo del modelo; en los ítems de clase A se encuentran el Ítem 1: Empanada triangular x 25 unidades (85gr), Ítem 2: Empanada media luna x 25 unidades (85gr) los cuales aportan el 63,59% a los ingresos de la empresa, y en los ítems de clase B se encontraron el Ítem 6: Empanada x 10 unidades de 70 gr, Ítem 4: Empanada Triangular x 10 unidades (85gr), los cuales aportan el 25,4% de las ventas totales de la empresa.

A continuación se presenta el diagrama de Pareto como resultado de la Clasificación anterior ABC:

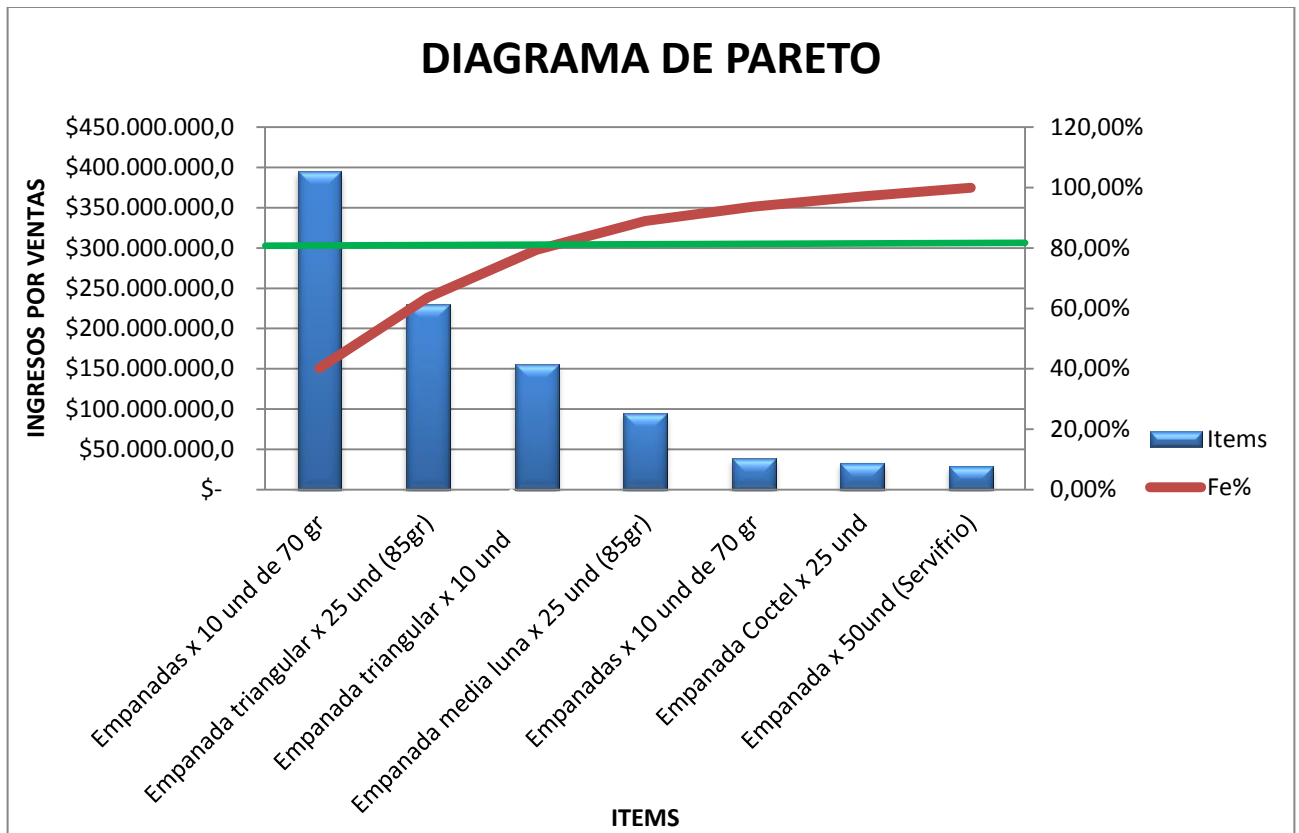


Figura 4. Principio de Pareto a ingresos por ventas obtenidos por los ítems en el periodo 2013-2014

Como se muestra en los análisis de clasificación ABC anteriormente desarrollados, es evidente que los ítems 1, 2 y 6, presentan una relación dado que los productos con mayor volumen de unidades vendidas, representa al mismo tiempo la mayor participación en ingresos para la empresa; por lo tanto dichos ítems serán los que se analizarán en el sistema gestión inventarios desarrollados en el presente proyecto.

## **9.2 Estudio de la demanda**

Una vez definido los ítems para el caso estudio, se debe determinar qué tipo de demanda corresponde a cada uno, con el fin de conocer el sistema de pronóstico a usar.

Para definir el sistema de pronóstico que mejor se ajusta al comportamiento de la demanda, es necesario determinar la variabilidad de la misma mediante el coeficiente de variación. Dado por la ecuación:

$$\text{Coeficiente de Variación de la demanda} = \frac{\text{Desviación estandar de la demanda}}{\text{Demanda Promedio}} \quad (6.1)$$

Según Vidal (2010), “Si el coeficiente de variación es mayor o igual que 1, la demanda puede catalogarse como errática. En caso contrario, la demanda puede considerarse estacionaria o perpetua.”; es decir:

SI:  $CV \geq 1$  entonces la demanda es considerada errática

SI:  $CV < 1$  entonces la demanda es considerada estacionaria o perpetua

A continuación se muestra el estudio realizado sobre cada una de las demandas para los tres ítems seleccionados. Cabe anotar, que debido a la información suministrada no se tiene registros de la demanda no satisfecha ocasionada por faltantes; por lo tanto el histórico de ventas será asumido como la demanda.

### **9.2.1 Ítem 1. Empanada triangular x 25 unidades (85gr).**

Para el análisis de demanda del ítem 1, debe determinarse el coeficiente de variación, el cual se realizó con base al histórico de 104 semanas, correspondientes a los años 2013 y 2014 encontrados en la Tabla 23.

Tabla 23. Demanda semanal del Ítem 1. Empanada triangular x 25 unidades (85gr) durante los años 2013-2014.

AÑO 2013 (Semana)	Total Vendido	AÑO 2014 (Semana)	Total Vendido
1	901	1	1127
2	958	2	569
3	798	3	599
4	847	4	611
5	700	5	591
6	864	6	853
7	569	7	737
8	590	8	651
9	652	9	671
10	926	10	706
11	691	11	591
12	573	12	791
13	878	13	761
14	741	14	704
15	734	15	653
16	560	16	646
17	638	17	669
18	712	18	725
19	699	19	882
20	645	20	341
21	592	21	486
22	600	22	597
23	739	23	623
24	505	24	487
25	584	25	567
26	578	26	609
27	562	27	640
28	527	28	565
29	698	29	483
30	428	30	430
31	470	31	534
32	615	32	627
33	569	33	584
34	526	34	505
35	635	35	480
36	638	36	489
37	673	37	602
38	695	38	504
39	471	39	578
40	535	40	404
41	594	41	562
42	654	42	468
43	577	43	469
44	761	44	409
45	707	45	600
46	687	46	575
47	593	47	377
48	664	48	498
49	637	49	598
50	686	50	723
51	768	51	767
52	874	52	694

Fuente: Histórico de demanda Ítem 1 de la empresa AEX Alimentos Exquisitos.

La Figura 5 muestra el comportamiento del histórico de la demanda, el cual permite visualizar los puntos outliers y la tendencia de la demanda conforme a la información suministrada en la Tabla 23:

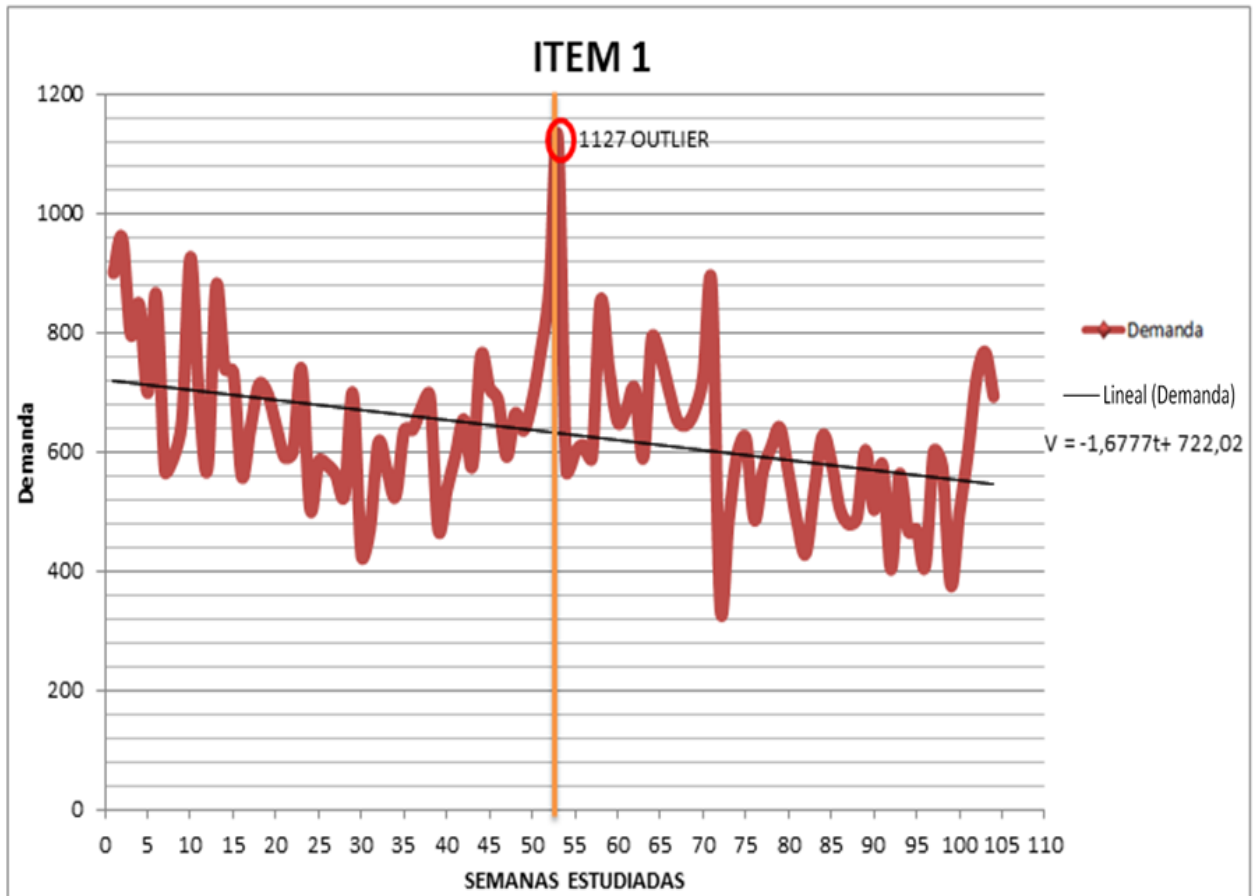


Figura 5. Demanda semanal del Ítem 1. Empanada triangular x 25 unidades (85gr) durante los años 2013-2014

### Datos Atípicos (outlier)

Como se menciona en la sección 6.2, los outlier son datos atípicos que alteran el comportamiento deseado de la demanda ya que subestiman o sobrestiman el comportamiento de la demanda, siendo causal de la imprecisión en los sistemas de pronósticos.

Para detectar los outliers, según la metodología de Vidal (2010) se debe establecer los límites de control de la siguiente manera:



$$\text{Limite Superior} = \bar{X} + (2.5\sigma) = 960 \text{ unidades} \quad (6.2)$$

$$\text{Límite Inferior} = \bar{X} - (2.5\sigma) = 300 \text{ unidades} \quad (6.3)$$

Según lo anterior, la demanda de la semana 53 corresponde a un outlier pues con 1.127 unidades vendidas se encuentra por encima del límite superior. Este dato debe ser eliminado y reemplazado por el promedio histórico de la demanda del resto de ellos, que para el caso tiene un valor de 629 unidades. Al suprimir los outliers encontrados, se definió la nueva demanda anual con la cual se realizó el modelamiento del sistema de inventarios, equivalente a 32.716 unidades.

La Figura 6 muestra el nuevo comportamiento de la demanda sin el punto outlier, es el siguiente:

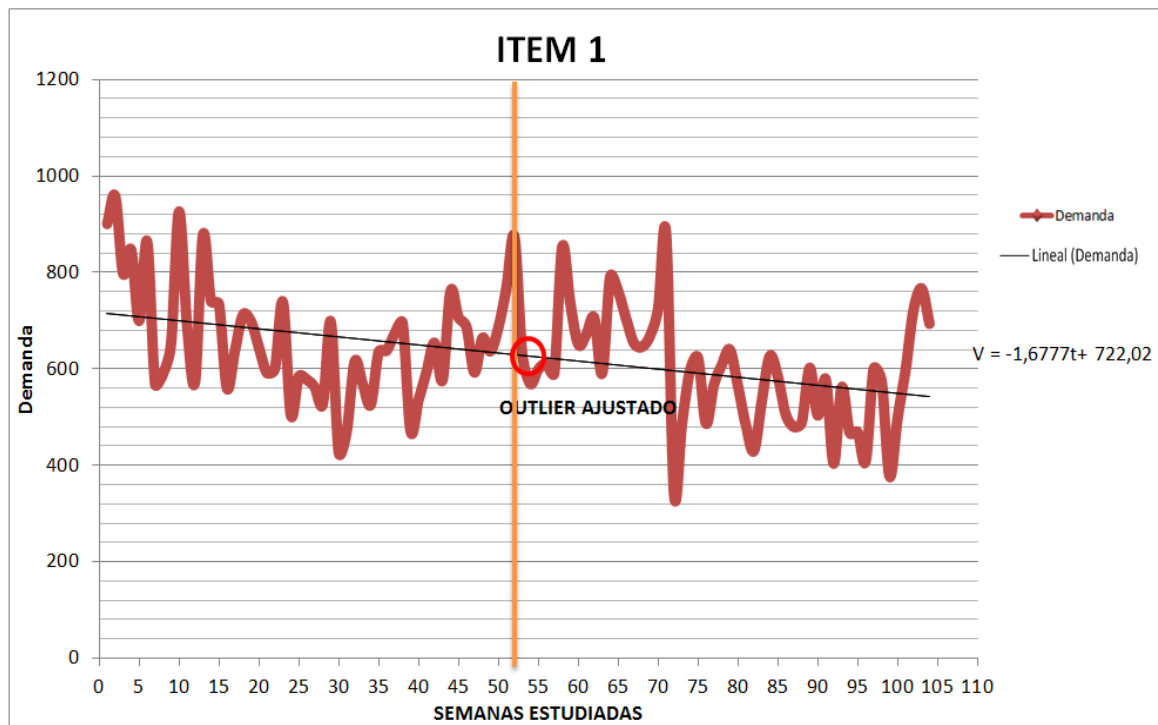


Figura 6. Demanda semanales del Ítem 1. Empanada triangular x 25 unidades (85gr) durante los años 2013-2014 con outlier ajustados.

Dada la nueva demanda, se procede a calcular el coeficiente de variación, encontrando:

$$\text{Promedio } \bar{x} = 629,1538462$$

Desviación  $\sigma = 123,4281182$

Coefficiente de variación:

$$CV = 123,4281182 / 629,1538462 = 0,196181139$$

Dado que el coeficiente de variación corresponde a 0,196181139, se concluye que la demanda sigue un comportamiento estacionario o perpetuo.

Por otra parte, se realizó el análisis de tendencia de la demanda mediante la ecuación lineal, para el caso del ítem 1, la línea de tendencia encontrada fue:

$$D = -1,6777t + 722,02; \text{ en donde } D = \text{demanda}; t = \text{periodo (semanas)}.$$

Con lo anterior se confirma que la demanda sigue una tendencia decreciente.

Según Vidal (2010), con las características de demanda estacionaria y decreciente presentada por el ítem 1, la demanda se ajusta a los sistemas de pronósticos por suavización exponencial simple y suavización exponencial doble.

Además para los productos categorizados en la clasificación ABC como ítems de clase A; siendo el caso del ítem 1, se recomienda la utilización del pronóstico por suavización exponencial doble, lo que confirma la conclusión anterior.

### **9.2.2 Ítem 2. Empanada media luna x 25 unidades (85gr).**

Para el análisis de demanda del ítem 2, debe determinarse el coeficiente de variación, el cual se realizó con base al histórico de 104 semanas, correspondientes a los años 2013 y 2014, encontrados en la Tabla 24.

Tabla 24. Demanda semanal del Ítem 2. Empanada media luna x 25 unidades (85gr) durante los años 2013-2014

ANO 2013 (Semana)	Total Vendido	ANO 2014 (Semana)	Total Vendido
1	381	1	489
2	423	2	426
3	451	3	484
4	333	4	372
5	303	5	383
6	358	6	443
7	279	7	370
8	304	8	430
9	294	9	352
10	347	10	350
11	348	11	392
12	399	12	452
13	373	13	474
14	414	14	368
15	348	15	429
16	392	16	386
17	264	17	362
18	407	18	414
19	379	19	416
20	353	20	507
21	341	21	390
22	445	22	387
23	372	23	424
24	266	24	475
25	304	25	392
26	381	26	514
27	242	27	354
28	348	28	323
29	254	29	401
30	218	30	362
31	276	31	520
32	333	32	410
33	370	33	430
34	292	34	367
35	234	35	416
36	297	36	312
37	357	37	382
38	337	38	307
39	194	39	326
40	241	40	265
41	344	41	379
42	290	42	389
43	237	43	266
44	387	44	362
45	346	45	360
46	394	46	436
47	389	47	414
48	315	48	326
49	426	49	588
50	377	50	411
51	387	51	517
52	483	52	427

Fuente: Histórico de demanda Ítem 2 de la empresa AEX Alimentos Exquisitos.

La Figura 7 muestra el comportamiento del histórico de la demanda, el cual permite visualizar los puntos outliers y la tendencia de la demanda conforme a la información suministrada en la Tabla 24:

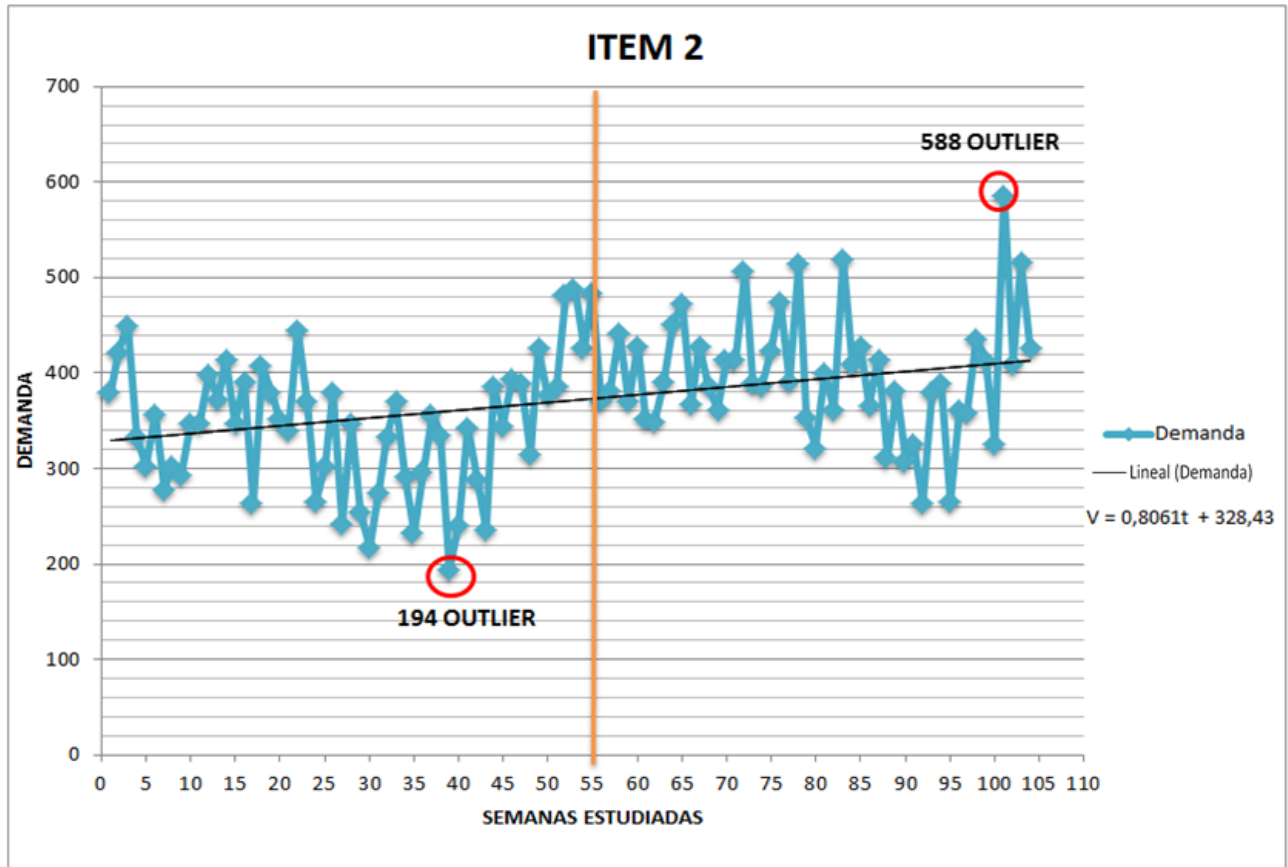


Figura 7. Demanda semanal del Ítem 2. Empanada media luna x 25 unidades (85gr) durante los años 2013-2014.

### Datos Atípicos (outliers)

Como se menciona en la sección 6.2, los outliers son datos atípicos que alteran el comportamiento deseado de la demanda ya que subestiman o sobrestiman el comportamiento de la demanda, siendo causal de la imprecisión en los sistemas de pronósticos.

Para detectar los outliers, según la metodología de Vidal (2010) se debe establecer los límites de control de la siguiente manera:

$$\text{Limite Superior} = \bar{X} + (2.5\sigma) = 535,79 \text{ unidades} \quad \text{Ec. (6.2)}$$

$$\text{Límite Inferior} = \bar{X} - (2.5\sigma) = 204,84 \text{ unidades} \quad \text{Ec. (6.3)}$$

Según lo anterior, la demanda de la semana 101 corresponde a un outlier pues con 588 unidades vendidas se encuentra por encima del límite superior, y la demanda de la semana 39 también corresponde a un dato atípico, pues con 194 unidades vendidas se encuentra por debajo de límite inferior. Estos outlier deben ser eliminados y reemplazados por el promedio histórico de la demanda del resto de los datos; que para este caso tiene un valor de 368,6207265 unidades. Al suprimir dichos valores, se definió la nueva demanda anual con la cual se realizó el modelamiento del sistema de inventarios, equivalente a 19.256 unidades.

La Figura 8 muestra el nuevo comportamiento de la demanda sin los puntos outlier:

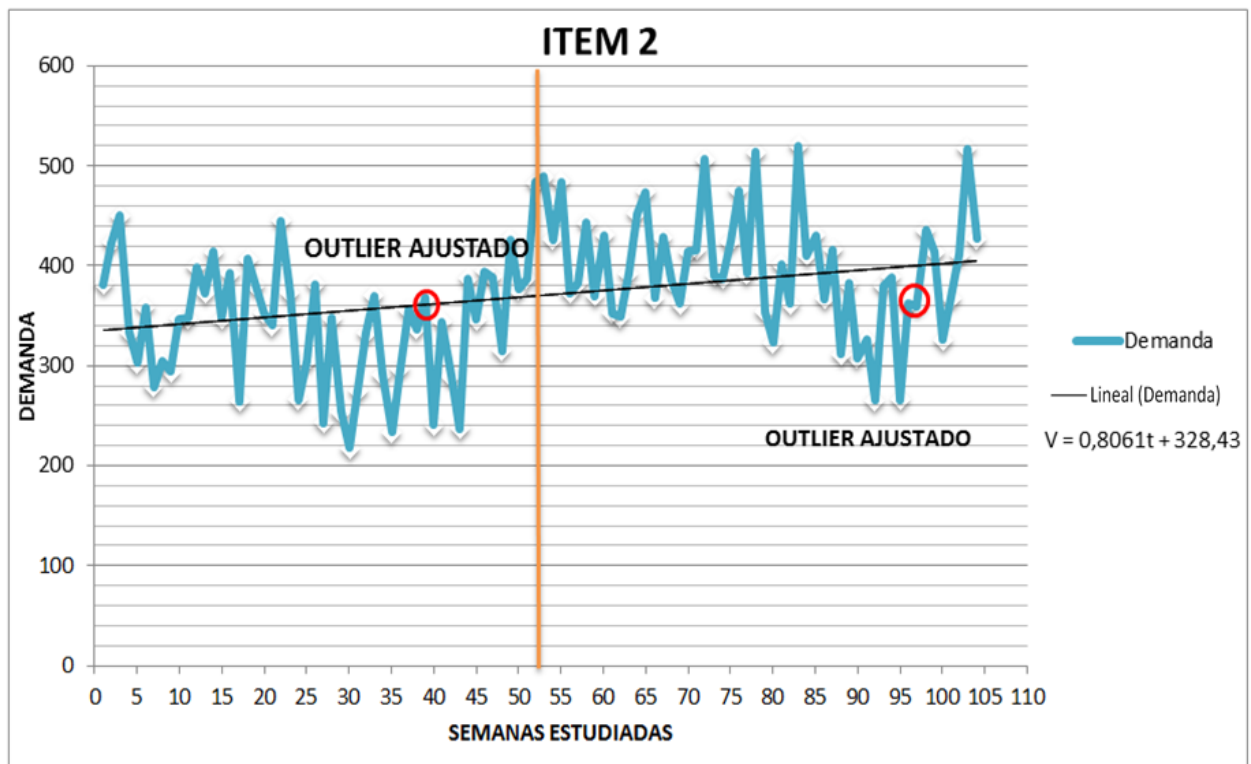


Figura 8. Demanda semanales del Ítem 2. Empanada media luna x 25 unidades (85gr) durante los años 2013-2014

Dada la nueva demanda, se procede a calcular el coeficiente de variación, encontrando:

Promedio  $\bar{x} = 370,3$  unidades

Desviación  $\sigma = 66,188$  unidades

Coeficiente de variación:

$$CV = 66,188 / 370,3 = 0,178734766$$

Dado que el coeficiente de variación corresponde a 0,178734766, se concluye que la demanda sigue un comportamiento estacionario o perpetuo.

Por otra parte, se realizó el análisis de tendencia de la demanda mediante la ecuación lineal, para el caso del ítem 2, la línea de tendencia encontrada fue:

$$D = 0,8061t + 328,43; \text{ en donde } D = \text{demanda}; t = \text{periodo (semanas)}.$$

Con lo anterior se confirma que la demanda sigue una tendencia creciente.

Según Vidal (2010), con las características de demanda estacionaria y creciente presentada por el ítem 2, la demanda se ajusta los sistemas de pronósticos por suavización exponencial simple y suavización exponencial doble.

Además para los productos categorizados en la clasificación ABC como ítems de clase A; siendo el caso del ítem 2, se recomienda la utilización del pronóstico por suavización exponencial doble, lo que confirma la conclusión anterior.

### **9.2.3 Ítem 6. Empanadas x 10 unidades de 70 (gr).**

Para el análisis de demanda del ítem 6, debe determinarse el coeficiente de variación, el cual se realizó con base al histórico de 104 semanas, correspondientes a los años 2013 y 2014, encontrados en la Tabla 25.

Tabla 25. Demanda semanas del Ítem 6. Empanadas x 10 unidades de 70 gr, durante los años 2013-2014

AÑO 2013 (Semana)	Total Vendido	AÑO 2014 (Semana)	Total Vendido
1	643	1	813
2	537	2	709
3	807	3	624
4	709	4	634
5	994	5	656
6	742	6	933
7	740	7	722
8	696	8	817
9	770	9	796
10	898	10	765
11	699	11	833
12	733	12	833
13	538	13	649
14	930	14	800
15	613	15	732
16	803	16	566
17	614	17	803
18	727	18	834
19	843	19	801
20	743	20	808
21	710	21	693
22	691	22	771
23	728	23	702
24	600	24	756
25	702	25	794
26	659	26	893
27	429	27	834
28	890	28	833
29	853	29	706
30	893	30	930
31	926	31	639
32	748	32	768
33	731	33	744
34	930	34	799
35	850	35	808
36	834	36	748
37	748	37	692
38	777	38	673
39	632	39	625
40	681	40	722
41	768	41	796
42	797	42	763
43	788	43	602
44	783	44	790
45	840	45	639
46	673	46	784
47	716	47	589
48	641	48	621
49	723	49	854
50	626	50	519
51	848	51	761
52	783	52	619

Fuente: Histórico de demanda Ítem 6 de la empresa AEX Alimentos Exquisitos.

La Figura 9 muestra el comportamiento del histórico de la demanda, el cual permite visualizar los puntos outliers y la tendencia de la demanda.

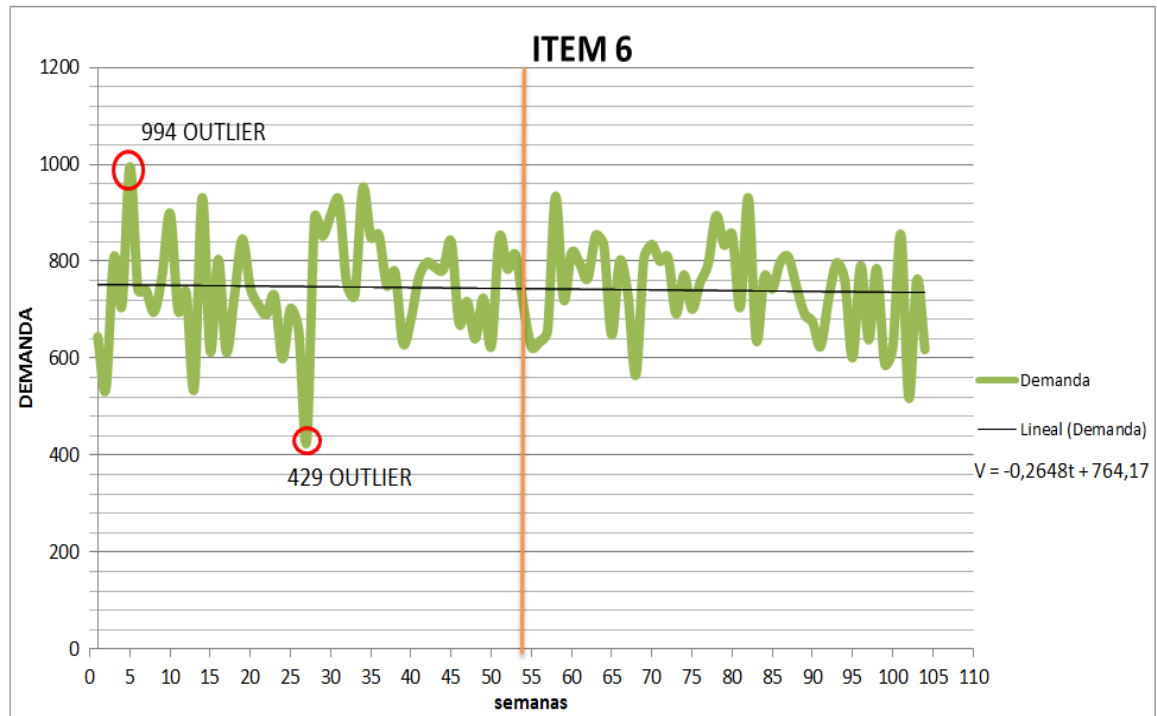


Figura 9. Demanda semanal del Ítem 6. Empanadas x 10 unidades de 70 gr durante los años 2013-2014

### Datos Atípicos (outlier)

Como se menciona en la sección 6.2, los outlier son datos atípicos que alteran el comportamiento deseado de la demanda ya que subestiman o sobrestiman el comportamiento de la demanda, siendo causal de la imprecisión en los sistemas de pronósticos.

Para detectar los outlier, según la metodología de Vidal se debe establecer los límites de control de la siguiente manera:

$$\text{Limite Superior} = \bar{X} + (2.5\sigma) = 982,96 \text{ unidades} \quad (6.2)$$

$$\text{Límite Inferior} = \bar{X} - (2.5\sigma) = 508,28 \text{ unidades} \quad (6.3)$$

Según lo anterior la demanda de la semana 5 corresponde a un outlier, pues con 994 unidades vendidas se encuentra por encima del límite superior, y la demanda de la semana 27 también corresponde a un outlier, pues con 429 unidades vendidas se encuentra por



debajo de límite inferior. Estos outlier deben ser eliminados y reemplazados por el promedio histórico de la demanda del resto de los datos, encontrando para este caso un valor de 745,625 unidades. Al suprimir los outlier encontrados, se define la nueva demanda anual con la cual se realizara el modelamiento del sistema de inventarios, equivalente a 38.772,52 unidades.

La figura 10 muestra el nuevo comportamiento de la demanda sin el punto outlier.

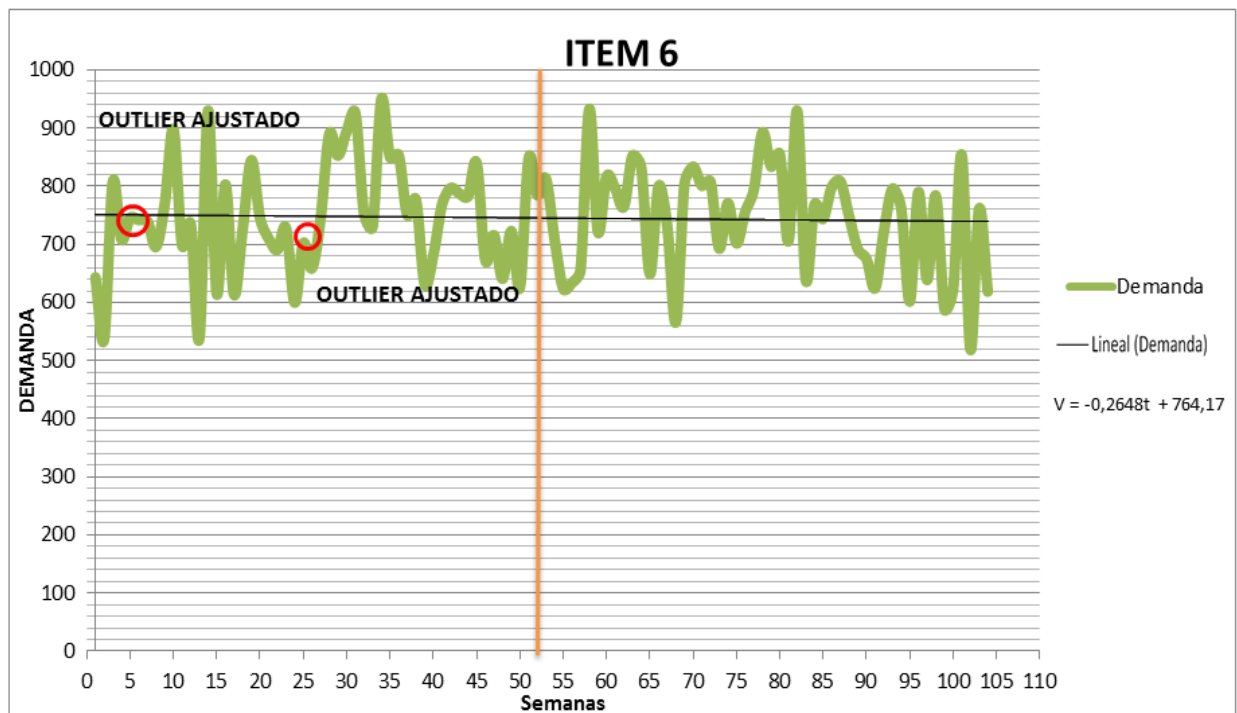


Figura 10. Demanda semanal del Ítem 6. Empanadas x 10 unidades de 70 gr durante los años 2013-2014

Dada la nueva demanda, se procede a calcular el coeficiente de variación, encontrando:

Promedio  $\bar{x} = 745,6254$  unidades

Desviación  $\sigma = 94,93$  unidades

Coficiente de variación:

$$CV = 94,93 / 745,6254 = 0,1273233$$

Como se evidencia en la información anterior, el coeficiente de variación corresponde a 0,1273233, por lo tanto se concluye que la demanda sigue un comportamiento estacionario o perpetuo.

Por otra parte, se realizó el análisis de tendencia de la demanda mediante la ecuación lineal, para el caso del ítem 6, la línea de tendencia encontrada fue:

$$D = -0,2648t + 764,17; \text{ en donde } D = \text{demanda}; t = \text{periodo (semanas)}.$$

Con lo anterior se confirma que la demanda sigue una tendencia decreciente

Según Vidal (2010), con las características de demanda estacionaria y decreciente presentada por el ítem 6, la demanda se ajusta a los sistemas de pronósticos por suavización exponencial simple y suavización exponencial doble.

Además para los productos categorizados en la clasificación ABC como ítems de clase B; siendo el caso del ítem 6, se recomienda la utilización del pronóstico por suavización exponencial simple, lo que confirma la conclusión anterior.

### 9.3 Procedimiento para el diseño del sistema de pronósticos

Se desarrolló la simulación de los pronósticos por suavización exponencial doble y suavización exponencial simple, para cada uno de los ítems seleccionados: 1, 2, 6, con el fin de evaluar cual pronóstico es más eficiente en cada caso. En los apartes siguientes se muestran los resultados obtenidos.

#### 9.3.1 Sistema de pronósticos Ítem 1. Empanada triangular x 25 unidades (85gr).

##### a. Modelo de pronósticos por suavización exponencial doble

El sistema de pronóstico por el método de suavización exponencial doble, debe tener un pronóstico de iniciación definido por la ecuación mostrada a continuación:

$$\hat{X}_{T+t}(T) = \left(2 + \frac{\alpha T}{1-\alpha}\right) * S_T - \left(1 + \frac{\alpha T}{1-\alpha}\right) * S_T^2 \quad (6.5)$$

Dónde:

$$S_T = \hat{b}1(0) - \left(\frac{1-\alpha}{\alpha}\right) * \hat{b}2(0) \quad \text{Ec. (6.6)}$$

$$S_T^2 = \hat{b}1(0) - 2 \left(\frac{1-\alpha}{\alpha}\right) * \hat{b}2(0) \quad \text{Ec. (6.7)}$$

Para calcular las variables de iniciación  $S_T$  y  $S_T^2$ , se deben definir los parámetros alfa ( $\alpha$ ),  $\hat{b}1(0)$ ,  $\hat{b}2(0)$ , como el origen de coordenadas en la semana 1 del año 2013. El valor de alfa se halló como el valor óptimo equivalente a 0,230737555 para encontrar el mínimo error absoluto, para hallar el valor de  $\hat{b}1(0)$  se hace necesario estimar el parámetro  $\hat{a}1(0)$ , el cual se determina con la ecuación de tendencia de la demanda del ítem 1 hallada anteriormente como:

$$D = -1,6777t + 722,02$$

Además, de la misma ecuación de la recta se puede encontrar el parámetro  $\hat{b}2(0)$ , por lo tanto los valores encontrados para  $\hat{a}1(0)$  y  $\hat{b}2(0)$  haciendo uso de la recta son:

$$\begin{array}{ll} \hat{a}1(0) & 722,02 \\ \hat{b}2(0) & -1,6777 \end{array}$$

Ahora, según el valor encontrado  $\hat{a}1(0)$ , se puede calcular  $\hat{b}1(0)$  mediante la ecuación:

$$\hat{b}1(0) = \hat{a}1(0) + m \hat{b}2(0) \quad (6.8)$$

Donde “m” es el número de períodos utilizados para estimar los valores iniciales  $\hat{a}1(0)$  y  $\hat{b}2(0)$ , con lo anterior se encuentra el valor  $\hat{b}1(0)$  así:

$$\hat{b}1(0) = 722,02 + (104 * -1,6777) = 547,5392$$

Posteriormente se reemplazó los valores  $\hat{b}1(0)$  y  $\hat{b}2(0)$ , en las Ec. (6.6) y (6.7), para estimar las variables de iniciación del pronóstico como se muestra a continuación:

$$\begin{aligned} S_0 &= 547,5392 - \left( \frac{1-0,230737555}{0,230737555} \right) * (-1,6777) \\ S_0 &= 553,132531 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_0^{(2)} &= 547,5392 - 2 * \left( \frac{1-0,230737555}{0,230737555} \right) * (-1,6777) \\ S_0^{(2)} &= 558,725863 \end{aligned}$$

A continuación se muestra el pronóstico obtenido para la semana 1, reemplazando  $S_0$  y  $S_0^{(2)}$  en la Ec. (6.5):

### Pronostico Semana 1:

$$\hat{X}_1(\mathbf{T}) = \left(2 + \frac{0,23}{0,769}\right) * 553,132531 - \left(1 + \frac{0,23}{0,769}\right) * 558,725863$$

$$\hat{X}_1(\mathbf{T}) = 547,5392 \text{ unidades.}$$

A partir de la semana dos, los pronósticos serán hallados con nuevos parámetros  $S_t$  y  $S_T^{(2)}$ , que reemplazan los parámetros de iniciación, los cuales serán calculados con las ecuaciones (6.9) y (6.10) donde se hace uso de la demanda histórica de cada periodo y el parámetro  $S_T$  y  $S_T^2$  del periodo anterior:

$$S_T = \alpha X_t + (1-\alpha) * S_{T-1} \quad (6.9)$$

$$S_T^2 = \alpha S_T + (1-\alpha) * S_{T-1}^2 \quad (6.10)$$

$$S_T = 0,2307 * 901 + (1-0,2307) * 553,13$$

$$S_T^2 = 0,2307 * 633,39 + (1-0,2307) * 558,72$$

$$S_T = 633,39$$

$$S_T^2 = 575,95$$

Estos nuevos valores  $S_T$  y  $S_T^2$  serán reemplazados en la Ec. (6.5) para determinar el pronóstico para la semana 2, que para la simulación corresponde a 690,84 unidades. Se continúa así sucesivamente hasta simular el pronóstico para las 104 semanas del caso estudio.

### Precisión del pronóstico

Para encontrar la precisión del pronóstico, se toma como referencia la simulación inicial del pronóstico realizado al Ítem 1, con base en los años 2013 y 2014, usando un valor alfa equivalente a 0,1. Luego se obtiene el error absoluto por semana mediante la expresión (6.12), con los cuales se determina el error total absoluto por valor de 9.511,73 unidades, representando el 15,04% de error para la simulación. Ec. (6.14).

Con el fin de encontrar la precisión del pronóstico, se ajustó el error absoluto usando la función solver de Excel que optimizo el valor alfa ( $\alpha$ ) equivalente a 0,230737554691795, minimizando el error total absoluto a un valor de 9.214,4 unidades, con un porcentaje de error promedio equivalente a 14,74%.

A continuación, la Tabla 26 muestra el comportamiento del pronóstico con  $\alpha_{opt} = 0,230737555$  para las primeras 22 semanas del caso estudio:

Tabla 26. Comportamiento de la simulación del pronóstico de demanda para las semanas 0-22. ( $\alpha_{opt} = 0,230737555$ ) Ítem 1

SIMULACION DEL SISTEMA DE PRONOSTICO DE SUAVIZACION EXPONENCIAL DOBLE									
Semana T	Demanda	St	St <sup>2</sup>	Pronostico	Error	Error Absoluto	SUMA DE DESVIACION ABSOLUTA	MAD	% ERROR
0		<b>553,1325314</b>	<b>558,7258628</b>						
1	901	633,3986204	575,9556723	547,5392	353,4608	353,4608	353,4608	353,4608	39%
2	958	708,296349	606,4916364	690,8415686	267,158431	267,1584314	620,6192314	310,309616	28%
3	798	728,9943501	634,757613	810,1010616	-12,1010616	12,10106162	632,720293	210,906764	2%
4	847	756,2226852	662,7841667	823,2310872	23,7689128	23,76891283	656,4892058	164,122301	3%
5	700	743,2500003	681,3506564	849,6612036	-149,661204	149,6612036	806,1504095	161,230082	21%
6	864	771,11156	702,0618678	805,1493442	58,8506558	58,85065583	865,0010653	144,166844	7%
7	569	724,4768328	707,233842	840,1612521	-271,161252	271,1612521	1136,162317	162,308902	48%
8	590	693,4479773	704,0529253	741,7198236	-151,719824	151,7198236	1287,882141	160,985268	26%
9	652	683,8843723	699,3992827	682,8430292	-30,8430292	30,84302923	1318,72517	146,525019	5%
10	926	739,7495402	708,7096025	668,369462	257,630538	257,630538	1576,355708	157,635571	28%
11	691	728,5011905	713,2762651	770,789478	-79,789478	79,78947799	1656,145186	150,558653	12%
12	573	692,6212261	708,5103719	743,7261159	-170,726116	170,7261159	1826,871302	152,239275	30%
13	878	735,3950711	714,7136816	676,7320802	201,26792	201,2679198	2028,139222	156,010709	23%
14	741	736,6883387	719,7840603	756,0764605	-15,0764605	15,07646047	2043,215682	145,943977	2%
15	734	736,068038	723,5413855	753,592617	-19,592617	19,59261705	2062,8083	137,520553	3%
16	560	695,4425294	717,0579241	748,5946905	-188,59469	188,5946905	2251,40299	140,712687	34%
17	638	682,1883807	709,0122109	673,8271347	-35,8271347	35,82713473	2287,230125	134,542949	6%
18	712	689,0670408	704,4101111	655,3645504	56,6354496	56,63544963	2343,865574	130,214754	8%
19	699	691,3589475	701,3987176	673,7239705	25,2760295	25,27602955	2369,141604	124,691663	4%
20	645	680,6621973	696,6140236	681,3191775	-36,3191775	36,31917747	2405,460781	120,273039	6%
21	592	660,2044987	688,2129789	664,7103711	-72,7103711	72,71037106	2478,171152	118,00815	12%
22	600	646,3130599	678,545094	632,1960186	-32,1960186	32,19601859	2510,367171	114,107599	5%
SUMAS	65432				397,694827	<b>9214,437201</b>			17%
PROMEDIO	629,1538462					88,6003577			
Alpha inicial ( $\alpha$ )	<b>0,230737555</b>								
Desviación estándar	123,4281182			93,66095025					
Límite Superior	937,7241418								
Límite Inferior	320,5835505								

Fuente: Elaboración propia.

El total de la simulación del pronóstico se encuentra en la Tabla 50.

La Figura 11 muestra el comportamiento que tiene el pronóstico de suavización exponencial doble para el ítem 1, respecto al comportamiento real de la demanda:

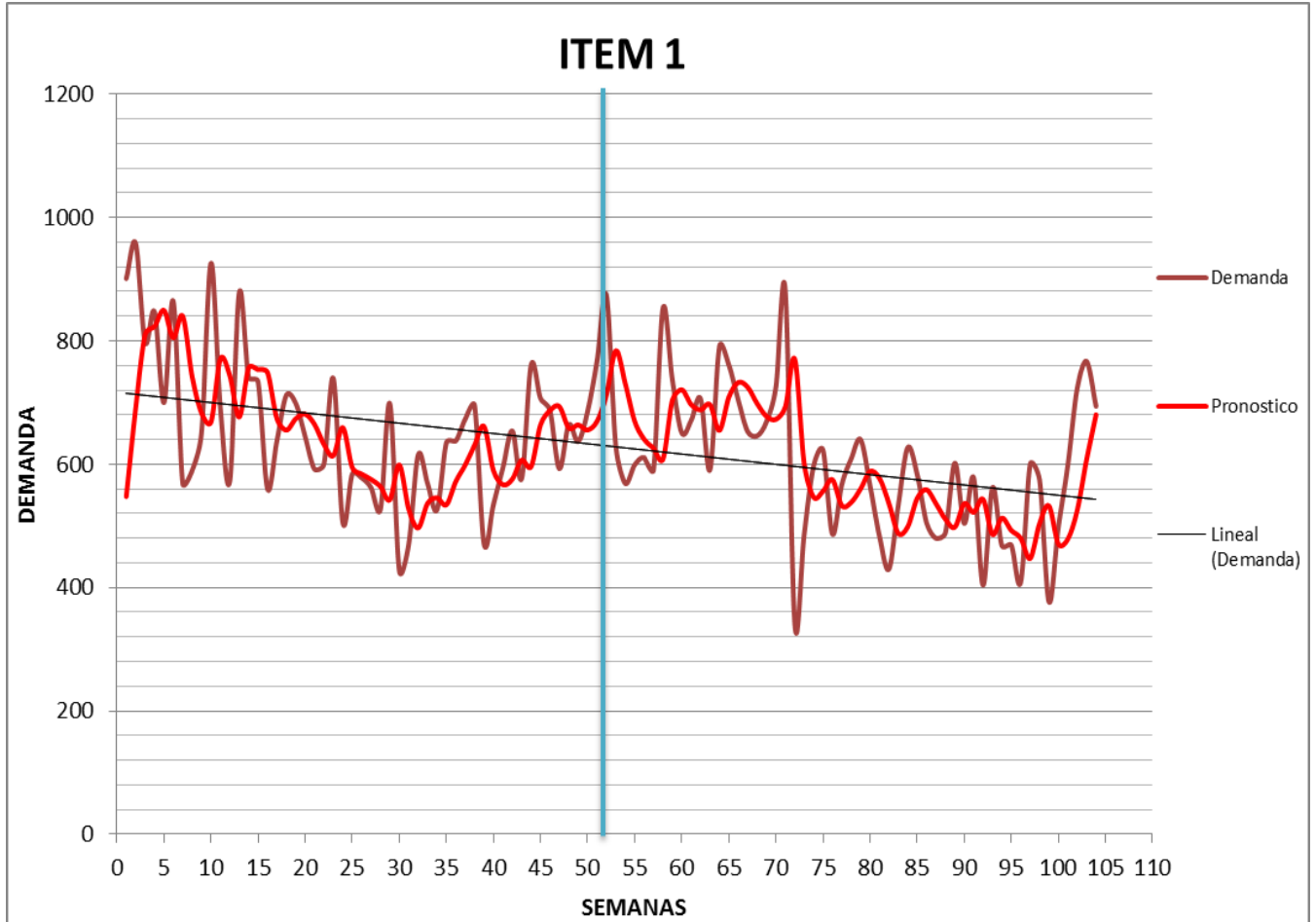


Figura 11. Pronostico Suavización exponencial doble Ítem 1. Año 2013-2014

### b. Modelo de pronóstico por suavización exponencial simple.

Con el fin de elegir el sistema de pronóstico que mejor se ajusta al comportamiento de la demanda para el ítem 1, se simula el pronóstico mediante suavización exponencial simple el histórico utilizado anteriormente.

Vidal indica que para definir el pronóstico de iniciación, deben promediarse los datos históricos de la demanda en las semanas 1-11, para obtener el pronóstico de arranque o iniciación en la semana 12 como primer periodo, para lo cual se encontró  $S_0 = 772,36$  unidades demandadas promedio. Este valor se establece como el pronóstico inicial.

El pronóstico por suavización exponencial simple del periodo 2 en adelante, se ejecuta conforme a la Ec. (6.4) mostrada a continuación:

$$S_T = \alpha X_{T-1} + (1 - \alpha)S_{T-1} \quad (6.4)$$

Para calcular el pronóstico para las semanas siguientes mediante la expresión anterior, se debe definir el parámetro alfa ( $\alpha$ ), hallado mediante la herramienta solver de Excel, como el valor óptimo equivalente a 0,26184759 para encontrar el mínimo error absoluto, adicionalmente se hace uso de la demanda y el pronóstico del periodo anterior. A continuación se muestra el pronóstico realizado para la semana 13 (T=2), así:

$$S_1 = 0,26184759(573) + (1 - 0,26184759)772,36$$

$$S_1 = 720,16 \text{ unidades}$$

### **Precisión del pronóstico**

Para encontrar la precisión del pronóstico, se toma como referencia la simulación inicial del pronóstico realizado al Ítem 1, con base en los años 2013 y 2014, usando un valor alfa equivalente a 0,1. Luego se obtiene el error absoluto por semana mediante la expresión (6.12), con los cuales se determina el error total absoluto por valor de 7.935,29 paquetes, representando el 15,12% de error para la simulación. Ec. (6.14).

Con el fin de encontrar la precisión del pronóstico, se ajustó el error absoluto usando la función solver de Excel que optimizó el valor alfa ( $\alpha$ ) equivalente a 0,261847597570155, minimizando el error total absoluto por valor de 7.469,28 unidades, con un porcentaje de error promedio equivalente a 14,04%.

A continuación, la Tabla 27 muestra el comportamiento del pronóstico por suavización exponencial simple con  $\alpha_{opt} = 0,261847597570155$  para las primeras 22 semanas del caso estudio:

Tabla 27. Pronostico de suavización exponencial simple para el Error absoluto óptimo ( $\alpha_{opt} = 0,26184759$ ) Item 1.

SUAVIZACION EXPONENCIAL SIMPLE							
Semana T	Demanda	St (Pronostico)	Error	Error Absoluto	SUMA DE DESVIACION ABSOLUTA	MAD	% ERROR
1	901						
2	958						
3	798						
4	847						
5	700						
6	864						
7	569						
8	590						
9	652						
10	926						
11	691						
12	573	772,36	-199,36	199,363636	199,363636	16,6136364	35%
13	878	720,16	157,84	157,839251	357,202888	27,4771452	18%
14	741	761,49	-20,49	20,4905762	377,693464	26,9781046	3%
15	734	756,13	-22,13	22,1251682	399,818632	26,6545755	3%
16	560	750,33	-190,33	190,331746	590,150378	36,8843987	34%
17	638	700,49	-62,49	62,4938372	652,644216	38,3908362	10%
18	712	684,13	27,87	27,8700235	680,514239	37,8063466	4%
19	699	691,43	7,57	7,57232501	688,086564	36,2150823	1%
20	645	693,41	-48,41	48,41047	736,497034	36,8248517	8%
21	592	680,73	-88,73	88,7343051	825,231339	39,2967304	15%
22	600	657,50	-57,50	57,4994412	882,73078	40,1241264	10%
<b>SUMAS</b>	65432	57436,32	-500,318726	7469,28893			14,04%
PROMEDIO	629,153846	617,59		80,3149347			
Alpha inicial ( $\alpha$ )	<b>0,26184759</b>						
Desviación estándar	123,428118	73,1623187					
Límite Superior	937,724142						
Límite Inferior	320,583551						

Fuente: Elaboración propia.



El total de la simulación del pronóstico se muestra en la Tabla 53.

La figura 12, permite visualizar el comportamiento que tiene el pronóstico de suavización exponencial simple para el ítem 1, respecto al comportamiento real de la demanda:

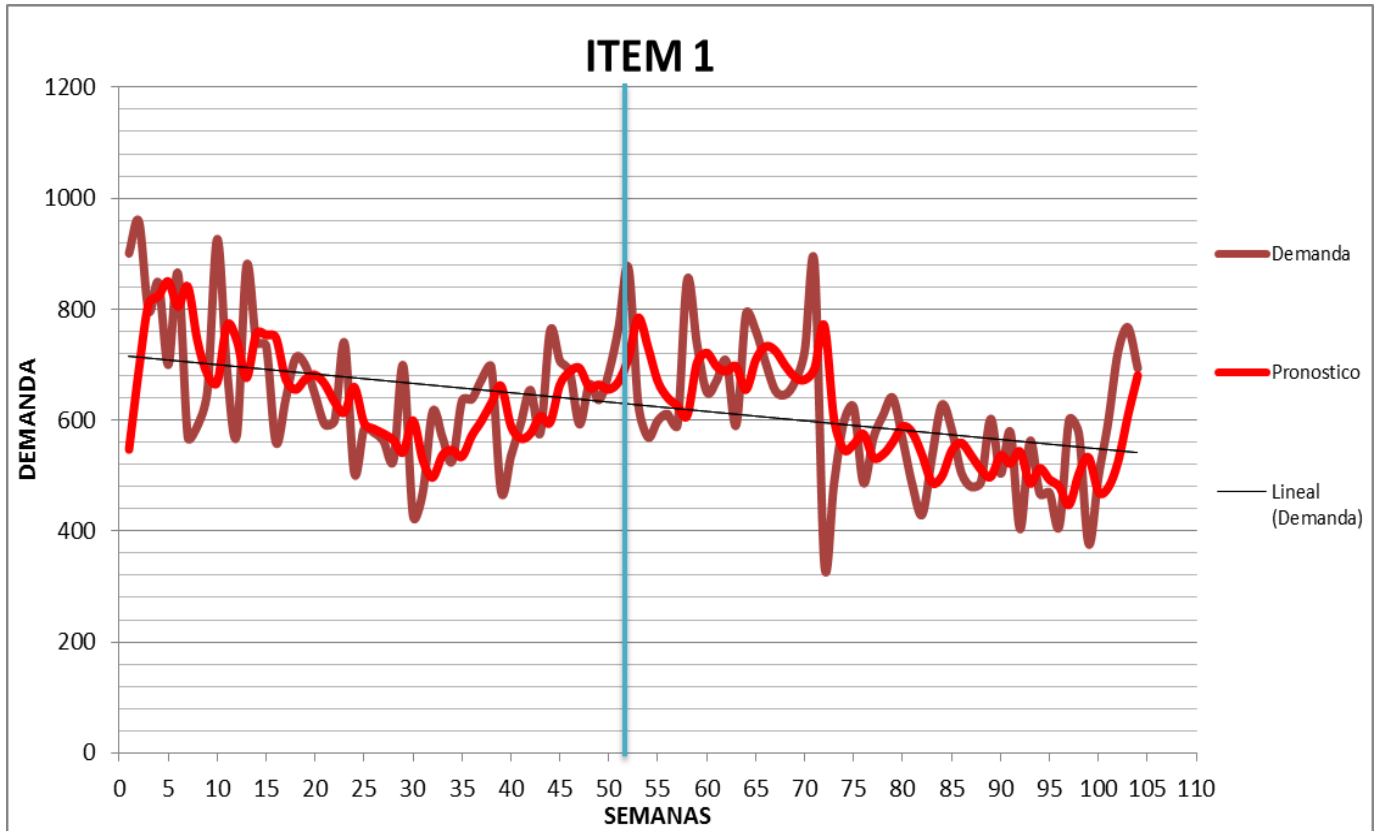


Figura 12. Pronóstico Suavización exponencial simple Ítem 1. Año 2013-2014.

Con lo anterior, se establece que el sistema de pronóstico de suavización exponencial simple, se ajusta mejor al comportamiento del histórico de demanda frente al pronóstico por suavización exponencial doble, ya que optimiza el error absoluto minimizando 1.745 unidades durante el periodo evaluado.

### 9.3.2 Sistema Pronósticos Ítem 2. Empanada media luna x 25 unidades (85gr)

#### a. Modelo de pronósticos por suavización exponencial doble

El sistema de pronóstico por el método de suavización exponencial doble, debe tener un pronóstico de iniciación definido por la ecuación mostrada a continuación:

$$\hat{X}_{T+t}(T) = \left(2 + \frac{\alpha T}{1-\alpha}\right) * S_T - \left(1 + \frac{\alpha T}{1-\alpha}\right) * S_T^2 \quad (6.5)$$

Dónde:

$$S_T = \hat{b}1(0) - \left(\frac{1-\alpha}{\alpha}\right) * \hat{b}2(0) \quad \text{Ec. (6.6)}$$

$$S_T^2 = \hat{b}1(0) - 2 \left(\frac{1-\alpha}{\alpha}\right) * \hat{b}2(0) \quad \text{Ec. (6.7)}$$

Para calcular las variables de iniciación  $S_T$  y  $S_T^2$ , se deben definir los parámetros alfa ( $\alpha$ ),

$\hat{b}1(0)$ ,  $\hat{b}2(0)$ , como el origen de coordenadas en la semana 1 del año 2013. El valor de alfa se halló como el valor óptimo equivalente a 0,124917935 para encontrar el mínimo error absoluto, para hallar el valor de  $\hat{b}1(0)$  se hace necesario estimar el parámetro  $\hat{a}1(0)$ , el cual se determina con la ecuación de tendencia de la demanda del ítem 2 hallada anteriormente como:

$$D = 0,8061t + 328,43$$

Además, de la misma ecuación de la recta se puede encontrar el parámetro  $\hat{b}2(0)$ , por lo tanto los valores encontrados para  $\hat{a}1(0)$  y  $\hat{b}2(0)$  haciendo uso de la recta son:

$\hat{a}1(0)$	328,43
$\hat{b}2(0)$	0,8061

Ahora, según el valor encontrado  $\hat{a}1(0)$ , se puede calcular  $\hat{b}1(0)$  mediante la ecuación:

$$\hat{b}1(0) = \hat{a}1(0) + m \hat{b}2(0) \quad (6.8)$$

Donde “m” es el número de períodos utilizados para estimar los valores iniciales  $\hat{a}1(0)$  y  $\hat{b}2(0)$ , con lo anterior se encuentra el valor  $\hat{b}1(0)$  así:

$$\hat{b}1(0) = 328,43 + (104 * 0,8061) = 412,26$$

Posteriormente se reemplazó los valores  $\hat{b}1(0)$  y  $\hat{b}2(0)$ , en las Ec. (6.6) y (6.7), para estimar las variables de iniciación del pronóstico como se muestra a continuación:

$$S_0 = 412,26 - \left( \frac{1-0,124917935}{0,124917935} \right) * (0,8061)$$

$$S_0 = 406,6174635$$

$$S_0^{(2)} = 412,26 - 2 * \left( \frac{1-0,124917935}{0,124917935} \right) * (0,8061)$$

$$S_0^{(2)} = 400,9705269$$

A continuación se muestra el pronóstico obtenido para la semana 1, reemplazando  $S_0$  y  $S_0^{(2)}$  en la Ec. (6.5):

**Pronostico Semana 1:**

$$\hat{X}_1 (T) = \left( 2 + \frac{0,12491}{0,875} \right) * 406,6174635 - \left( 1 + \frac{0,12491}{0,875} \right) * 400,9705269$$

$$\hat{X}_1 (T) = 412,264 \text{ unidades}$$

A partir de la semana dos, los pronósticos serán hallados con nuevos parámetros  $S_t$  y  $S_T^{(2)}$ , que reemplazan los parámetros de iniciación, los cuales serán calculados con las ecuaciones (6.9) y (6.10) donde se hace uso de la demanda histórica de cada periodo y el parámetro  $S_T$  y  $S_T^2$  del periodo anterior:

$$S_T = \alpha X_t + (1-\alpha) * S_{T-1} \quad (6.9) \quad S_T^2 = \alpha S_T + (1-\alpha) * S_{T-1}^2 \quad (6.10)$$

$$S_1 = 0,1249 * 381 + (1-0,1249) * 406,61 \quad S_T^2 = 0,124 * 403,41 + (1-0,124) * 400,97$$

$$S_1 = 403,41 \quad S_T^2 = 401,27$$

Estos nuevos valores  $S_T$  y  $S_T^2$  serán reemplazados en la Ec. (6.5) para determinar el pronóstico para la semana 2, que para la simulación corresponde a 405,55 unidades. Se continúa así sucesivamente hasta simular el pronóstico para las 104 semanas del caso estudio.

## **Precisión del pronóstico**

Para encontrar la precisión del pronóstico, se toma como referencia la simulación inicial del pronóstico realizado al Ítem 1, con base en los años 2013 y 2014, usando un valor alfa equivalente a 0,1. Luego se obtiene el error absoluto por semana mediante la expresión (6.12), con los cuales se determina el error total absoluto por valor de 5.325,27 paquetes, representando el 14,585% de error para la simulación. Ec. (6.14).

Con el fin de encontrar la precisión del pronóstico, se ajustó el error absoluto usando la función solver de Excel que optimizo el valor alfa ( $\alpha$ ) equivalente a 0,12491793511959, minimizando el error total absoluto a un valor de 5291,273202 unidades, con un porcentaje de error promedio equivalente a 14,482%.

A continuación, la Tabla 28 muestra el comportamiento del pronóstico con  $\alpha_{opt} = 0,124917935$  para las primeras 22 semanas del caso estudio:

Tabla 28. Comportamiento del pronóstico de la demanda para las semanas 0-22 con ( $\alpha_{opt} = 0,12491793511959$ ) Ítem 2,

SIMULACION DEL SISTEMA DE PRONOSTICO DE SUAVIZACION EXPONENCIAL DOBLE									
Semana T	Demanda	St	St <sup>2</sup>	Pronostico	Error	Error Absoluto	SUMA DE DESVIACION ABSOLUTA	MAD	% ERROR
0		406,617	400,971						
1	381	403,417	401,276	412,264	-31,264	31,264	31,264	31,264	8,2%
2	423	405,864	401,849	405,559	17,441	17,441	48,706	24,353	4,1%
3	451	411,502	403,055	409,878	41,122	41,122	89,828	29,943	9,1%
4	333	401,696	402,885	419,949	-86,949	86,949	176,777	44,194	26,1%
5	303	389,367	401,197	400,506	-97,506	97,506	274,283	54,857	32,2%
6	358	385,449	399,229	377,537	-19,537	19,537	293,820	48,970	5,5%
7	279	372,151	395,847	371,668	-92,668	92,668	386,488	55,213	33,2%
8	304	363,638	391,823	348,456	-44,456	44,456	430,943	53,868	14,6%
9	294	354,939	387,216	335,452	-41,452	41,452	472,396	52,488	14,1%
10	347	353,947	383,060	322,662	24,338	24,338	496,734	49,673	7,0%
11	348	353,204	379,330	324,834	23,166	23,166	519,899	47,264	6,7%
12	399	358,925	376,781	327,078	71,922	71,922	591,821	49,318	18,0%
13	373	360,683	374,770	341,069	31,931	31,931	623,753	47,981	8,6%
14	414	367,343	373,843	346,596	67,404	67,404	691,157	49,368	16,3%
15	348	364,927	372,729	360,844	-12,844	12,844	704,001	46,933	3,7%
16	392	368,309	372,177	357,125	34,875	34,875	738,876	46,180	8,9%
17	264	355,279	370,066	364,441	-100,441	100,441	839,317	49,372	38,0%
18	407	361,740	369,026	340,492	66,508	66,508	905,825	50,324	16,3%
19	379	363,896	368,385	354,454	24,546	24,546	930,371	48,967	6,5%
20	353	362,535	367,654	359,407	-6,407	6,407	936,778	46,839	1,8%
21	341	359,845	366,679	357,415	-16,415	16,415	953,193	45,390	4,8%
22	445	370,482	367,154	353,011	91,989	91,989	1045,183	47,508	20,7%
SUMAS	38513,24				75,730	5291,273			14,482%
PROMEDIO	370,3196154					50,878			
Alpha inicial ( $\alpha$ )	0,124917935								
Desviación estándar	66,18898984			46,440					
Límite Superior	535,79209								
Límite Inferior	204,8471408								

Fuente: Elaboración propia.

El total de la simulación del pronóstico se encuentra en la Tabla 51.

La figura 13, permite visualizar el comportamiento que tiene el pronóstico de suavización exponencial doble para el ítem 2, respecto al comportamiento real de la demanda:

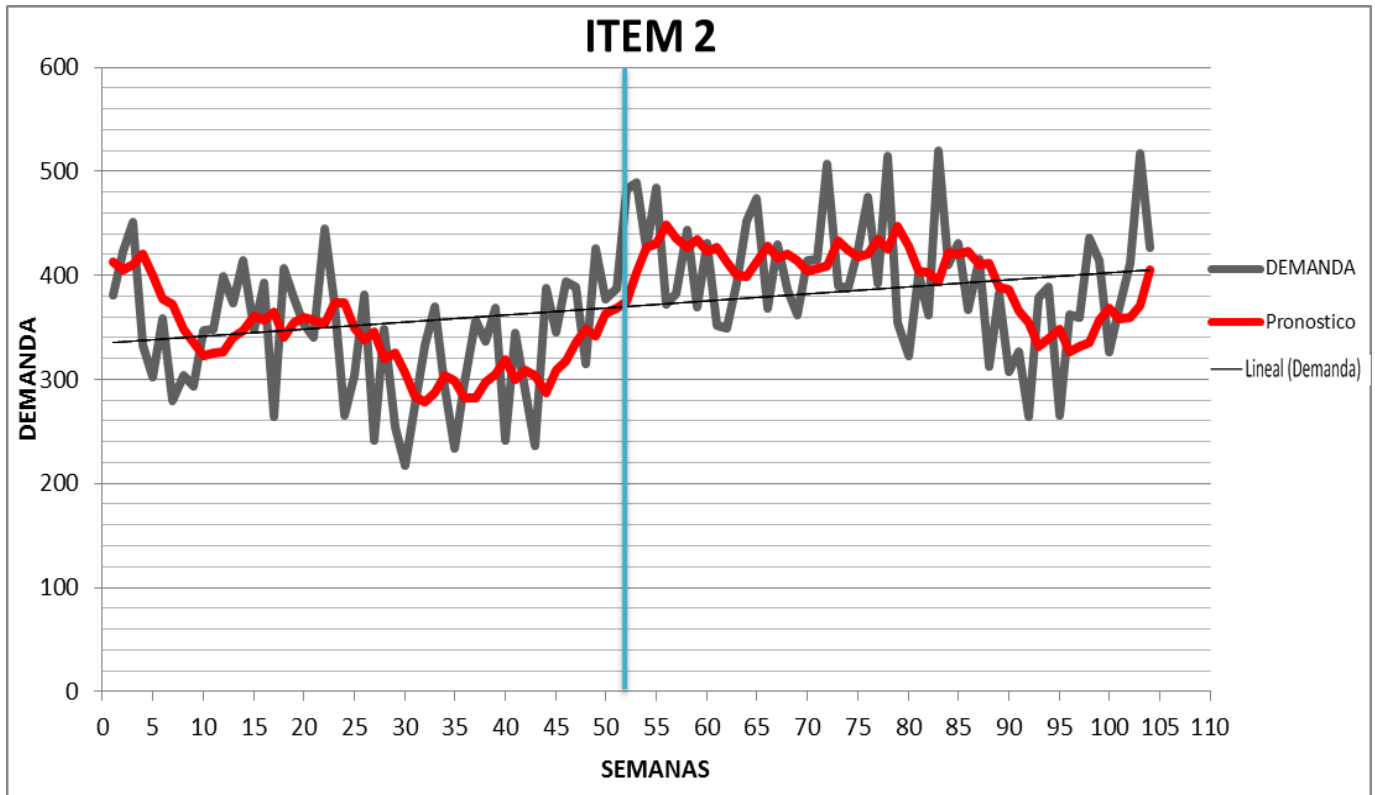


Figura 13. Pronostico Suavización exponencial doble Ítem 2. Año 2013-2014

### **b. Modelo de pronóstico por suavización exponencial simple.**

Con el fin de elegir el sistema de pronóstico que mejor se ajusta al comportamiento de la demanda para el ítem 2, se simula el pronóstico mediante suavización exponencial simple, el histórico utilizado anteriormente.

Vidal indica para definir el pronóstico de iniciación, que deben promediarse los datos históricos de la demanda en las semanas 1-11, para obtener el pronóstico de arranque o iniciación en la semana 12 como primer periodo, para lo cual se encontró  $S_0 = 347,36$  unidades demandadas promedio. Este valor se establece como el pronóstico inicial.

El pronóstico por suavización exponencial simple del periodo 2 en adelante, se ejecuta conforme a la Ec. (6.4) mostrada a continuación:

$$S_T = \alpha X_{T-1} + (1 - \alpha)S_{T-1} \quad (6.4)$$

Para calcular el pronóstico para las semanas siguientes mediante la expresión anterior, se debe definir el parámetro alfa ( $\alpha$ ), hallado mediante la herramienta solver de Excel, como el valor óptimo equivalente a 0,103594765079204 para encontrar el mínimo error absoluto. Adicionalmente se hace uso de la demanda y el pronóstico del periodo anterior. A continuación se muestra el pronóstico realizado para la semana 13 (T=2), así:

$$S_1 = 0,1035947650 (399) + (1 - 0,1035947650)347,36$$

$$S_1 = 352,71 \text{ unidades}$$

### **Precisión del pronóstico**

Para encontrar la precisión del pronóstico, se toma como referencia la simulación inicial del pronóstico realizado al ítem 2, con base en los años 2013 y 2014, usando un valor alfa equivalente a 0,1. Luego se obtiene el error absoluto por semana mediante la expresión (6.12), con los cuales se determina el error total absoluto por valor de 4.628,24 paquetes, representando el 14,14% de error para la simulación Ec. (6.14).

Con el fin de encontrar la precisión del pronóstico, se ajustó el error absoluto usando la función solver de Excel que optimizó el valor alfa ( $\alpha$ ) equivalente a 0,103594765079204, minimizando el error total absoluto por valor de 4626,70581 unidades, con un porcentaje de error promedio equivalente a 14,14%.

A continuación, la Tabla 29 muestra el comportamiento del pronóstico con  $\alpha_{opt} = 0,103594765079204$  para las primeras 22 semanas del caso estudio:

Tabla 29. Pronostico de suavización exponencial simple para el Error absoluto óptimo ( $\alpha_{opt} = 0,103594765079204$ ) Ítem 2.

SUAVIZACION EXPONENCIAL SIMPLE							
Semana T	Demanda	St (Pronostico)	Error	Error Absoluto	SUMA DE DESVIACION ABSOLUTA	MAD	% ERROR
0							
1	381						
2	423						
3	451						
4	333						
5	303						
6	358						
7	279						
8	304						
9	294						
10	347						
11	348						
12	399	347,36	51,64	51,6363636	51,6363636	4,3030303	13%
13	373	352,71	20,29	20,2871067	71,9234703	5,53257464	5%
14	414	354,81	59,19	59,1854686	131,108939	9,36492421	14%
15	348	360,95	-12,95	12,9458361	144,054775	9,60365167	4%
16	392	359,60	32,40	32,3952848	176,45006	11,0281287	8%
17	264	362,96	-98,96	98,9606972	275,410757	16,2006328	37%
18	407	352,71	54,29	54,291113	329,70187	18,3167706	13%
19	379	358,33	20,67	20,6668379	350,368708	18,4404583	5%
20	353	360,47	-7,47	7,4741383	357,842846	17,8921423	2%
21	341	359,70	-18,70	18,6998567	376,542703	17,9306049	5%
22	445	357,76	87,24	87,2373506	463,780053	21,0809115	20%
SUMAS	38513,24	34258,55	433,685563	4626,70581			14,14%
PROMEDIO	370,319615	368,37		49,7495249			
Alpha inicial ( $\alpha$ )	0,10359477						
Desviación estándar	66,1889898	32,9091038					
Límite Superior	535,79209						
Límite Inferior	204,847141						

Fuente: Elaboración propia.



El total de la simulación del pronóstico se muestra en la Tabla 54.

La figura 14, permite visualizar el comportamiento que tiene el pronóstico de suavización exponencial simple para el ítem 2, respecto al comportamiento real de la demanda:

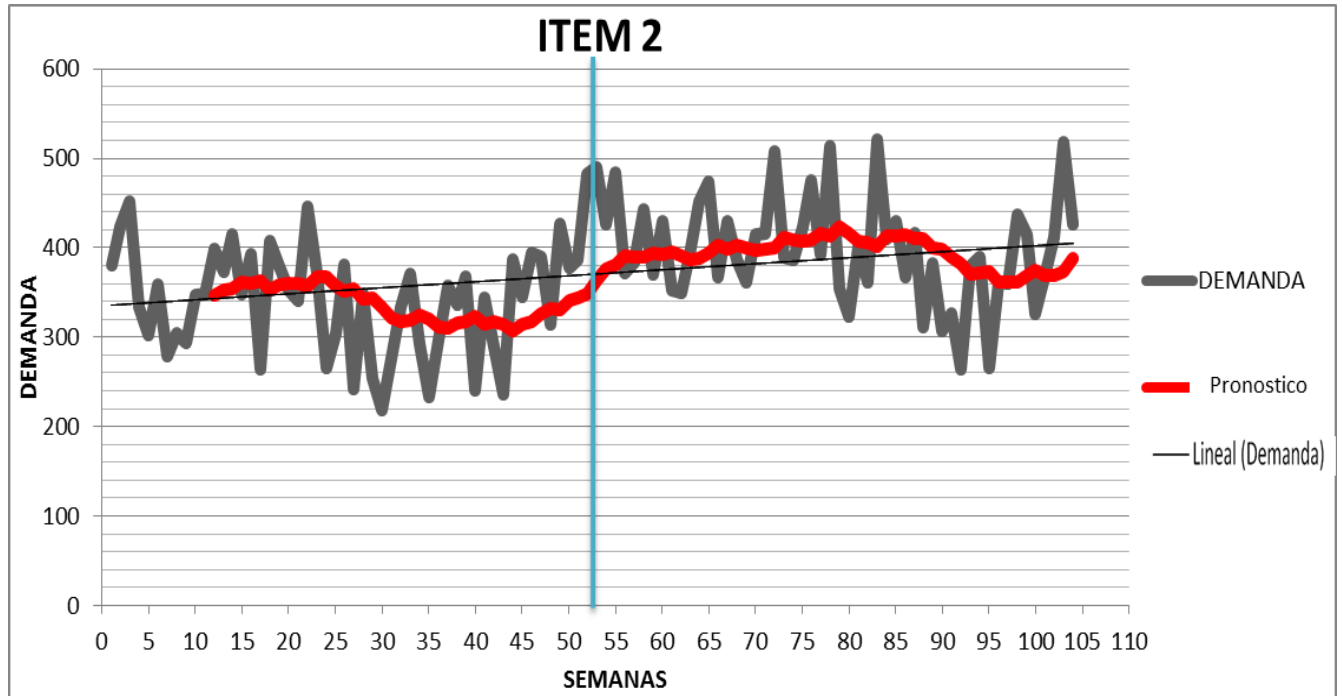


Figura 14. Pronóstico Suavización exponencial simple Ítem 2. Año 2013-2014

Con lo anterior, se establece que el sistema de pronóstico de suavización exponencial simple, se ajusta mejor al comportamiento del histórico de demanda frente al pronóstico por suavización exponencial doble, ya que optimiza el error absoluto minimizando 664 unidades durante el periodo evaluado.

### 9.3.3 Sistema Pronósticos Ítem 6. Empanadas x 10 unidades de 70 (gr).

#### a. Modelo de pronósticos por suavización exponencial doble

El sistema de pronóstico por el método de suavización exponencial doble, debe tener un pronóstico de iniciación definido por la ecuación mostrada a continuación:

$$\hat{X}_{T+t}(T) = \left(2 + \frac{\alpha T}{1-\alpha}\right) * S_T - \left(1 + \frac{\alpha T}{1-\alpha}\right) * S_T^2 \quad (6.5)$$

Dónde:

$$S_T = \hat{b}1(0) - \left(\frac{1-\alpha}{\alpha}\right) * \hat{b}2(0) \quad \text{Ec. (6.6)}$$

$$S_T^2 = \hat{b}1(0) - 2 \left(\frac{1-\alpha}{\alpha}\right) * \hat{b}2(0) \quad \text{Ec. (6.7)}$$

Para calcular las variables de iniciación  $S_T$  y  $S_T^2$ , se deben definir los parámetros alfa ( $\alpha$ ),

$\hat{b}1(0)$ ,  $\hat{b}2(0)$ , como el origen de coordenadas en la semana 1 del año 2013. El valor de alfa se halló como el valor óptimo equivalente a 0,02209933 para encontrar el mínimo error absoluto, para hallar el valor de  $\hat{b}1(0)$  se hace necesario estimar el parámetro  $\hat{a}1(0)$ , el cual se determina con la ecuación de tendencia de la demanda del ítem 6 hallada anteriormente como:

$$D = -0,2648t + 764,17$$

Además, de la misma ecuación de la recta se puede encontrar el parámetro  $\hat{b}2(0)$ , por lo tanto los valores encontrados para  $\hat{a}1(0)$  y  $\hat{b}2(0)$  haciendo uso de la recta son:

$$\begin{array}{ll} \hat{a}1(0) & 764,17 \\ \hat{b}2(0) & -0,2648 \end{array}$$

Ahora, según el valor encontrado  $\hat{a}1(0)$ , se puede calcular  $\hat{b}1(0)$  mediante la ecuación:

$$\hat{b}1(0) = \hat{a}1(0) + m \hat{b}2(0) \quad (6.8)$$

Donde “m” es el número de períodos utilizados para estimar los valores iniciales  $\hat{a}1(0)$  y  $\hat{b}2(0)$ , con lo anterior se encuentra el valor  $\hat{b}1(0)$  así:

$$\hat{b}1(0) = 764,17 + (104 * -0,2648) = 736,63$$

Posteriormente se reemplazó los valores  $\hat{b}1(0)$  y  $\hat{b}2(0)$ , en las Ec. (6.6) y (6.7), para estimar las variables de iniciación del pronóstico como se muestra a continuación:

$$S_0 = 736,63 - \left(\frac{1-0,022099}{0,022099}\right) * (-0,2648)$$

$$S_0 = 748,34826$$

$$S_0^{(2)} = 736,63 - 2 * \left(\frac{1-0,022099}{0,022099}\right) * (-0,2648)$$

$$S_0^{(2)} = 760,065572$$

A continuación se muestra el pronóstico obtenido para la semana 1, reemplazando  $S_0$  y  $S_0^{(2)}$  en la Ec. (6.5):

**Pronostico Semana 1:**

$$\hat{X}_1 (T) = \left(2 + \frac{0,022099}{0,9779}\right) * 406,6174635 - \left(1 + \frac{0,022099}{0,9779}\right) * 400,9705269$$

$$\hat{X}_1 (T) = 736,63 \text{ unidades}$$

A partir de la semana dos, los pronósticos serán hallados con nuevos parámetros  $S_t$  y  $S_t^{(2)}$ , que reemplazan los parámetros de iniciación, los cuales serán calculados con las ecuaciones (6.9) y (6.10) donde se hace uso de la demanda histórica de cada periodo y el parámetro  $S_T$  y  $S_T^2$  del periodo anterior:

$$S_T = \alpha X_t + (1-\alpha) * S_{T-1} \quad (6.9) \quad S_T^2 = \alpha S_T + (1-\alpha) * S_{T-1}^2 \quad (6.10)$$

$$S_1 = 0,02209 * 643 + (1-0,02209) * 748,35 \quad S_T^2 = 0,022 * 746,02 + (1-0,022) * 760,07$$

$$S_1 = 746,02 \quad S_T^2 = 759,76$$

Estos nuevos valores  $S_T$  y  $S_T^2$  serán reemplazados en la Ec. (6.5) para determinar el pronóstico para la semana 2, que para la simulación corresponde a 732,28 unidades. Se continúa así sucesivamente hasta simular el pronóstico para las 104 semanas del caso estudio.

### **Precisión del pronóstico**

Para encontrar la precisión del pronóstico, se toma como referencia la simulación inicial del pronóstico realizado al Ítem 6, con base en los años 2013 y 2014, usando un valor alfa equivalente a 0,1. Luego se obtiene el error absoluto por semana mediante la expresión (6.12), con los cuales se determina el error total absoluto por valor de 8.209,19 paquetes, representando el 10,97% de error para la simulación. Ec. (6.14).

Con el fin de encontrar la precisión del pronóstico, se ajustó el error absoluto usando la función solver de Excel que optimizo el valor alfa ( $\alpha$ ) equivalente a 0,022099, minimizando el error total absoluto a un valor de 7945,82 unidades, con un porcentaje de error promedio equivalente a 10,63%.

A continuación, la Tabla 30 muestra el comportamiento del pronóstico con  $\alpha_{opt} = 0,022099$  para las primeras 22 semanas del caso estudio:

Tabla 30. Comportamiento del pronóstico de la demanda para las semanas 0-22 con ( $\alpha_{opt} = 0,022099$ ), Ítem 6

SIMULACION DEL SISTEMA DE PRONOSTICO DE SUAVIZACION EXPONENCIAL DOBLE									
Semana T	Demanda	St	St <sup>2</sup>	Pronostico	Error	Error Absoluto	SUMA DE DESVIACION ABSOLUTA	MAD	% ERROR
0		748,35	760,07						
1	643	746,02	759,76	736,63	-93,63	93,63	93,63	93,63	14,6%
2	537	741,40	759,35	732,28	-195,28	195,28	288,92	144,46	36,4%
3	807	742,85	758,99	723,45	83,55	83,55	372,46	124,15	10,4%
4	709	742,10	758,61	726,72	-17,72	17,72	390,18	97,54	2,5%
5	745	742,17	758,25	725,59	19,41	19,41	409,59	81,92	2,6%
6	742	742,16	757,89	726,08	15,92	15,92	425,50	70,92	2,1%
7	740	742,12	757,54	726,43	13,57	13,57	439,07	62,72	1,8%
8	696	741,10	757,18	726,69	-30,69	30,69	469,76	58,72	4,4%
9	770	741,73	756,84	725,01	44,99	44,99	514,74	57,19	5,8%
10	898	745,19	756,58	726,63	171,37	171,37	686,11	68,61	19,1%
11	699	744,17	756,31	733,79	-34,79	34,79	720,91	65,54	5,0%
12	735	743,96	756,03	732,03	2,97	2,97	723,88	60,32	0,4%
13	538	739,41	755,67	731,89	-193,89	193,89	917,78	70,60	36,0%
14	930	743,62	755,40	723,16	206,84	206,84	1124,62	80,33	22,2%
15	615	740,78	755,08	731,85	-116,85	116,85	1241,47	82,76	19,0%
16	803	742,16	754,79	726,49	76,51	76,51	1317,98	82,37	9,5%
17	614	739,33	754,45	729,52	-115,52	115,52	1433,50	84,32	18,8%
18	727	739,05	754,11	724,20	2,80	2,80	1436,30	79,79	0,4%
19	845	741,39	753,83	723,99	121,01	121,01	1557,31	81,96	14,3%
20	745	741,47	753,56	728,96	16,04	16,04	1573,35	78,67	2,2%
21	710	740,78	753,27	729,39	-19,39	19,39	1592,74	75,84	2,7%
22	691	739,68	752,97	728,28	-37,28	37,28	1630,02	74,09	5,4%
SUMAS	77545,0471				-41,94	7945,82			10,63%
PROMEDIO	745,625453					76,40			
Alpha inicial ( $\alpha$ )	0,022099								
Desviación estándar	94,9354681			14,77					
Límite Superior	982,964123								
Límite Inferior	508,286782								

Fuente: Elaboración propia.

El total de la simulación del pronóstico se encuentra la Tabla 52.

La figura 15, permite visualizar el comportamiento que tiene el pronóstico de suavización exponencial doble para el ítem 6, respecto al comportamiento real de la demanda:

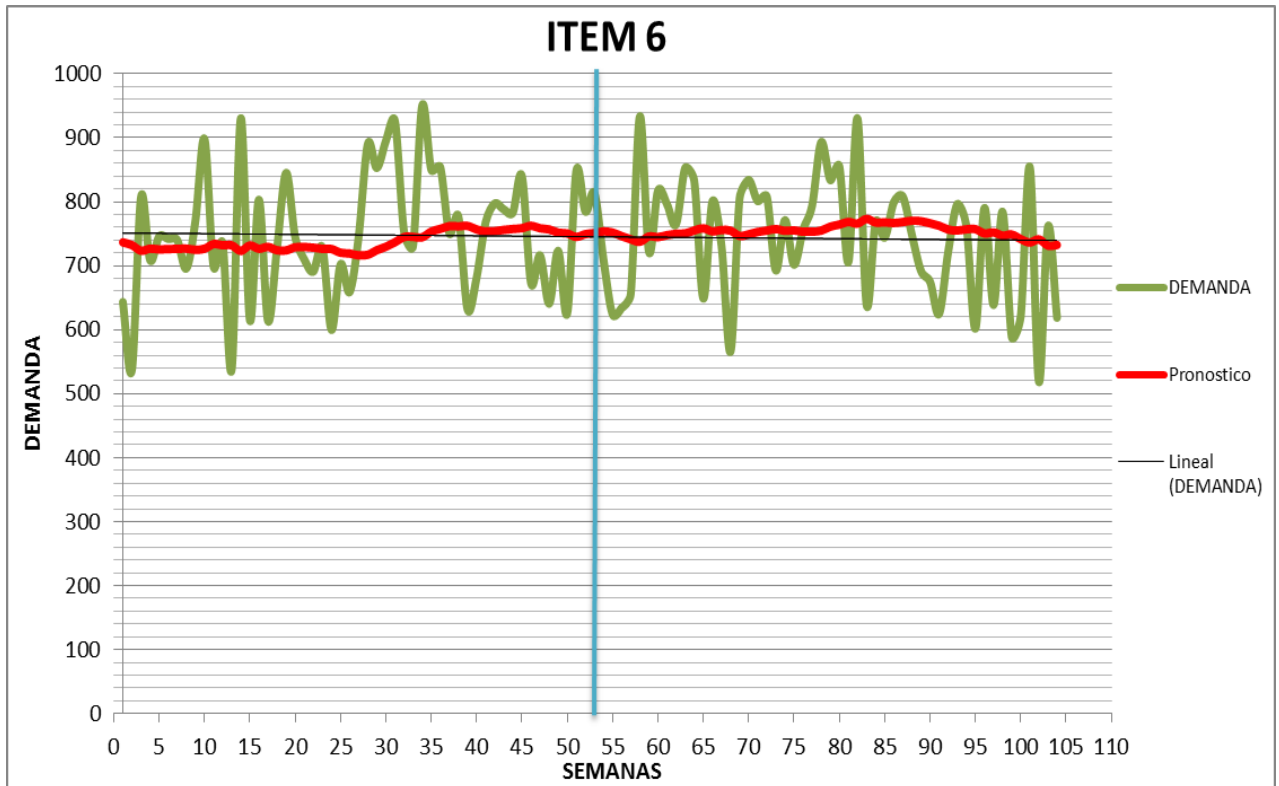


Figura 15. Pronóstico Suavización exponencial doble Ítem 6. Año 2013-2014

### **b. Modelo de pronóstico por suavización exponencial simple.**

Con el fin de elegir el sistema de pronóstico que mejor se ajusta al comportamiento de la demanda para el ítem 6, se simula el pronóstico mediante suavización exponencial simple, el histórico utilizado anteriormente.

Vidal indica para definir el pronóstico de iniciación, que deben promediarse los datos históricos de la demanda en las semanas 1-11, para obtener el pronóstico de arranque o iniciación en la semana 12 como primer periodo, para lo cual se encontró  $S_0 = 726$  unidades demandadas promedio. Este valor se establece como el pronóstico inicial.

El pronóstico por suavización exponencial simple del periodo 2 en adelante, se ejecuta conforme a la Ec. (6.4) mostrada a continuación:

$$S_T = \alpha X_{T-1} + (1 - \alpha)S_{T-1} \quad (6.4)$$

Para calcular el pronóstico para las semanas siguientes mediante la expresión anterior, se debe definir el parámetro alfa ( $\alpha$ ), hallado mediante la herramienta solver de Excel, como el valor óptimo equivalente a 0,0584661645453212 para encontrar el mínimo error absoluto. Adicionalmente se hace uso de la demanda y el pronóstico del periodo anterior. A continuación se muestra el pronóstico realizado para la semana 13 ( $T=2$ ), así:

$$S_1 = 0,05846616454(735) + (1 - 0,05846616454)726$$

$$S_1 = 726,53 \text{ unidades}$$

### **Precisión del pronóstico**

Para encontrar la precisión del pronóstico, se toma como referencia la simulación inicial del pronóstico realizado al ítem 6, con base en los años 2013 y 2014, usando un valor alfa equivalente a 0,1. Luego se obtiene el error absoluto por semana mediante la expresión (6.12), con los cuales se determina el error total absoluto por valor de 7268,39 paquetes, representando el 10,83% de error para la simulación Ec. (6.14).

Con el fin de encontrar la precisión del pronóstico, se ajustó el error absoluto usando la función solver de Excel que optimizó el valor alfa ( $\alpha$ ) equivalente a 0,0584661645453212, minimizando el error total absoluto por valor de 7209,72 unidades, con un porcentaje de error promedio equivalente a 10,74%.

A continuación, la Tabla 31 muestra el comportamiento del pronóstico con  $\alpha_{opt} = 0,0584661645453$  para las primeras 22 semanas del caso estudio:

Tabla 31. Pronostico de suavización exponencial simple para el Error absoluto óptimo ( $\alpha_{opt} = 0,0584661$ ) Ítem 6.

SUAVIZACION EXPONENCIAL SIMPLE							
Semana T	Demanda	St (Pronostico)	Error	Error Absoluto	SUMA DE DESVIACION ABSOLUTA	MAD	% ERROR
0							
1	643						
2	537						
3	807						
4	709						
5	745						
6	742						
7	740						
8	696						
9	770						
10	898						
11	699						
12	735	726,00	9,00	9	9	0,75	1%
13	538	726,53	-188,53	188,526195	197,526195	15,1943227	35%
14	930	715,50	214,50	214,496208	412,022404	29,4301717	23%
15	615	728,04	-113,04	113,044563	525,066966	35,0044644	18%
16	803	721,44	81,56	81,5647195	606,631686	37,9144803	10%
17	614	726,20	-112,20	112,204057	718,835742	42,2844554	18%
18	727	719,64	7,36	7,35608402	726,191826	40,3439904	1%
19	845	720,07	124,93	124,926002	851,117828	44,7956752	15%
20	745	727,38	17,62	17,6220578	868,739886	43,4369943	2%
21	710	728,41	-18,41	18,4082363	887,148123	42,2451487	3%
22	691	727,33	-36,33	36,3319773	923,4801	41,9763682	5%
SUMAS	77545,0471	69674,06	-	7209,72937			10,74%
PROMEDIO	745,625453	749,18		77,5239717			
Alpha inicial ( $\alpha$ )	<b>0,05846616</b>						
Desviación estándar	94,9354681	17,0858411					
Límite Superior	982,964123						
Límite Inferior	508,286782						

Fuente: Elaboración propia.



El total de la simulación del pronóstico se muestra en la Tabla 55.

La figura 16, permite visualizar el comportamiento que tiene el pronóstico de suavización exponencial simple para el ítem 6, respecto al comportamiento real de la demanda:

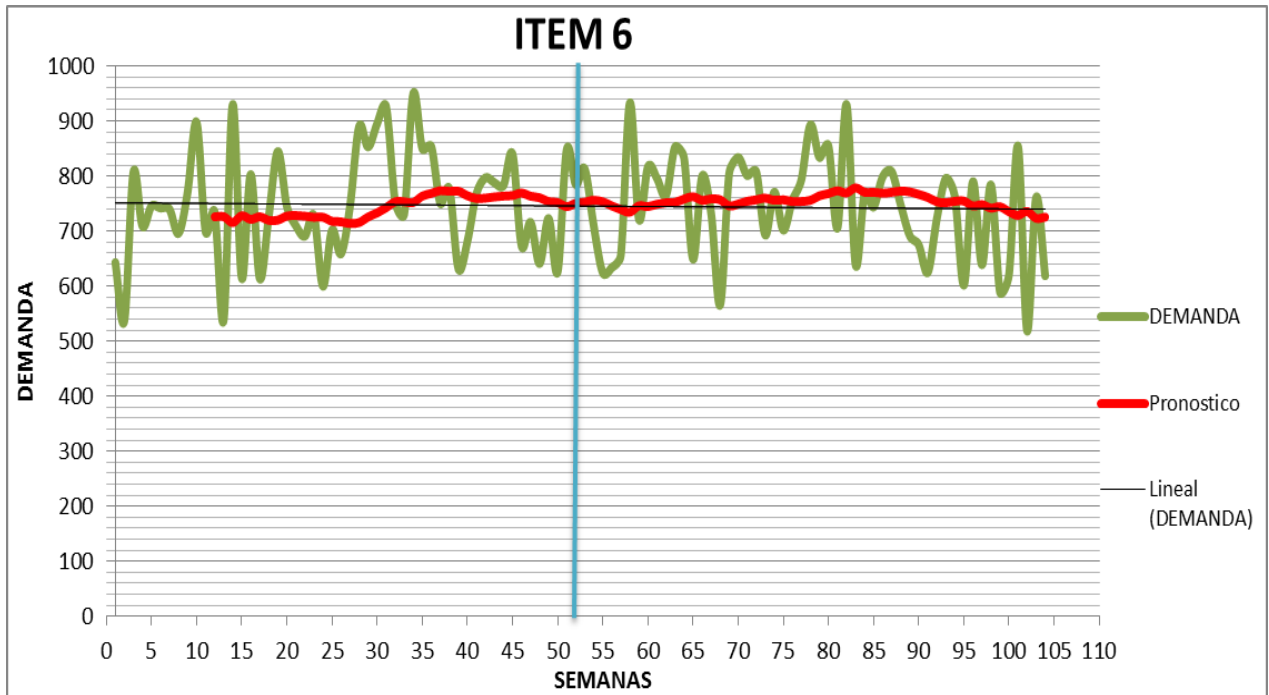


Figura 16. Pronóstico Suavización exponencial simple Ítem 6. Año 2013-2014

Con lo anterior, se establece que el sistema de pronóstico de suavización exponencial simple, se ajusta mejor al comportamiento del histórico de demanda frente al pronóstico por suavización exponencial doble, ya que optimiza el error absoluto minimizando 736,09 unidades durante el periodo evaluado.

## 10. SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS

De acuerdo al análisis sobre el comportamiento de la demanda durante el periodo 2013-2014 se define un sistema de gestión de inventarios  $s, Q$ , sobre periodos semanales (asumiendo cada año equivalente a 52 semanas laborales), para los ítems estudiados:

Ítem 1. Empanada triangular x 25 unidades (85gr),

Ítem 2. Empanada media luna x 25 unidades (85gr),

Item 6. Empanadas x 10 unidades (70gr),

A continuación se presentan las características de la demanda, que define este sistema de gestión de inventarios según Vidal, aplicadas a los ítems estudiados:

- La demanda promedio se asume que varía muy poco con el tiempo, ya que cada uno de los ítems presentan un coeficiente de variación inferior a 1.

ITEM	CV
1	0,196181139
2	0,178734766
6	0,12732327

- Los ítems se ajustan al modelo  $s, Q$ , el cual genera una orden de pedido  $Q$ , cada que el inventario efectivo llega al nivel de reorden “ $s$ ”, pues se busca un alto nivel de servicio, para lo cual el modelo plantea un punto de reorden en el que no ocurra desabastecimiento.
- Existe tiempo de aprovisionamiento constante definido por la capacidad de producción de la planta que abastece la bodega de producto terminado cada 0,204 semanas en promedio.
- Los costos unitarios de faltantes son altos, pues se establece que todo faltante, se convierte inmediatamente en una venta perdida, ya que el cliente no abastecido, compra el producto requerido en la competencia, lo que significa que la empresa se castiga en el faltante con el valor total del ítem, esto exige a la empresa AEX Alimentos Exquisitos buscar altos niveles de servicio.
- La variabilidad se distribuye de forma normal, con una desviación durante el tiempo de aprovisionamiento  $\sigma L$  definida como:

ITEM	$\sigma L$ (unidades)
1	45,35
2	28,09
6	52,53

- El tamaño de pedido  $Q$  es determinado de forma independiente al punto de reorden.
- Los ítems del caso estudio requieren un sistema de revisión continuo, ya que el inventario a controlar corresponde a productos perecederos.

El sistema  $s, Q$ , establece los siguientes parámetros, como se enuncia en el capítulo 6.5.1:

### Parámetro 1

(s) = Punto de reorden o de pedido, dado por la ecuación:

$$S = \hat{X}_L + k * \sigma L = \hat{X}_L + SS \quad (6.16)$$

Para el punto de reorden se calculan los siguientes parámetros:

- $\hat{X}_L$ : Estimación de la demanda esperada sobre el tiempo de reposición  $L$ , en unidades
- $k$ : Factor de seguridad según el nivel de servicio deseado
- $SS$ : Inventario de seguridad (semanas)
- $\sigma L$ : Estimación de la desviación estándar de los errores de los pronósticos sobre el tiempo de reposición  $L$ , en unidades.

Es importante tener en cuenta que, para determinar el parámetro  $\sigma L$ , es necesario calcular el tiempo de aprovisionamiento o lead time (LT) el cual aplica igual para cualquiera de los ítems en la empresa AEX.

Para hallar el LT se tuvo en cuenta que la empresa trabaja en producción los días martes a viernes, e incluye sábado si la demanda lo exige, lo que significa que en 5 (cinco) ocasiones se presenta aprovisionamiento de 1 día. Por otro lado, en una ocasión; el día sábado, el aprovisionamiento se generara en tres días (hasta martes). Finalmente en otra ocasión; día domingo, el aprovisionamiento se genera en dos días (hasta martes).

Conforme a lo anterior, se calcula el lead time LT, mediante promedio móvil ponderado, asignando una probabilidad de ocurrencia a cada evento, como se muestra en la Tabla 32:

Tabla 32. Promedio móvil ponderado para el Lead Time

LEAD TIME	
Probabilidad de ocurrencia	Días aprovisionamiento
71,4%	1
14,3%	2
14,3%	3
<b>LT Días</b>	<b>1,428571429</b>
<b>LT Semanas</b>	<b>0,204081633</b>

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto el aprovisionamiento promedio o lead time para todos los ítems será equivalente a 0,20408 semanas.

### Parámetro 2

Q = Cantidad económica a ordenar en cada pedido, descrita por la ecuación:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2AD}{vr}} \quad (6.21)$$

A continuación, se validan para el caso estudio los supuestos necesarios para usar la cantidad económica de pedido EOQ:

- El patrón de demanda para cada uno de los ítems es constante, lo que se comprobó con los respectivos coeficientes de variación.
- No se generan descuentos en los precios de compra, como se trata del almacenamiento de producto terminado es evidente que la empresa no realiza descuentos sobre los productos entregados a su bodega.
- Los costos en la gestión de inventarios son estacionarios, es decir, se mantienen constantes durante los dos (2) años del periodo de estudio. Esto se debe a que los costos relacionados en la gestión de inventarios correspondientes a la mano de obra; no ha variado significativamente durante el periodo estudiado, y los costos del mantenimiento del inventario continúan igual ya que no se han realizado remodelaciones que incrementen el consumo por servicios o mantenimiento de los equipos.
- La producción y demanda de cada ítem en la empresa AEX, es totalmente independiente de los otros.
- Los tiempos de reposición (LT) corresponden a un valor constante conocido como 0,204 semanas.

Para la cantidad económica de pedido EOQ, se calculan los siguientes parámetros:

- $\bar{D}$  = La tasa promedio de demanda anual del ítem 1 [unidades/año]
- $v$  = El valor unitario del ítem [\$/unidad]
- $A$  = El costo fijo de alistamiento u ordenamiento Ítem 1 [\$/orden]
- $r$  = El costo de mantener el inventario Ítem 1 [%/año ó \$/(\$ . año)]

Además de las políticas de control se determinará para cada ítem el nivel de servicio  $P_2$ , como un indicador que permite medir continuamente, si el nivel de servicio esperado satisface la demanda actual. Según Vidal (2010) dicho indicador se calcula mediante la Ec. (6.25)

En adelante se muestra como queda el sistema de control de inventarios propuesto para cada uno de los ítems.

### **10.1 Ítem 1. Empanada triangular x 25 unidades (85gr)**

Para diseñar el sistema de control de inventario del ítem 1, construyendo los parámetros citados anteriormente, se tiene:

#### **10.1.1 Punto de reorden (s).**

Para determinar el punto de reorden (s), se usara la siguiente ecuación:

$$S = \hat{X}_L + k * \sigma L \quad (6.16)$$

Dónde:

- $K$ : valor  $k$  mínimo aceptable según el nivel de servicio deseado, el cual fue acordado con el gerente de la empresa por valor del 95% de confiabilidad por ser el ítem que mayores utilidades genera. Usando la función de Excel INV.NORM.ESTAND se obtiene un coeficiente “ $k$ ” equivalente a 1,644853627.
- $\sigma L$ : la desviación estándar sobre el tiempo de reposición del ítem 1, es calculado mediante la siguiente Ec.:

$$\sigma L = \sigma_1 * \text{RAIZ}(L) \quad (6.19)$$

Para ello son necesarios los parámetros desviación del error absoluto ( $\sigma_1$ ) y lead time (LT).

$\sigma_1$ : Para determinar la desviación del error absoluto, se empleara la Ec. (6.20)

$$\sigma_1 = 1,25 * MAD$$

La MAD, Ec. (6.15), fue seleccionada del sistema de pronóstico de suavización exponencial simple por ser el que mejor se ajusta a la demanda del ítem 1, encontrando un valor de **80,31** unidades.

Con lo anterior se determina  $\sigma_1$  equivalente a **100,39**.

LT: Se toma el Lead time; Tabla 32, por valor de **0,204** semanas.

Con los anteriores valores se calcula  $\sigma_L$  usando la Ec. (6.19) así:

$$\sigma_L = 100,3936 * \text{RAIZ}(0,204) = 45,35323 \text{ unidades}$$

- $\hat{X}_l$ : Se calcula el pronóstico promedio de la demanda durante el periodo de abastecimiento de la bodega, aplicando la ecuación (6.17), obteniendo un valor de 128,3987441 unidades.

**Punto de Reorden (s)**: finalmente se halló el punto de reorden (s) mediante la ecuación (6.16), como se muestra a continuación:

$$S = 128,3987441 + (1,644853627 * 45,35323) = 202,9 \text{ unidades}$$

El “s” para el sistema de gestión de inventarios significa que: una vez el nivel de inventario efectivo de las empanadas para el ítem 1 se reduzca a 202,9 unidades, se ordena una cantidad económica Q a la planta de producción.

Además, con las anteriores variables  $k$  y  $\sigma_L$ , se determina el inventario de seguridad (Is o SS), mediante la Ec. (6.18), así:

$$SS = k * \sigma_L = 1,644853627 * 45,35323 = 74,59 \text{ unidades}$$

El SS para el sistema de gestión significa que la empresa tendrá 74,59 unidades en inventario para responder a demandas mayores a la demanda promedio durante el tiempo efectivo que tarda en llegar un pedido.

### 10.1.2 Cantidad económica de pedido EOQ.

La cantidad económica de pedido (EOQ), corresponde al segundo parámetro del sistema de control  $s, Q$ , descrito por la ecuación (6.21) mostrada a continuación:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2A\bar{D}}{vr}} \quad (6.21)$$

#### Parámetros:

Para encontrar el EOQ, se calculan los parámetros descritos a continuación:

- La tasa de demanda anual del ítem 1 [unidades/año], mediante la Ec. (6.22)

$$\bar{D} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i = \frac{a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n}{n} = 32.716 \text{ unidades/año}$$

- El valor unitario del ítem [\$/unidad] suministrado por la empresa.  
 $V = \$ 6.000$

Los parámetros “r” y “A” se determina conforme a las Tablas 16-17 respectivamente así:

- El costo de mantener el inventario Ítem 1 [%/año ó \$/(\$ . año)]

$$r = 5,5 \% \text{ o } \$7.863.644,02$$

- El costo fijo de alistamiento u ordenamiento Ítem 1 [\$/orden]

$$A = \$ 2.543,75$$

Reemplazando los parámetros anteriormente descritos en la Ec. (6.21), se encuentra:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2A\bar{D}}{vr}} = \sqrt{\frac{2 * \$ 2.543,75 * 32.716}{\$6000 * 5,5\%}} = 710 \text{ unidades}$$

El EOQ del ítem 1 significa que, cada vez que el inventario llegue al punto de reorden (s) 202,9 unidades, la planta debe suministrar 710 unidades del ítem 1.

Con esta cantidad económica de pedido se determina mediante la Ec. (6.24), el número de reposiciones por año equivalente a 46 reposiciones para el ítem 1. Lo que quiere decir que se debe producir cada 1,128 semanas aproximadamente.

Adicionalmente, se define el indicador de inventario promedio a la mano mediante la Ec. (6.23), por valor de 430 unidades.

### Nivel de Servicio P<sub>2</sub>

El nivel de servicio se calcula mediante la expresión:

$$P_2 = 1 - \frac{\sigma_L * G_z(k)}{Q} \quad (6.25)$$

Dónde:

- **σ<sub>L</sub>**: desviación estándar sobre el tiempo de reposición del ítem, calculado en el capítulo 10.1.1 como 45,35 unidades.
- **G<sub>z</sub>(k)** : es una función especial de la distribución normal unitaria N, determinada conforme al Anexo 5, determinada según el factor de seguridad k = 1,644853627 hallado anteriormente, lo que permite obtener G<sub>z</sub>(k) = 0,021137.
- **Q**: cantidad económica de pedido determinada para el ítem 1 por valor de 710 unidades.

Reemplazando los parámetros anteriormente descritos en la Ec. (6.25), se encuentra:

$$P_2 = 1 - \frac{45,35 * 0,021137}{710} = 0,9986498$$

Lo que significa que el 99,86% de las unidades demandadas podrán ser satisfechas del inventario a la mano, mediante esta política de control.

### 10.1.3 Costo total relevante (CTR).

Según Vidal (2010), el costo total relevante (CTR) es importante para determinar la viabilidad de las políticas de control de inventarios propuestas en el presente proyecto. El costo total relevante se expresa de la siguiente manera:

$$\begin{array}{ccccc} \text{Costo anual de} & & \text{Costo anual de mantenimiento} & & \text{Costo anual de los} \\ \text{ordenamiento} & + & \text{del inventario basado en el} & + & \text{faltantes} \\ & & \text{inventario promedio} & & \end{array}$$

Dónde:



- **Costo anual de ordenamiento**

Para determinar el costo anual de ordenamiento, se reemplaza en la Ec. (6.27), los datos obtenidos en los análisis anteriores así:

$$= \frac{AD}{Q} = \frac{\$2.543,75 * 32.716 \text{ unidades}}{710 \text{ unidades}} = \$ 117.213,13$$

- **Costo anual de mantenimiento de inventario promedio**

Para determinar el costo anual de mantenimiento se calcula el volumen total de unidades pedidas durante el año, y se reemplaza en la Ec. (6.28), junto a los datos obtenidos en los análisis anteriores así:

$$\begin{aligned} &= \left(\frac{Q}{2} + k \sigma L\right) vr \\ &= \left(\frac{32716 \text{ und}}{2} + 1,64 * 45,35 \text{ unidades}\right) (\$ 6.000 * 5,5\%) \\ &= \$ 5.423.178,69 \end{aligned}$$

- **Costo anual de faltantes**

Para determinar el costo anual de faltantes, se utiliza la siguiente expresión:

$$\frac{D}{Q} (B_2 v)^* \sigma L * G_z(k) \quad (6.30)$$

Dónde:

D: La tasa de demanda anual del ítem 1, hallada anteriormente por valor de 32.716 *und*

Q: Tamaño de pedido hallado anteriormente por valor de 710 unidades.

V: valor del ítem definido como \$6.000

$\sigma L$ : Desviación estándar de los errores de los pronósticos sobre el tiempo de reposición L, hallado anteriormente por valor de 45,359 unidades.

$B_2$ : El factor de faltante B2. Vidal afirma que es difícil o imposible de cuantificar en la práctica, lo que es recomendable emplear valores prudentes que no afecten la eficiencia del nivel de servicio, pero que permita estimar un costo para los faltantes. Por dicha situación se asume la fracción estimada del costo de faltante B2 equivalente a 0,09.

$G_z(k)$ : Función especial de la distribución normal unitaria, para el caso estudio se asume que los faltantes se convierten en ventas perdidas, ya que el cliente requiere el

producto inmediatamente o de lo contrario, se desplazara directamente a la competencia. Vidal afirma que para estimar el costo faltante cuando la venta se pierde totalmente, debe calcularse la función  $G_z(k)$  de acuerdo a la Ec. (6.31), de la siguiente manera:

$$G_z(k) = \frac{Q}{\sigma L} \left( \frac{1-P_z}{P_z} \right) = \frac{710}{45,359} \left( \frac{1-0,998}{0,998} \right) = 0,021165577$$

Finalmente, reemplazando en la Ec. (6.30) los datos obtenidos en los análisis anteriores se halló el costo anual de faltante como se muestra a continuación:

$$\frac{32.716 \text{ unidades}}{710 \text{ unidades}} (0,09 * \$6000) * 45,35 * 0,021165577 = \$ 23.885,48$$

### Costo Total Relevante:

Finalmente el costo total relevante en función del punto óptimo de pedido (Q), viene dado por la Ec. (6.26):

$$CTR(Q) = \frac{AD}{Q} + \left( \frac{Q}{2} + k \sigma L \right) vr + \frac{D}{Q} (B_2 v) * \sigma L * G_z(k)$$

$$CTR(Q) = \$ 117.213,13 + \$ 5.423.178,69 + \$ 23.885,48$$

$$CTR(Q) = \$ 5.564.277,30$$

La política de control de inventario para un 95% de confianza, sería revisar continuamente y ordenar 710 paquetes del ítem 1- Empanada triangular x 25 unidades (85gr), una vez el nivel de inventario efectivo se reduzca a  $s = 202,99$  paquetes, asumiendo un costo total relevante para esta política equivalente a \$ 5.564.277,30 anual.

## 10.2 Ítem 2. Empanada media luna x 25 unidades (85gr)

Para diseñar el sistema de control de inventario del ítem 2, construyendo los parámetros citados anteriormente, se tiene:

### 10.2.1 Punto de reorden (s).

Para determinar el punto de reorden (s), se usara la siguiente ecuación:

$$S = \hat{X}_L + k * \sigma L \quad (6.16)$$

Dónde:

- $K$ : valor  $k$  mínimo aceptable según el nivel de servicio deseado, el cual fue acordado con el gerente de la empresa por valor del 90% de confiabilidad por ser el segundo ítem que mayores utilidades genera, sin embargo, es consiente que actualmente no cuenta con la capacidad instalada para la satisfacción total de la demanda. Usando la función de Excel INV.NORM.ESTAND se obtiene un coeficiente “ $k$ ” equivalente a 1,281551566
- $\sigma L$ : la desviación estándar sobre el tiempo de reposición del ítem 2, es calculado mediante la siguiente Ec.:

$$\sigma L = \sigma_1 * \text{RAIZ}(L) \quad (6.19)$$

Para ello son necesarios los parámetros desviación del error absoluto ( $\sigma_1$ ) y lead time (LT).

$\sigma_1$ : Para determinar la desviación del error absoluto, se empleara la Ec. (6.20).

$$\sigma_1 = 1,25 * \text{MAD}$$

La MAD, Ec. (6.15), fue seleccionada del sistema de pronóstico de suavización exponencial simple por ser el que mejor se ajusta a la demanda del ítem 2, encontrando un valor de **49,74** unidades.

Con lo anterior se determina  $\sigma_1$  equivalente a **62,18**.

LT: Se toma el Lead time; Tabla 32, por valor de **0,204** semanas.

Con los anteriores valores se calcula  $\sigma L$  usando la Ec. (6.19) así:

$$\sigma L = 62,18 * \text{RAIZ}(0,204) = 28,09 \text{ unidades}$$

- $\hat{X}_l$ : Se calcula el pronóstico promedio de la demanda durante el periodo de abastecimiento de la bodega, aplicando la ecuación (6.17), obteniendo un valor de 75,66 unidades.

**Punto de Reorden (s)**: finalmente se halló el punto de reorden (s) mediante la ecuación (6.16), como se muestra a continuación:

$$S = 75,66 + (1,281551566 * 28,09) = 111,66 \text{ unidades}$$

El “s” para el sistema de gestión de inventarios significa que: una vez el nivel de inventario efectivo de las empanadas para el ítem 2 se reduzca a 111,66 unidades, se ordena una cantidad económica Q a la planta de producción.

Además, con las anteriores variables  $k$  y  $\sigma L$ , se determina el inventario de seguridad (Is o SS), mediante la Ec. (6.18), así:

$$SS = k * \sigma L = 1,281551566 * 28,09 = 36 \text{ unidades}$$

El SS para el sistema de gestión significa que la empresa tendrá 36 unidades en inventario para responder a demandas mayores a la demanda promedio durante el tiempo efectivo que tarda en llegar un pedido.

### 10.2.2 Cantidad económica de pedido EOQ.

La cantidad económica de pedido (EOQ), corresponde al segundo parámetro del sistema de control  $s$ ,  $Q$ , descrito por la ecuación (6.21) mostrada a continuación:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2AD}{vr}} \quad (6.21)$$

#### Parámetros:

Para encontrar el EOQ, se calculan los parámetros descritos a continuación:

- La tasa de demanda anual del ítem 2 [unidades/año], mediante la Ec. (6.22)

$$\bar{D} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i = \frac{a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n}{n} = 19.279 \text{ unidades/año}$$

- El valor unitario del ítem [\$/unidad] suministrado por la empresa.  
V = \$ 6.000

Los parámetros “r” y “A” se determina conforme a las Tablas 16-17 respectivamente así:

- El costo de mantener el inventario Ítem 1 [%/año ó \$/(\$ . año)]  
r = 2,93 % o \$4.190.301,14
- El costo fijo de alistamiento u ordenamiento Ítem 1 [\$/orden]  
A = \$2.543,75

Reemplazando los parámetros anteriormente descritos en la Ec. (6.21), se encuentra:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2AD}{vr}} = \sqrt{\frac{2 * \$2.543,75 * 19.279}{\$6000 * 2,93\%}} = 747 \text{ unidades}$$

El EOQ del ítem 2 significa que, cada vez que el inventario llegue al punto de reorden (s) 111,66 unidades, la planta debe suministrar 747 unidades del ítem 2.

Con esta cantidad económica de pedido se determina mediante la Ec. (6.24), el número de reposiciones por año equivalente a 26 reposiciones para el ítem 2. Lo que quiere decir que se debe producir cada 2,01 semanas aproximadamente.

Adicionalmente, se define el indicador de inventario promedio a la mano mediante la Ec. (6.23), por valor de 409,5 unidades.

### Nivel de Servicio P2

El nivel de servicio se calcula mediante la expresión:

$$P_2 = 1 - \frac{\sigma_L * G_z(k)}{Q} \quad (6.25)$$

Dónde:

- $\sigma_L$ : desviación estándar sobre el tiempo de reposición del ítem, calculado en el capítulo 10.2.1 como 28,09 unidades.
- $G_z(k)$  : es una función especial de la distribución normal unitaria N, determinada conforme al Anexo 5, determinada según el factor de seguridad  $k = 1,281551566$  hallado anteriormente, lo que permite obtener  $G_z(k) = 0,047499$
- $Q$ : cantidad económica de pedido determinada para el ítem 2 por valor de 747 unidades.

Reemplazando los parámetros anteriormente descritos en la Ec. (6.25), se encuentra:

$$P_2 = 1 - \frac{28,09 * 0,047499}{747} = 0,998214$$

Lo que significa que el 99,82% de las unidades demandadas podrán ser satisfechas del inventario a la mano, mediante esta política de control.

### 10.2.3 Costo total relevante (CTR).

Según Vidal (2010), el costo total relevante (CTR) es importante para determinar la viabilidad de las políticas de control de inventarios propuestas en el presente proyecto. El costo total relevante se expresa de la siguiente manera:

$$\text{Costo anual de ordenamiento} + \text{Costo anual de mantenimiento del inventario basado en el inventario promedio} + \text{Costo anual de los faltantes}$$

Dónde:

- **Costo anual de ordenamiento**

Para determinar el costo anual de ordenamiento, se reemplaza en la Ec. (6.27), los datos obtenidos en los análisis anteriores así:

$$= \frac{AD}{Q} = \frac{\$2.543,75 * 19.279 \text{ unidades}}{747 \text{ unidades}} = \$ 65.650,54$$

- **Costo anual de mantenimiento de inventario promedio**

Para determinar el costo anual de mantenimiento se calcula el volumen total de unidades pedidas durante el año, y se reemplaza en la Ec. (6.28), junto a los datos obtenidos en los análisis anteriores así:

$$\begin{aligned} &= \left(\frac{Q}{2} + k \sigma L\right) vr \\ &= \left(\frac{19.279 \text{ und}}{2} + 1,281551566 * 28,09 \text{ unidades}\right) (\$ 6.000 * 2,9\%) \\ &= \$ 1.701.542,04 \end{aligned}$$

- **Costo anual de faltantes**

Para determinar el costo anual de faltantes, se utiliza la siguiente expresión:

$$\frac{D}{Q} (B_2 v)^* \sigma L * G_z(k) \quad (6.30)$$

Dónde:

D: La tasa de demanda anual del ítem 1, hallada anteriormente por valor de 19.279 und

Q: Tamaño de pedido hallado anteriormente por valor de 747 unidades.

V: valor del ítem definido como \$6.000

$\sigma_L$ : Desviación estándar de los errores de los pronósticos sobre el tiempo de reposición L, hallado anteriormente por valor de 28,09 unidades.

$B_2$ : El factor de faltante B2. Vidal afirma que es difícil o imposible de cuantificar en la práctica, lo que es recomendable emplear valores prudentes que no afecten la eficiencia del nivel de servicio, pero que permita estimar un costo para los faltantes. Por dicha situación se asume la fracción estimada del costo de faltante B2 equivalente a 0,09.

$G_z(k)$ : Función especial de la distribución normal unitaria, para el caso estudio se asume que los faltantes se convierten en ventas perdidas, ya que el cliente requiere el producto inmediatamente o de lo contrario, se desplazara directamente a la competencia. Vidal afirma que para estimar el costo faltante cuando la venta se pierde totalmente, debe calcularse la función  $G_z(k)$  de acuerdo a la Ec. (6.31), de la siguiente manera:

$$G_z(k) = \frac{Q}{\sigma_L} \left( \frac{1-P_2}{P_2} \right) = \frac{747}{28,09} \left( \frac{1-0,998214}{0,998214} \right) = 0,047584007$$

Finalmente, reemplazando en la Ec. (6.30) los datos obtenidos en los análisis anteriores se halló el costo anual de faltante como se muestra a continuación:

$$= \frac{19.279 \text{ und}}{747 \text{ und}} (0,09 * \$6000) * 28,09 * 0,047584007 = \mathbf{\$18.631,47}$$

### **Costo Total Relevante:**

Finalmente el costo total relevante en función del punto óptimo de pedido (Q), viene dado por la Ec. (6.26):

$$CTR(Q) = \frac{AD}{Q} + \left( \frac{Q}{2} + k \sigma_L \right) vr + \frac{D}{Q} (B_2 v) * \sigma_L * G_z(k)$$

$$CTR(Q) = \$ 65.650,54 + \$ 1.701.542,04 + \$18.631,47$$

$$CTR(Q) = \$ 1.785.824,05$$

La política de control de inventario para un 90% de confianza, sería revisar continuamente y ordenar 747 paquetes del ítem 2 Empanada media luna x 25 unidades (85gr), una vez el nivel de inventario efectivo se reduzca a  $s = 111,66$  paquetes, asumiendo un costo total relevante para esta política equivalente a \$ 1.785.824,05 anual.

### 10.3 Ítem 6. Empanadas x 10 unidades de 70 gr

Para diseñar el sistema de control de inventario del ítem 6, construyendo los parámetros citados anteriormente, se tiene:

#### 10.3.1 Punto de reorden (s).

Para determinar el punto de reorden (s), se usara la siguiente ecuación:

$$S = \hat{X}_L + k * \sigma L \quad (6.16)$$

Dónde:

- $K$ : valor  $k$  mínimo aceptable según el nivel de servicio deseado, el cual fue acordado con el gerente de la empresa por valor del 90% de confiabilidad por ser el tercer ítem que mayores utilidades, sin embargo, es consiente que actualmente no cuenta con la capacidad instalada para la satisfacción total de la demanda. Usando la función de Excel INV.NORM.ESTAND se obtiene un coeficiente “ $k$ ” equivalente a 1,281551566
- $\sigma L$ : la desviación estándar sobre el tiempo de reposición del ítem 6, es calculado mediante la siguiente Ec.:

$$\sigma L = \sigma_1 * \text{RAIZ}(L) \quad (6.19)$$

Para ello son necesarios los parámetros desviación del error absoluto ( $\sigma_1$ ) y lead time (LT).

$\sigma_1$ : Para determinar la desviación del error absoluto, se empleara la Ec. (6.20)

$$\sigma_1 = 1,25 * \text{MAD}$$

La MAD, Ec. (6.15), fue seleccionada del sistema de pronóstico de suavización exponencial simple por ser el que mejor se ajusta a la demanda del ítem 6, encontrando un valor de **77,52** unidades.

Con lo anterior se determina  $\sigma_1$  equivalente a **116,28**.

LT: Se toma el Lead time; Tabla 32, por valor de **0,204** semanas.

Con los anteriores valores se calcula  $\sigma L$  usando la Ec. (6.19) así:

$$\sigma L = 116,28 * \text{RAIZ}(0,204) = 52,53 \text{ unidades}$$



- $\hat{X}_t$ : Se calcula el pronóstico promedio de la demanda durante el periodo de abastecimiento de la bodega, aplicando la ecuación (6.17), obteniendo un valor de 146 unidades.

**Punto de Reorden (s):** finalmente se halló el punto de reorden (s) mediante la ecuación (6.16), como se muestra a continuación:

$$S = 146 + (1,281551566 * 52,53) = 213,714 \text{ unidades}$$

El “s” para el sistema de gestión de inventarios significa que: una vez el nivel de inventario efectivo de las empanadas para el ítem 6 se reduzca a 213,714 unidades, se ordena una cantidad económica Q a la planta de producción.

Además, con las anteriores variables  $k$  y  $\sigma_L$ , se determina el inventario de seguridad (Is o SS), mediante la Ec. (6.18) así:

$$SS = k * \sigma_L = 1,281551566 * 52,53 = 67,32 \text{ unidades}$$

El SS para el sistema de gestión significa que la empresa tendrá 67,32 unidades en inventario para responder a demandas mayores a la demanda promedio durante el tiempo efectivo que tarda en llegar un pedido.

### 10.3.2 Cantidad económica de pedido EOQ.

La cantidad económica de pedido (EOQ), corresponde al segundo parámetro del sistema de control  $s$ ,  $Q$ , descrito por la ecuación (6.21) mostrada a continuación:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2A\bar{D}}{vr}} \quad (6.21)$$

#### Parámetros:

Para encontrar el EOQ, se calculan los parámetros descritos a continuación:

- La tasa de demanda anual del ítem 6 [unidades/año], mediante la Ec. (6.22)

$$\bar{D} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i = \frac{a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n}{n} = 38.735 \text{ und/año}$$

- El valor unitario del ítem [\$/unidad] suministrado por la empresa.

$$V = \$ 2.000$$

Los parámetros “r” y “A” se determina conforme a las Tablas 16-17 respectivamente así:

- El costo de mantener el inventario Ítem 1 [%/año ó \$/(\$ . año)]

$$r = 5,83 \% \text{ o } \$ 8.328.804,84$$

- El costo fijo de alistamiento u ordenamiento Ítem 1 [\$/orden]

$$A = \$ 3.429,17$$

Reemplazando los parámetros anteriormente descritos en la Ec. (6.21), se encuentra:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2AD}{vr}} = \sqrt{\frac{2 * \$3.429,17 * 38.735}{\$2000 * 5,83 \%}} = 1.510 \text{ unidades}$$

El EOQ del ítem 6 significa que, cada vez que el inventario llegue al punto de reorden (s) 213,714 unidades, la planta debe suministrar 1.510 unidades del ítem 6.

Con esta cantidad económica de pedido se determina mediante la Ec. (6.24), el número de reposiciones por año equivalente a 26 reposiciones para el ítem 6. Lo que quiere decir que se debe producir cada 2,02 semanas aproximadamente.

Adicionalmente, se define el indicador de inventario promedio a la mano mediante la Ec. (6.23), por valor de 822,32 unidades.

## Nivel de Servicio P2

El nivel de servicio se calcula mediante la expresión:

$$P_2 = 1 - \frac{\sigma L * G_z(k)}{Q} \quad (6.25)$$

Dónde:

- $\sigma L$ : desviación estándar sobre el tiempo de reposición del ítem, calculado en el capítulo 10.3.1 como 52,53 unidades.
- $G_z(k)$  : es una función especial de la distribución normal unitaria N, determinada conforme al Anexo 5. determinada según el factor de seguridad  $k = 1,281551566$  hallado anteriormente, lo que permite obtener  $G_z(k) = 0,047499$
- $Q$ : cantidad económica de pedido determinada para el ítem 6 por valor de 1.510 unidades.

Reemplazando los parámetros anteriormente descritos en la Ec. (6.25), se encuentra:

$$P_2 = 1 - \frac{52,53 * 0,047499}{1.510} = 0,99835$$

Lo que significa que el 99,8 % de las unidades demandadas podrán ser satisfechas del inventario a la mano, mediante esta política de control.

### 10.3.3 Costo total relevante (CTR).

Según Vidal (2010), el costo total relevante (CTR) es importante para determinar la viabilidad de las políticas de control de inventarios propuestas en el presente proyecto. El costo total relevante se expresa de la siguiente manera:

$$\begin{array}{rcc} \text{Costo anual de} & & \text{Costo anual de mantenimiento} & & \text{Costo anual de} \\ \text{ordenamiento} & + & \text{del inventario basado en el} & + & \text{los faltantes} \\ & & \text{inventario promedio} & & \end{array}$$

Dónde:

- **Costo anual de ordenamiento**

Para determinar el costo anual de ordenamiento, se reemplaza en la Ec. (6.27), los datos obtenidos en los análisis anteriores así:

$$= \frac{AD}{Q} = \frac{\$ 3.429,17 * 38.735 \text{ unidades}}{1.510 \text{ unidades}} = \$ 87.966,23$$

- **Costo anual de mantenimiento de inventario promedio**

Para determinar el costo anual de mantenimiento se calcula el volumen total de unidades pedidas durante el año, y se reemplaza en la Ec. (6.28), junto a los datos obtenidos en los análisis anteriores así:

$$\begin{aligned} &= \left(\frac{Q}{2} + k \sigma L\right) vr \\ &= \left(\frac{38.735 \text{ und}}{2} + 1,281551566 * 52,53 \text{ unidades}\right) (\$ 2.000 * 5,83 \%) \\ &= \$ 2.264.470,58 \end{aligned}$$

- **Costo anual de faltantes**

Para determinar el costo anual de faltantes, se utiliza la siguiente expresión:

$$\frac{D}{Q} (B_2 v) * \sigma L * G_z(k) \quad \text{Ec. (6.30)}$$

Dónde:

D: La tasa de demanda anual del ítem 1, hallada anteriormente por valor de 38.735 unidades

Q: Tamaño de pedido hallado anteriormente por valor de 1.510 unidades.

V: valor del ítem definido como \$2.000

$\sigma L$ : Desviación estándar de los errores de los pronósticos sobre el tiempo de reposición L, hallado anteriormente por valor de 52,53 unidades.

$B_2$ : El factor de faltante B2. Vidal afirma que es difícil o imposible de cuantificar en la práctica, lo que es recomendable emplear valores prudentes que no afecten la eficiencia del nivel de servicio, pero que permita estimar un costo para los faltantes. Por dicha situación se asume la fracción estimada del costo de faltante B2 equivalente a 0,09.

$G_z(k)$ : Función especial de la distribución normal unitaria, para el caso estudio se asume que los faltantes se convierten en ventas perdidas, ya que el cliente requiere el producto inmediatamente o de lo contrario, se desplazara directamente a la competencia. Vidal afirma que para estimar el costo faltante cuando la venta se pierde totalmente, debe calcularse la función  $G_z(k)$  de acuerdo a la Ec. (6.31), de la siguiente manera:

$$G_z(k) = \frac{Q}{\sigma L} \left( \frac{1-P_2}{P_2} \right) = \frac{1.510}{52,53} \left( \frac{1-0,99835}{0,99835} \right) = 0,047577625$$

Finalmente, reemplazando en la Ec. (6.30) los datos obtenidos en los análisis anteriores se halló el costo anual de faltante como se muestra a continuación:

$$= \frac{38.735 \text{ unidades}}{1.510 \text{ unidades}} (0,09 * \$2000) * 52,53 * 0,047577625 = \$ 11.541,22$$

**Costo Total Relevante:**

Finalmente el costo total relevante en función del punto óptimo de pedido (Q), viene dado por la Ec. (6.26):

$$\text{CTR (Q)} = \frac{AD}{Q} + \left(\frac{Q}{2} + k \sigma L\right)vr + \frac{D}{Q}(B_2v)^* \sigma L * G_z(k)$$

$$\text{CTR (Q)} = \$ 87.966,23 + \$ 2.264.470,58 + \$ 11.541,22$$

$$\text{CTR (Q)} = \$ 2.363.978,03$$

La política de control de inventario para un 90% de confianza, sería revisar continuamente y ordenar 1.510 paquetes del ítem 6. Empanadas x 10 unidades de 70 gr, una vez el nivel de inventario efectivo se reduzca a  $s = 213,71$  paquetes, asumiendo un costo total relevante para esta política equivalente a \$ 2.363.978,03 anual.

## 11. IMPACTO ECONÓMICO DEL DISEÑO DEL SISTEMA PROPUESTO CON RESPECTO A LA GESTIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.

Para evaluar el impacto económico del sistema de gestión de inventarios propuesto para cada uno de los ítems, se realizó un comparativo entre los costos asumidos por el sistema de gestión propuesto y los costos asumidos actualmente por la empresa relacionada con la gestión de inventarios, Capítulo 8.4, a fin de determinar el ahorro que beneficie a la empresa en caso de decidir implementar el sistema propuesto. Los costos a comparar corresponden a:

- Costo de ordenamiento o de alistamiento “A”
- Costo de mantenimiento de inventario “r”.
- Costo de faltantes de inventario o stockout

A continuación se muestra el análisis realizado:

### 11.1 Costo de ordenamiento o de alistamiento “A”

Para definir el impacto en el costo de ordenamiento, debe tenerse en cuenta que la empresa ordena PT todos los días que la planta trabaja en producción, es decir, 192 días promedio al año. La Tabla 41 muestra el valor de ordenamiento anual, asumido actualmente para los ítems estudiados:

Tabla 33. Costo actual de ordenamiento por ítem durante el año.

ITEM	Días de producción año (1)	Costo de ordenar (2)	TOTAL ORDENAMIENTO AÑO (1*2)
1	192	\$2.544	\$488.400,00
2		\$ 2.544	\$ 488.400,00
6		\$ 3.429	\$658.400,00

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se muestra el análisis del sistema de gestión de inventario, en términos de ahorro según el costo de ordenamiento:

Ítem 1- Empanada triangular x 25 unidades (85gr)

El costo actual de ordenamiento para el ítem 1, corresponde a \$ 488.400,00, mientras que el sistema de gestión de inventarios desarrollado define un costo por ordenamiento para

el ítem 1 equivalente a \$ 117.213,13. Lo que significa la reducción de \$ 371.186,87, es decir, se genera un ahorro de 76% respecto a los costos generados actualmente.

**Ítem 2- Empanada media luna x 25 unidades (85gr):**

El costo actual de ordenamiento para el ítem 2, corresponde a \$ 488.400,00, mientras que el sistema de gestión de inventarios desarrollado define un costo por ordenamiento para el ítem 2 equivalente a \$65.650,54. Lo que significa la reducción de \$ 422.749,46, es decir, se genera un ahorro de 86,6% respecto a los costos generados actualmente.

**Ítem 6- Empanadas x 10 unidades de (70 gr):**

El costo actual de ordenamiento para el ítem 6, corresponde a \$ 658.400,00, mientras que el sistema de gestión de inventarios desarrollado define un costo por ordenamiento para el ítem 6 equivalente a \$87.966,23. Lo que significa la reducción de \$570.433,77, es decir, se genera un ahorro de 86,6% respecto a los costos generados actualmente.

La Tabla 42 resume el ahorro entre los costos por ordenamiento que la empresa asume actualmente, frente el costo asumido por el modelo propuesto.

Tabla 34. Ahorro detectado en los costos de ordenamiento

<b>COSTOS DE ORDENAMIENTO</b>				
<b>Ítem</b>	<b>Actual</b>	<b>Sistema propuesto</b>	<b>% Ahorro</b>	<b>\$ Ahorro</b>
1	\$488.400,00	\$117.213,13	76,0%	\$371.186,87
2	\$488.400,00	\$ 65.650,54	86,6%	\$422.749,46
6	\$ 658.400,00	\$ 87.966,23	86,6%	\$570.433,77
<b>TOTAL</b>	<b>\$1.635.200,00</b>	<b>\$270.829,91</b>	<b>83,4%</b>	<b>\$ 1.364.370,09</b>

Fuente: Elaboración propia.

Se puede apreciar que el total de los costos actuales de ordenamiento para la empresa equivalen a \$1.635.200, mientras que el sistema propuesto asume un costo para todos los ítems equivalente a \$270.829,91, lo que representa un ahorro sobre el costo total de ordenamiento para los tres ítems por valor de \$ 1.364.370,09, es decir el 83%.

Dada la cantidad económica de pedido encontrada, el número de veces que se pide al año corresponden a 46 ocasiones para el ítem 1, 26 ocasiones para el ítem 2, 26 ocasiones para el ítem 6, comparado con el número de pedidos actualmente equivalente a 192 ocasiones para cada ítem. Esto impacta directamente el costo principal de ordenamiento correspondiente a la mano de obra, ya que se libera el tiempo laboral del personal, y este puede emplearse en otras actividades que agreguen valor a la compañía, disminuyendo significativamente los costos de ordenamiento.

## 11.2 Costo de mantenimiento de inventario “r”.

Para determinar el impacto económico del sistema de gestión de inventario referente al parámetro “r”, se relacionan los costos definidos en la sección 3.4.1, correspondiente a la mano de obra, pago de servicios y gestión de equipos que intervienen en el mantenimiento de inventarios, adicionalmente se agregan a los costos de mantenimiento las pérdidas por ruptura del inventario, generado por deterioro del producto por manipulación para el almacenamiento o la distribución, lo que se castiga por el valor total del producto. Para efectos del proyecto, debe tenerse en cuenta que el sistema de pronóstico desarrollado para cada uno de los ítems, garantiza la minimización del riesgo de averías por la excesiva manipulación del PT, ya que estima la cantidad óptima de inventarios a gestionar, por lo que se determinara que no existe pérdidas por averías.

Para determinar el valor de las pérdidas por averías, en el sistema actual, para los ítems 1, 2 y 6 se determinan el promedio anual de producto averiado, y se emplea la Ec. (6.29) que relaciona el valor del ítem por el promedio actual de averías, la cual permitió obtener los valores para averías así:

- a) Ítem 1, el promedio de averías anual son 151 unidades, definiendo una pérdida por valor de \$ 909.000,00
- b) Ítem 2, el promedio de averías anual son 21 unidades, definiendo una pérdida por valor de \$ 123.000,00
- c) Ítem 6, el promedio de averías anual son 49 unidades, definiendo una pérdida por valor de \$ 98.000,00

Las pérdidas anteriores representan el 61% de las pérdidas totales por averías en la empresa.

De igual forma, a este análisis de costos se adicionan aquellos por mantenimiento del inventario: mano de obra representada en los procesos de recepción, almacenamiento, inspección y despacho, espacio utilizado para el mantenimiento de dicho inventario y con este los servicios por energía y mantenimiento del cuarto frío. Con los costos anteriores, se realizó el análisis comparativo frente a los costos por mantenimiento de inventarios obtenidos en el sistema de gestión propuesto, obteniendo los siguientes resultados:

Ítem 1. Empanada triangular x 25 unidades (85gr)

Según lo encontrado, sección 8.4.1, el costo actual por mantenimiento de inventarios para el ítem 1 equivale a \$6.954.644,02, adicional a un costo por averías promedio correspondiente a \$ 909.000,00, dando como resultado un costo total de mantenimiento por valor de \$ 7.863.644,02. En cambio, el sistema propuesto arroja un costo basado en el



inventario promedio por mantenimiento anual para el ítem 1 equivalente a \$5.423.178,69. Lo que significa la reducción de \$2.440.465,33 siendo el 31% de los costos generados actualmente.

Ítem 2. Empanada media luna x 25 unidades (85gr):

Según lo encontrado, sección 8.4.1, el costo actual por mantenimiento de inventarios para el ítem 2 equivale a \$ 4.067.301,14, adicional a un costo por averías promedio correspondiente a \$123.000,00, dando como resultado un costo total de mantenimiento por valor de \$ 4.190.301,14. En cambio, el sistema propuesto define un costo basado en el inventario promedio por mantenimiento anual para el ítem 2 equivalente a \$ 1.701.542,04. Lo que significa la reducción de \$2.488.759,10 siendo el 59,4% de los costos generados actualmente.

Ítem 6. Empanadas x 10 unidades de (70 gr):

Según lo encontrado, sección 3.4.1, el costo total por mantenimiento de inventarios para el ítem 6 equivale a \$8.230.804,84, adicional a un costo por averías promedio correspondiente a \$98.000,00, dando como resultado un costo total de manteniendo por valor de \$ 8.328.804,84. En cambio, el sistema propuesto define un costo basado en el inventario promedio por mantenimiento anual para el ítem 6 equivalente a \$2.264.470,58. Lo que significa la reducción de \$6.064.334,27 siendo el 72,8% de los costos generados actualmente.

La Tabla 43, resume el ahorro entre los costos por mantenimiento que la empresa asume actualmente, frente el costo del modelo propuesto.

Tabla 35. Ahorro detectado en los costos por mantenimiento

COSTOS DE MANTENIMIENTO				
Ítem	Actual	Sistema propuesto	% Ahorro	\$ Ahorro
1	\$7.863.644,02	\$ 5.423.178,69	31,0%	\$ 2.440.465,33
2	\$ 4.190.301,14	\$ 1.701.542,04	59,4%	\$2.488.759,10
6	\$ 8.328.804,84	\$ 2.264.470,58	72,8%	\$ 6.064.334,27
<b>TOTAL</b>	<b>\$20.382.750,00</b>	<b>\$ 9.389.191,30</b>	<b>53,9%</b>	<b>\$ 10.993.558,70</b>

Fuente: Elaboración propia.

Se puede apreciar que el total de los costos de mantenimiento para la empresa en relación con los tres ítems equivalen a \$20.382.750,00. Con el sistema de inventarios, se asumen los costos sobre el inventario promedio anual, lo que determina un costos total equivalente a \$ 9.389.191,30, lo que representa un ahorro sobre el costo total de mantenimiento para los tres ítems por valor de \$ 10.993.558,70, es decir el 53,9%.

El sistema de gestión de inventarios permitió encontrar el inventario promedio para cada uno de los ítems, esto refleja una significativa reducción debido a que se optimiza el tiempo por manipulación del producto en actividades de recepción y almacenamiento, pues los lotes de PT a administrar son más homogéneos, esto agiliza el tiempo de ejecución por mano de obra que podrá ser empleado en otras actividades. Adicionalmente se reduce el consumo energético que tiene el cuarto frío en el proceso de congelación, ya que no permanece en constante ejecución con puertas abiertas siendo causal de alto consumo de energía y daño del motor. Adicionalmente, el inventario promedio permanecerá en alta rotación, es decir, no se almacena PT que permanece ocioso, el cual era castigado por un costo de oportunidad representado en PT sin flujo. También se relaciona el costo por el espacio que ocupan actualmente los inventarios sin flujo, asociado como costo de arrendamiento.

Finalmente, se destaca que las políticas de control, impactan positivamente en la reducción de los costos por averías a cero pesos.

### 11.3 Costo de faltantes de inventario o stockout

Para calcular el costo de faltantes del sistema actual, se tomó como base lo expresado por el gerente de la empresa, quien afirma que “la empresa asume durante el mes de Diciembre, faltante semanal de 12.000 unidades correspondiente a la producción promedio de 1 día, es decir, 48.000 unidades durante todo el mes”; debido a que no se encontraron registros de demanda faltante. Según la información anterior y teniendo en cuenta la clasificación ABC del % de participación en ventas por ítem, se estima la cantidad de demanda no satisfecha y el costo faltante dado por el valor total del ítem. La Tabla 44 muestra los resultados obtenidos:

Tabla 36. Costo de faltantes en la empresa AEX-Alimentos Exquisitos (ítems 1, 2,6)

COSTOS FALTANTES ACTUALMENTE EN LA EMPRESA				
ITEM	(1) Unidades por paquete	(2) %Participación en las ventas	Paquetes no vendidos = $((2)*48.000)/(1)$	Costo faltante (3)*Valor Ítem
Ítem 1	25	40,16%	771,1	\$ 4.626.833,88
Ítem 2	25	23,43%	449,9	\$2.699.273,1
Ítem 6	10	15,79%	757,9	\$ 1.515.706,40

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 45 muestra el ahorro descrito entre los costos por faltantes que la empresa asume actualmente, frente el costo asumido por el modelo propuesto:

Tabla 37 Ahorro detectado en los costos por faltante

<b>COSTOS FALTANTES</b>				
<b>Ítem</b>	<b>Actual</b>	<b>Sistema propuesto</b>	<b>% Ahorro</b>	<b>\$ Ahorro</b>
1	\$4.626.833,88	\$23.885,48	99,5%	\$4.602.948,40
2	\$ 2.699.273,18	\$18.631,47	99,3%	\$2.680.641,72
6	\$ 1.515.706,40	\$ 11.541,22	99,24%	\$1.504.165,18
<b>TOTAL</b>	<b>\$8.841.813,46</b>	<b>\$ 54.058,17</b>	<b>99,4%</b>	<b>\$8.787.755,30</b>

Fuente: Elaboración propia.

Se puede apreciar que el total de los costos por faltantes para la empresa equivalen a \$8.841.813, mientras que el sistema propuesto asume unos costos equivalentes a \$ 54.058,17, lo que representa un ahorro sobre el costo total de ordenamiento para los tres ítems por valor de \$8.787.755, es decir el 99,4%.

Dado el sistema de pronóstico por suavización exponencial simple, el cual se ajusta al comportamiento de la demanda real, se mitiga el riesgo por las fluctuaciones de la demanda asegurando el abastecimiento inclusive durante el periodo de aprovisionamiento. Además, la política de control de inventarios  $s, Q$ , garantiza un alto nivel de confiabilidad de tal forma que se cuenta con el inventario necesario para abastecer la demanda sin generar una pérdida por faltante. En consecuencia con lo anterior, el sistema propuesto NO incurre en costos relacionados por pérdidas de ingresos por unidades no vendidas, gastos generados por incumplimiento de contratos, o costos por pérdida debido a la insatisfacción del cliente.

#### **Ahorro total en el costo total relevante (CTR)**

En resumen, la Tabla 46 muestra el ahorro total obtenido por el sistema de gestión de inventario propuesto:

Tabla 38. Resumen del ahorro detectado del costo total anual por gestión de inventarios

<b>CRITERIO</b>	<b>Total Actual</b>	<b>Total Proyecto</b>	<b>%Ahorro</b>	<b>\$ Ahorro</b>
<b>COSTOS DE ORDENAMIENTO</b>	<b>\$1.635.200,00</b>	<b>\$270.829,91</b>	<b>83,4%</b>	<b>\$ 1.364.370,09</b>
<b>COSTOS DE MANTENIMIENTO</b>	<b>\$20.382.750,00</b>	<b>\$9.389.191,30</b>	<b>53,9%</b>	<b>\$ 10.993.558,70</b>
<b>COSTOS DE FALTANTE</b>	<b>\$ 8.841.813,46</b>	<b>\$54.058,17</b>	<b>99,4%</b>	<b>\$8.787.755,30</b>
<b>TOTAL</b>	<b>\$30.859.763</b>	<b>\$9.714.079,3</b>	<b>68,52%</b>	<b>\$21.145.684,09</b>

Fuente: Elaboración propia.

Con lo anterior, se evidencia que la empresa incurre actualmente en un total de costos por gestión de inventarios para los ítems 1,2 y 6 equivalente \$30.859.763. Con el sistema de gestión propuesto se asume un costo total relevante para los mismos ítems, por valor de \$9.714.079,3, es decir, se evidencia un ahorro de \$21.145.684,09, siendo el 68,52% del total de costos anual.

## 12. CONCLUSIONES

- a) Al desarrollar el diagnóstico a la empresa AEX-Alimentos exquisitos, se concluye que presenta fuertes deficiencias en planificación y gestión de inventarios, ya que no existe registro digital de la demanda sobre el cual se realice el estudio de su respectivo comportamiento. Tampoco se evidenciaron indicadores logísticos de gestión de inventarios, reflejando negativamente el seguimiento a los procesos y el nivel de servicio.

Se observó un sistema administración empírico sobre los inventarios, a pesar de identificar siete (7) controles actuales sobre el proceso de gestión de inventarios, no garantiza a la empresa minimizar la incertidumbre de la demanda, y evitar los riesgos económicos que esto genera.

- b) Utilizando la herramienta de clasificación ABC, se identificaron que los ítems 1, 2, 6, impactan con el 79,38% del total de los ingresos de la compañía conforme al histórico de ventas de los años 2013 y 2014. Esto permite crear planes de gestión de producción a corto y mediano plazo, de manera que preserve las utilidades de la empresa.
- c) El desarrollo de la simulación de pronósticos para los ítems que mayor impactan los ingresos de la organización, dio como resultado que la implementación del pronóstico por suavización exponencial simple minimiza el error en mayor medida, es decir, ofrece valores más cercanos a la demanda real en comparación con la suavización exponencial doble. Esto garantiza un nivel de inventario más apropiado a las cantidades demandadas, adicional a la reducción de los costos por grandes cantidades de inventario de PT almacenado.
- d) Las políticas propuestas en el sistema de gestión de inventarios  $s, Q$ , determinan un nivel de servicio del 95% para el ítem 1, y el 90% para los ítems 2 y 6, siendo satisfactorio para una empresa PYME. Con este nivel de confiabilidad, se genera un ahorro por valor de \$21.145.684,09, es decir, minimiza el 68,52% de los costos anuales de la compañía relacionados con la gestión de inventarios. Adicionalmente se obtienen ventajas en relación con el incremento del nivel de servicio, reducción de faltantes; lo que significa minimización del riesgo por pérdida de clientes, e incremento en la capacidad para abarcar mayor demanda elevando el volumen de ventas.

Además, el sistema de gestión de inventarios propuesto a la empresa AEX Alimentos Exquisitos, permite obtener beneficios cualitativos tales como:

**a) Motivación del personal**

El proyecto requiere de personal capacitado para ejecutar y dar seguimiento a la propuesta de gestión, si el personal se capacita permite al empleado desarrollar competencias técnicas, motivacionales y de empoderamiento, que facilitan el flujo continuo de ideas para el mejoramiento de la compañía.

**b) Fidelización de los clientes**

Cuando la empresa implementa estrategias encarriladas al mejoramiento del servicio al cliente, puede satisfacer necesidades no solamente de calidad del producto, sino también de rapidez en los tiempos de entrega y precisión en las unidades requeridas. Es de gran importancia fortalecer estos criterios, ya que el cliente insatisfecho, buscara en la competencia que sus necesidades sean atendidas. Con el sistema de gestión propuesto, se crea una cultura organizacional orientada al servicio, siendo un paso importante para la fidelización del cliente

**c) Disponibilidad de presupuesto para certificaciones**

Si la empresa opta por implementar el sistema propuesto, dispondrá de un ahorro que puede invertirse en proyectos como la renovación de la acreditación de inocuidad por el INVIMA bajo el Decreto 3075 del 1997, o en la certificación de la ISO 9001: 2008, la cual permite la estandarización de los procesos de la compañía, estableciendo control y seguimiento mediante indicadores de gestión.

### 13. RECOMENDACIONES

Según los resultados obtenidos en el desarrollo del proyecto, se generan las siguientes recomendaciones:

#### a) Base de Datos

Llevar registro digital del comportamiento de las ventas y la demanda, a fin de optimizar el modelo de control de inventarios con información precisa y en tiempo real, Vidal afirma que, “a mayor información disponible oportunamente, la planeación será mucho más fácil y eficaz”

#### b) Análisis de Clasificación ABC

El análisis de clasificación ABC categoriza los ítems según su nivel de importancia evaluando el impacto que este ejerce sobre los ingresos de la organización. Esto facilita definir un plan de acción para cada clase de producto.

Conforme a lo anterior, se recomienda a la empresa, enfocar la planificación sobre la demanda de los ítems de clase A y B, especialmente los estudiados en el actual proyecto (1, 2, 6), los cuales impactan mayoritariamente las utilidades de la organización, en donde puede crearse estrategias de negocios para estos como:

- Negociaciones exclusivas con los clientes
- Control constante de inventario
- Incrementar la capacidad de atención a nuevos clientes

Se recomienda al Gerente de la empresa, desarrollar el análisis de clasificación ABC bajo el criterio de ingresos generados por ítem y volumen de unidades vendidas; según Vidal, la metodología de clasificación ABC es un análisis que debe desarrollarse anualmente, para evaluar el comportamiento de la demanda e intervenir con respuestas oportunas mediante los ajustes necesarios.

#### c) Capacitación del personal

Se recomienda a la empresa AEX-Alimentos Exquisitos, desarrollar un plan de capacitación al personal transmitiendo las competencias necesarias para la implementación y manejo de las políticas de inventarios propuestas, además del

compromiso, mejoramiento continuo y la dedicación por el logro de los objetivos propuestos.

#### **d) Sistema de gestión de inventarios**

La utilización de políticas de control de inventarios en la organización, significa incremento en el nivel de servicio garantizando la fidelización de los clientes quienes impactaran en el aumento de unidades vendidas e incremento de los ingresos.

Por lo tanto, se recomienda al Gerente de la empresa implementar el modelo de gestión de inventarios propuesto en el presente proyecto, el cual permite un alto nivel de servicio mediante las políticas de control  $s$  y  $Q$  desarrolladas a cada ítem. Otra de las bondades está representada en poder definir cada cuantas semanas debe producirse un ítem determinado, basado en esta información, puede desarrollar una planeación de producción que optimice el tiempo, en donde se defina para un día completo, la producción exclusiva de un ítem según la necesidad de la demanda, donde el personal se dedicará únicamente a la producción, empaque y almacenamiento del mismo producto.

Dentro de la administración del inventario, también se recomienda respetar la cadena de congelamiento; es decir, si un producto es descongelado, no se puede volver a congelar. Domínguez menciona que durante el almacenamiento para la conservación a largo plazo, se originan problemas al parar el cuarto frío en largos periodos de tiempo, para al aprovechamiento de las tarifas eléctricas horarias ya que se “pueden producir descongelaciones irreversibles”, por consiguiente, se recomienda planear la jornada de trabajo que tendrá el cuarto frío instalado en la empresa AEX, para no incurrir en deterioro del producto por manipulación en el almacenamiento, lo cual impacta directamente los costos por faltantes de la empresa.

La empresa debe tener en cuenta que los parámetro de control de inventarios puede cambiar de acuerdo a las fluctuaciones de la demanda, por lo tanto, si la empresa decide implementar este sistema se le recomendaría la constante actualización de los históricos de demanda, revisión periódica del comportamiento de la demanda y actualización de los pronósticos y parámetros para las políticas de gestión de inventarios  $s$ ,  $Q$ .

Finalmente, se recomienda para la gestión de los inventarios utilizar la metodología FIFO (first in, first out), asumiendo que el ítem próximo a vender es aquel con mayor tiempo de almacenamiento.

## 14. BIBLIOGRAFÍA

- **AGUILAR**, Pedro Alejandro; (Marzo de 2012). UN MODELO DE CLASIFICACIÓN DE INVENTARIOS PARA INCREMENTAR EL NIVEL DE SERVICIO AL CLIENTE Y LA RENTABILIDAD DE LA EMPRESA, Pensamiento & Gestión, 32. Universidad Del Norte,
- **ANAYA**, Julio Juan. (Marzo de 2007) Logística Integral la Gestión Operativa de la Empresa.3ra Edición. Madrid: Ed.ESIC.
- **ARANGO**, Martín Darío; **ZAPATA**, Julián Andrés; **ADARME**, Wilson (Julio 2011). APLICACIÓN DEL MODELO DE INVENTARIO MANEJADO POR EL VENDEDOR EN UNA EMPRESA DEL SECTOR ALIMENTARIO COLOMBIANO, Revista EIA, ISSN 1794-1237 Número 15, p. 21-32.
- **ARTEMASA**, empresa (2015) En línea. Consultado, 15 de septiembre 2015. Disponible en Internet: [www.artemasa.cl](http://www.artemasa.cl)
- **BIOMANANTIAL**, (2015), Aditivos y conservantes en los alimentos. Recuperado de <http://www.biomanantial.com>
- **CASTRO**, Carlos Alberto; **VÉLEZ**, Mario César; **CASTRO**, Jaime Andrés. (Diciembre 2011).CLASIFICACIÓN ABC MULTICRITERIO: TIPOS DE CRITERIOS Y EFECTOS EN LA ASIGNACIÓN DE PESOS. ITECKNE Vol. 8 Número 2, ISSN 1692 – 1798,
- Comunidad Seiton, (2015) Asesoría industria de alimentos, Mensaje en Blog, Expedición del registro sanitario de alimentos en Colombia
- **DÍAZ**, José Antonio; **PÉREZ**, Dania. (Enero 2012). OPTIMIZACIÓN DE LOS NIVELES DE INVENTARIO EN UNA CADENA DE SUMINISTRO. Ingeniería Industrial/ISSN 1815-5936/Vol. XXXIII/No. 2, 126-132,
- **DOMÍNGUEZ M**; **GARCÍA C**; **ARIAS J. M<sup>a</sup>**, (Julio 2009). Recomendaciones para la conservación y transporte de alimentos perecederos.
- Gestión Logística para la competitividad empresarial (s.f). Herramientas empresariales, Cámara de comercio de Medellín para Antioquia.



- **GIMÉNEZ**, José Luis R; (2013). ¿POCOS LOTES GRANDES O MUCHOS LOTES PEQUEÑOS? Debates Iesa,
- **GONZÁLEZ**, Carlos; **MARTÍNEZ**, José Luis; **MALCÓN**, Claudia; **CAVAZOS**, Judith. (2013), METODOLOGÍA DE GESTIÓN LOGÍSTICA PARA EL MEJORAMIENTO DE PEQUEÑAS EMPRESAS; REVISTA INTERNACIONAL ADMINISTRACION & FINANZAS, VOLUME 6, NUMBER 5.
- **GONZALES** Gómez, J.I., (2011) Existencia y consumos- Departamento de Economía Financiera y contabilidad – Universidad de la Laguna.
- **INVIMA** (Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos) Colombia, información y negocios, normas para productos alimenticios. Recuperado de internet: [http://: www.quiminet.com](http://www.quiminet.com)
- Manual de Indicadores de gestión (Noviembre 09 de 2010), Instituto metropolitano aprobado por la rectora Gabriela Cadavid álzate.
- **MÉNDEZ**, Germán Andrés; **LÓPEZ**, Eduyn (Abril - Junio, 2014); METODOLOGÍA PARA EL PRONÓSTICO DE LA DEMANDA EN AMBIENTES MULTIPRODUCTO Y DE ALTA VARIABILIDAD; Tecnura Vol. 18 No. 40,
- Objetivos de la gestión de inventarios (Consultado, 10 Agosto de 2015) Recuperado de: <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/>
- **OROZCO**, Maydelin; **RAMOS**, Isis Neisy; **VIÑA**, Rafael Enrique (Septiembre 2013). PERFECCIONAMIENTO DE LA GESTIÓN DE INVENTARIO DE LENTO MOVIMIENTO Y PERECEDEROS, Revista Infociencia Vol.17, No.3.
- **PARADA**, Oscar (Junio de 2009) UN ENFOQUE MULTICRITERIO PARA LA TOMA DE DECISIONES EN LA GESTION DE INVENTARIOS, Cuad. Adm. Bogotá (Colombia).
- **PÉREZ**, Ricardo Alberto; **MOSQUERA**, Silvio Andres; **BRAVO**, Juan José (Julio - Diciembre 2012), APPLICATION OF FORECAST MODELS IN PRODUCTS OF MASSIVE CONSUMPTION; Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial Vol 10 No. 2
- Resolución 2674 (2013), Ministerio de Salud y Protección Social, Colombia.

- **ROJAS**, Fernando; **LEIVA**, Víctor; **QUIJADA**, Javiera; **FUENTES**, Melina (2013). OPTIMIZATION CONTRIBUTION MARGINS OF FOOD SERVICE BY ADAPTING INVENTORY MANAGEMENT MODELS; Global Conference on Business and Finance Proceedings, Volume 8, Number 2.
- **VIDAL**, Carlos Julio; **LONDOÑO**, Julio César; **CONTRERAS**, Fernando (Septiembre de 2004). APLICACIÓN DE MODELOS DE INVENTARIOS EN UNA CADENA DE ABASTECIMIENTO DE PRODUCTOS DE CONSUMO MASIVO CON UNA BODEGA Y N PUNTOS DE VENTA; Ingeniería y Competitividad Volumen 6 - No. 1.
- **VIDAL**, Carlos J, **RODRIGUEZ**, Jesus A. (2009) A HEURISTIC METHOD FOR THE INVENTORY CONTROL OF SHORT LIFE-CYCLE PRDUCTS. Ingeniería y competitividad, Volumen 11, No 1.
- **VIDAL, Carlos Julio** (2010). *Fundamentos de Control y Gestión de Inventarios*. Programa Editorial, Universidad del Valle.
- **SILVER, Edward A.**, D. F. Pyke y R. Peterson (1998). *Inventory Management and Production Planning and Scheduling*. Tercera edición, John Wiley & Sons, New York.
- **TOMPKINS**, J.A. (2006), *Facilities Planning*. 2da Edición. USA,: Ed. Jhon Wiley & Sons Inc.
- **WILD, Tony** (1997). *Best Practice in Inventory Management*. John Wiley & Sons, Inc., New York.

## ANEXOS

### Anexo 1. Diagramas de flujo en el proceso de gestión de inventarios

Diagrama de flujo: Gestión actual de inventarios en la empresa AEX

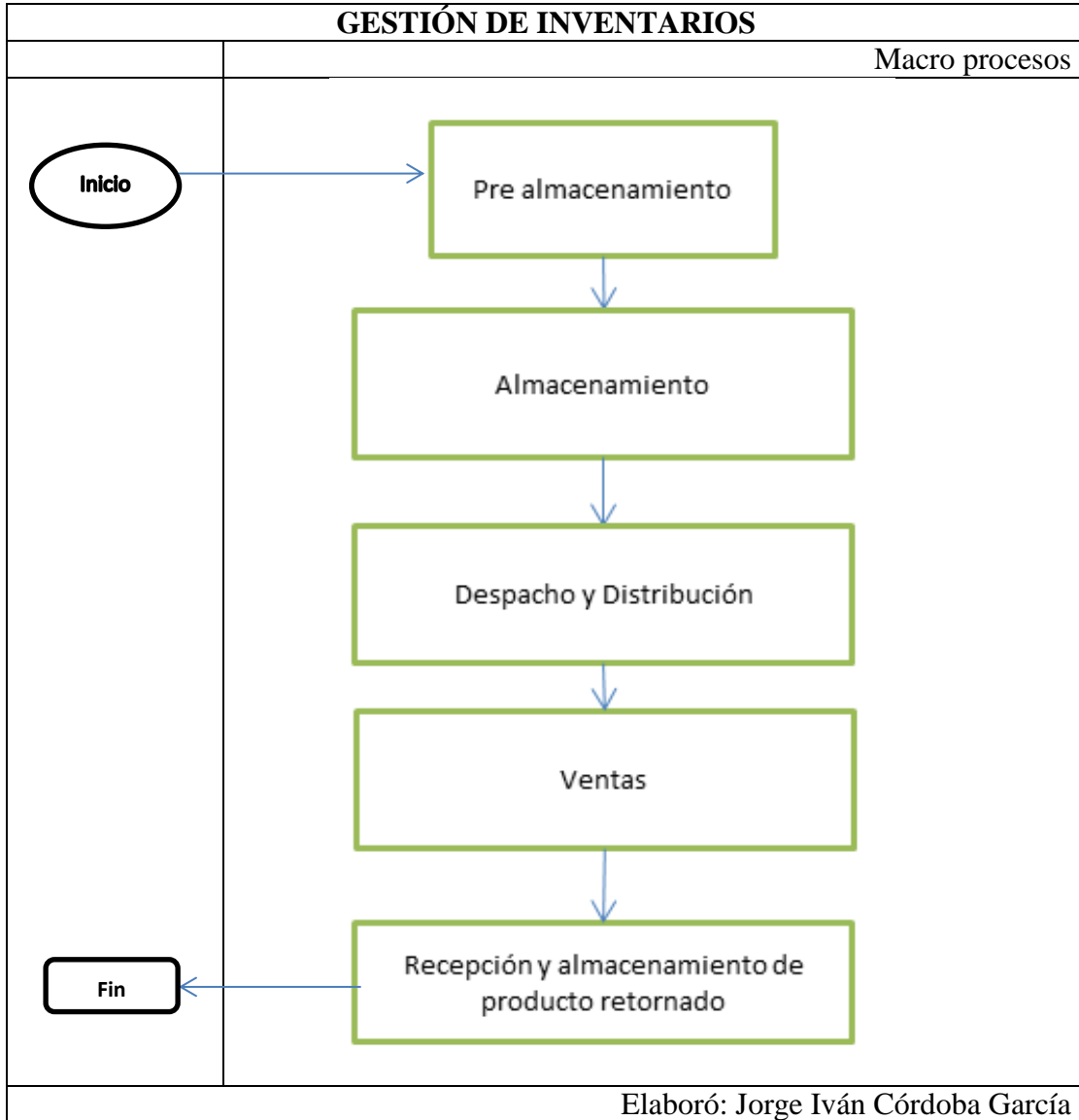
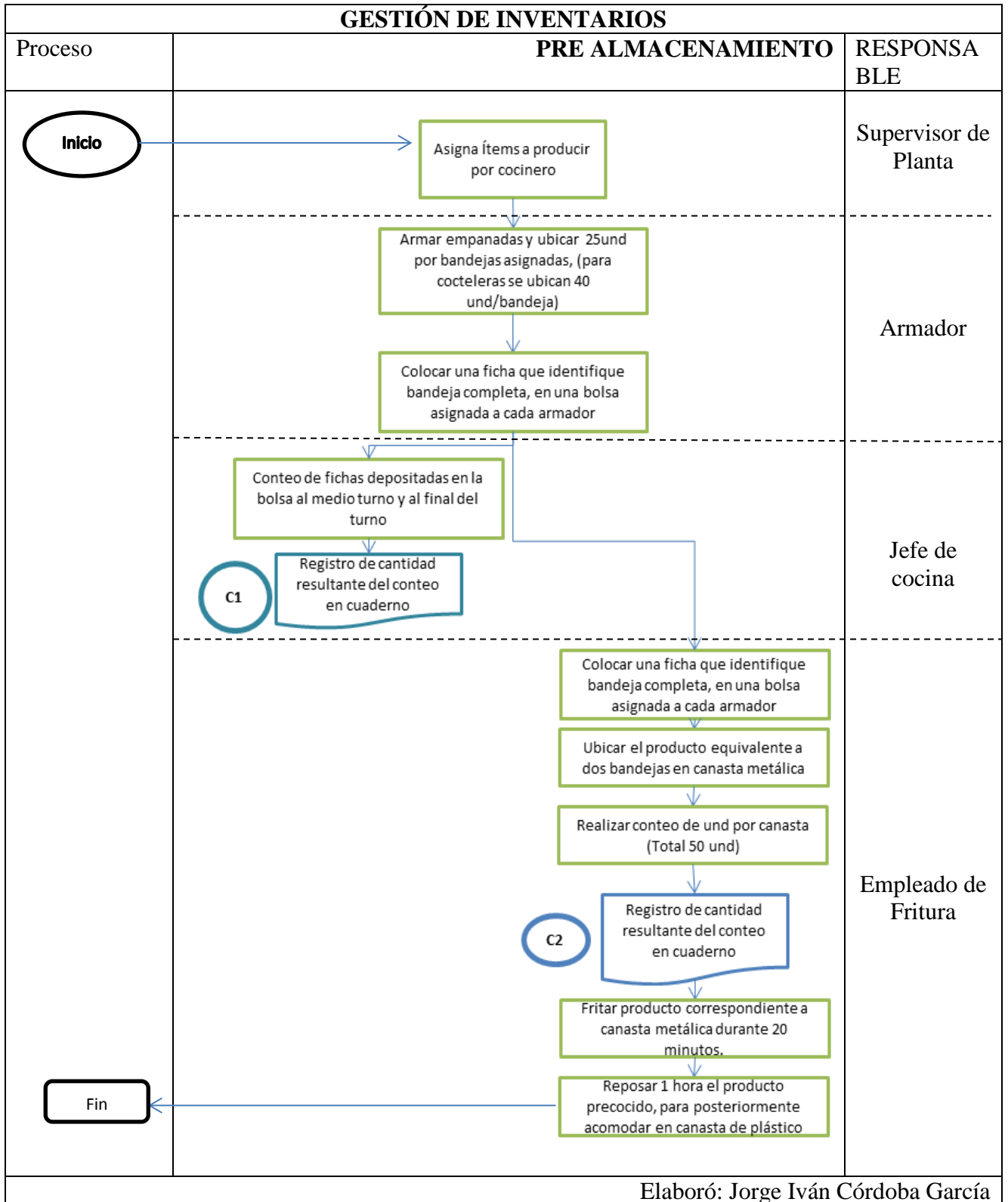
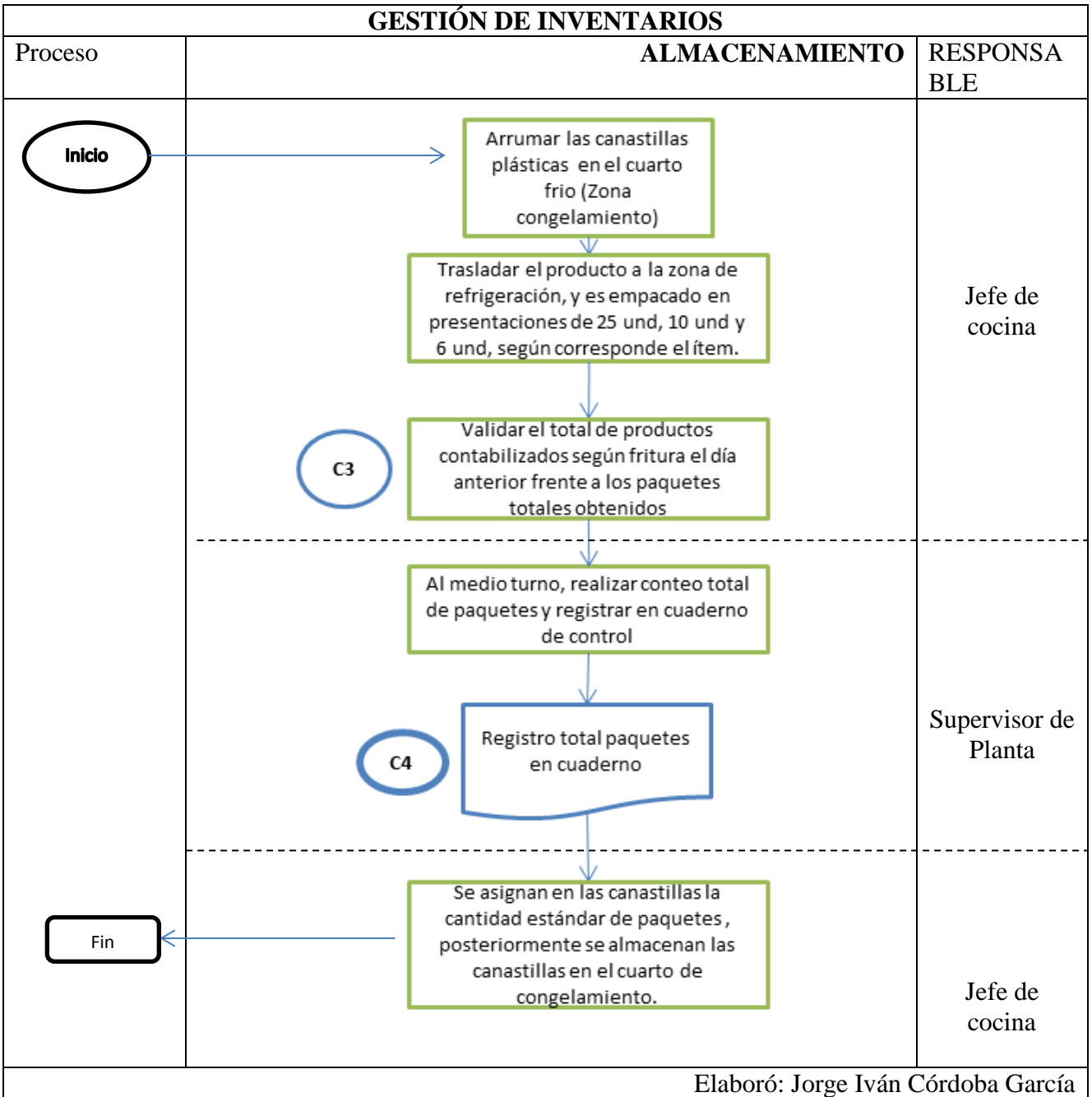


Diagrama de flujo: Proceso de pre almacenamiento



Elaboró: Jorge Iván Córdoba García

Diagrama de flujo: Proceso de Almacenamiento



Elaboró: Jorge Iván Córdoba García

Diagrama de flujo: Proceso de Despacho

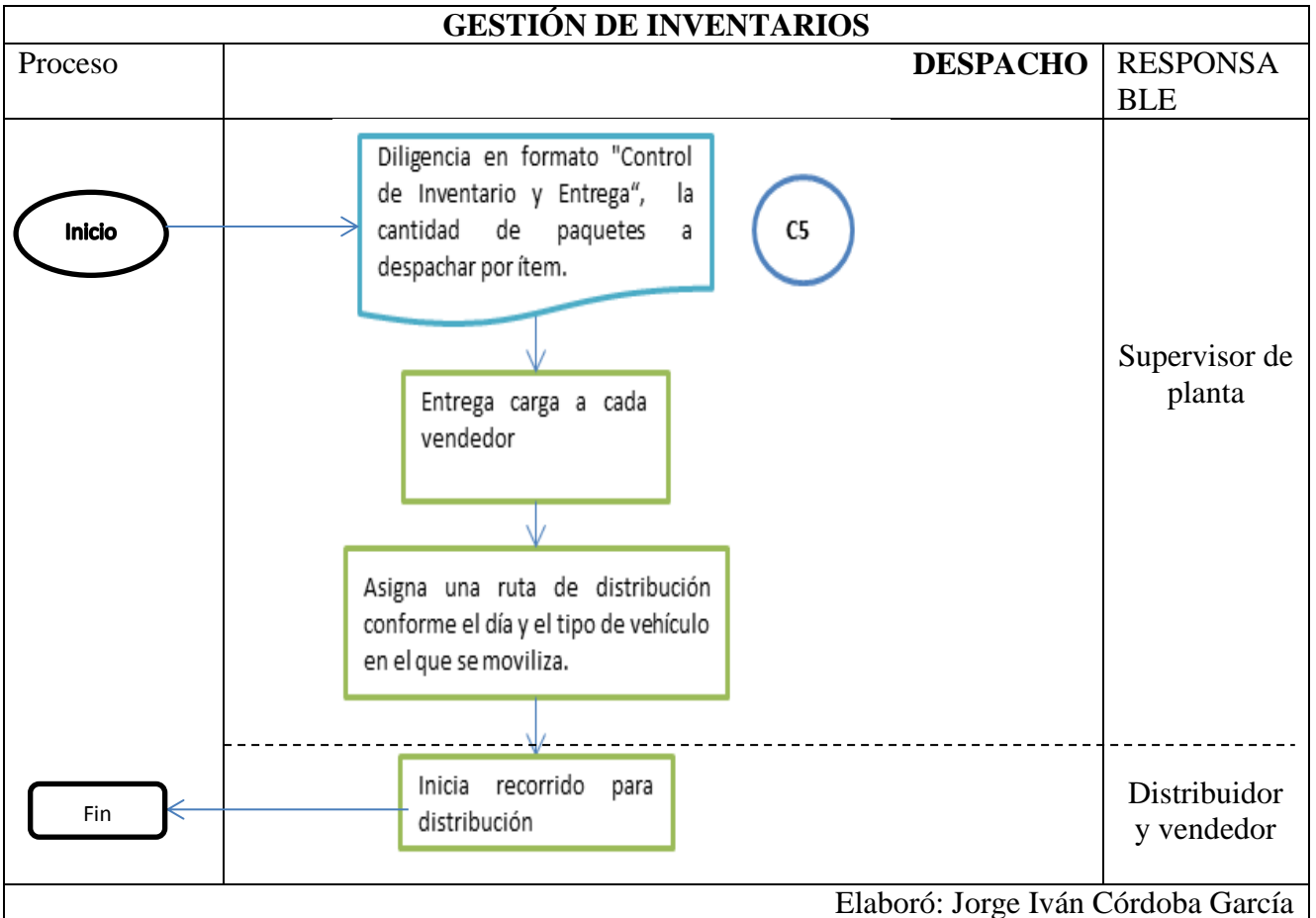
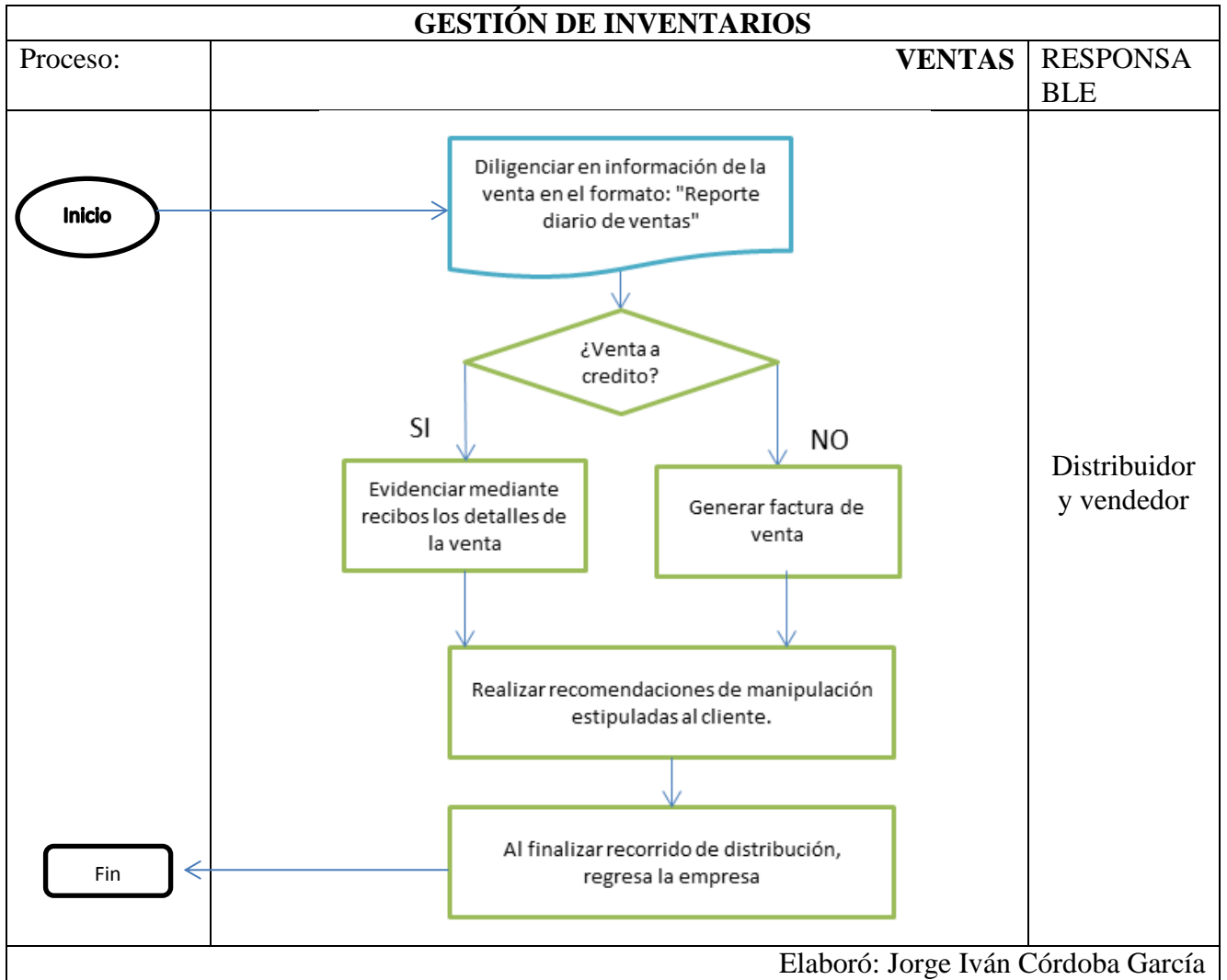


Diagrama de flujo: Proceso de Ventas







## Anexo 2. Metodología para el cálculo de los costos actuales de la empresa

### a. Costos mano de obra

Según información suministrada por la empresa, se relaciona el salario correspondiente a cada uno de los empleados:

Tabla 39. Salario mensual de los empleados

Empleado	Valor hora	Salario Mensual	Total mano de obra Anual
Supervisor de planta	\$5.208,33	\$ 1.000.000	\$12.000.000,00
Jefe de cocina	\$5.208,33	\$1.000.000	\$12.000.000,00
Auxiliar de Cocina (Empleado Fritura)	\$3.854,17	\$740.000	\$ 8.880.000,00
Armador N° 1	\$3.541,67	\$680.000	\$ 8.160.000,00
Armador N° 2	\$3.541,67	\$680.000	\$ 8.160.000,00
Armador N° 3	\$3.541,67	\$ 680.000	\$ 8.160.000,00
Distribuidor/vendedor N°1	\$3.645,83	\$700.000	\$8.400.000,00
Distribuidor/vendedor N°2	\$ 3.645,83	\$700.000	\$8.400.000,00

Fuente: Elaboración propia

A continuación se definen las horas que cada empleado utiliza para el Ordenamiento y Mantenimiento de PT. De igual forma se relaciona el costo por dicha actividad calculándose de la siguiente manera:

$$\text{Costo de actividad} = \text{Horas asignadas/hombre} * \text{Valor hora/ hombre}$$

Tabla 40. Costos de Mano de Obra de la empresa AEX-Alimentos Exquisitos en actividades Mantenimiento de Inventarios.

<b>EMPLEADO</b>	<b>Ordenamiento de PT (Hr)</b>	<b>Costos por Ordenamiento de PT (\$)</b>	<b>Mantenimiento del Inventario PT (Hr)</b>	<b>Costo por almacenamiento PT (\$)</b>	<b>Mantenimiento de Inventario por reingreso PT (Hr)</b>	<b>Costo por almacenamiento de ingreso PT (\$)</b>
Supervisor de planta	16,0	83.333,33	12,0	62.500,00	35,0	182.291,67
Jefe de cocina	16,0	83.333,33	22,0	114.583,33	31,0	161.458,33
Auxiliar de Cocina (Empleado Fritura)	6,5	25.052,08	23,5	90.572,92		-
Armador N° 1		-	25,5	90.312,50		-
Armador N° 2		-	25,5	90.312,50		-
Armador N° 3		-	-	-	77,0	272.708,33
Distribuidor/venedor N°1		-	-	-	38,0	138.541,67
Distribuidor/venedor N°2		-	-	-	38,0	138.541,67
<b>TOTAL M.O (Mensual)</b>	<b>38,5</b>	<b>\$ 191.718,75</b>	<b>109</b>	<b>\$ 448.281,25</b>	<b>219</b>	<b>\$893.541,67</b>
<b>TOTAL M.O (Anualmente)</b>	<b>462</b>	<b>\$ 2.300.625,00</b>	<b>1.302</b>	<b>\$ 5.379.375,00</b>	<b>2628</b>	<b>\$ 10.722.500,00</b>

Fuente: Departamento contable de la empresa 2015

b. Costos por servicios y equipos.

Tabla 41. Costos anuales por pago de servicios y equipos asignados al ordenamiento y mantenimiento del inventario del PT

COSTOS ANUALES POR PAGO DE SERVICIOS Y EQUIPOS								
	Total	Porcentaje por Ordenamiento PT	Costo de Ordenamiento PT	Porcentaje por Mantenimiento de inventario PT	Costo de Mantenimiento de Inventario PT	Porcentaje participación resto de la planta	Costo de participación resto de la planta	OBSERVACIONES
Energía eléctrica	\$30.000.000	0%	\$ -	22,5%	\$ 6.750.000,00	78%	\$23.250.000,00	El 45% de los costos del mantenimiento del inventario, están repartidos equitativamente para PT y MP
Arrendamiento de la planta	\$12.000.000	0%	\$-	15%	\$ 1.800.000,00	85%	\$10.200.000,00	El 30% del alquiler corresponde al cuarto frío de almacenamiento de PT y MP, distribuidos equitativamente.
Servicio de Agua	\$3.600.000	0%	\$-	5%	\$ 180.000,00	95%	\$3.420.000,00	
Servicios de celulares (2 planes)	\$2.400.000	0%	\$-	15%	\$360.000,00	85%	\$ 2.040.000,00	
Servicio vigilancia	\$240.000	0%	0	10%	\$24.000,00	90%	\$ 216.000,00	
Servicio del Gas	\$14.400.000	0%	\$-	0%	\$ -	100%	\$ 14.400.000,00	
Mantenimiento de equipos	\$900.000	0%	\$-	0%	\$-	100%	\$ 900.000,00	Evento ocurrido 3 veces al año
Mantenimiento Cuarto frío	\$600.000	0%	\$-	65%	\$390.000,00	35%	\$ 210.000,00	Mantenimiento preventivo (limpieza radiadores, serpentinas, nivelación y calibración del gas) Trimestral
1 Computador	\$ 800.000	0%	\$-	25%	\$200.000,00	75%	\$600.000,00	
1 Impresora	\$300.000	0%	\$-	25%	\$75.000,00	75%	\$ 225.000,00	
Papelería	\$600.000	45%	\$ 270.000,00	45%	\$270.000,00	10%	\$60.000,00	Incluye resmas de papel, tinta impresora, lapiceros, entre otros
<b>TOTAL</b>	<b>\$65.840.000</b>		<b>\$270.000,00</b>		<b>\$10.049.000,00</b>		<b>\$ 55.521.000,00</b>	

Fuente: Departamento contable de la empresa 2015

### Anexo 3. Metodología para definir el parámetro de suavización ( $\alpha$ )

Mediante la herramienta Solver de Excel, se calculó el valor óptimo de alfa ( $\alpha$ ), que minimizo el error absoluto para cada uno de los pronósticos desarrollados, como se muestra a continuación:

**Parámetros de Solver**

Establecer objetivo: **\$A\$148** **Minimizar el Error**

Para:  Máx.  Min  Valor de: 0

Cambiando las celdas de variables: **\$A\$150** **Modificando Alfa**

Sujeto a las restricciones:

Convertir variables sin restricciones en no negativas

Método de resolución: GRG Nonlinear

Método de resolución  
Seleccione el motor GRG Nonlinear para problemas de Solver no lineales suavizados. Seleccione el motor LP Simplex para problemas de Solver lineales, y seleccione el motor Evolutionary para problemas de Solver no suavizados.

Resolver Cerrar

	AC	AD	AE	AF	AG
147	311779466	732.6556897	-38.65567	28.8556695	821147405
148	632.853213	725.0284404	-72.02844	72.0284404	5188.09622
149	390.7001368	698.5753651	-52.57537	52.5753651	2764.16390
150	88.3855132	677.6372975	-8.637297	8.637297483	74.602907
151	88.3851493	672.9519356	52.048064	52.04806436	2705.00106
152	39.5852961	636.8200798	183.16392	183.1639202	35735.256
153	86.7783009	770.3983293	-423.39839	423.3983293	184383.43
154	668.51111	601.3877596	-115.3878	115.3877596	13314.3395
155	53.8936315	546.7040361	50.295964	50.2959632	2829.6839
156	43.5967523	556.4263636	66.573616	66.57361638	4432.0463
157	23.1653168	574.9539753	-87.95398	87.95397532	7735.9017
158	17.22092029	532.3583124	34.044088	34.04408755	1159.39395
159	09.8859648	538.3150797	70.68432	70.68432029	4396.35719
160	07.0589036	560.1595079	73.840492	73.84049207	6374.5041
161	03.1585754	588.3418226	-23.34182	23.34182261	544.84068
162	14.453278	577.1517471	-94.15175	94.15174714	8664.55141
163	80.163275	536.4076048	-106.4076	106.4076048	11322.5782
164	69.8316669	487.8167776	46.183222	46.18322244	2132.89001
165	66.5452154	498.4407562	128.55924	128.5592438	16527.4719
166	65.5258325	544.5867016	39.413238	39.41323844	1953.40808
167	61.7001302	558.7277951	-53.7278	53.72779513	2886.6759
168	55.0855143	526.9509395	-56.95093	56.95093496	3157.41663
169	47.6543757	510.9878729	-21.98787	21.9878729	483.46855
170	46.1486496	498.0979427	103.90206	103.9020573	10795.637
171	54.3016161	536.1163619	-32.11636	32.11636192	1031.42006
172	43.0228796	526.146789	55.88912	55.88912013	3123.14655
173	335.625695	541.042314	-139.0743	139.0742314	19341.6355
174	32.6527602	458.30314	75.696186	75.69618604	5723.9125
175	27.4512685	512.82839	-44.82839	44.82839047	2009.5845
176	21.2812744	492.7684691	-23.76847	23.76846911	664.94012
177	311.621844	473.957282	70.38728	70.38728204	5033.19342
178	510.622253	447.3447483	18.39525	18.3952517	23393.625
179	13.4584027	503.8595217	71.040479	71.04047829	5046.7495
180	90.8717154	532.3694421	-155.3694	155.3694421	2419.8631
181	04.0401426	470.6204862	27.3795	27.37951384	749.6377
182	06.7751589	478.4917655	119.50823	119.5082345	14282.718
183	15.9054165	525.0186948	137.36815	137.368152	31919.305
184	40.9307104	607.458088	159.94331	159.943312	2544.359
185	561.3682682	680.3575667	13.642433	13.642433	186.11589
186			397.69483	397.69483	1428935.15
187					88.6003577
188					
189					
190					
191					
192					
193					
194					
195					
196					
197					
198					
199					
200					
201					
202					
203					
204					
205					
206					
207					
208					
209					
210					
211					
212					
213					
214					
215					
216					
217					
218					
219					
220					
221					
222					
223					
224					
225					
226					
227					
228					
229					
230					
231					
232					
233					
234					
235					
236					
237					
238					
239					
240					
241					
242					
243					
244					
245					
246					
247					
248					
249					
250					
251					
252					
253					
254					
255					
256					
257					
258					
259					
260					
261					
262					
263					
264					
265					
266					
267					
268					
269					
270					
271					
272					
273					
274					
275					
276					
277					
278					
279					
280					
281					
282					
283					
284					
285					
286					
287					
288					
289					
290					
291					
292					
293					
294					
295					
296					
297					
298					
299					
300					
301					
302					
303					
304					
305					
306					
307					
308					
309					
310					
311					
312					
313					
314					
315					
316					
317					
318					
319					
320					
321					
322					
323					
324					
325					
326					
327					
328					
329					
330					
331					
332					
333					
334					
335					
336					
337					
338					
339					
340					
341					
342					
343					
344					
345					
346					
347					
348					
349					
350					
351					
352					
353					
354					
355					
356					
357					
358					
359					
360					
361					
362					
363					
364					
365					
366					
367					
368					
369					
370					
371					
372					
373					
374					
375					
376					
377					
378					
379					
380					
381					
382					
383					
384					
385					
386					
387					
388					
389					
390					
391					
392					
393					
394					
395					
396					
397					
398					
399					
400					
401					
402					
403					
404					
405					
406					
407					
408					
409					
410					
411					
412					
413					
414					
415					
416					
417					
418					
419					
420					
421					
422					
423					
424					
425					
426					
427					
428					
429					
430					
431					
432					
433					
434					
435					
436					
437					
438		</			

**Anexo 4. Simulaciones de los sistemas de pronósticos de suavización exponencial doble con alfa óptimo.**

Tabla 42. Simulación del pronóstico para el ítem 1. ( $\alpha_{opt} = 0,23073755$ )

<b>SIMULACION DEL SISTEMA DE PRONOSTICO DE SUAIVIZACION EXPONENCIAL DOBLE</b>									
<b>Semana T</b>	<b>Demanda</b>	<b>St</b>	<b>St<sup>2</sup></b>	<b>Pronostico</b>	<b>Error</b>	<b>Error Absoluto</b>	<b>SUMA DE DESVIACION ABSOLUTA</b>	<b>MAD</b>	<b>% ERROR</b>
0		<b>553,1325314</b>	<b>558,7258628</b>						
1	901	633,3986204	575,9556723	547,5392	353,4608	353,4608	353,4608	353,4608	39%
2	958	708,296349	606,4916364	690,8415686	267,158431	267,1584314	620,6192314	310,309616	28%
3	798	728,9943501	634,757613	810,1010616	-12,1010616	12,10106162	632,720293	210,906764	2%
4	847	756,2226852	662,7841667	823,2310872	23,7689128	23,76891283	656,4892058	164,122301	3%
5	700	743,2500003	681,3506564	849,6612036	-149,661204	149,6612036	806,1504095	161,230082	21%
6	864	771,11156	702,0618678	805,1493442	58,8506558	58,85065583	865,0010653	144,166844	7%
7	569	724,4768328	707,233842	840,1612521	-271,161252	271,1612521	1136,162317	162,308902	48%
8	590	693,4479773	704,0529253	741,7198236	-151,719824	151,7198236	1287,882141	160,985268	26%
9	652	683,8843723	699,3992827	682,8430292	-30,8430292	30,84302923	1318,72517	146,525019	5%
10	926	739,7495402	708,7096025	668,369462	257,630538	257,630538	1576,355708	157,635571	28%
11	691	728,5011905	713,2762651	770,789478	-79,789478	79,78947799	1656,145186	150,558653	12%
12	573	692,6212261	708,5103719	743,7261159	-170,726116	170,7261159	1826,871302	152,239275	30%
13	878	735,3950711	714,7136816	676,7320802	201,26792	201,2679198	2028,139222	156,010709	23%
14	741	736,6883387	719,7840603	756,0764605	-15,0764605	15,07646047	2043,215682	145,943977	2%
15	734	736,068038	723,5413855	753,592617	-19,592617	19,59261705	2062,8083	137,520553	3%
16	560	695,4425294	717,0579241	748,5946905	-188,59469	188,5946905	2251,40299	140,712687	34%

17	638	682,1883807	709,0122109	673,8271347	-35,8271347	35,82713473	2287,230125	134,542949	6%
18	712	689,0670408	704,4101111	655,3645504	56,6354496	56,63544963	2343,865574	130,214754	8%
19	699	691,3589475	701,3987176	673,7239705	25,2760295	25,27602955	2369,141604	124,691663	4%
20	645	680,6621973	696,6140236	681,3191775	-36,3191775	36,31917747	2405,460781	120,273039	6%
21	592	660,2044987	688,2129789	664,7103711	-72,7103711	72,71037106	2478,171152	118,00815	12%
22	600	646,3130599	678,545094	632,1960186	-32,1960186	32,19601859	2510,367171	114,107599	5%
23	739	667,6994178	676,0425892	614,0810258	124,918974	124,9189742	2635,286145	114,577658	17%
24	505	630,158552	665,4554187	659,3562464	-154,356246	154,3562464	2789,642392	116,2351	31%
25	584	619,5080406	654,853633	594,8616853	-10,8616853	10,86168533	2800,504077	112,020163	2%
26	578	609,9305768	644,4881969	584,1624482	-6,16244816	6,162448163	2806,666525	107,948713	1%
27	562	598,8711927	633,9626409	575,3729567	-13,3729567	13,37295673	2820,039482	104,445907	2%
28	527	582,2878095	622,0393166	563,7797446	-36,7797446	36,77974455	2856,819226	102,029258	7%
29	698	608,9869573	619,0276472	542,5363023	155,463698	155,4636977	3012,282924	103,871825	22%
30	428	567,2264694	607,0751701	598,9462675	-170,946268	170,9462675	3183,229192	106,10764	40%
31	470	544,7926716	592,7042587	527,3777687	-57,3777687	57,37776868	3240,60696	104,535708	12%
32	615	560,9921389	585,3870817	496,8810845	118,118916	118,1189155	3358,725876	104,960184	19%
33	569	562,8398532	580,1845893	536,597196	32,402804	32,40280397	3391,12868	102,761475	6%
34	526	554,3395155	574,2211602	545,495117	-19,495117	19,495117	3410,623797	100,312465	4%
35	635	572,9509185	573,9280677	534,4578709	100,542129	100,5421291	3511,165926	100,319026	16%
36	638	587,9601845	577,165804	571,9737692	66,0262308	66,02623077	3577,192157	99,3664488	10%
37	673	607,5820636	584,1839774	598,7545649	74,2454351	74,24543507	3651,437592	98,6875025	11%
38	695	627,7526645	594,2369097	630,9801498	64,0198502	64,01985025	3715,457442	97,7751958	9%
39	471	591,583938	593,6247695	661,2684192	-190,268419	190,2684192	3905,725861	100,146817	40%
40	535	578,5278985	590,1413544	589,5431064	-54,5431064	54,54310645	3960,268968	99,0067242	10%
41	594	582,0978934	588,2854259	566,9144426	27,0855574	27,08555742	3987,354525	97,2525494	5%
42	654	598,6884096	590,6857849	575,9103609	78,0896391	78,08963915	4065,444164	96,7962896	12%
43	577	593,684079	591,3776039	606,6910343	-29,6910343	29,69103435	4095,135199	95,2357023	5%
44	761	632,2901455	600,8176637	595,9905541	165,009446	165,0094459	4260,144645	96,8214692	22%

45	707	649,5285146	612,0570864	663,7626272	43,2373728	43,23737276	4303,382017	95,6307115	6%
46	687	658,1745935	622,6981272	686,9999429	5,7103E-05	5,71026E-05	4303,382074	93,5517842	0%
47	593	643,1363672	627,4139967	693,6510599	-100,65106	100,6510599	4404,033134	93,7028326	17%
48	664	647,9503908	632,1525141	658,8587377	5,14126233	5,141262326	4409,174397	91,8577999	1%
49	637	645,4237244	635,2146807	663,7482675	-26,7482675	26,74826755	4435,922664	90,529034	4%
50	686	654,786195	639,730564	655,6327681	30,3672319	30,36723187	4466,289896	89,3257979	4%
51	768	680,9088715	649,231946	669,841826	98,158174	98,15817401	4564,44807	89,4989818	13%
52	874	725,4622464	666,8211391	712,5857971	161,414203	161,4142029	4725,862273	90,8819668	18%
1	629	703,2047835	675,2162123	784,1033536	-155,103354	155,1033536	4880,965627	4880,96563	25%
2	569	672,2386999	674,5291883	731,1933548	-162,193355	162,1933548	5043,158981	2521,57949	29%
3	599	655,3397814	670,1014715	669,9482115	-70,9482115	70,94821153	5114,107193	1704,7024	12%
4	611	645,1089287	664,3347533	640,5780913	-29,5780913	29,5780913	5143,685284	1285,92132	5%
5	591	632,6239668	657,017884	625,883104	-34,883104	34,88310404	5178,568388	1035,71368	6%
6	853	683,4729938	663,1220713	608,2300496	244,76995	244,7699504	5423,338339	903,889723	29%
7	737	695,8236843	670,6675615	703,8239163	33,1760837	33,17608371	5456,514422	779,50206	5%
8	651	685,481177	674,0856189	720,9798071	-69,9798071	69,97980711	5526,494229	690,811779	11%
9	671	682,1398256	675,9440269	696,8767351	-25,8767351	25,87673507	5552,370964	616,930107	4%
10	706	687,6452639	678,6439417	688,3356244	17,6643756	17,66437563	5570,03534	557,003534	3%
11	591	665,3455721	675,5755084	696,6465861	-105,646586	105,6465861	5675,681926	515,971084	18%
12	791	694,3387675	679,9048969	655,1156357	135,884364	135,8843643	5811,566291	484,297191	17%
13	761	709,7200173	686,7843649	708,7726381	52,2273619	52,22736195	5863,793653	451,06105	7%
14	704	708,4001945	691,7719486	732,6556697	-28,6556697	28,65566965	5892,449322	420,889237	4%
15	653	695,6172891	692,659213	725,0284404	-72,0284404	72,0284404	5964,477763	397,631851	11%
16	646	684,1687171	690,7001368	698,5753651	-52,5753651	52,57536512	6017,053128	376,06582	8%
17	669	680,6687244	688,3855132	677,6372975	-8,63729748	8,637297483	6025,690425	354,452378	1%
18	725	690,8976145	688,9651493	672,9519356	52,0480644	52,04806436	6077,73849	337,652138	7%
19	882	734,9921117	699,5852981	692,8300798	189,16992	189,1699202	6266,90841	329,837285	21%
20	341	644,0833352	686,7789109	770,3989253	-429,398925	429,3989253	6696,307335	334,815367	126%

21	486	607,607573	668,51111	601,3877596	-115,38776	115,3877596	6811,695095	324,366433	24%
22	597	605,1600076	653,8936315	546,7040361	50,2959639	50,29596392	6861,991059	311,908684	8%
23	623	609,2763638	643,5987523	556,4263836	66,5736164	66,57361638	6928,564675	301,241942	11%
24	487	581,0626146	629,1693168	574,9539753	-87,9539753	87,95397532	7016,51865	292,354944	18%
25	567	577,8178413	617,3206029	532,9559124	34,0440876	34,04408755	7050,562738	282,02251	6%
26	609	585,0127364	609,8659648	538,3150797	70,6849203	70,68492029	7121,247658	273,894141	12%
27	640	597,7003631	607,0589036	560,1595079	79,8404921	79,84049207	7201,08815	266,706969	12%
28	565	590,1551613	603,1585754	588,3418226	-23,3418226	23,34182261	7224,429973	258,015356	4%
29	483	565,4304414	594,453278	577,1517471	-94,1517471	94,15174714	7318,58172	252,364887	19%
30	430	534,1815525	580,5463275	536,4076048	-106,407605	106,4076048	7424,989325	247,499644	25%
31	534	534,1396615	569,8385669	487,8167776	46,1832224	46,18322244	7471,172547	241,005566	9%
32	627	555,566029	566,5453564	498,4407562	128,559244	128,5592438	7599,731791	237,491618	21%
33	584	562,1268139	565,5258327	544,5867016	39,4132984	39,41329844	7639,145089	231,489245	7%
34	505	548,9455126	561,7001302	558,7277951	-53,7277951	53,72779513	7692,872884	226,260967	11%
35	480	533,0371936	555,0865143	536,190895	-56,190895	56,19089496	7749,063779	221,401822	12%
36	489	522,8761592	547,6543757	510,9878729	-21,9878729	21,9878729	7771,051652	215,862546	4%
37	602	541,1330008	546,1496496	498,0979427	103,902057	103,9020573	7874,95371	212,836587	17%
38	504	532,565023	543,0151661	536,1163519	-32,1163519	32,11635192	7907,070062	208,080791	6%
39	578	543,0485785	543,0228756	522,1148799	55,8851201	55,88512013	7962,955182	204,178338	10%
40	404	510,9648495	535,625885	543,0742814	-139,074281	139,0742814	8102,029463	202,550737	34%
41	562	522,7405753	532,6527602	486,303814	75,696186	75,69618604	8177,725649	199,456723	13%
42	468	510,1098688	527,4512685	512,8283905	-44,8283905	44,82839047	8222,55404	195,775096	10%
43	469	500,6242782	521,2612744	492,7684691	-23,7684691	23,76846911	8246,322509	191,774942	5%
44	409	479,4831163	511,6214844	479,987282	-70,987282	70,98728204	8317,309791	189,029768	17%
45	600	507,2908874	510,622253	447,3447483	152,655252	152,6552517	8469,965042	188,221445	25%
46	575	522,9139224	513,4584027	503,9595217	71,0404783	71,04047829	8541,005521	185,674033	12%
47	377	489,2461008	507,8717154	532,3694421	-155,369442	155,3694421	8696,374963	185,029255	41%
48	498	491,2659541	504,0401426	470,6204862	27,3795138	27,37951384	8723,754477	181,744885	5%



49	598	515,8935068	506,7751589	478,4917655	119,508234	119,5082345	8843,262711	180,474749	20%
50	723	563,6807526	519,9054165	525,0118548	197,988145	197,9881452	9041,250856	180,825017	27%
51	767	610,5941386	540,8307104	607,4560888	159,543911	159,5439112	9200,794768	180,407741	21%
52	694	629,8390031	561,3682662	680,3575667	13,6424333	13,64243326	9214,437201	177,200715	2%
SUMAS	65432				397,694827	9214,437201			14,74%
PROMEDIO	629,15384					88,6003577			
Alpha inicial ( $\alpha$ )	0,2307375								
Desviación estándar	123,42811			93,66095025					
Límite Superior	937,72414								
Límite Inferior	320,58355								

Tabla 43. Simulación del pronósticos para el ítem 2 ( $\alpha_{opt} = 0,124917935$ )

SIMULACION DEL SISTEMA DE PRONOSTICO DE SUAVIZACION EXPONENCIAL DOBLE									
Semana T	Demanda	St	St <sup>2</sup>	Pronostico	Error	Error Absoluto	SUMA DE DESVIACION ABSOLUTA	MAD	% ERROR
0		406,617	400,971						
1	381	403,417	401,276	412,264	-31,264	31,264	31,264	31,264	8,2%
2	423	405,864	401,849	405,559	17,441	17,441	48,706	24,353	4,1%
3	451	411,502	403,055	409,878	41,122	41,122	89,828	29,943	9,1%
4	333	401,696	402,885	419,949	-86,949	86,949	176,777	44,194	26,1%

5	303	389,367	401,197	400,506	-97,506	97,506	274,283	54,857	32,2%
6	358	385,449	399,229	377,537	-19,537	19,537	293,820	48,970	5,5%
7	279	372,151	395,847	371,668	-92,668	92,668	386,488	55,213	33,2%
8	304	363,638	391,823	348,456	-44,456	44,456	430,943	53,868	14,6%
9	294	354,939	387,216	335,452	-41,452	41,452	472,396	52,488	14,1%
10	347	353,947	383,060	322,662	24,338	24,338	496,734	49,673	7,0%
11	348	353,204	379,330	324,834	23,166	23,166	519,899	47,264	6,7%
12	399	358,925	376,781	327,078	71,922	71,922	591,821	49,318	18,0%
13	373	360,683	374,770	341,069	31,931	31,931	623,753	47,981	8,6%
14	414	367,343	373,843	346,596	67,404	67,404	691,157	49,368	16,3%
15	348	364,927	372,729	360,844	-12,844	12,844	704,001	46,933	3,7%
16	392	368,309	372,177	357,125	34,875	34,875	738,876	46,180	8,9%
17	264	355,279	370,066	364,441	-100,441	100,441	839,317	49,372	38,0%
18	407	361,740	369,026	340,492	66,508	66,508	905,825	50,324	16,3%
19	379	363,896	368,385	354,454	24,546	24,546	930,371	48,967	6,5%
20	353	362,535	367,654	359,407	-6,407	6,407	936,778	46,839	1,8%
21	341	359,845	366,679	357,415	-16,415	16,415	953,193	45,390	4,8%
22	445	370,482	367,154	353,011	91,989	91,989	1045,183	47,508	20,7%
23	372	370,672	367,593	373,810	-1,810	1,810	1046,993	45,521	0,5%
24	266	357,596	366,344	373,750	-107,750	107,750	1154,743	48,114	40,5%
25	304	350,901	364,415	348,848	-44,848	44,848	1199,592	47,984	14,8%
26	381	354,661	363,197	337,387	43,613	43,613	1243,205	47,816	11,4%
27	242	340,588	360,373	346,125	-104,125	104,125	1347,330	49,901	43,0%
28	348	341,514	358,017	320,803	27,197	27,197	1374,527	49,090	7,8%
29	254	330,582	354,590	325,011	-71,011	71,011	1445,538	49,846	28,0%
30	218	316,518	349,834	306,574	-88,574	88,574	1534,111	51,137	40,6%
31	276	311,457	345,040	283,202	-7,202	7,202	1541,314	49,720	2,6%
32	333	314,148	341,181	277,874	55,126	55,126	1596,440	49,889	16,6%

33	370	321,125	338,675	287,115	82,885	82,885	1679,325	50,889	22,4%
34	292	317,487	336,029	303,574	-11,574	11,574	1690,899	49,732	4,0%
35	234	307,058	332,410	298,945	-64,945	64,945	1755,844	50,167	27,8%
36	297	305,801	329,086	281,706	15,294	15,294	1771,138	49,198	5,1%
37	357	312,197	326,976	282,517	74,483	74,483	1845,622	49,882	20,9%
38	337	315,295	325,517	297,418	39,582	39,582	1885,204	49,611	11,7%
39	368,62	321,956	325,072	305,074	63,546	63,546	1948,750	49,968	17,2%
40	241	311,844	323,420	318,841	-77,841	77,841	2026,591	50,665	32,3%
41	344	315,860	322,475	300,267	43,733	43,733	2070,324	50,496	12,7%
42	290	312,630	321,246	309,246	-19,246	19,246	2089,569	49,752	6,6%
43	237	303,182	318,989	304,015	-67,015	67,015	2156,584	50,153	28,3%
44	387	313,653	318,323	287,376	99,624	99,624	2256,208	51,277	25,7%
45	346	317,694	318,244	308,983	37,017	37,017	2293,225	50,961	10,7%
46	394	327,226	319,366	317,143	76,857	76,857	2370,082	51,524	19,5%
47	389	334,942	321,312	335,085	53,915	53,915	2423,996	51,574	13,9%
48	315	332,451	322,703	348,573	-33,573	33,573	2457,569	51,199	10,7%
49	426	344,137	325,381	342,199	83,801	83,801	2541,370	51,865	19,7%
50	377	348,242	328,236	362,894	14,106	14,106	2555,477	51,110	3,7%
51	387	353,084	331,340	368,248	18,752	18,752	2574,229	50,475	4,8%
52	483	369,313	336,084	374,827	108,173	108,173	2682,401	51,585	22,4%
1	489	384,264	342,102	402,542	86,458	86,458	2768,860	2768,860	17,7%
2	426	389,477	348,020	426,425	-0,425	0,425	2769,285	1384,643	0,1%
3	484	401,285	354,674	430,934	53,066	53,066	2822,351	940,784	11,0%
4	372	397,627	360,040	447,896	-75,896	75,896	2898,247	724,562	20,4%
5	383	395,800	364,507	435,214	-52,214	52,214	2950,460	590,092	13,6%
6	443	401,696	369,152	427,093	15,907	15,907	2966,368	494,395	3,6%
7	370	397,736	372,723	434,239	-64,239	64,239	3030,607	432,944	17,4%
8	430	401,767	376,351	422,750	7,250	7,250	3037,857	379,732	1,7%

9	352	395,550	378,749	427,182	-75,182	75,182	3113,040	345,893	21,4%
10	350	389,860	380,137	412,351	-62,351	62,351	3175,390	317,539	17,8%
11	392	390,127	381,385	399,583	-7,583	7,583	3182,973	289,361	1,9%
12	452	397,856	383,443	398,869	53,131	53,131	3236,104	269,675	11,8%
13	474	407,368	386,431	412,270	61,730	61,730	3297,834	253,680	13,0%
14	368	402,450	388,432	428,305	-60,305	60,305	3358,138	239,867	16,4%
15	429	405,767	390,598	416,468	12,532	12,532	3370,670	224,711	2,9%
16	386	403,298	392,184	420,936	-34,936	34,936	3405,606	212,850	9,1%
17	362	398,139	392,928	414,411	-52,411	52,411	3458,017	203,413	14,5%
18	414	400,120	393,826	403,349	10,651	10,651	3468,667	192,704	2,6%
19	416	402,104	394,860	406,414	9,586	9,586	3478,254	183,066	2,3%
20	507	415,207	397,402	409,347	97,653	97,653	3575,907	178,795	19,3%
21	390	412,058	399,233	433,012	-43,012	43,012	3618,919	172,329	11,0%
22	387	408,928	400,444	424,884	-37,884	37,884	3656,803	166,218	9,8%
23	424	410,811	401,739	417,412	6,588	6,588	3663,390	159,278	1,6%
24	475	418,829	403,874	419,883	55,117	55,117	3718,508	154,938	11,6%
25	392	415,478	405,323	433,785	-41,785	41,785	3760,292	150,412	10,7%
26	514	427,785	408,129	425,632	88,368	88,368	3848,660	148,025	17,2%
27	354	418,568	409,433	447,441	-93,441	93,441	3942,101	146,004	26,4%
28	323	406,630	409,083	427,703	-104,703	104,703	4046,803	144,529	32,4%
29	401	405,927	408,689	404,176	-3,176	3,176	4049,980	139,654	0,8%
30	362	400,439	407,658	403,164	-41,164	41,164	4091,144	136,371	11,4%
31	520	415,375	408,622	393,220	126,780	126,780	4217,924	136,062	24,4%
32	410	414,703	409,382	422,127	-12,127	12,127	4230,051	132,189	3,0%
33	430	416,614	410,285	420,025	9,975	9,975	4240,026	128,486	2,3%
34	367	410,416	410,302	422,943	-55,943	55,943	4295,969	126,352	15,2%
35	416	411,114	410,403	410,531	5,469	5,469	4301,438	122,898	1,3%
36	312	398,733	408,945	411,825	-99,825	99,825	4401,263	122,257	32,0%

37	382	396,643	407,408	388,520	-6,520	6,520	4407,783	119,129	1,7%
38	307	385,445	404,665	385,877	-78,877	78,877	4486,660	118,070	25,7%
39	326	378,019	401,336	366,224	-40,224	40,224	4526,884	116,074	12,3%
40	265	363,901	396,660	354,702	-89,702	89,702	4616,585	115,415	33,8%
41	379	365,787	392,803	331,142	47,858	47,858	4664,444	113,767	12,6%
42	389	368,687	389,791	338,771	50,229	50,229	4714,673	112,254	12,9%
43	266	355,859	385,552	347,583	-81,583	81,583	4796,256	111,541	30,7%
44	362	356,626	381,939	326,167	35,833	35,833	4832,089	109,820	9,9%
45	360	357,048	378,829	331,314	28,686	28,686	4860,775	108,017	8,0%
46	436	366,910	377,340	335,266	100,734	100,734	4961,509	107,859	23,1%
47	414	372,793	376,772	356,480	57,520	57,520	5019,029	106,788	13,9%
48	326	366,947	375,545	368,813	-42,813	42,813	5061,842	105,455	13,1%
49	369	367,156	374,497	358,350	10,270	10,270	5072,112	103,512	2,8%
50	411	372,633	374,264	359,816	51,184	51,184	5123,296	102,466	12,5%
51	517	390,667	376,313	371,002	145,998	145,998	5269,294	103,319	28,2%
52	427	395,206	378,673	405,021	21,979	21,979	5291,273	101,755	5,1%
SUMAS	38513,24				75,730	5291,273			14,482%
PROMEDIO	370,31961					50,878			
Alpha inicial ( $\alpha$ )	<b>0,1249179</b>								
Desviación estándar	66,188989			46,440					
Límite Superior	535,79209								
Límite Inferior	204,84714								

Tabla 44. Simulación del pronósticos para el ítem 6 ( $\alpha_{opt} = 0,02209933$ )

SIMULACION DEL SISTEMA DE PRONOSTICO DE SUAVIZACION EXPONENCIAL DOBLE									
Semana T	Demanda	St	St <sup>2</sup>	Pronostico	Error	Error Absoluto	SUMA DE DESVIACION ABSOLUTA	MAD	% ERROR
0		748,35	760,07						
1	643	746,02	759,76	736,63	-93,63	93,63	93,63	93,63	14,6%
2	537	741,40	759,35	732,28	-195,28	195,28	288,92	144,46	36,4%
3	807	742,85	758,99	723,45	83,55	83,55	372,46	124,15	10,4%
4	709	742,10	758,61	726,72	-17,72	17,72	390,18	97,54	2,5%
5	745	742,17	758,25	725,59	19,41	19,41	409,59	81,92	2,6%
6	742	742,16	757,89	726,08	15,92	15,92	425,50	70,92	2,1%
7	740	742,12	757,54	726,43	13,57	13,57	439,07	62,72	1,8%
8	696	741,10	757,18	726,69	-30,69	30,69	469,76	58,72	4,4%
9	770	741,73	756,84	725,01	44,99	44,99	514,74	57,19	5,8%
10	898	745,19	756,58	726,63	171,37	171,37	686,11	68,61	19,1%
11	699	744,17	756,31	733,79	-34,79	34,79	720,91	65,54	5,0%
12	735	743,96	756,03	732,03	2,97	2,97	723,88	60,32	0,4%
13	538	739,41	755,67	731,89	-193,89	193,89	917,78	70,60	36,0%
14	930	743,62	755,40	723,16	206,84	206,84	1124,62	80,33	22,2%
15	615	740,78	755,08	731,85	-116,85	116,85	1241,47	82,76	19,0%
16	803	742,16	754,79	726,49	76,51	76,51	1317,98	82,37	9,5%
17	614	739,33	754,45	729,52	-115,52	115,52	1433,50	84,32	18,8%
18	727	739,05	754,11	724,20	2,80	2,80	1436,30	79,79	0,4%
19	845	741,39	753,83	723,99	121,01	121,01	1557,31	81,96	14,3%
20	745	741,47	753,56	728,96	16,04	16,04	1573,35	78,67	2,2%

21	710	740,78	753,27	729,39	-19,39	19,39	1592,74	75,84	2,7%
22	691	739,68	752,97	728,28	-37,28	37,28	1630,02	74,09	5,4%
23	728	739,42	752,67	726,38	1,62	1,62	1631,64	70,94	0,2%
24	600	736,34	752,31	726,17	-126,17	126,17	1757,81	73,24	21,0%
25	702	735,58	751,94	720,36	-18,36	18,36	1776,17	71,05	2,6%
26	659	733,89	751,54	719,22	-60,22	60,22	1836,39	70,63	9,1%
27	745	734,13	751,16	716,23	28,77	28,77	1865,16	69,08	3,9%
28	890	737,58	750,86	717,11	172,89	172,89	2038,05	72,79	19,4%
29	853	740,13	750,62	724,30	128,70	128,70	2166,75	74,72	15,1%
30	895	743,55	750,47	729,63	165,37	165,37	2332,12	77,74	18,5%
31	926	747,58	750,40	736,64	189,36	189,36	2521,48	81,34	20,4%
32	753	747,71	750,34	744,76	8,59	8,59	2530,08	79,06	1,1%
33	731	747,34	750,28	745,08	-14,08	14,08	2544,15	77,10	1,9%
34	950	751,82	750,31	744,41	205,59	205,59	2749,75	80,87	21,6%
35	850	753,99	750,39	753,33	96,67	96,67	2846,42	81,33	11,4%
36	854	756,20	750,52	757,59	96,41	96,41	2942,83	81,75	11,3%
37	751	756,08	750,64	761,88	-11,19	11,19	2954,02	79,84	1,5%
38	777	756,54	750,77	761,51	15,49	15,49	2969,51	78,14	2,0%
39	632	753,79	750,84	762,31	-130,31	130,31	3099,82	79,48	20,6%
40	681	752,18	750,87	756,74	-75,74	75,74	3175,55	79,39	11,1%
41	768	752,53	750,91	753,49	14,51	14,51	3190,06	77,81	1,9%
42	797	753,51	750,96	754,15	42,85	42,85	3232,91	76,97	5,4%
43	788	754,27	751,04	756,06	31,94	31,94	3264,85	75,93	4,1%
44	783	754,91	751,12	757,51	25,49	25,49	3290,34	74,78	3,3%
45	840	756,79	751,25	758,70	81,30	81,30	3371,64	74,93	9,7%
46	673	754,94	751,33	762,33	-89,33	89,33	3460,97	75,24	13,3%
47	716	754,08	751,39	758,55	-42,55	42,55	3503,52	74,54	5,9%
48	641	751,58	751,39	756,76	-115,76	115,76	3619,28	75,40	18,1%
49	723	750,95	751,38	751,76	-28,76	28,76	3648,05	74,45	4,0%

50	626	748,19	751,31	750,51	-124,51	124,51	3772,56	75,45	19,9%
51	848	750,39	751,29	745,06	102,94	102,94	3875,50	75,99	12,1%
52	785	751,16	751,29	749,49	35,51	35,51	3911,01	75,21	4,5%
1	813	752,52	751,32	751,02	61,98	61,98	3972,99	3972,99	7,6%
2	709	751,56	751,32	753,73	-44,73	44,73	4017,72	2008,86	6,3%
3	624	748,74	751,27	751,80	-127,80	127,80	4145,51	1381,84	20,5%
4	634	746,21	751,15	746,22	-112,22	112,22	4257,73	1064,43	17,7%
5	656	744,21	751,00	741,26	-85,26	85,26	4342,99	868,60	13,0%
6	933	748,39	750,94	737,43	195,57	195,57	4538,57	756,43	21,0%
7	722	747,80	750,87	745,83	-23,83	23,83	4562,39	651,77	3,3%
8	817	749,33	750,84	744,73	72,27	72,27	4634,66	579,33	8,8%
9	796	750,36	750,83	747,82	48,18	48,18	4682,84	520,32	6,1%
10	765	750,69	750,83	749,90	15,10	15,10	4697,94	469,79	2,0%
11	853	752,95	750,87	750,55	102,45	102,45	4800,40	436,40	12,0%
12	833	754,72	750,96	755,02	77,98	77,98	4878,38	406,53	9,4%
13	649	752,38	750,99	758,47	-109,47	109,47	4987,85	383,68	16,9%
14	800	753,43	751,04	753,77	46,23	46,23	5034,08	359,58	5,8%
15	732	752,96	751,09	755,82	-23,82	23,82	5057,90	337,19	3,3%
16	566	748,83	751,04	754,83	-188,83	188,83	5246,73	327,92	33,4%
17	805	750,07	751,01	746,62	58,38	58,38	5305,12	312,07	7,3%
18	834	751,92	751,03	749,12	84,88	84,88	5389,99	299,44	10,2%
19	801	753,01	751,08	752,81	48,19	48,19	5438,18	286,22	6,0%
20	808	754,22	751,15	754,94	53,06	53,06	5491,24	274,56	6,6%
21	693	752,87	751,19	757,30	-64,30	64,30	5555,54	264,55	9,3%
22	771	753,27	751,23	754,55	16,45	16,45	5571,99	253,27	2,1%
23	702	752,14	751,25	755,31	-53,31	53,31	5625,30	244,58	7,6%
24	756	752,22	751,27	753,02	2,98	2,98	5628,27	234,51	0,4%
25	794	753,15	751,31	753,17	40,83	40,83	5669,10	226,76	5,1%
26	893	756,24	751,42	754,98	138,02	138,02	5807,12	223,35	15,5%



27	834	757,96	751,57	761,05	72,95	72,95	5880,07	217,78	8,7%
28	855	760,10	751,76	764,34	90,66	90,66	5970,73	213,24	10,6%
29	706	758,90	751,91	768,44	-62,44	62,44	6033,17	208,04	8,8%
30	930	762,69	752,15	765,89	164,11	164,11	6197,28	206,58	17,6%
31	639	759,95	752,32	773,22	-134,22	134,22	6331,50	204,24	21,0%
32	768	760,13	752,50	767,58	0,42	0,42	6331,92	197,87	0,1%
33	744	759,77	752,66	767,76	-23,76	23,76	6355,68	192,60	3,2%
34	799	760,64	752,83	766,89	32,11	32,11	6387,79	187,88	4,0%
35	808	761,69	753,03	768,45	39,55	39,55	6427,34	183,64	4,9%
36	748	761,38	753,21	770,34	-22,34	22,34	6449,69	179,16	3,0%
37	692	759,85	753,36	769,55	-77,55	77,55	6527,24	176,41	11,2%
38	675	757,98	753,46	766,34	-91,34	91,34	6618,58	174,17	13,5%
39	625	755,04	753,50	762,49	-137,49	137,49	6756,07	173,23	22,0%
40	722	754,31	753,52	756,58	-34,58	34,58	6790,65	169,77	4,8%
41	796	755,23	753,55	755,10	40,90	40,90	6831,55	166,62	5,1%
42	763	755,40	753,59	756,90	6,10	6,10	6837,65	162,80	0,8%
43	602	752,01	753,56	757,21	-155,21	155,21	6992,85	162,62	25,8%
44	790	752,85	753,54	750,46	39,54	39,54	7032,39	159,83	5,0%
45	639	750,33	753,47	752,16	-113,16	113,16	7145,55	158,79	17,7%
46	784	751,08	753,42	747,20	36,80	36,80	7182,35	156,14	4,7%
47	589	747,50	753,29	748,74	-159,74	159,74	7342,09	156,21	27,1%
48	621	744,70	753,10	741,70	-120,70	120,70	7462,79	155,47	19,4%
49	854	747,12	752,97	736,30	117,70	117,70	7580,49	154,70	13,8%
50	519	742,07	752,73	741,27	-222,27	222,27	7802,76	156,06	42,8%
51	761	742,49	752,50	731,42	29,58	29,58	7832,33	153,58	3,9%
52	619	739,76	752,22	732,49	-113,49	113,49	7945,82	152,80	18,3%
SUMAS	77545,04708				-41,94	7945,82			10,63%
PROMEDIO	745,6254527					76,40			
Alpha inicial	<b>0,022099</b>								

( $\alpha$ )									
Desviación estándar	94,93546811			14,77					
Límite Superior	982,964123								
Límite Inferior	508,2867825								

**Anexo 5. Simulación de los pronósticos de suavización exponencial simple con alfa óptimo**

Tabla 45. Simulación del pronóstico para el ítem 1 ( $\alpha_{opt} = 0,26184759$ )

SUAVIZACION EXPONENCIAL SIMPLE							
Semana T	Demanda	St (Pronostico)	Error	Error Absoluto	SUMA DE DESVIACION ABSOLUTA	MAD	% ERROR
1	901						
2	958						
3	798						
4	847						
5	700						
6	864						
7	569						
8	590						
9	652						
10	926						
11	691						
12	573	$S_0 = 772,36$	-199,36	199,3636364	199,3636364	16,6136364	35%
13	878	720,16	157,84	157,8392514	357,2028878	27,4771452	18%
14	741	761,49	-20,49	20,49057622	377,693464	26,9781046	3%
15	734	756,13	-22,13	22,12516822	399,8186322	26,6545755	3%
16	560	750,33	-190,33	190,3317462	590,1503784	36,8843987	34%
17	638	700,49	-62,49	62,49383715	652,6442156	38,3908362	10%
18	712	684,13	27,87	27,87002351	680,5142391	37,8063466	4%
19	699	691,43	7,57	7,572325014	688,0865641	36,2150823	1%
20	645	693,41	-48,41	48,41047004	736,4970341	36,8248517	8%
21	592	680,73	-88,73	88,73430512	825,2313393	39,2967304	15%

22	600	657,50	-57,50	57,49944116	882,7307804	40,1241264	10%
23	739	642,44	96,56	96,55664894	979,2874294	42,5777143	13%
24	505	667,73	-162,73	162,7264769	1142,013906	47,5839128	32%
25	584	625,12	-41,12	41,11694106	1183,130847	47,3252339	7%
26	578	614,35	-36,35	36,35056913	1219,481416	46,9031314	6%
27	562	604,83	-42,83	42,8322602	1262,313677	46,7523584	8%
28	527	593,62	-66,62	66,61673609	1328,930413	47,4618005	13%
29	698	576,17	121,83	121,8266957	1450,757108	50,0261072	17%
30	428	608,07	-180,07	180,073331	1630,830439	54,3610146	42%
31	470	560,92	-90,92	90,9215632	1721,752003	55,5403872	19%
32	615	537,11	77,89	77,88602902	1799,638032	56,2386885	13%
33	569	557,51	11,49	11,49176001	1811,129792	54,882721	2%
34	526	560,52	-34,52	34,51732965	1845,647121	54,2837389	7%
35	635	551,48	83,52	83,52094993	1929,168071	55,1190878	13%
36	638	573,35	64,65	64,65119047	1993,819262	55,3838684	10%
37	673	590,28	82,72	82,72243204	2076,541694	56,1227485	12%
38	695	611,94	83,06	83,06176256	2159,603456	56,8316699	12%
39	471	633,69	-162,69	162,6877598	2322,291216	59,5459286	35%
40	535	591,09	-56,09	56,08836195	2378,379578	59,4594895	10%
41	594	576,40	17,60	17,59824046	2395,977819	58,4384834	3%
42	654	581,01	72,99	72,99018361	2468,968002	58,7849524	11%
43	577	600,12	-23,12	23,12212008	2492,090122	57,9555842	4%
44	761	594,07	166,93	166,9323513	2659,022474	60,4323289	22%
45	707	637,78	69,22	69,22151742	2728,243991	60,6276442	10%
46	687	655,90	31,10	31,0960299	2759,340021	59,9856526	5%
47	593	664,05	-71,05	71,0463906	2830,386411	60,2209875	12%
48	664	645,44	18,56	18,55693557	2848,943347	59,3529864	3%
49	637	650,30	-13,30	13,30215329	2862,2455	58,4131735	2%
50	686	646,82	39,18	39,18098349	2901,426484	58,0285297	6%

51	768	657,08	110,92	110,9215374	3012,348021	59,0656475	14%
52	874	686,12	187,88	187,8770001	3200,225021	61,5427889	21%
1	629	735,32	-106,32	106,3181396	3306,543161	3306,54316	17%
2	569	707,48	-138,48	138,478991	3445,022152	1722,51108	24%
3	599	671,22	-72,22	72,21860089	3517,240753	1172,41358	12%
4	611	652,31	-41,31	41,30833428	3558,549087	889,637272	7%
5	591	641,49	-50,49	50,49184649	3609,040934	721,808187	9%
6	853	628,27	224,73	224,7293218	3833,770255	638,961709	26%
7	737	687,12	49,88	49,88449047	3883,654746	554,807821	7%
8	651	700,18	-49,18	49,17764315	3932,832389	491,604049	8%
9	671	687,30	-16,30	16,3005958	3949,132985	438,792554	2%
10	706	683,03	22,97	22,96767593	3972,100661	397,210066	3%
11	591	689,05	-98,05	98,04635466	4070,147015	370,013365	17%
12	791	663,37	127,63	127,626847	4197,773862	349,814489	16%
13	761	696,79	64,21	64,20806469	4261,981927	327,844764	8%
14	704	713,60	-9,60	9,604662317	4271,586589	305,113328	1%
15	653	711,09	-58,09	58,08970463	4329,676294	288,645086	9%
16	646	695,88	-49,88	49,87905546	4379,55535	273,722209	8%
17	669	682,82	-13,82	13,81834499	4393,373695	258,433747	2%
18	725	679,20	45,80	45,79995535	4439,17365	246,620758	6%
19	882	691,19	190,81	190,8073474	4629,980997	243,68321	22%
20	341	741,16	-400,16	400,1550967	5030,136094	251,506805	117%
21	486	636,38	-150,38	150,3754489	5180,511543	246,691026	31%
22	597	597,00	0,00	5,76676E-09	5180,511543	235,477797	0%
23	623	597,00	26,00	26	5206,511543	226,370067	4%
24	487	603,81	-116,81	116,8080373	5323,31958	221,804983	24%
25	567	573,22	-6,22	6,222134255	5329,541715	213,181669	1%
26	609	571,59	37,41	37,40711661	5366,948831	206,421109	6%
27	640	581,39	58,61	58,61215327	5425,560984	200,946703	9%

28	565	596,74	-31,74	31,73529782	5457,296282	194,903439	6%
29	483	588,43	-105,43	105,4254866	5562,721769	191,817992	22%
30	430	560,82	-130,82	130,820077	5693,541846	189,784728	30%
31	534	526,57	7,43	7,434844937	5700,976691	183,902474	1%
32	627	528,51	98,49	98,48804871	5799,464739	181,233273	16%
33	584	554,30	29,70	29,69919049	5829,16393	176,641331	5%
34	505	562,08	-57,08	57,07747097	5886,241401	173,124747	11%
35	480	547,13	-67,13	67,13187274	5953,373274	170,096379	14%
36	489	529,55	-40,55	40,55355364	5993,926827	166,497967	8%
37	602	518,93	83,07	83,06529665	6076,992124	164,24303	14%
38	504	540,69	-36,69	36,6851511	6113,677275	160,886244	7%
39	578	531,08	46,92	46,92076731	6160,598042	157,964052	8%
40	404	543,37	-139,37	139,3653225	6299,963365	157,499084	34%
41	562	506,87	55,13	55,12715132	6355,090516	155,002208	10%
42	468	521,31	-53,31	53,30776041	6408,398277	152,580911	11%
43	469	507,35	-38,35	38,34925181	6446,747528	149,924361	8%
44	409	497,31	-88,31	88,30759264	6535,055121	148,52398	22%
45	600	474,18	125,82	125,8155377	6660,870659	148,019348	21%
46	575	507,13	67,87	67,87104234	6728,741701	146,276994	12%
47	377	524,90	-147,90	147,9008265	6876,642528	146,311543	39%
48	498	486,17	11,83	11,82664847	6888,469176	143,509775	2%
49	598	489,27	108,73	108,7298691	6997,199045	142,799981	18%
50	723	517,74	205,26	205,2592149	7202,45826	144,049165	28%
51	767	571,49	195,51	195,5125841	7397,970844	145,058252	25%
52	694	622,68	71,32	71,3180851	7469,288929	143,640172	10%
SUMAS	65432	57436,32	-500,318726	7469,288929			14,04%
PROMEDIO	629,1538462	617,59		80,31493472			
Alpha inicial ( $\alpha$ )	<b>0,26184759</b>						
Desviación	123,4281182	73,16231866					

estándar	
Límite Superior	937,7241418
Límite Inferior	320,5835505

Tabla 46. Simulación del pronóstico para el ítem 2 ( $\alpha_{opt} = 0,10359477$ )

SUAVIZACION EXPONENCIAL SIMPLE							
Semana T	Demanda	St (Pronostico)	Error	Error Absoluto	SUMA DE DESVIACION ABSOLUTA	MAD	% ERROR
0							
1	381						
2	423						
3	451						
4	333						
5	303						
6	358						
7	279						
8	304						
9	294						
10	347						
11	348						
12	399	347,36	51,64	51,6363636	51,6363636	4,3030303	13%
13	373	352,71	20,29	20,2871067	71,9234703	5,53257464	5%
14	414	354,81	59,19	59,1854686	131,108939	9,36492421	14%
15	348	360,95	-12,95	12,9458361	144,054775	9,60365167	4%

16	392	359,60	32,40	32,3952848	176,45006	11,0281287	8%
17	264	362,96	-98,96	98,9606972	275,410757	16,2006328	37%
18	407	352,71	54,29	54,291113	329,70187	18,3167706	13%
19	379	358,33	20,67	20,6668379	350,368708	18,4404583	5%
20	353	360,47	-7,47	7,4741383	357,842846	17,8921423	2%
21	341	359,70	-18,70	18,6998567	376,542703	17,9306049	5%
22	445	357,76	87,24	87,2373506	463,780053	21,0809115	20%
23	372	366,80	5,20	5,20001772	468,980071	20,3904379	1%
24	266	367,34	-101,34	101,338677	570,318748	23,7632812	38%
25	304	356,84	-52,84	52,8405205	623,159269	24,9263707	17%
26	381	351,37	29,63	29,6334808	652,792749	25,1074134	8%
27	242	354,44	-112,44	112,436393	765,229142	28,3418201	46%
28	348	342,79	5,21	5,21142904	770,440571	27,5157347	1%
29	254	343,33	-89,33	89,3284477	859,769019	29,6472075	35%
30	218	334,07	-116,07	116,074488	975,843507	32,5281169	53%
31	276	322,05	-46,05	46,0497788	1021,89329	32,9642995	17%
32	333	317,28	15,72	15,7207372	1037,61402	32,4254382	5%
33	370	318,91	51,09	51,0921511	1088,70617	32,9910962	14%
34	292	324,20	-32,20	32,2007283	1120,9069	32,9678501	11%
35	234	320,86	-86,86	86,8649014	1207,7718	34,5077658	37%
36	297	311,87	-14,87	14,8661523	1222,63796	33,9621654	5%
37	357	310,33	46,67	46,6739032	1269,31186	34,3057259	13%
38	337	315,16	21,84	21,8387312	1291,15059	33,9776471	6%
39	368,62	317,42	51,20	51,1963529	1342,34694	34,4191524	14%
40	241	322,73	-81,73	81,7273212	1424,07426	35,6018566	34%
41	344	314,26	29,74	29,7392014	1453,81347	35,458865	9%
42	290	317,34	-27,34	27,3416242	1481,15509	35,2655974	9%
43	237	314,51	-77,51	77,509175	1558,66427	36,2480062	33%
44	387	306,48	80,52	80,5203698	1639,18464	37,2541963	21%



45	346	314,82	31,18	31,178881	1670,36352	37,1191892	9%
46	394	318,05	75,95	75,9489121	1746,31243	37,9633137	19%
47	389	325,92	63,08	63,0810024	1809,39343	38,4977326	16%
48	315	332,45	-17,45	17,4538592	1826,84729	38,0593185	6%
49	426	330,65	95,35	95,3542692	1922,20156	39,2286032	22%
50	377	340,52	36,48	36,4760661	1958,67763	39,1735525	10%
51	387	344,30	42,70	42,6973366	2001,37496	39,2426463	11%
52	483	348,73	134,27	134,274116	2135,64908	41,0701746	28%
1	489	362,64	126,36	126,364021	2262,0131	2262,0131	26%
2	426	375,73	50,27	50,2733695	2312,28647	1156,14323	12%
3	484	380,93	103,07	103,065312	2415,35178	805,11726	21%
4	372	391,61	-19,61	19,6117151	2434,96349	608,740874	5%
5	383	389,58	-6,58	6,58004411	2441,54354	488,308708	2%
6	443	388,90	54,10	54,101614	2495,64515	415,940859	12%
7	370	394,50	-24,50	24,50303	2520,14818	360,021169	7%
8	430	391,96	38,04	38,0353557	2558,18354	319,772942	9%
9	352	395,90	-43,90	43,9049081	2602,08845	289,120938	12%
10	350	391,36	-41,36	41,3565894	2643,44504	264,344504	12%
11	392	387,07	4,93	4,92773673	2648,37277	240,761161	1%
12	452	387,58	64,42	64,417249	2712,79002	226,065835	14%
13	474	394,26	79,74	79,7439592	2792,53398	214,810306	17%
14	368	402,52	-34,52	34,5170975	2827,05108	201,93222	9%
15	429	398,94	30,06	30,0586931	2857,10977	190,473985	7%
16	386	402,06	-16,06	16,0552301	2873,165	179,572813	4%
17	362	400,39	-38,39	38,3919923	2911,55699	171,268058	11%
18	414	396,41	17,59	17,5852171	2929,14221	162,730123	4%
19	416	398,24	17,76	17,7634806	2946,90569	155,1003	4%
20	507	400,08	106,92	106,923277	3053,82897	152,691448	21%
21	390	411,15	-21,15	21,1534147	3074,98238	146,427733	5%

22	387	408,96	-21,96	21,9620317	3096,94442	140,770201	6%
23	424	406,69	17,31	17,3131198	3114,25753	135,402502	4%
24	475	408,48	66,52	66,5195712	3180,77711	132,532379	14%
25	392	415,37	-23,37	23,3715081	3204,14861	128,165945	6%
26	514	412,95	101,05	101,049658	3305,19827	127,12301	20%
27	354	423,42	-69,42	69,4185578	3374,61683	124,985809	20%
28	323	416,23	-93,23	93,2271586	3467,84399	123,851571	29%
29	401	406,57	-5,57	5,569313	3473,4133	119,772872	1%
30	362	405,99	-43,99	43,9923613	3517,40566	117,246855	12%
31	520	401,43	118,57	118,565017	3635,97068	117,289377	23%
32	410	413,72	-3,72	3,71769808	3639,68838	113,740262	1%
33	430	413,33	16,67	16,667436	3656,35581	110,798661	4%
34	367	415,06	-48,06	48,0592231	3704,41504	108,953383	13%
35	416	410,08	5,92	5,9194608	3710,3345	106,009557	1%
36	312	410,69	-98,69	98,6937644	3809,02826	105,806341	32%
37	382	400,47	-18,47	18,469607	3827,49787	103,445888	5%
38	307	398,56	-91,56	91,5562524	3919,05412	103,133003	30%
39	326	389,07	-63,07	63,071504	3982,12563	102,105785	19%
40	265	382,54	-117,54	117,537626	4099,66325	102,491581	44%
41	379	370,36	8,64	8,63865646	4108,30191	100,202486	2%
42	389	371,26	17,74	17,7437369	4126,04565	98,239182	5%
43	266	373,09	-107,09	107,094421	4233,14007	98,4451178	40%
44	362	362,00	0,00	4,7138E-08	4233,14007	96,2077288	0%
45	360	362,00	-2,00	1,99999996	4235,14007	94,1142237	1%
46	436	361,79	74,21	74,2071896	4309,34726	93,6814621	17%
47	414	369,48	44,52	44,5197132	4353,86697	92,6354674	11%
48	326	374,09	-48,09	48,092296	4401,95927	91,7074847	15%
49	368,62	369,11	-0,49	0,49018592	4402,44945	89,8459072	0%
50	411	369,06	41,94	41,9405948	4444,39005	88,8878009	10%

51	517	373,40	143,60	143,595769	4587,98581	89,9605062	28%
52	427	388,28	38,72	38,7199988	4626,70581	88,9751118	9%
SUMAS	38513,24	34258,55	433,685563	4626,70581			14,14%
PROMEDIO	370,319615	368,37		49,7495249			
Alpha inicial ( $\alpha$ )	<b>0,10359477</b>						
Desviación estándar	66,1889898	32,9091038					
Límite Superior	535,79209						
Límite Inferior	204,847141						

Tabla 47. Simulación del pronóstico para el ítem 6 ( $\alpha_{opt} = 0,058466164545$ )

SUAVIZACION EXPONENCIAL SIMPLE							
Semana T	Demanda	St (Pronostico)	Error	Error Absoluto	SUMA DE DESVIACION ABSOLUTA	MAD	% ERROR
0							
1	643						
2	537						
3	807						
4	709						
5	745						
6	742						
7	740						
8	696						
9	770						
10	898						
11	699						
12	735	726,00	9,00	9	9	0,75	1%
13	538	726,53	-188,53	188,526195	197,526195	15,1943227	35%
14	930	715,50	214,50	214,496208	412,022404	29,4301717	23%
15	615	728,04	-113,04	113,044563	525,066966	35,0044644	18%
16	803	721,44	81,56	81,5647195	606,631686	37,9144803	10%
17	614	726,20	-112,20	112,204057	718,835742	42,2844554	18%
18	727	719,64	7,36	7,35608402	726,191826	40,3439904	1%
19	845	720,07	124,93	124,926002	851,117828	44,7956752	15%
20	745	727,38	17,62	17,6220578	868,739886	43,4369943	2%
21	710	728,41	-18,41	18,4082363	887,148123	42,2451487	3%
22	691	727,33	-36,33	36,3319773	923,4801	41,9763682	5%

23	728	725,21	2,79	2,79221402	926,272314	40,2727093	0%
24	600	725,37	-125,37	125,371036	1051,64335	43,8184729	21%
25	702	718,04	-16,04	16,0410724	1067,68442	42,7073769	2%
26	659	717,10	-58,10	58,1032124	1125,78763	43,2995244	9%
27	745	713,71	31,29	31,2938596	1157,08149	42,8548702	4%
28	890	715,54	174,46	174,464228	1331,54572	47,5552044	20%
29	853	725,74	127,26	127,263973	1458,8097	50,3037826	15%
30	895	733,18	161,82	161,823337	1620,63303	54,0211011	18%
31	926	742,64	183,36	183,362147	1803,99518	58,1933929	20%
32	753	753,36	0,00	2,3642E-05	1803,9952	56,3748501	0%
33	731	753,36	-22,36	22,3583357	1826,35354	55,3440466	3%
34	950	752,05	197,95	197,94887	2024,30241	59,5383062	21%
35	850	763,62	86,38	86,3755592	2110,67797	60,3050848	10%
36	854	768,67	85,33	85,3255115	2196,00348	61,0000967	10%
37	751	773,66	-22,97	22,9744171	2218,9779	59,9723756	3%
38	777	772,32	4,68	4,68008217	2223,65798	58,5173152	1%
39	632	772,59	-140,59	140,593544	2364,25152	60,6218339	22%
40	681	764,37	-83,37	83,373579	2447,6251	61,1906276	12%
41	768	759,50	8,50	8,5009544	2456,12606	59,9055136	1%
42	797	760,00	37,00	37,0039362	2493,12999	59,3602379	5%
43	788	762,16	25,84	25,840458	2518,97045	58,5807082	3%
44	783	763,67	19,33	19,3296655	2538,30012	57,688639	2%
45	840	764,80	75,20	75,1995341	2613,49965	58,07777	9%
46	673	769,20	-96,20	96,1970942	2709,69674	58,906451	14%
47	716	763,57	-47,57	47,5728191	2757,26956	58,6653099	7%
48	641	760,79	-119,79	119,791419	2877,06098	59,9387705	19%
49	723	753,79	-30,79	30,787674	2907,84866	59,3438501	4%
50	626	751,99	-125,99	125,987637	3033,83629	60,6767259	20%
51	848	744,62	103,38	103,378377	3137,21467	61,5140131	12%

52	785	750,67	34,33	34,3342399	3171,54891	60,9913252	4%
1	813	752,67	60,33	60,3268486	3231,87576	3231,87576	7%
2	709	756,20	-47,20	47,2002309	3279,07599	1639,53799	7%
3	624	753,44	-129,44	129,440614	3408,5166	1136,1722	21%
4	634	745,87	-111,87	111,872718	3520,38932	880,097331	18%
5	656	739,33	-83,33	83,3319494	3603,72127	720,744254	13%
6	933	734,46	198,54	198,54015	3802,26142	633,710237	21%
7	722	746,07	-24,07	24,067731	3826,32915	546,61845	3%
8	817	744,66	72,34	72,3394169	3898,66857	487,333571	9%
9	796	748,89	47,11	47,1100087	3945,77858	438,419842	6%
10	765	751,64	13,36	13,3556671	3959,13425	395,913425	2%
11	853	752,43	100,57	100,574813	4059,70906	369,06446	12%
12	833	758,31	74,69	74,694589	4134,40365	344,533637	9%
13	649	762,67	-113,67	113,672517	4248,07616	326,77509	18%
14	800	756,03	43,97	43,9734789	4292,04964	306,574975	5%
15	732	758,60	-26,60	26,5974817	4318,64712	287,909808	4%
16	566	757,04	-191,04	191,042429	4509,68955	281,855597	34%
17	805	745,87	59,13	59,1270891	4568,81664	268,75392	7%
18	834	749,33	84,67	84,670155	4653,4868	258,527044	10%
19	801	754,28	46,72	46,7198158	4700,20661	247,379295	6%
20	808	757,01	50,99	50,9882873	4751,1949	237,559745	6%
21	693	759,99	-66,99	66,9928023	4818,1877	229,43751	10%
22	771	756,08	14,92	14,9240099	4833,11171	219,686896	2%
23	702	756,95	-54,95	54,9485397	4888,06025	212,524359	8%
24	756	753,74	2,26	2,26409068	4890,32434	203,763514	0%
25	794	753,87	40,13	40,131718	4930,45606	197,218242	5%
26	893	756,21	136,79	136,78537	5067,24143	194,893901	15%
27	834	764,21	69,79	69,7880544	5137,02949	190,260351	8%
28	855	768,29	86,71	86,7078145	5223,7373	186,562046	10%

29	706	773,36	-67,36	67,3616588	5291,09896	182,451688	10%
30	930	769,42	160,58	160,576719	5451,67568	181,722523	17%
31	639	778,81	-139,81	139,811586	5591,48726	180,370557	22%
32	768	770,64	-2,64	2,6373387	5594,1246	174,816394	0%
33	744	770,48	-26,48	26,4831436	5620,60775	170,321447	4%
34	799	768,93	30,07	30,0652242	5650,67297	166,196264	4%
35	808	770,69	37,31	37,3074259	5687,9804	162,513726	5%
36	748	772,87	-24,87	24,8737962	5712,85419	158,690394	3%
37	692	771,42	-79,42	79,4195208	5792,27371	156,547938	11%
38	675	766,78	-91,78	91,776166	5884,04988	154,843418	14%
39	625	761,41	-136,41	136,410366	6020,46025	154,370776	22%
40	722	753,43	-31,43	31,4349747	6051,89522	151,297381	4%
41	796	751,60	44,40	44,4029077	6096,29813	148,690198	6%
42	763	754,19	8,81	8,80684	6105,10497	145,359642	1%
43	602	754,71	-152,71	152,708062	6257,81303	145,530536	25%
44	790	745,78	44,22	44,2201925	6302,03322	143,228028	6%
45	639	748,37	-109,37	109,365193	6411,39842	142,47552	17%
46	784	741,97	42,03	42,0289708	6453,42739	140,2919	5%
47	589	744,43	-155,43	155,428302	6608,85569	140,613951	26%
48	621	735,34	-114,34	114,341005	6723,19669	140,066598	18%
49	854	728,66	125,34	125,344075	6848,54077	139,766138	15%
50	519	735,98	-216,98	216,984313	7065,52508	141,310502	42%
51	761	723,30	37,70	37,701928	7103,22701	139,278961	5%
52	619	725,50	-106,50	106,502359	7209,72937	138,648642	17%
SUMAS	77545,0471	69674,06	-115,013964	7209,72937			10,74%
PROMEDIO	745,625453	749,18		77,5239717			
Alpha inicial ( $\alpha$ )	<b>0,05846616</b>						
Desviación estándar	94,9354681	17,0858411					
Límite Superior	982,964123						
Límite Inferior	508,286782						

**Anexo 6. Distribución normal unitaria usada para determinar los parámetros:  $k$ ,  $P_z(k)$ ,  $G_z(k)$ .**

$k$	$f_z(k)$	$p_z(k)$	$G_z(k)$	$k$
1.20	0.194186	0.115070	0.056102	1.20
1.21	0.191860	0.113139	0.054961	1.21
1.22	0.189543	0.111232	0.053840	1.22
1.23	0.187235	0.109349	0.052737	1.23
1.24	0.184937	0.107488	0.051653	1.24
1.25	0.182649	0.105650	0.050587	1.25
1.26	0.180371	0.103835	0.049539	1.26
1.27	0.178104	0.102042	0.048510	1.27
1.28	0.175847	0.100273	0.047499	1.28
1.63	0.105675	0.051551	0.021647	1.63
1.64	0.103961	0.050503	0.021137	1.64
1.65	0.102265	0.049471	0.020637	1.65
1.66	0.100586	0.048457	0.020147	1.66
1.67	0.098925	0.047460	0.019668	1.67
1.68	0.097282	0.046479	0.019198	1.68
1.69	0.095657	0.045514	0.018738	1.69
1.70	0.094049	0.044565	0.018288	1.70
1.71	0.092459	0.043633	0.017847	1.71

*Figura 18.* Principales funciones de la distribución normal unitaria, Libro Fundamentos de gestión de inventarios paginas 242-249, Vidal Carlos Julio (2010).