



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**TRABAJO DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

TEMA:

**“SISTEMA DE ABASTECIMIENTO EN EL ÁREA DE COMPRAS PARA EL
CLIENTE DE PEDIDO POR CATÁLOGO EN LA EMPRESA
CONFECCIONES ANY”**

AUTOR: STALIN MIGUEL VINUEZA FLORES

TUTOR: ING. YAKCLEEM MONTERO SANTOS MSC.

IBARRA – ECUADOR

2018



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DEL CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100484005-2		
APELLIDOS Y NOMBRES:	VINUEZA FLORES STALIN MIGUEL		
DIRECCIÓN:	Imbabura - Cotacachi – Quiroga		
EMAIL:	smvinuezaf@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	N/A	TELÉFONO MÓVIL:	0980393836

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO EN EL ÁREA DE COMPRAS PARA EL CLIENTE DE PEDIDO POR CATÁLOGO EN LA EMPRESA CONFECCIONES ANY
AUTOR (ES):	STALIN MIGUEL VINUEZA FLORES
FECHA:	
PROGRAMA	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniería Industrial
TUTOR / DIRECTOR:	MSc. Yakcleem Montero Santos

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

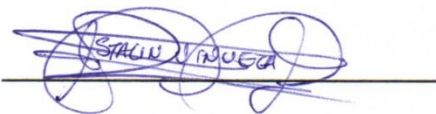
Yo, Stalin Miguel Vinueza Flores, con cédula de identidad Nro. 100484005-2, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

En la ciudad de Ibarra, 23 de Abril del 2018

AUTOR:



Stalin Miguel Vinuesa Flores

C.C: 100484005-2




UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**CESION DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A
FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, Stalin Miguel Vinueza Flores, con cédula de identidad Nro. 100484005-2, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado: **“SISTEMA DE ABASTECIMIENTO EN EL ÁREA DE COMPRAS PARA EL CLIENTE DE PEDIDO POR CATÁLOGO EN LA EMPRESA CONFECCIONES ANY”** que ha sido desarrollado para optar por el título de: **INGENIERO INDUSTRIAL** en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, 23 de Abril del 2018

AUTOR:


Stalin Miguel Vinueza Flores

C.C: 100484005-2



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

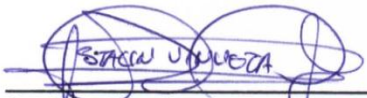
DECLARACIÓN

Yo, Stalin Miguel Vinueza Flores, con cédula de identidad Nro. 100484005-2, declaro bajo juramento que el trabajo de grado con el tema **“SISTEMA DE ABASTECIMIENTO EN EL ÁREA DE COMPRAS PARA EL CLIENTE DE PEDIDO POR CATÁLOGO EN LA EMPRESA CONFECCIONES ANY”**, corresponde a mi autoría y que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Además a través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Técnica del Norte, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Ibarra, 23 de Abril del 2018

AUTOR:


Stalin Miguel Vinueza Flores

C.C: 100484005-2



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

MSc. Yakcleem Montero Santos Director de Trabajo de Grado desarrollado por el señor estudiante **STALIN MIGUEL VINUEZA FLORES**

CERTIFICA

Que, el Proyecto de Trabajo de grado titulado “**SISTEMA DE ABASTECIMIENTO EN EL ÁREA DE COMPRAS PARA EL CLIENTE DE PEDIDO POR CATÁLOGO EN LA EMPRESA CONFECCIONES ANY**”, ha sido elaborado en su totalidad por el señor estudiante **Stalin Miguel Vinueza Flores** bajo mi dirección, para la obtención del título de Ingeniero Industrial. Luego de ser revisada, considerando que se encuentra concluido y cumple con las exigencias y requisitos académicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería Industrial, autoriza su presentación y defensa para que pueda ser juzgado por el tribunal correspondiente.

Ibarra, 23 de Abril del 2018

MSC. YAKCLEEM MONTERO SANTOS
DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

DEDICATORIA

A Dios y a la Santísima La Virgen del Quinche por regalarme la vida y por estar conmigo en cada paso que doy, por iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido un apoyo y compañía durante todo el tiempo de estudio.

*A mis padres **Santiago Miguel Vinueza Escobar** y **Nancy Aracely Flores Haro**:
Quienes han sido el motivo por el cual he cumplido uno de tantos sueños, además ellos son la razón de mi vida, un ejemplo a seguir y me han motivado a superarme como persona y como profesional inculcándome valores y principios.*

*A mis hermanas **Mayte** y **Massiel Vinueza Flores**:
Por estar conmigo, confiar en mí y apoyarme siempre, las quiero mucho y me siento muy orgulloso de ellas.*

*A mi enamorada **Stefany Salazar** por motivarme y ser un apoyo incondicional en todo este tiempo.*

Y a todas esas personas que a pesar de no tener la oportunidad de estudiar han sabido emprender y salir adelante.

Stalin Miguel Vinueza Flores

AGRADECIMIENTO

En el presente proyecto, agradezco Dios y a la Santísima Virgen del Quinche dos seres perfectos quienes me han llenado de salud y colmado de bendiciones, por permitirme tener a mi familia y por llenar mi hogar de vida y felicidad.

A mis padres Miguel Vinueza y Nancy Aracely quienes me han apoyado incondicionalmente, brindado sus consejos, dado todo su cariño, su amor y enseñarme que son un ejemplo de vida.

A mis hermanas Mayte y Massiel Vinueza por permitirme compartir muchos momentos especiales llenos de alegría, amor, paz y felicidad.

A mi enamorada Stefany Salazar quien en este tiempo se ha convertido en alguien muy importante en mi vida, quién me ha apoyado, me ha dado consejos y me ha motivado a la realización de este proyecto.

A la Universidad Técnica del Norte, en especial a la Carrera de Ingeniería Industrial, por haberme permitido adquirir conocimientos, experiencias y consejos que servirán de guía para desempeñarme de una manera eficiente en el ámbito laboral y personal, además por darme la oportunidad de obtener mi título profesional.

A mi tutor Ingeniero Yakcleem Montero Santos. MSc, quien ha sabido guiarme con su experiencia, conocimientos, sugerencias y por la motivación durante el periodo de realización de este proyecto.

A la Señora Ana Bertha Bolaños Jaramillo y su familia por apoyarme y darme la oportunidad de desarrollar mi trabajo de grado en su prestigiosa empresa “Confecciones Any”.

A todos mis amigos con quienes se ha disfrutado y gozado de cada periodo académico en la Universidad.

Stalin Miguel Vinueza Flores

ÍNDICE

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.....	ii
CESION DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	v
DECLARACIÓN	vi
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	vii
DEDICATORIA.....	viii
AGRADECIMIENTO	ix
ÍNDICE.....	x
ÍNDICE DE ECUACIONES	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
ÍNDICE DE TABLAS.....	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS	xvii
RESUMEN	xviii
ABSTRACT	xix
1. CAPÍTULO I: GENERALIDADES	1
1.1. PROBLEMA:.....	1
1.2. OBJETIVOS:	2
1.2.1. OBJETIVO GENERAL:	2
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	2
1.3. ALCANCE.....	2
1.4. JUSTIFICACIÓN	3
2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	7
2.1. CONCEPTOS BÁSICOS	7
2.1.1. DEFINICIÓN DE INVENTARIO	7
2.1.2. ABASTECIMIENTO O APROVISIONAMIENTO	8
2.1.3. MATERIAS PRIMAS.....	9
2.1.4. ÁREA DE COMPRAS.....	10
2.1.5. STOCK O EXISTENCIAS	10
2.1.6. INVENTARIO DE ANTICIPACIÓN.....	10
2.1.7. INVENTARIO CÍCLICO.....	11
2.1.8. INVENTARIO DE EXISTENCIAS DE SEGURIDAD.....	11
2.2. PROPÓSITOS DEL INVENTARIO	11

2.2.1.	INVENTARIO EL ROL EN LA CADENA DE SUMINISTRO	12
2.2.2.	APROVISIONAMIENTO EL ROL EN LA CADENA DE SUMINISTRO 12	
2.3.	LA ADMINISTRACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO	13
2.3.1.	MAKE TO STOCK (MTS)	13
2.3.2.	MAKE TO ORDER (MTO)	13
2.3.3.	ENGINEER TO ORDER (ETO)	14
2.4.	FUNCIONES Y FORMAS DE INVENTARIOS	14
2.4.1.	FUNCIONES DEL INVENTARIO	14
2.4.2.	FORMAS DE LOS INVENTARIOS	15
2.5.	COSTOS DEL INVENTARIO	15
2.6.	TIPOS DE INVENTARIO	16
2.7.	CLASIFICACIÓN ABC	17
2.8.	SISTEMAS DE INVENTARIOS	20
2.8.1.	MODELO DE CANTIDAD DE PEDIDO FIJA (Q)	21
2.8.1.1.	<i>Modelo de cantidad de pedido fija con inventarios de seguridad. ...</i>	24
2.8.2.	MODELOS DE PEDIDOS FIJOS (P)	26
2.8.2.1.	<i>Modelo de periodos fijos con inventario de seguridad.</i>	27
2.8.3.	ALGORITMO DE SILVER-MEAL	29
2.8.4.	ALGORITMO DE WAGNER-WHITIN	30
2.8.5.	CONTROL DE INVENTARIOS Y ADMINISTRACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO	31
2.9.	ADMINISTRACIÓN DE LA DEMANDA	33
2.10.	MARCO CONCEPTUAL DEL PRONÓSTICO	34
2.10.1.	DISEÑO DEL SISTEMA DE PRONÓSTICOS	34
2.10.2.	MÉTODOS CUALITATIVOS DE PRONÓSTICO	36
2.10.2.1.	<i>Investigación de mercado.</i>	36
2.10.2.2.	<i>Grupos de consenso.</i>	36
2.10.2.3.	<i>Analogía histórica.</i>	37
2.10.2.4.	<i>Método Delphi.</i>	37
2.10.3.	MÉTODOS CUANTITATIVAS DE PRONÓSTICO	38
2.10.3.1.	ANÁLISIS DE SERIES DE TIEMPO	38
2.10.3.1.1.	<i>Análisis de regresión lineal.</i>	39
2.10.3.1.2.	<i>Promedio móvil simple.</i>	40

2.10.3.1.3. Promedio móvil ponderado.....	40
2.10.3.1.4. Suavización exponencial.....	41
2.10.3.1.5. Efectos de la tendencia en la suavización exponencial.....	42
2.10.4. ERRORES DE PRONÓSTICO.....	43
2.10.4.1. MEDICIÓN DE ERRORES.....	43
2.10.4.1.1. Desviación absoluta media (DAM).....	44
2.10.4.1.2. Error porcentual absoluto medio (EPAM).....	44
2.10.4.1.3. Error medio cuadrático (EMC).....	45
2.10.4.1.4. Desviación estándar.....	45
3. CAPÍTULO III: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	46
3.1. EMPRESA CONFECCIONES ANY.....	46
3.1.1. DATOS GENERALES DE LA EMPRESA.....	46
3.1.2. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA.....	46
3.1.3. MISIÓN.....	47
3.1.4. VISIÓN.....	47
3.1.5. VALORES.....	47
3.1.6. POLÍTICA DE LA EMPRESA.....	48
3.1.7. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA EMPRESA.....	49
3.2. ANÁLISIS DEL AMBIENTE INTERNO.....	49
3.2.1. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.....	49
3.2.2. MAQUINARIA.....	50
3.2.3. PROVEEDORES.....	50
3.2.4. PROCESO DE COMPRA Y ADQUISICIÓN DE INSUMOS.....	53
3.3. EL PROCESO DE COMPRAS.....	54
3.3.1. REALIZACIÓN Y CONTROL DE LA COMPRA.....	54
3.4. METODOLOGÍA.....	56
3.4.1. CLASIFICACIÓN ABC.....	56
3.4.2. DISEÑO DEL SISTEMA DE PRONÓSTICOS DE LA DEMANDA....	58
3.4.2.1. ANÁLISIS DE PATRÓN DE DATOS.....	58
3.4.2.2. ANÁLISIS DE AUTOCORRELACIONES.....	59
3.4.2.3. PRONÓSTICO DE LA DEMANDA.....	60
3.5. DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO.....	61
3.6. EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO Y CUADRO COMPARATIVO.....	64

4. CAPÍTULO IV: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO EN EL ÁREA DE COMPRAS PARA LA PRODUCCIÓN ORIENTADA AL CLIENTE DE PEDIDO POR CATÁLOGO.....	65
4.1. ANÁLISIS DE DATOS HISTÓRICOS	65
4.2. ANÁLISIS DE LA CLASIFICACIÓN ABC.....	68
4.3. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE PRONÓSTICO DE LA DEMANDA.....	71
4.3.1.1. ANÁLISIS DE PATRÓN DE DATOS.....	71
4.3.1.2. ANÁLISIS DE AUTOCORRELACIONES	72
4.3.1.3. PRONÓSTICO DE LA DEMANDA.....	75
4.3.1.4. EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE PRONÓSTICO DE LA DEMANDA.....	77
4.4. DISEÑO Y APLICACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO	79
4.5. EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO Y CUADRO COMPARATIVO	80
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	82
5.1. CONCLUSIONES	82
5.2. RECOMENDACIONES.....	83
6. BIBLIOGRAFÍA.....	84

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 2.7.1. <i>Costo Anual Total.</i>	23
Ecuación 2.7.2. <i>Cantidad de pedidos en la que el costo total sea el mínimo.</i>	24
Ecuación 2.7.3. <i>Punto de re orden con inventario de seguridad (R).</i>	25
Ecuación 2.7.4. <i>Desviación estándar del uso durante el tiempo de entrega.</i>	26
Ecuación 2.7.5. <i>Inventario de Seguridad.</i>	26
Ecuación 2.7.6. <i>Inventario de seguridad.</i>	27
Ecuación 2.7.7. <i>Cantidad por pedir.</i>	28
Ecuación 2.7.8. <i>Algoritmo de Silver-Meal.</i>	29
Ecuación 2.7.9. <i>Algoritmo de Wagner-Whitin.</i>	30
Ecuación 2.7.10. <i>Rotación de inventarios.</i>	32
Ecuación 2.7.11. <i>Valor promedio del inventario.</i>	32
Ecuación 2.7.12. <i>Rotación de inventario.</i>	32
Ecuación 2.9.1. <i>Regresión de mínimos cuadrados.</i>	39
Ecuación 2.9.2. <i>Error de estándar del estimado.</i>	39
Ecuación 2.9.3. <i>Promedio móvil simple.</i>	40
Ecuación 2.9.4. <i>Promedio móvil ponderado.</i>	40
Ecuación 2.9.5. <i>Suavización exponencial simple</i>	41
Ecuación 2.9.6. <i>Pronóstico con la tendencia para el periodo t.</i>	42
Ecuación 2.9.7. <i>Pronóstico suavizado exponencialmente para el periodo t.</i>	42
Ecuación 2.9.8. <i>Suavización exponencial con tendencia.</i>	42
Ecuación 2.9.9. <i>Desviación absoluta media.</i>	44
Ecuación 2.9.10. <i>Error porcentual absoluto medio.</i>	44
Ecuación 2.9.11. <i>Error porcentual absoluto medio.</i>	44
Ecuación 2.9.12. <i>Error medio cuadrático.</i>	45
Ecuación 2.9.13. <i>Desviación estándar.</i>	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.7.1. <i>Curva 80-20 con una clasificación arbitraria de productos ABC</i>	18
Figura 2.8.1. <i>Modelo básico de cantidad de pedido fijo</i>	22
Figura 2.8.2. <i>Costos anuales del producto con base en el tamaño del pedido</i>	23
Figura 2.8.3. <i>Modelo de cantidad de pedido fijo con inventario de seguridad</i>	25
Figura 2.8.4. <i>Modelo de inventarios de periodo fijo</i>	28
Figura 3.1.1. <i>Ubicación geográfica de la empresa Confecciones "ANY"</i>	49
Figura 3.2.1. <i>Organigrama Estructural de la empresa Confecciones "ANY"</i>	49
Figura 3.2.2. <i>Gráfica de la red de Suministros de la empresa Confecciones Any</i>	52
Figura 3.3.1. <i>Fases del proceso de compra</i>	54
Figura 4.2.1. <i>Diagrama de Pareto- Análisis ABC</i>	70
Figura 4.3.1. <i>Análisis de patrón de datos</i>	72
Figura 4.3.2. <i>Distribución Normal de Artículos de pedidos por catálogo</i>	74
Figura 4.3.3. <i>Análisis de datos pronosticados a partir de Selección Experta (Suavización Exponencial)</i>	76
Figura 4.3.4. <i>Evaluación de pronósticos-Ventas Reales vs Ventas Pronosticadas (\$)</i>	78
Figura 4.3.5. <i>Evaluación de pronósticos-Ventas reales vs Ventas Pronosticadas (unidades)</i>	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.8.1. <i>Diferencias entre cantidad de pedido fija y periodo fijo</i>	21
Tabla 2.10.1. <i>Ponderaciones para distintos periodos</i>	41
Tabla 3.2.1. <i>Maquinaria de la empresa Confecciones ANY.</i>	50
Tabla 3.2.2. <i>Proveedores de la empresa Confecciones ANY.</i>	51
Tabla 3.2.3. <i>Proceso de compra de materiales e insumos de la empresa Confecciones Any.</i>	53
Tabla 3.5.1. <i>Variables de decisión.</i>	62
Tabla 4.1.1. <i>Cuadro de datos de datos históricos de Ventas.</i>	66
Tabla 4.2.1. <i>Resumen de datos de la clasificación ABC.</i>	69
Tabla 4.3.1. <i>Análisis de patrón de datos.</i>	71
Tabla 4.3.2. <i>Análisis de datos con autocorrelación.</i>	73
Tabla 4.3.3. <i>Pruebas no paramétricas para una muestra.</i>	75
Tabla 4.3.4. <i>Estadísticas de la muestra Baby doll Kendra a partir de Selección Experta (Suavización Exponencial).</i>	76
Tabla 4.3.5. <i>Datos de los pronósticos- Suavización Exponencial.</i>	77
Tabla 4.3.6. <i>Evaluación de pronósticos (unidades y \$).</i>	78
Tabla 4.5.1. <i>Resultados de datos aplicando métodos heurísticos.</i>	81

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO I	87
ANEXO II	92
ANEXO III	93
ANEXO IV	95
ANEXO V	96
ANEXO VI	98
ANEXO VII	102

RESUMEN

El presente proyecto se desarrolló en la empresa Confecciones Any ubicada en la avenida Salinas 17-17 y Atahualpa en Atuntaqui, con el objetivo de diseñar el Sistema de Abastecimiento en el área de compras para la producción orientada al cliente de pedido por catálogo, y así cumplir con los tiempos de entrega de los productos requeridos y mantener la confiabilidad de sus clientes. Para iniciar con el análisis de la situación actual se efectuó la clasificación ABC de los artículos de pedido por catálogo, obteniendo 180 artículos, los cuales se detallan en la categoría A con 24, los cuales fueron objeto de estudio para el sistema de abastecimiento, categoría B con 68 y por último la categoría C con 88 artículos. Una vez clasificado los inventarios, se pronostican para determinar el comportamiento para el próximo periodo, el cual se ejecutó mediante el software FORECAST PRO TRAC Versión 4. Se calcula el coeficiente de variabilidad (CV), para determinar el método para administrar los inventarios, definiendo la utilización de los métodos heurísticos Silver-Meal en base a una planilla en Excel y Wagner Whitin en base a un aplicativo en WIN QSB y sus resultados obtenidos fueron contrastados es decir resultados similares. Al aplicar los algoritmos seleccionados Silver Meal y Wagner Whitin, estos proporcionaron valores óptimos de costos de ordenar y de mantener en inventario de los artículos; obteniendo un ahorro de \$ 1.949,05 es decir un 77,84% respecto al valor calculado del costo real sin aplicación de métodos de inventarios.

ABSTRACT

The present project was developed in the company Confecciones Any located in the Salinas Avenue 17-17 and Atahualpa in Atuntaqui, with the objective of designing the Supply System in the area of purchases for oriented production for the customer of order by catalog, and thus comply with the delivery times of the required products and maintain the reliability of its customers. To Start with the analysis of the current situation, the ABC classification of catalog order items was made, getting 180 items, the which are detailed in category A with 24, the which were the object of study for the supply system, category B with 68 and finally category C with 88 items. Once the inventories are classified, they are forecasted for determine the behavior for the next period, which was executed using the software FORECAST PRO TRAC Version 4. It is calculates the coefficient of variability (CV) to determine the method to administer the inventories, defining the utilization of the heuristic methods Silver-Meal based on an excel spreadsheet and Wagner Whitin based on an application in WIN QSB and their results were contrasted that is to say they were similar. When applying the selected algorithms Silver Meal and Wagner Whitin, they provided optimal values of costs order and hold in inventory of the items; obtaining a savings of \$ 1.949,05 that is to say a 77,84%, respect to the calculated value of the real cost without application of inventory methods.

1. CAPÍTULO I: GENERALIDADES

En este capítulo se realizará el planteamiento del problema, objetivo general y específicos, justificación entre otros aspectos que sustenten el tema de la investigación.

1.1. PROBLEMA:

La empresa Confecciones Any se dedica a la elaboración de todo tipo de prendas de vestir para damas, caballeros y niños; entre sus principales productos podemos encontrar: pijamas, interiores, boxers, saquillos, bodies, tops, blusones, etc.; además cuenta con una línea de producción en elásticos para ropa interior de hombre y mujer; entre sus clientes figuran Unimoda, Piel Active y Avon, considerado este último el cliente principal, siendo el que más ingresos económicos genera para la empresa. La fábrica se encuentra ubicada en la ciudad de Atuntaqui, en la avenida Salinas 17-17 y Atahualpa.

Con base al análisis de los resultados de una evaluación ejecutada por los clientes de pedido por catálogo y luego de realizarse una entrevista con la jefa del departamento de producción se ha realizado el análisis de un árbol de problemas, mismo que determina que actualmente la empresa “Confecciones Any” tiene retrasos en los tiempos de entrega del producto final, lo que se debe principalmente al ineficiente abastecimiento de materia prima e insumos, desorden en la producción, tiempo empleado para la identificación y búsqueda de materiales en bodegas, tiempo de tramitación de órdenes de compra, tiempo de devoluciones en caso de compras erróneas, entre otros factores.

Por los aspectos mencionados surge la necesidad de realizar un sistema de abastecimiento en el área de compras para la producción orientada al cliente de pedido por catálogo de la empresa “Confecciones Any”, aplicado a las materias primas e insumos requeridos en la elaboración de prendas de vestir para los clientes que efectúan pedidos por catálogo; logrando mejorar la cadena de suministro al dar más valor a las áreas de la empresa, con el fin de cumplir tiempos de entrega y mantener la confiabilidad de sus clientes.

1.2. OBJETIVOS:

1.2.1. OBJETIVO GENERAL:

- Diseñar el Sistema de Abastecimiento en el área de compras para el cliente de pedido por catálogo en la Empresa Confecciones Any.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Determinar la información bibliográfica necesaria para sustentar el Diseño del Sistema de Abastecimiento.
- Realizar el diagnóstico de la situación actual.
- Diseñar el Sistema de Abastecimiento en el área de compras para la producción orientada al cliente de pedido por catálogo con la finalidad de dar solución al problema identificado.

1.3. ALCANCE

El presente trabajo de investigación se enfoca en Diseñar un Sistema de Abastecimiento en el área de compras para la producción orientada al cliente de pedido por catálogo en la empresa confecciones Any, partiendo en primera instancia de la recopilación de toda la información acerca de cadenas de suministro y gestión de abastecimiento. Con el fin de sustentar el objeto de estudio se realizará un análisis de la situación actual diagnosticando el proceso que se llevan a cabo para la compra y adquisición de materias primas e insumos en la empresa; el resultado esperado será un Sistema de Abastecimiento que tienda dar respuesta oportuna a los tiempos de entrega de los pedidos.

1.4. JUSTIFICACIÓN

En la provincia de Imbabura especialmente en Atuntaqui existe una gran gama de pequeñas y medianas empresas dedicadas a la confección y fabricación de prendas de vestir, mismas que buscan ser reconocidas y ganar prestigio en el mercado; por este motivo se desarrollan periódicamente ferias nacionales e internacionales donde los fabricantes pueden mostrar la calidad de los productos que elaboran diariamente.

La alta competitividad existente en este mercado ha obligado a las empresas a enfocarse en mejorar su organización con el fin de ser más rentables, sustentables, sostenibles y mantener la fidelidad de los clientes.

La empresa “Confecciones Any” ubicada en la ciudad de Atuntaqui se dedica a la confección de prendas de vestir en diversas líneas, al tener un mercado competitivo la organización busca ser eficiente y eficaz en el cumplimiento de sus pedidos para poder diferenciarse, posicionarse y ser rentable en el mercado.

El objetivo principal de este proyecto está dirigido a solucionar el problema del ineficiente abastecimiento de materia prima, insumos y servicios que la empresa requiere para elaborar los productos solicitados por los clientes que efectúan pedido para catálogo. Además el desarrollo de este trabajo de grado se justifica en virtud de que la empresa busca corregir las no conformidades detectadas en las evaluaciones a las que se somete periódicamente por parte de su cliente principal; y le permitirá diseñar estrategias de mejoras de abastecimiento entre proveedores de materia prima, insumos y materiales con la empresa, con el fin de optimizar actividades que forman parte de la cadena de valor para que los flujos sean más rápidos, los stocks mínimos, y se disminuya los tiempos de producción y entrega de producto.

La gestión de la cadena de suministro (SCM) consiste en el seguimiento de los materiales, la información y las finanzas durante el proceso que va del proveedor al fabricante, al mayorista, al minorista, y al consumidor. La gestión de la cadena de suministro conlleva la coordinación y la integración de estos flujos, tanto dentro de una misma empresa como entre empresas distintas. Se dice que el objetivo principal de cualquier sistema de gestión eficaz de la cadena de suministro es la reducción de inventarios (asumiendo que los productos estén disponibles cuando sean necesarios). (Arbós, 2012, pág. 536)

Según. (Gestiopolis, 2010). El abastecimiento o aprovisionamiento es el conjunto de actividades que permite identificar y adquirir los bienes y servicios que una organización requiere para su operación adecuada y eficiente, ya sea de fuentes internas o externas.

Dentro del proceso de abastecimiento se tienen las siguientes actividades:

- Cálculo de necesidades
- Compra o adquisición
- Obtención
- Almacenamiento
- Despacho o distribución
- Control de stocks
- Utilización de desperdicios

Objetivo 5: Impulsar la productividad y competitividad para el crecimiento económico sostenible de manera redistributiva y solidaria.

La generación de trabajo y empleo es una preocupación permanente en los diálogos. En ellos se propone la dinamización del mercado laboral a través de tipologías de contratos para sectores que tienen una demanda y dinámica específica. Asimismo, se proponen incentivos para la producción que van desde el crédito para la generación de nuevos emprendimientos; el posicionamiento de sectores como el gastronómico y el turístico –con un especial énfasis en la certificación de pequeños actores comunitarios; hasta la promoción de mecanismos de comercialización a escala nacional e internacional.

La ciudadanía destaca que para lograr los objetivos de incrementar la productividad, agregar valor, innovar y ser más competitivo, se requiere investigación e innovación para la producción, transferencia tecnológica; vinculación del sector educativo y académico con los procesos de desarrollo; pertinencia productiva y laboral de la oferta académica, junto con la profesionalización de la población; mecanismos de protección de propiedad intelectual y de la inversión en mecanización, industrialización e infraestructura productiva. Estas acciones van de la

mano con la reactivación de la industria nacional y de un potencial marco de alianzas público-privadas.

Dentro de las políticas y lineamientos directamente relacionados con el tema del presente proyecto están los siguientes:

5.1 Generar trabajo y empleo dignos fomentando el aprovechamiento de las infraestructuras construidas y las capacidades instaladas.

5.2 Promover la productividad, competitividad y calidad de los productos nacionales, como también la disponibilidad de servicios conexos y otros insumos, para generar valor agregado y procesos de industrialización en los sectores productivos con enfoque a satisfacer la demanda nacional y de exportación.

5.3 Fomentar el desarrollo industrial nacional mejorando los encadenamientos productivos con participación de todos los actores de la economía.

5.4 Incrementar la productividad y generación de valor agregado creando incentivos diferenciados al sector productivo, para satisfacer la demanda interna, y diversificar la oferta exportable de manera estratégica.

5.5 Diversificar la producción nacional con pertinencia territorial, aprovechando las ventajas competitivas, comparativas y las oportunidades identificadas en el mercado interno y externo, para lograr un crecimiento económico sostenible y sustentable.

5.8 Fomentar la producción nacional con responsabilidad social y ambiental, potenciando el manejo eficiente de los recursos naturales y el uso de tecnologías duraderas y ambientalmente limpias, para garantizar el abastecimiento de bienes y servicios de calidad.

Estas políticas deben ser adaptadas a cada una de las Zonas de Desarrollo del país en aras de construir zonas más competitivas, más equitativas y con mayores oportunidades en los mercados internos y externos.

(Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo-Senplades 2017, 2017)

El proyecto genera un impacto social al ayudar a relacionarse a las organizaciones que intervienen en el abastecimiento de la materia prima e insumos para la empresa Confecciones Any; además de beneficiar a la población local, regional y nacional con la generación del impacto económico ya que al mejorar el Sistema de Abastecimiento en el área de compras para la producción orientada al cliente de pedido por catálogo se obtendrá como resultado una respuesta inmediata a los pedidos de los clientes en las cantidades y plazos establecidos, con los niveles de calidad necesarios y al menor precio que permita el mercado, logrando así que la empresa incremente sus clientes, ingresos y gane prestigio local.

El proyecto es viable realizarlo, debido a que se dará solución a un problema real identificado en la empresa objeto de estudio. Para esto, se contará con el apoyo de la empresa, brindando la información necesaria para el desarrollo de la investigación

2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

En este capítulo se recopilará la información bibliográfica para definir conceptos, herramientas y métodos que ayudaran a la fundamentación teórica y sustento del tema propuesto.

2.1. CONCEPTOS BÁSICOS

2.1.1. DEFINICIÓN DE INVENTARIO

Según (B.Chase & Jacobs, 2014), inventario son las existencias de una pieza o recurso utilizado en una organización. Un sistema de inventario es el conjunto de políticas y controles con los cuales se vigilan los niveles del inventario y determinan los que van a mantener, el momento en que es necesario reabastecerlo y las dimensiones de los pedidos. El inventario de manufactura casi siempre se clasifica como materias primas, productos terminados, partes componentes, suministros y trabajo en procesos. En los servicios, el termino inventario por lo regular se refiere a los bienes tangibles por vender y los suministros necesarios para administrar el servicio. (pág.558).

De acuerdo (Cortes, 2014), inventario es un activo y se define como el volumen del material disponible en un almacén: insumos, producto elaborado o producto semielaborado. Cuando la demanda es mayor que el volumen disponible y los tiempos de aprovisionamiento no permiten cubrir el déficit, se considera “inventario agotado”; es decir, es el artículo que normalmente se tiene en inventario pero que no está disponible para satisfacer la demanda en el momento justo. Una situación inversa, sería un “inventario en exceso” o “sobre stock”. (pág.11).

Para (Collier & Evans, 2009), es cualquiera activo reservado para uso o venta futura. Estos activos pueden ser bienes empleados en las operaciones, incluso materia prima, piezas, subensambles, suministros, herramientas, equipo o artículos de mantenimiento y reparación. En las organizaciones la directiva tiene un doble desafío debido a que deben mantener los inventarios suficientes para satisfacer la demanda al mismo tiempo y el costo más bajo posible. (pág. 481-482).

La empresa busca la satisfacción de los clientes de pedido por catálogo mediante el fortalecimiento de sus operaciones, siendo la mejor la manera de conseguir este objetivo el mantener un sistema de inventario eficiente, porque si el área de almacenamiento de la empresa no cuenta con el inventario necesario puede repercutir en el incumplimiento de los pedidos y por ende una pérdida en las ventas o del cliente; además se debe tomar en cuenta que si el nivel de inventario es alto puede ocasionar problemas en costos por mantener esos artículos en el área de almacenamiento.

2.1.2. ABASTECIMIENTO O APROVISIONAMIENTO

El aprovisionamiento es otra actividad que se incluye en la logística. Esto se debe principalmente a que los costos de inventario y transportación están relacionados con la ubicación geográfica (distancia) de las materias primas y los componentes que se han comprado para satisfacer las necesidades de manufactura. En términos de costos de transportación e inventario, las cantidades que se compran también afectan los costos logísticos totales. (Jhon J. Coyle, 2013, pág. 42)

Según (Cortes, 2014), las provisiones son todos aquellos productos que la organización requiere consumir para el proceso de fabricación y distribución a los clientes finales que no son materia prima, al ser elaborados previamente por otra empresa. Las provisiones son entonces todos los productos que la empresa obtiene a partir de sus proveedores y con los cuales se obtienen productos de mayor valor agregado para los clientes. (pág.13).

Para (Cristóbal del Río González & Sánchez, 2010), la palabra Abastecimiento tiene diversos significados, pero para las empresas industriales, es almacenar productos que se consumen dentro del establecimiento, incluyendo los materiales e insumos. La función del Abastecimiento en la organización es hacer y esperar el pedido, recibir los artículos o servicios, controlar el inventario y la rotación del inventario a los departamentos. (pág. I8).

En concordancia con los autores y sus definiciones anteriormente planteadas el abastecimiento o aprovisionamiento son los materiales e insumos y herramientas que la empresa requiere para los procesos de fabricación y venta de sus productos, además que permite llevar un control del inventario que la organización requiere para la elaboración de los artículos que la empresa posee, una función transversal que cumple es relacionar proveedores- empresa y así fortalecer su capacidad de respuesta hacia el cliente.

El cumplimiento de los pedidos es una actividad diaria en la empresa, para ello todos los procesos de elaboración de productos deben ser controlados y estructurados, una operación esencial es el abastecimiento de las materias primas, insumos y herramientas para los productos que se vayan a elaborar, este sistema de abastecimiento debe ser eficiente, es decir que sea capaz de dar respuesta a cuándo pedir, en qué cantidad y al menor coste en el mercado.

2.1.3. MATERIAS PRIMAS

Son los elementos que se incorporan al proceso productivo para la obtención del producto final de la empresa objeto de su actividad; es decir, son aquellos elementos que, mediante elaboración o transformación se destinan a formar parte de los productos fabricados. (Cervera, 2012, pág. 14).

2.1.4. ÁREA DE COMPRAS

Su función se basará en proporcionar los elementos necesarios para el proceso de producción que se deban adquirir en el exterior, en la cantidad necesaria y al mínimo coste. Ha de realizar su función en el momento adecuado para evitar rupturas en la cadena de producción por falta de materiales. Será el responsable del precio de los materiales en el momento de su incorporación al proceso productivo. (Cervera, 2012, pág. 16)

2.1.5. STOCK O EXISTENCIAS

Llamamos stocks o existencias de una empresa al conjunto de materiales y artículos que se almacenan, tanto aquellos que son necesarios para el proceso productivo como los destinados a la venta.

La gestión de stocks o existencias constituye una de las actividades fundamentales dentro de la gestión de la cadena de suministro ya que el nivel de stocks puede llegar a suponer la mayor inversión de la empresa, la necesidad de disponer inventarios viene dada por la dificultad de coordinar y gestionar en el tiempo, las necesidades y requerimientos de los clientes en el sistema productivo; y las necesidades de producción con la habilidad de los proveedores de suministrar los materiales en el plazo acordado. (Cervera, 2012, pág. 42).

2.1.6. INVENTARIO DE ANTICIPACIÓN

Se conforma fuera de temporada para satisfacer la demanda futura estimada. Esto pasa con los artículos perecederos, sin embargo, esto no puede hacerse y las empresas deben acudir a otro medio para aumentar la capacidad. (Collier & Evans, 2009, pág. 483)

2.1.7. INVENTARIO CÍCLICO

El inventario cíclico o también llamado por pedido o inventario por tamaño de lote es el que resulta de comprar o producir en lotes más grandes, necesarios para consumo y venta inmediata. El inventario cíclico es consecuencia de la naturaleza repetitiva de la formulación de la orden o proceso de producción. (Collier & Evans, 2009, pág. 484).

2.1.8. INVENTARIO DE EXISTENCIAS DE SEGURIDAD

Este inventario es una cantidad adicional que se mantiene en reserva, además de la cantidad promedio para satisfacer la demanda requerida. Esto es debido a que la demanda del cliente a menudo es inconstante e incierta. Esto dificulta a las empresas planear los niveles de inventario apropiado. (Collier & Evans, 2009, pág. 484).

2.2. PROPÓSITOS DEL INVENTARIO

Las empresas actualmente tienen un suministro de inventario sus propósitos se presentan a continuación:

Para (B.Chase & Jacobs, 2014):

- **Para mantener la independencia entre operaciones:** El suministro de materiales en el centro de trabajo permite flexibilidad en las operaciones. Por ejemplo, como hay costos por crear una nueva configuración para la producción, este inventario permite a la gerencia reducir el número de configuraciones.
- **Para cubrir la variación en la demanda:** Si se conoce con precisión la demanda del producto, quizá sea posible (aunque no necesariamente económico) producirlo en la cantidad exacta para cubrir la demanda.
- **Para permitir flexibilidad en la programación de la producción:** La existencia de un inventario alivia la presión sobre el sistema de producción para tener listos los bienes. Esto provoca tiempos de entrega más extensos, lo que permite una planificación de la producción para tener un flujo más

tranquilo y una operación de menor costo en virtud de una producción de lotes más grandes.

- **Protegerse contra la variación del tiempo de entrega de materias primas:** Al pedir material a un proveedor ocurren demoras por distintas razones: una variación normal en el tiempo de envío, un faltante del material en la planta del proveedor que da lugar a pedidos acumulados, un pedido o un embarque de material incorrecto o defectuoso.
- **Aprovechar los descuentos basados en el tamaño del pedido:** Los costos relacionados con los pedidos: mano de obra, llamadas telefónicas, captura, envío postal y demás. Entonces mientras mayor sea el pedido, la necesidad de otros pedidos se reduce. Asimismo, los costos de envío favorecen los pedidos más grandes; mientras más grande sea el envío menor será el costo unitario. (págs. 558-559).

2.2.1. INVENTARIO EL ROL EN LA CADENA DE SUMINISTRO

El inventario es muy importante para la cadena de suministro dentro de las empresas para ello (Chopra & Meindl, 2013) afirma:

El inventario en la cadena de suministro existe debido al desajuste entre la oferta y la demanda. Un importante rol que el inventario desempeña en la cadena de suministro es incrementar la cantidad de la demanda que se puede satisfacer teniendo el producto listo y disponible cuando el cliente lo desea. Otro rol significativo que el inventario desempeña es reducir el costo explotando las economías de escala que puedan existir durante la producción y distribución. (pág. 47).

2.2.2. APROVISIONAMIENTO EL ROL EN LA CADENA DE SUMINISTRO

El aprovisionamiento es el conjunto de procesos de negocios requerido para adquirir productos y servicios. El aprovisionamiento proveniente de países de costos bajos permite a una compañía como IKEA ofrecer los módulos básicos de los muebles que vende a bajo costo. A medida que las cadenas de suministro se han globalizado, muchas más opciones de aprovisionamiento ofrecen ahora tanto una considerable oportunidad como riesgos potenciales. Por consiguiente, las decisiones

relacionadas con el aprovisionamiento tienen un impacto significativo en el desempeño de la cadena de suministro. (Chopra & Meindl, 2013, pág. 54).

2.3. LA ADMINISTRACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO

Para (Heizer & Render, 2009) La administración de la cadena de suministro es la integración de las actividades que procuran materiales y servicios, para transformarlos en bienes intermedios y productos terminados, y los entregan al cliente. Estas actividades incluyen, además de compras y subcontratación, muchas otras funciones que son importantes para mantener la relación con proveedores y distribuidores. La administración de la cadena de suministro comprende la determinación de (1) proveedores de transporte; (2) transferencias de crédito y efectivo; (3) proveedores; (4) distribuidores; (5) cuentas por pagar y por cobrar; (6) almacenamiento e inventarios; (7) cumplimiento de pedidos, y (8) compartir información del cliente, los pronósticos y la producción. El objetivo es construir una cadena de suministro que se enfoque en maximizar el valor para el cliente final. La competencia ya no es entre compañías; es entre cadenas de suministro. Y con frecuencia, esas cadenas de suministro son globales. (pág.434).

2.3.1. MAKE TO STOCK (MTS)

Según (Sanchis & Poler, 2010) Los planes de producción se basan en información histórica de la demanda, junto con las previsiones de ventas. La estrategia MTS es apropiada para la fabricación de grandes volúmenes de productos donde la demanda es estacional o fácilmente predecible, o ambas cosas. (pág.8).

2.3.2. MAKE TO ORDER (MTO)

Las operaciones necesarias para fabricar un producto se llevan a cabo después de la recepción del pedido del cliente. En algunos casos incluso los materiales y los componentes que conforman el producto son adquiridos a la recepción de una orden en particular. La capacidad de personalización del producto es mayor que en ATO. (Sanchis & Poler, 2010, pág. 8)

2.3.3. ENGINEER TO ORDER (ETO)

Se define como el rango de productos estándares ofrecidos con la disponibilidad de modificaciones y personalizaciones. Los productos requieren de ingeniería y cada orden de un cliente resulta en un único conjunto de elementos, materiales y rutinas. (Sanchis & Poler, 2010, pág. 8)

2.4. FUNCIONES Y FORMAS DE INVENTARIOS

De acuerdo (P.Fraser Johnson & Flynn, 2012), entender dónde (y por qué) se debe posicionar el inventario en la cadena de suministro puede mejorar el servicio al cliente, disminuir los costos totales o aumentar la flexibilidad. La adecuada administración del inventario requiere de una comprensión total tanto de las funciones como de las formas.

2.4.1. FUNCIONES DEL INVENTARIO

La política de inventario tiene una gran influencia sobre las decisiones de la cantidad que se debe comprar. Las preguntas de cuánto, cuándo y cuánto se debe llevar en el inventario son decisiones clave sujetas a un examen de una mejora continua con la atención puesta en la satisfacción de la calidad y del cliente, del empleado y del proveedor. Al tomar decisiones sobre entregas, inventarios o tamaño de las órdenes de compra es importante entender por qué existen los inventarios y cuáles son las compensaciones relevantes entre las alternativas. Los inventarios existen para muchos propósitos, entre ellos:

- Proporcionar y mantener un buen servicio al cliente.
- Uniformar el flujo de bienes a través del proceso productivo.
- Proteger contra las incertidumbres de la oferta y la demanda.
- Lograr un empleo razonable de las personas y del equipo. (pág.181).

2.4.2. FORMAS DE LOS INVENTARIOS

Para (P.Fraser Johnson & Flynn, 2012) los inventarios se pueden clasificar tanto por la forma como por función; en efecto, esta clasificación es mucho más común. Las cinco formas que se reconocen comúnmente son: 1) materias primas, partes compradas y empaques; 2) producción en proceso; 3) productos terminados; 4) artículos del tipo MRO; y 5) productos para reventa.

Las materias primas, las partes compradas y los empaques de los productores son inventarios de los insumos básicos de materiales que fluyen hacia el proceso de manufactura de la organización; a medida que se añade mano de obra y otros materiales a estos insumos, se convierten en inventarios de producción en proceso; cuando la producción concluye, se convierten en productos terminados. En general, las formas se distinguen por el monto de la mano de obra y de los materiales que añade la organización. La clasificación es relativa, pues los productos terminados de un proveedor se pueden convertir en las materias primas de un comprador.

En el caso de las industrias proveedoras de materiales, de las organizaciones de servicio y de las dependencias públicas, los inventarios del tipo MRO pueden ser sustanciales. En el primer caso, una porción significativa de tal inventario pueden ser las partes de mantenimiento o de reparación para apoyar una fuerte base de inversión de capital. En las organizaciones de reventa, las principales categorías son los bienes para revender e inventarios para mantener el edificio y equipo. (pág.183).

2.5. COSTOS DEL INVENTARIO

Según (B.Chase & Jacobs, 2014), al tomar cualquier decisión que afecte el tamaño del inventario es necesario considerar los costos siguientes:

- **Costos de mantenimiento (o transporte):** Esta amplia categoría abarca los costos de las instalaciones de almacenamiento, manejo, seguros, desperdicios, daños, obsolescencia, depreciación, impuestos y costo de oportunidad del capital. Como es obvio, los costos de mantenimiento suelen favorecer los niveles bajos de inventario y la reposición frecuente. (pág. 559).

- **Costos de preparación (o cambio de producción):** La fabricación de cada producto comprende la obtención del material necesario, el arreglo de las configuraciones específicas en el equipo, el llenado del papeleo requerido, el cobro apropiado del tiempo y el material, y la salida de las existencias anteriores.
- **Costos de pedidos:** Estos costos se refieren a los administrativos y de oficina por reparar la orden de compra o producción. Los costos de pedidos incluyen todos los detalles, como el conteo de piezas y el cálculo de las cantidades a pedir. Los costos asociados al mantenimiento del sistema necesario para rastrear los pedidos también se cuentan en esta categoría.
- **Costos de faltantes:** Cuando se agotan las existencias de una pieza, el pedido debe esperar hasta que las existencias se vuelvan a surtir o bien es necesario cancelarlo. Hay un punto medio entre manejar existencias para cubrir la demanda y cubrir los costos que resultan por faltantes. (pág. 560).

2.6. TIPOS DE INVENTARIO

Para (Ballou, 2004), los inventarios pueden clasificarse en cinco formas:

- Primera, los inventarios pueden hallarse en ductos. Estos son los inventarios en tránsito entre los niveles del canal de suministros. Cuando el movimiento es lento o sobre grande distancias, o ha de tener lugar entre muchos niveles, la cantidad de inventario en ductos puede exceder al que se mantiene en los puntos de almacenamiento.
- Segunda, se pueden mantener existencias para especulación, pero todavía son parte de la base total de inventario que debe manejarse. Sin embargo, cuando los inventarios se establecen con anticipación a las ventas estacionales o de temporada, u ocurren debido a actividades de compra inmediata, es probable que estos inventarios sean responsabilidad de los encargados de la logística.
- Tercero, las existencias pueden ser de naturaleza regular o cíclica. Estos son los inventarios necesarios para satisfacer la demanda promedio durante el tiempo entre reaprovisionamientos sucesivos. (págs. 330)

- Cuarto, el inventario puede crearse como protección contra la variabilidad en la demanda de existencias y el tiempo total de reaprovisionamiento. Esta medida extra de inventario, o existencias de seguridad, es adicional a las existencias regulares que se necesitan para satisfacer la demanda promedio y las condiciones del tiempo total promedio. Las existencias de seguridad se determinan a partir de procedimientos estadísticos relacionados con la naturaleza aleatoria de la variabilidad involucrada.
- Por último, cuando se mantiene durante un tiempo, parte del inventario se deteriora, llega a caducar, se pierde o es robado. Dicho inventario se refiere como existencias obsoletas, stock muerto o perdido. Cuando los productos son de alto valor, perecederos o pueden ser robados fácilmente, deben tomarse precauciones especiales para minimizar la cantidad de dicho stock. (pág.331)

2.7. CLASIFICACIÓN ABC

Según (B.Chase & Jacobs, 2014), mantener el inventario mediante conteo, fabricación de pedidos, recepción de existencias, etc., requiere tiempo del personal y cuesta dinero. Cuando hay límites para estos recursos, el movimiento logístico radica en utilizar los recursos disponibles para controlar el inventario de la mejor manera; en otras palabras, enfocarse en las piezas más importantes en el inventario.

La estrategia ABC divide esta lista en tres grupos según el valor: las piezas A constituyen casi el 15% más alto de las piezas, las piezas B el 35% siguiente y las piezas C el último 50%. Es probable que la segmentación no siempre ocurra con tanta claridad. Sin embargo, el objetivo es apartar lo importante de lo que no lo es. El punto en que la línea se divide realmente depende del inventario en cuestión y de la cantidad de tiempo del personal disponible (con más tiempo, una compañía definiría categorías A y B más extensa). El plan de clasificar las piezas en grupos es establecer un grado de control apropiado sobre cada uno. (pág.577).

Para (Ballou, 2004), la línea de productos de una típica empresa está conformada por artículos individuales en diferentes etapas de sus respectivos ciclos de vida y con diversos grados de éxito de ventas. En cualquier punto del tiempo, esto crea un fenómeno de productos conocido como la curva 80-20, concepto particularmente valioso para la planeación logística.

Después de observar los patrones de productos en muchas empresas, el concepto 80-20 se deriva de que el volumen de ventas es generado por relativamente pocos productos en la línea de productos, y del principio conocido como la ley de Pareto. Es decir, 80% de las ventas de una empresa se componen por 20% de los artículos de la línea de productos. Rara vez se observa una relación exacta 80-20, pero la desproporcionalidad entre las ventas y el número de artículos por lo general es verdadera:

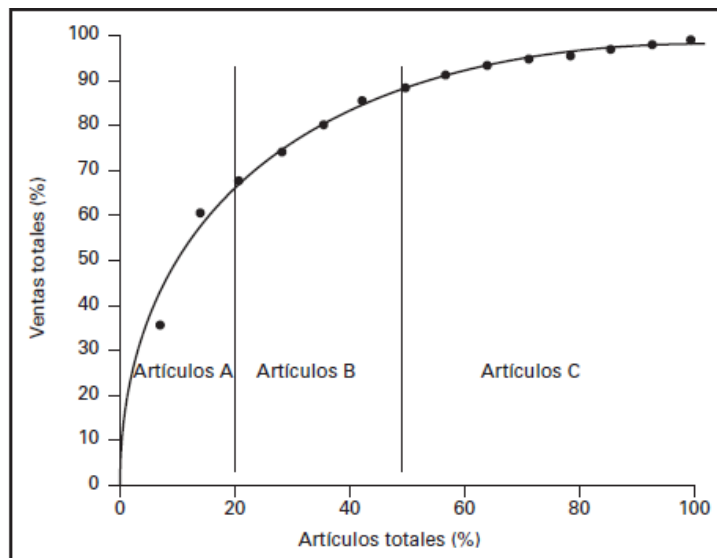


Figura 2.7.1. Curva 80-20 con una clasificación arbitraria de productos ABC.

Fuente: (Ballou, 2004).

Se calcula un porcentaje acumulativo del total de las ventas en dólares y del total del número de artículos. Luego, estos porcentajes son graficados, como se muestra en la figura 2.7.1, la cual muestra la curva característica 80-20. Sin embargo, en este tema en particular, alrededor de 35% de los artículos corresponde a 80% de las ventas. (pág.69).

El concepto 80-20 es particularmente útil para planear la distribución cuando los productos se agrupan o clasifican según su actividad de ventas. El primer 20% podría llamarse artículos A, el 30% siguiente artículos B y el restante artículos C.

Otro uso frecuente del concepto 80-20 y de la clasificación ABC es agrupar los productos en un almacén, u otro punto de venta, en un número limitado de categorías donde luego son manipulados con diferentes niveles de disponibilidad de existencias. Las clasificaciones de los productos son arbitrarias. El hecho es que no todos los productos deberían recibir el mismo tratamiento logístico. El concepto 80-20 (con una clasificación resultante de productos) suministra un esquema, basado en la actividad de ventas, para determinar los productos que recibirán los diferentes niveles de tratamiento logístico. (pág.69).

Para (Heizer & Render, 2009), la ventaja de dividir los artículos del inventario en clases es que permite establecer políticas y controles para cada clase.

Las políticas que pueden basarse en el análisis ABC incluyen:

1. Los recursos de compras que se dedican al desarrollo de proveedores deben ser mucho mayores para los artículos A que para los artículos C.
2. Los artículos A, a diferencia de los B y C, deben tener un control físico más estricto; quizá deban colocarse en áreas más seguras y tal vez la exactitud de sus registros en inventario deba ser verificada con más frecuencia.
3. El pronóstico de los artículos A merece más cuidado que el de los otros artículos.

Mejores pronósticos, control físico, confiabilidad en el proveedor y, finalmente, una reducción en los inventarios de seguridad pueden ser el resultado de políticas de administración de inventarios adecuadas. El análisis ABC guía el desarrollo de estas políticas. (pág.486).

La Clasificación ABC es una herramienta que permite ordenar los artículos en tres diferentes clases, los artículos A con el 15%, los artículos B el 35% siguiente y los artículos C con el 50% esto conlleva a clasificarlos lo que te permite obtener un grado de control apropiado sobre cada uno de ellos. (pág.486).

2.8. SISTEMAS DE INVENTARIOS

En la selección del sistema de control de inventarios para una aplicación en particular, la naturaleza de la demanda impuesta sobre los artículos en inventario es crucial. Una distinción importante entre los tipos de inventarios es si un artículo está sujeto a una demanda dependiente o independiente, para la demanda independiente los artículos están bajo la influencia de las condiciones del mercado y no tienen relación con las decisiones de inventario para cualquiera de los otros artículos en inventario o producción.

Administrar inventarios con demanda independiente puede ser engañoso por que la demanda recibe influencia de factores externos, además dicha demanda debe pronosticarse. Los artículos con demanda dependiente son los que requieren como componentes o insumos para un producto o servicio, se debe realizar un análisis de planeación de los recursos. (Lee J. Krajewski & Malhotra, 2013, págs. 319-320).

Según (B.Chase & Jacobs, 2014) , hay dos tipos generales de sistemas de inventario de varios periodos: los modelos de cantidad de periodo fija (también llamado cantidad de pedido económico, EOQ y modelo Q) y modelos de periodo fijo (conocidos también como sistema periódico, sistema de revisión periódica, sistema de intervalo fijo y modelo P). Los sistemas de inventario de varios periodos están diseñados para garantizar la disponibilidad de una pieza todo el año. Por lo general, la pieza se pide varias veces en el año; la lógica del sistema indica la cantidad real pedida y el momento del pedido. (pág. 564).

La distinción fundamental es que el modelo de cantidad de pedido fija se basa en sucesos, y los modelos de periodo fijo, en el tiempo. Es decir un modelo de cantidad de pedido fija inicia un pedido cuando ocurre el acto de llegar a un nivel específico en el que es necesario volver hacer un pedido. Este acontecimiento puede presentarse en cualquier momento, según la demanda de las piezas consideradas. En cambio, el modelo de periodo fijo se limita a hacer pedidos al final de un periodo determinado; el modelo se basa solo en el paso de tiempo. (pág. 564).

Para (B.Chase & Jacobs, 2014), algunas diferencias adicionales tienden a influir en la elección de los sistemas son:

Características	Modelo Q Modelo de cantidad de pedido fija	Modelo P Modelo de pedido fijo
Cantidad del pedido	Q , constante (siempre se pide la misma cantidad)	q , variable (varía cada vez que se hace un pedido)
Dónde hacerlo	R , cuando la posición del inventario baja al nivel de volver a pedir	T , cuando llega el periodo de revisión
Registros	Cada vez que se realiza un retiro o una adición	Sólo se cuenta en el periodo de revisión
Tamaño del inventario	Menos que el modelo de periodo fijo	Más grande que el modelo de cantidad de pedido fija
Tiempo para mantenerlo	Más alto debido a los registros perpetuos	
Tipo de pieza	Piezas de precio más alto, críticos o importantes	

Tabla 2.8.1. *Diferencias entre cantidad de pedido fija y periodo fijo*

Fuente: (B.Chase & Jacobs, 2014).

2.8.1. MODELO DE CANTIDAD DE PEDIDO FIJA (Q)

Para (Lee J. Krajewski & Malhotra, 2013), un sistema de revisión continua (Q), algunas veces llamado sistema de punto de reorden (ROP) o sistema de cantidad fija, rastrea el inventario restante de un Stock Keeping Unit (SKU), cada vez que se hace un retiro para determinar si es tiempo de reordenar. En cada revisión, se toma una decisión acerca de la posición del inventario SKU. Si se considera que está abajo, el sistema inicia una nueva orden. (pág.320).

Según (B.Chase & Jacobs, 2014), los modelos de cantidad fija pretenden determinar el punto específico R en que se hará un pedido, así como su tamaño Q . El punto de pedido R siempre es un número específico de unidades. Se hace un pedido de tamaño Q cuando el inventario disponible (en existencia o en pedido) llega al punto R . La posición del inventario se define como la cantidad disponible más la pedida menos los pedidos acumulados como se puede observar en la figura 2.7.1.

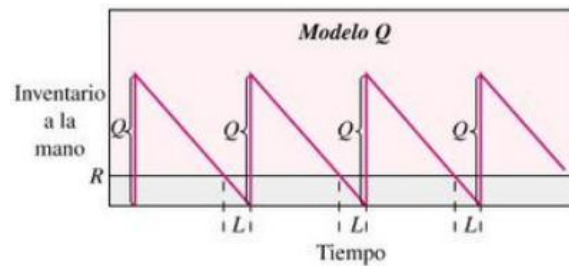


Figura 2.8.1. Modelo básico de cantidad de pedido fijo.

Fuente: (B.Chase & Jacobs, 2014).

El análisis para obtener la cantidad de pedido óptima se basa en las siguientes características del modelo. Estas suposiciones son irreales, pero son un punto de partida y permiten usar un ejemplo sencillo.

- La demanda es constante y uniforme durante todo el periodo
- El tiempo de entrega es constante
- El precio por cada unidad es constante
- El costo de mantenimiento del inventario está basado en el inventario promedio
- Los costos de pedido son constantes
- Se van a cubrir todas las demandas del producto (pág.566).

El “efecto sierra” relacionado con Q y R , permite que cuando la posición del inventario baja al punto R , se realiza un nuevo pedido, el cual se lo recibe al finalizar el periodo L .

Al elaborar cualquier modelo de inventario, el primer paso consiste en desarrollar una relación funcional entre las variables de interés y la medida de eficacia. Según lo planteado anteriormente se puede observar según la figura 2.7.2., además se plantea como calcular el costo anual mediante la ecuación 2.7.1

Ecuación 2.8.1. *Costo Anual Total.*

$$TC = DC + \frac{D}{Q}S + \frac{Q}{2}H$$

Donde

TC = Costo anual total.

D = Demanda (anual).

C = Costo por unidad.

Q = Cantidad a pedir (esta cantidad optima también se la conoce como *cantidad económica de pedido*, EOQ o $Q_{\text{ópt}}$).

S = Costo de realizar un pedido.

H = Costo anual de mantenimiento y almacenamiento por unidad de inventario promedio (generalmente este costo consiste en tomar un porcentaje del costo del producto como $H = iC$, donde i es un porcentaje del costo de manejo).

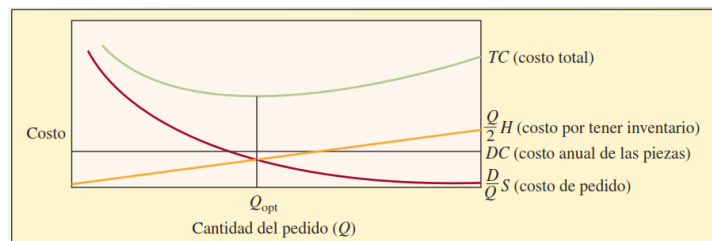


Figura 2.8.2. *Costos anuales del producto con base en el tamaño del pedido.*

Fuente: (B.Chase & Jacobs, 2014).

Para el segundo paso en el desarrollo de modelos consiste en encontrar la cantidad de pedidos $Q_{\text{ópt}}$ en la que el costo total sea el mínimo; el costo total es mínimo en el punto en que la pendiente de la curva es cero. Mediante el cálculo se toma la derivada del costo total respecto de Q y se iguala a cero. A continuación, se presenta el modelo básico y sus cálculos:

Ecuación 2.8.2. Cantidad de pedidos en la que el costo total sea el mínimo.

$$TC = DC + \frac{D}{Q}S + \frac{Q}{2}H$$
$$\frac{dTC}{dQ} = 0 + \left(\frac{-DS}{Q^2}\right) + \frac{H}{2} = 0$$
$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

Como este modelo sencillo supone una demanda y tiempo de entrega constantes, no es necesario tener un inventario de seguridad, y el punto de reorden, R, simplemente es

$$R = \bar{d}L$$

Donde

\bar{d} = Demanda diaria promedio (constante)

L = Tiempo de entrega en días (constante). (B.Chase & Jacobs, 2014, pág. 567)

2.8.1.1. Modelo de cantidad de pedido fija con inventarios de seguridad.

Para (B.Chase & Jacobs, 2014), un sistema de cantidad de pedido fija vigila en forma constante el nivel del inventario y hace un pedido nuevo cuando las existencias alcanzan cierto nivel R. El peligro de tener faltantes en ese modelo ocurre solo durante el tiempo de entrega, entre el momento de hacer un pedido y su recepción. Dicha explicación se puede observar en la figura 2.8.3, se hace un pedido cuando la posición del inventario baja al punto de reorden R. Durante este tiempo de entrega L es posible que haya gran variedad de demandas. Esta variedad se determina a partir de un análisis de los datos sobre la demanda pasada o de un estimado (en caso de no contar con información sobre el pasado). (pág. 569).

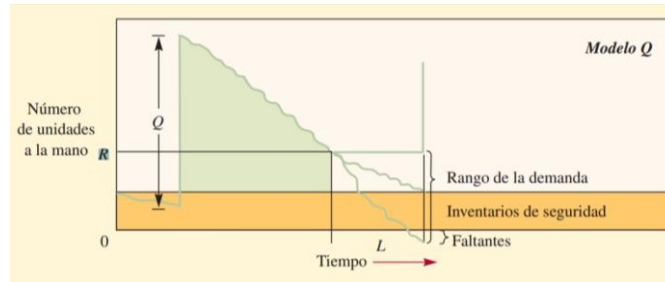


Figura 2.8.3. Modelo de cantidad de pedido fijo con inventario de seguridad.

Fuente: (B.Chase & Jacobs, 2014).

Para (B.Chase & Jacobs, 2014). El inventario de seguridad depende del nivel de servicio deseado, la cantidad que se va a pedir Q se calcula de manera normal considerando la demanda, costo de faltantes, costo de pedido, costo de mantenimiento, etc. Q se calcula con el modelo de cantidad de pedido fija y también el cálculo de Q óptimo. Entonces se establece el punto de volver a pedir para cubrir la demanda esperada durante el tiempo de entrega más el inventario de seguridad definitiva por el nivel de servicio deseado. Así la diferencia básica entre un modelo de cantidad de pedido fija en el que se conoce la demanda y otro en el que la demanda es incierta radica en el cálculo del punto de re orden. La cantidad del pedido es la misma en ambos casos. En los inventarios de seguridad se toma en cuenta el elemento de la incertidumbre.

El punto de reorden es:

Ecuación 2.8.3. Punto de re orden con inventario de seguridad (R).

$$R = \bar{d}L + z\sigma_L$$

Donde

R = Punto de reorden en unidades

\bar{d} = Demanda diaria promedio

L = Tiempo de entrega en días (tiempo transcurrido entre hacer y recibir el pedido)

z = Número de desviaciones estándar para una probabilidad de servicio específica

σ_L = Desviación estándar del uso durante el tiempo de entrega. (pág. 569).

Según (B.Chase & Jacobs, 2014), el término $z\sigma_L$ es el inventario de seguridad, si estas existencias son positivas, el efecto es volver hacer un nuevo pedido. Entonces R sin inventario de seguridad solo sería la demanda promedio durante el tiempo de entrega.

Para calcular $z\sigma_L$ es necesario definir algunos aspectos como son el nivel de servicio deseado por la empresa que por lo general se eligen los siguientes, para un 90 % = 1.65, para un 95 % = 1.96 y para un 99 % = 2.58. Y finalmente se calcula σ_L de la siguiente manera. (pág. 570)

Ecuación 2.8.4. *Desviación estándar del uso durante el tiempo de entrega.*

$$\sigma_L = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \dots + \sigma_L^2}$$

$$\sigma_L = \sqrt{\sigma L}$$

A continuación, es necesario encontrar z , el número de desviaciones estándar del inventario de seguridad. El inventario de seguridad se calcula de la siguiente manera (pág. 570):

Ecuación 2.8.5. *Inventario de Seguridad.*

$$SS = z\sigma_L$$

2.8.2. MODELOS DE PEDIDOS FIJOS (P)

Según (Lee J. Krajewski & Malhotra, 2013) un sistema de control de inventarios alternativo es el sistema de revisión periódica (P), llamado algunas veces sistema de reorden de intervalo fijo o sistema de reorden periódico, en el cual la posición del inventario de un artículo se revisa en forma periódica en lugar de continua. Este sistema puede simplificar la programación de entregas porque establece una rutina. Una nueva orden se coloca al final de cada revisión y el tiempo entre órdenes se fija en P . La demanda es una variable aleatoria, de modo que la demanda total entre revisiones varía. En un sistema P, el tamaño de lote, Q , puede cambiar de una orden a otra, pero el tiempo entre órdenes está fijo. (pág.325).

Con el sistema P, cuatro de las suposiciones originales de EOQ se mantienen:

1. No hay restricciones en el tamaño de lote.
2. Los costos relevantes son los costos de mantener o de ordenar.
3. Las decisiones para un SKU son independientes de las decisiones para otro SKU.
4. Los tiempos de entrega son ciertos y los suministros conocidos. Sin embargo, permite incertidumbre en la demanda. (pág.325).

Para (B.Chase & Jacobs, 2014) en un sistema de periodo fijo, el inventario se cuenta solo en algunos momentos, como cada semana o cada mes. Es recomendable contar el inventario y hacer pedidos en forma periódica en situaciones en que los proveedores hacen visitas de rutina a los clientes y levantan pedidos para toda la línea de productos o cuando los compradores quieren combinar pedidos para ahorrar en costos de transporte.

Los modelos de periodo fijo generan cantidades de pedidos que varían de un período a otro según los índices de uso, para esto es necesario un nivel más alto de inventario de seguridad que en el sistema de cantidad de pedido fija. Es permisible que una demanda alta provoque que el inventario llegue a cero justo después de hacer el pedido. Así es probable que el inventario se agote durante todo el periodo de revisión T y el tiempo de entrega L . Por lo tanto, el inventario de seguridad debe ofrecer una protección contra el agotamiento de existencias en el periodo de revisión, así como durante el tiempo de entrega desde el instante de hacer un pedido hasta recibirlo. (pág.572).

2.8.2.1. Modelo de periodos fijos con inventario de seguridad.

En un sistema de periodo fijo, los pedidos se vuelven a hacer en el momento de revisión (T), y el inventario de seguridad que es necesario volver a pedir es

Ecuación 2.8.6. *Inventario de seguridad.*

$$\text{Inventario de seguridad} = z\sigma_{T+L}$$

Mediante la figura 2.8.4 se puede observar un sistema de periodo fijo con un ciclo de revisión de T y un tiempo de entrega constante de L.

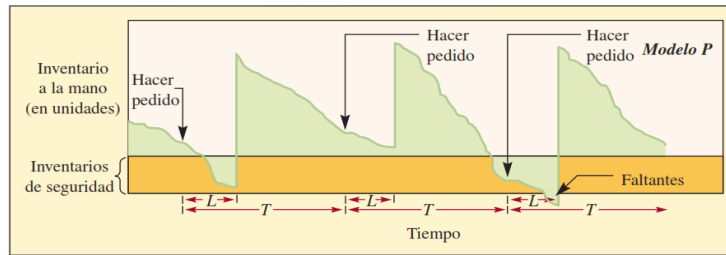


Figura 2.8.4. Modelo de inventarios de periodo fijo.

Fuente: (B.Chase & Jacobs, 2014).

En este caso la demanda tiene una distribución aleatoria alrededor de la media d . La cantidad por pedir, q , es

Ecuación 2.8.7. Cantidad por pedir.

$$q = \bar{d}(T + L) + z\sigma_{T+L} - I$$

Donde

q = Cantidad por pedir.

T = Número de días entre revisiones.

L = Tiempo de entrega en días (tiempo entre el momento de hacer un pedido y recibirlo).

\bar{d} = Demanda diaria promedio pronosticada.

z = Número de desviaciones estándar para una probabilidad de servicio específica.

σ_{T+L} = Desviación estándar de la demanda durante el periodo de revisión y entrega.

I = Nivel de inventario actual (incluye las piezas pedidas). (B.Chase & Jacobs, 2014, pág. 572).

2.8.3. ALGORITMO DE SILVER-MEAL

En concordancia con (Flores & Parra, 2012) El algoritmo Silver-Meal (SM) en honor a Halan Meal y Edward Silver es un método heurístico¹ de vanguardia que pretende obtener el costo promedio mínimo para la orden de compra más el costo de mantener el inventario por periodo en función del número de periodos futuros que el pedido actual generará. El cálculo se detendrá cuando esta función se incremente.

Ecuación 2.8.8. *Algoritmo de Silver-Meal.*

$$K(m) = \frac{1}{m}(A + HD_2 + 2HD_3 + \dots + (m - 1))HD_m$$

Donde

$m = 1, 2, \dots, n$. Se detiene el procedimiento cuando $(m+1) > k(m)$.

$K(m)$: Costo variable promedio por periodo.

A : Costo de la orden de compra o de reparación para la producción.

H : Costo de mantenimiento del inventario por periodo.

D_m : Demanda por periodo. págs. (248-249).

El procedimiento para la elaboración del algoritmo de Silver-Meal es el siguiente:

$$CT_1 = S$$

$$CT_2 = (S + (D_2 * H * (T_2 - 1)))$$

$$CT_3 = CT_2 + (D_3 * H * (T_3 - 1))$$

$$CT_4 = CT_3 + (D_4 * H * (T_4 - 1))$$

$$CTUT_i = \frac{CT_i}{T_i}$$

Donde

CT_1 = Costo total del periodo 1

CT_2 = Costo total del periodo 2 (Costo de ordenar en el periodo 1 + Costo de mantener la demanda del periodo 2 durante 1 ($T-1=1$) periodo en inventario.

¹ Un método heurístico es un enfoque que aprovecha la estructura del problema mediante el uso de un conjunto de reglas y procedimientos racionales. En la mayoría de los casos se obtiene una buena solución al problema; en ocasiones, la óptima. (Flores & Parra, 2012).

CT_3 = Costo total del periodo 3 (Costo de ordenar en el periodo 2 + Costo de mantener la demanda del periodo 3 durante 2 ($T-1=2$) periodo en inventario).

CT_4 = Costo total del periodo 4 (Costo de ordenar en el periodo 3 + Costo de mantener la demanda del periodo 4 durante 3 ($T-1=3$) periodo en inventario).

$CTUT_i$ = Costo total por unidad de tiempo.

T_i = Periodo i, por ejemplo, $T_2 = 2$.

S = Costo de ordenar.

D_i = Demanda del periodo i.

H = Costo de mantener el inventario. (248-249).

Así sucesivamente se seguirán calculando los CT_i y los $CTUT_i$ hasta observar que el $CTUT_i$ se incremente de un período a otro, en cuyo caso se detendrán el proceso y se definirá entonces la cantidad a ordenar en el período 1, que será la suma de las demandas de los períodos para los cuales no se incrementó el $CTUT_i$. (Silver & Meal, 1973).

2.8.4. ALGORITMO DE WAGNER-WHITIN

Para (Flores & Parra, 2012) El algoritmo de Wagner-Whitin (WW) también tiene como objetivo minimizar el costo de ordenar (preparar) y el de mantener el inventario. Este algoritmo produce una solución de costo mínimo que lleva a una cantidad óptima por ordenar. La optimización está basada en una programación dinámica y evalúa todas las maneras posibles de ordenar para cubrir la demanda en cada periodo del horizonte de planeación Matemáticamente, el algoritmo se puede escribir de la siguiente manera:

Ecuación 2.8.9. *Algoritmo de Wagner-Whitin.*

$$K_{tl} = A + H \left[\sum_{j=t+1}^l (j-t) D_j \right] \quad j \geq 1$$

$$t = 1, 2, \dots, n \quad ; \quad l = t + 1, t + 2, \dots, n$$

$$K_l = \min_{t = 1, 2, \dots, l} \{ K_{t-1} + K_{t,l} \}$$

$$l = 1, 2, \dots, N$$

Donde

A: Costo de la orden de compra o de preparación para la producción.

H: Costo de mantenimiento del inventario por periodo.

D_j: Demanda para el periodo j.

K_l: Costo mínimo del periodo 1 al l con inventario cero al final del periodo l.

K₀: Se define como cero, y la solución de costo mínimo está dado por K_N.pág. (250).

Procedimiento para la elaboración del algoritmo de Wagner Whitin es la siguiente:

1. Definir el criterio de la función objetivo, el cual sería MINIMIZAR costos de inventario y MINIMIZAR costos de preparación.
2. Identificar y definir las variables además de las restricciones de balance, demanda, binaria, limite y no negatividad.

VARIABLES DE DECISIÓN.

$X_i =$ Cantidad de unidades a ordenar en el periodo i.

$I_i =$ Inventario en unidades al final del periodo i.

$W_i =$ ¿En el periodo i se ordena?.

$i = \{1,2,3,4,5,6,7,8 \dots n\}$.

3. Formulación de la función objetivo.

$$Z_{MIN} = S(W_1 + W_2 + W_3 + W_n) + H(I_1 + I_2 + I_3 + I_n).$$

4. Resolver utilizando el Software Win QSB por medio de la herramienta Linear and Integer Programming se puede obtener la solución al modelo formulado. (López I. B., 2016).

2.8.5. CONTROL DE INVENTARIOS Y ADMINISTRACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO

Para (B.Chase & Jacobs, 2014), es importante que los gerentes se den cuenta de que la forma de manejar las piezas mediante la lógica de control de inventarios se relaciona directamente con el desempeño financiero de la empresa. Una medida

clave que tiene que ver con el desempeño de la compañía es la rotación de inventarios. (pág. 574).

Ecuación 2.8.10. *Rotación de inventarios.*

$$\text{Rotacion de inventarios} = \frac{\text{Costo de los bienes vendidos}}{\text{Valor promedio del inventario}}$$

Aquí se simplifican las cosas y se considera solo la rotación del inventario para una pieza individual o un grupo de piezas. Se toma el numerador, el costo de los bienes vendidos para una pieza individual se relaciona directamente con la demanda anual esperada (D) de la pieza. Dado por el costo por unidad (C) de la pieza, el costo de los bienes vendidos es solo D por C. (pág. 574).

Luego se considera el valor promedio del inventario. Inventario promedio en EOQ es $Q/2$, lo que resulta cierto si se supone que la demanda es constante. Al incluir la incertidumbre en la ecuación es necesario tener un inventario de seguridad para manejar el riesgo que surge por la variabilidad en la demanda. Por último, el inventario promedio es igual a lo siguiente:

Ecuación 2.8.11. *Valor promedio del inventario.*

$$\text{Valor promedio del inventario} = \left(\frac{Q}{2} + SS \right) C$$

Así la rotación de inventario para una pieza individual es

Ecuación 2.8.12. *Rotación de inventario.*

$$\text{Rotación de inventario} = \frac{DC}{\left(\frac{Q}{2} + SS \right) C} = \frac{D}{\frac{Q}{2} + SS}$$

Donde

D = Demanda anual.

C = Costo por unidad.

Q = Cantidad pedida.

SS = Inventario de seguridad. (pág. 574).

2.9. ADMINISTRACIÓN DE LA DEMANDA

Según (B.Chase & Jacobs, 2014) afirma: “El propósito del manejo de la demanda es coordinar y controlar todas las fuentes de la demanda, con el fin de usar con eficiencia el sistema productivo y entregar el producto a tiempo”. (pág. 485).

Existen dos fuentes básicas de la demanda: dependiente e independiente. La **demanda dependiente** es la demanda de un producto o servicio provocada por la demanda otros productos o servicios. Este tipo de demanda interna no necesita un pronóstico, sino solo una tabulación. La **demanda independiente** sería una cantidad de productos que una organización pueda vender debido a que no se deriva directamente de la demanda de otros productos.

Una empresa sí puede hacer mucho en cuanto a la demanda independiente, la compañía puede:

1. **Adoptar un papel activo para influir en la demanda:** La empresa puede presionar a su fuerza de ventas, ofrecer incentivos tanto a los clientes como a su personal, crear campañas para vender sus productos y bajar precios.
2. **Adoptar un papel pasivo y tan solo responder a la demanda:** Existen varias razones por las que una empresa no trata de cambiar la demanda, sino que la acepta tal como llega. Otras razones pueden ser que la compañía no tenga el poder de cambiar la demanda debido al gasto en publicidad; es probable que el mercado sea fijo y estático; o que la demanda esté fuera de su control.

Es necesaria mucha coordinación para manejar estas demandas dependientes, independientes, activas y pasivas. Las demandas se originan tanto interna como externamente en forma de ventas de productos nuevos por parte de marketing, reabastecimiento de los almacenes de la fábrica y suministros de artículos para manufactura. (B.Chase & Jacobs, 2014, pág. 485).

2.10. MARCO CONCEPTUAL DEL PRONÓSTICO

Para (Roger G. Schroeder & Rungtusanatham, 2011), se debe establecer la diferencia entre el pronóstico y la planeación. El pronóstico trata de aquello que pensamos que sucederá en el futuro. La planeación trata con lo que pensamos que debería pasar en el futuro. El pronóstico es un insumo para todos los tipos de planeación y control de negocios, tanto dentro como fuera de la función de operaciones. Además, el pronóstico sirve como insumo para las decisiones de operaciones relacionadas con el diseño del proceso, planeación de la capacidad y los inventarios.

Las decisiones de inventarios que dan como resultado acciones de compras tienden a ser a corto plazo y tratan con productos específicos. Los pronósticos que conducen a estas decisiones deben satisfacer los mismos requisitos que los de programación a corto plazo: deben tener un alto grado de exactitud y de especificación de productos individuales. En las decisiones de inventarios y de programación, debido a muchos artículos que, por lo general, están involucrados, también será indispensable preparar un alto número de pronósticos; por lo tanto, en estas decisiones se usan a menudo un sistema computarizado de preparación de pronósticos. (pág. 239).

2.10.1. DISEÑO DEL SISTEMA DE PRONÓSTICOS

Para (Quistanchala, 2017), es necesario tener una metodología o sistema de pronósticos estructurado y específico el cual debe estar relacionado con todas las áreas de la organización, ya que un dato erróneo puede repercutir considerablemente en la organización.

Para el diseño de un sistema de pronósticos de la demanda se debe tomar en cuenta lo siguiente:

1. Determinar la información que necesita ser pronosticada. Esto incluye la fuente de los datos históricos y los periodos durante los cuales se recogieron los datos.

2. Asignar la responsabilidad de la previsión de una persona y que el rendimiento se mida tomando en cuenta la veracidad de las ventas reales a la previsión.
3. Configuración de los parámetros del sistema de previsión:
4. Horizonte del pronóstico.
5. Nivel del Pronóstico: unidad de negocios, de familia de producto, modelo y marca.
6. Período de pronóstico y frecuencia.
7. Revisión del Pronóstico: La forma en que cambia el pronóstico será establecida, como previsión inicial, pronóstico revisado, revisión subsecuente del pronóstico, pronóstico actual.
8. Seleccionar los modelos y técnicas de predicción adecuados.
9. Recoger los datos de entrada a los modelos de predicción y modelos de prueba para la exactitud del pronóstico.
10. Ejecutar el modelo de pronóstico y las previsiones de generación.
11. Registrar la información demanda real contra el pronóstico.
12. Reportar la precisión del pronóstico y determinar la causa raíz de la varianza entre la previsión y los datos reales. Evaluar periódicamente el sistema de previsión para el rendimiento. (págs. 44-45).

Según (B.Chase & Jacobs, 2014), los pronósticos se clasifican en cuatro tipos básicos: cualitativo, análisis de series de tiempo, relaciones casuales y simulación. Las técnicas cualitativas son subjetivas y se basan en estimados y opiniones. El análisis de series de tiempo se basa en la idea de que es posible utilizar información relacionada con la demanda pasada para predecir la demanda futura. El pronóstico causal, que se analiza mediante la técnica de la regresión lineal, supone que la demanda se relaciona con algún factor. (pág. 486).

2.10.2. MÉTODOS CUALITATIVOS DE PRONÓSTICO

Para (Roger G. Schroeder & Rungtusanatham, 2011), los métodos de pronóstico cualitativos utilizan el criterio administrativo, la experiencia, los datos relevantes y un modelo matemático implícito. Puesto que el modelo es implícito, si dos administradores usan, cada uno, algún método cualitativo, por lo regular, ambos llegarán a pronósticos diferentes.

Algunas personas consideran que los pronósticos cualitativos deben aplicarse únicamente como último recurso; ello no es estrictamente verdad. Los pronósticos cualitativos deben usarse cuando los datos históricos no son indicadores confiables de las condiciones futuras; los pronósticos cualitativos deben emplearse para introducciones de nuevos productos para los cuales no se dispone de una base de datos histórica. (pág. 241).

Para (B.Chase & Jacobs, 2014), las técnicas de pronóstico cualitativo aprovechan el conocimiento de expertos y requieren mucho juicio, estas técnicas abarcan procesos bien definidos para quienes participan en el ejercicio de pronosticar.

A continuación, veremos ejemplos de técnicas cualitativas de pronóstico:

2.10.2.1. Investigación de mercado.

Las empresas externas que se especializan en la investigación de mercado para realizar este tipo de pronóstico, la investigación de mercados se utiliza sobre todo para la investigación de productos con el objetivo de buscar nuevas ideas, conocer los gustos y disgustos relacionados con los productos existentes, los productos competitivos en una clase particular.

2.10.2.2. Grupos de consenso.

Los pronósticos en grupo se realizan medio de reuniones abiertas con un intercambio libre de ideas de todos los niveles gerenciales e individuales. El problema con este estilo abierto es que los empleados de niveles inferiores se sienten intimidados por los niveles más altos de la gerencia.

2.10.2.3. Analogía histórica

Al tratar de pronosticar la demanda de un nuevo producto, una situación ideal sería contar con un producto existente o genérico como modelo. Existen muchas formas de clasificar estas analogías; por ejemplo, productos complementarios, productos sustituibles o competitivos, y productos como función de ingreso.

2.10.2.4. Método Delphi

El método Delphi oculta la identidad de los individuos que participan en el estudio. Todos tienen el mismo peso. En cuanto al procedimiento, un moderador elabora un cuestionario y lo distribuye entre los participantes. Sus respuestas se suman y se entregan a todo el grupo con un nuevo grupo de preguntas.

El procedimiento paso a paso es:

1. Elegir a los expertos que van a participar. Debe haber gran variedad de personas con conocimientos en distintas áreas.
2. Por medio de un cuestionario, obtener las proyecciones (y cualquier premisa o calificación para el pronóstico) de todos los participantes.
3. Resumir los resultados y redistribuirlos entre los participantes con las preguntas nuevas apropiadas.
4. Volver a resumir, refinar las proyecciones y condiciones, y una vez más plantear preguntas nuevas.
5. Repetir el paso 4 si es necesario. Distribuir los resultados finales entre todos los participantes.

Por lo regular, la técnica Delphi logra los resultados en tres rondas. El tiempo requerido es una función del número de participantes, la calidad de trabajo para que planteen sus pronósticos y su rapidez de respuesta. (pág.509).

2.10.3. MÉTODOS CUANTITATIVAS DE PRONÓSTICO

De acuerdo con (Roger G. Schroeder & Rungtusanatham, 2011) hay dos tipos de métodos cuantitativos de pronóstico: el análisis de series de tiempo y los pronósticos causales. En general, los métodos cuantitativos manejan un modelo matemático fundamental para llegar a un pronóstico. El supuesto básico de todos los métodos cuantitativos de pronóstico es que los datos históricos y los patrones de los datos son instrumentos de predicción confiables del futuro. Entonces, los datos históricos se procesan a través de un modelo de series de tiempo o uno causal para llegar al pronóstico. (pág. 240).

2.10.3.1. ANÁLISIS DE SERIES DE TIEMPO

Para (B.Chase & Jacobs, 2014), los modelos de pronóstico de series de tiempo tratan de predecir el futuro con base en información anterior. Se parte de las cifras de ventas trimestrales recopiladas durante los últimos años para pronosticar los trimestres futuros. Los términos como corto, mediano, y largo plazo son relativos al contexto en que se emplean. En el pronóstico de negocios para corto plazo casi siempre se refiere a menos de tres meses; mediano plazo, a un periodo de tres meses a dos años, y largo plazo, a un término mayor de dos años. (pág. 488).

Para (B.Chase & Jacobs, 2014), el modelo de pronóstico que una empresa debe elegir depende de:

1. El horizonte de tiempo que se va a pronosticar.
2. La disponibilidad de los datos.
3. La precisión requerida.
4. El tamaño del presupuesto para el pronóstico.
5. La disponibilidad

Al seleccionar un modelo de pronóstico existen otros aspectos, como el grado de flexibilidad de la empresa (mientras mayor sea su habilidad para reaccionar con rapidez a los cambios, menos preciso necesita ser el pronóstico). (pág. 488).

En concordancia con (B.Chase & Jacobs, 2014), otro aspecto es la consecuencia de un mal pronóstico. Si una decisión sobre la inversión de capital se basa en un pronóstico, este debe ser bueno. A continuación, se presenta los siguientes métodos de pronóstico.

2.10.3.1.1. *Análisis de regresión lineal.*

De acuerdo con (B.Chase & Jacobs, 2014) la regresión se define como una relación funcional entre dos o más variables correlacionadas. Con ella se pronostica una variable con base en otra. Por lo general, la relación se establece a partir de datos observados. Primero es necesario graficar los datos para ver si aparecen lineales o si al menos partes de los datos son lineales. La regresión lineal se refiere a la clase de regresión especial en la que la relación entre las variables forma una recta.

Ecuación 2.10.1. *Regresión de mínimos cuadrados.*

$$Y = a + bx$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

$$b = \frac{\sum xy - n\bar{x}.\bar{y}}{\sum x^2 - n\bar{x}^2}$$

Donde

a= Secante y.

b= Pendiente de la recta.

\bar{y} = Promedio de todas las y.

\bar{x} = Promedio de todas las x.

x= Valor x de cada punto de datos.

y= Valor y de cada punto de datos.

n= Número de puntos de datos.

Y= valor de la variable dependiente calcula con la ecuación de regresión. (págs. 488-502).

Ecuación 2.10.2. *Error de estándar del estimado.*

$$S_{xy} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - Y_i)^2}{n - 2}}$$

2.10.3.1.2. Promedio móvil simple.

De acuerdo con (B.Chase & Jacobs, 2014) cuando la demanda de un producto no crece ni baja con rapidez, y si no tiene características estacionales, un promedio móvil puede ser útil para eliminar las fluctuaciones aleatorias del pronóstico. Aunque los promedios de movimientos casi siempre son centrados, es más conveniente utilizar datos anteriores para predecir el periodo siguiente de manera directa.

Ecuación 2.10.3. *Promedio móvil simple.*

$$F_t = \frac{A_{t-1} + A_{t-2} + A_{t-3} + \dots + A_{t-n}}{n}$$

Donde

F_t = Pronóstico para el siguiente periodo.

n = Número de periodos por promediar.

A_{t-1} = Suceso real en el periodo pasado.

A_{t-2}, A_{t-3} y A_{t-n} = Sucesos reales hace dos periodos, hace tres periodos y así sucesivamente, hasta hace n periodos. (págs. 488-502).

2.10.3.1.3. Promedio móvil ponderado.

De acuerdo con (B.Chase & Jacobs, 2014) mientras que el promedio móvil simple da igual importancia a cada componente de la base de datos del promedio móvil, un promedio móvil ponderado permite asignar cualquier importancia a cada elemento, siempre y cuando la suma de todas las ponderaciones sea igual a uno.

Ecuación 2.10.4. *Promedio móvil ponderado.*

$$F_t = w_1 A_{t-1} + w_2 A_{t-2} + \dots + w_n A_{t-n}$$

Donde

w_1 = Ponderación dada al hecho real para el periodo $t-1$.

w_2 = Ponderación dada al hecho real para el periodo $t-2$.

w_n = Ponderación dada al hecho real para el periodo $t-n$.

n = Número total de periodos en el pronóstico. (págs. 488-502).

2.10.3.1.4. Suavización exponencial.

De acuerdo con (B.Chase & Jacobs, 2014) la suavización exponencial es la técnica de pronóstico más común. Es parte integral de casi todos los programas de pronóstico de computadora, y se usa con mucha frecuencia al ordenar el inventario en empresas minoristas, compañías mayoristas y agencias de servicios.

La razón por la que se llama suavización exponencial es que cada incremento en el pasado se reduce $(1-\alpha)$, si α es 0.05, las ponderaciones para los distintos periodos serían las siguientes:

	Ponderación en $\alpha= 0.05$
Ponderación más reciente = $\alpha(1 - \alpha)^0$	0.0500
Datos de un periodo anterior = $\alpha(1 - \alpha)^1$	0.0475
Datos de dos periodos anteriores = $\alpha(1 - \alpha)^2$	0.0451
Datos de tres periodos anteriores = $\alpha(1 - \alpha)^3$	0.0429

Tabla 2.10.1. Ponderaciones para distintos periodos

Fuente: (B.Chase & Jacobs, 2014).

Las técnicas de suavización exponencial se generalizaron por seis razones principales:

1. Los modelos exponenciales son sorprendentemente precisos.
2. Formular un modelo exponencial es relativamente fácil.
3. El usuario entiende cómo funciona el modelo.
4. Los requerimientos de almacenamiento en computadora son bajos en virtud del uso limitado de datos históricos.
5. Es fácil calcular las pruebas de precisión relacionadas con el desempeño del modelo. (págs. 488-502).

Ecuación 2.10.5. Suavización exponencial simple

$$F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1})$$

Donde

F_t = Pronóstico suavizado exponencialmente para el periodo t

F_{t-1} = Pronóstico suavizado exponencialmente para el periodo anterior

A_{t-1} = Demanda real en el periodo anterior

α = Índice de respuesta deseado, o constante de suavización. (págs. 488-502).

2.10.3.1.5. Efectos de la tendencia en la suavización exponencial.

De acuerdo con (B.Chase & Jacobs, 2014) los pronósticos suavizados exponencialmente se corrigen al agregar un ajuste a las tendencias. Para corregir la tendencia se necesitan de dos constantes de suavización Además de la suavización α , la ecuación de la tendencia utiliza una constante de suavización delta (δ). La delta reduce el impacto del error que ocurre entre la realidad y el pronóstico, si no se incluyen ni alfa ni delta, la tendencia reacciona en forma exagerada ante los errores.

Este valor de la tendencia inicial puede ser una especulación con ciertas bases o un cálculo a partir de datos pasados observados. La ecuación para calcular el pronóstico con la tendencia (PIT) es:

Ecuación 2.10.6. *Pronóstico con la tendencia para el periodo t.*

$$FIT_t = F_t + T_t$$

Ecuación 2.10.7. *Pronóstico suavizado exponencialmente para el periodo t.*

$$F_t = FIT_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - FIT_{t-1})$$

Ecuación 2.10.8. *Suavización exponencial con tendencia.*

$$T_t = T_{t-1} + \delta(F_t - FIT_{t-1})$$

Donde

F_t = Pronóstico suavizado exponencialmente para el periodo t.

T_t = Tendencia suavizada exponencialmente para el periodo t

FIT_t = Pronóstico con la tendencia para el periodo t

FIT_{t-1} = Pronóstico con la tendencia hecha para el periodo anterior

A_{t-1} = Demanda real del periodo anterior

α = Constante de suavización

δ = Constante de suavización. (págs. 488-502).

2.10.4. ERRORES DE PRONÓSTICO

El término error se refiere a la diferencia entre el valor de pronóstico y lo que ocurrió en la realidad. En estadística, estos errores como residuales. La demanda de un producto se genera mediante la interacción de varios factores demasiados complejos para describirlos con precisión en un modelo. Al analizar los errores de pronóstico es conveniente distinguir entre las fuentes de error y la medición de errores. (B.Chase & Jacobs, 2014, pág. 503).

Para (Roger G. Schroeder & Rungtusanatham, 2011), cuando se emplea la suavización exponencial, ya que sea que se trate de una suavización simple o avanzada, se debe calcular el error de pronóstico junto con el promedio, suavizado; esta estimación del error puede aplicarse para varios propósitos:

1. Para vigilar las observaciones erráticas de la demanda o valores atípicos², los cuales deben evaluarse cuidadosamente y, tal vez, extraerse de los datos.
2. Para determinar el momento en el que el método de pronóstico ya no le da un seguimiento a la demanda real, y, por lo tanto, debe configurarse nuevamente.
3. Para establecer los valores de los parámetros (por ejemplo, N y α) que proporcionan el pronóstico con el menor error.
4. Para instaurar³ inventarios de seguridad o una capacidad de seguridad y garantizar, con ello, el nivel deseado de protección contra faltantes de inventarios. (pág. 250).

2.10.4.1. MEDICIÓN DE ERRORES

Para (B.Chase & Jacobs, 2014), existe varios términos para describir el grado de error son *error estándar*, *error cuadrado medio (o varianza)* y *desviación absoluta media*.

El error estándar es la raíz cuadrada de una función, es más conveniente utilizar la función misma, esto se conoce como error cuadrado o medio o varianza.

² **Atípicos:** Que por sus caracteres se aparta de los modelos representativos o de los tipos conocidos. (Asociación de Academias de la lengua española , 2017).

³ **Instaurar:** Establecer. (Asociación de Academias de la lengua española , 2017).

2.10.4.1.1. *Desviación absoluta media (DAM)*

Era muy frecuente en el pasado, pero después fue sustituida con la desviación estándar y las medidas de error estándar. En la actualidad, la DAM regresó por su sencillez y utilidad al obtener señales de seguimiento o rastreo. La DAM es el error promedio en los pronósticos mediante valores absolutos, mide la dispersión de un valor observado en relación con un valor esperado.

Ecuación 2.10.9. *Desviación absoluta media.*

$$DAM = \frac{\sum_{i=1}^n |A_t - F_t|}{n}$$

Donde

t= Número del periodo.

A= Demanda real del periodo.

F= Demanda pronosticada para el periodo.

n= Número total de periodos.

2.10.4.1.2. *Error porcentual absoluto medio (EPAM).*

Esta medida determina el error respecto del promedio de la demanda. El EPAM se calcula al tomar la DAM y dividir entre el promedio de la demanda, esta es una medida útil porque es una estimación de cuanto error se espera con un pronóstico. (pág. 503-504).

Ecuación 2.10.10. *Error porcentual absoluto medio.*

$$EPAM = \frac{DAM}{Promedio\ de\ la\ demanda}$$

Para (Lee J. Krajewski & Malhotra, 2013), el EPAM relaciona el error de pronóstico con el nivel de demanda y es útil para tener una perspectiva adecuada del desempeño del pronóstico.

Ecuación 2.10.11. *Error porcentual absoluto medio.*

$$MAPE = \frac{[\sum |E_t| / D_t] 100}{n}$$

Donde

E_t = Error del pronóstico para el periodo t.

D_t = Demanda real para el periodo t.

n = Número de periodos pronosticados. (pág.468).

2.10.4.1.3. Error medio cuadrático (EMC)

Según (Lee J. Krajewski & Malhotra, 2013), es la medida de dispersión de los errores de pronóstico y su fórmula es la siguiente:

Ecuación 2.10.12. *Error medio cuadrático.*

$$EMC = \frac{\sum E_t^2}{n}$$

Donde

E_t = Error del pronóstico para el periodo t.

EMC = Error medio cuadrático.

n = Número de periodos pronosticados.

2.10.4.1.4. Desviación estándar

La desviación estándar σ , mide la dispersión de los errores del pronóstico, se la calcula mediante la ecuación:

Ecuación 2.10.13. *Desviación estándar.*

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (E_t - \bar{E})^2}{n - 1}}$$

Donde

E_t = Error del pronóstico para el periodo t.

\bar{E} = Error del pronóstico promedio.

σ = Desviación estándar.

n = Número de periodos pronosticados. (pág. 468).

3. CAPÍTULO III: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En este capítulo se realiza la descripción de la situación actual para la producción orientada al cliente de pedido por catálogo y el proceso que se llevan a cabo para la compra y adquisición de materias primas e insumos en la empresa.

La siguiente información se obtuvo mediante una entrevista a la gerente general y propietaria de la empresa Confecciones Any, con la participación de la jefa de producción y un informe general que la entidad posee. (Empresa Confecciones Any, 2017).

3.1. EMPRESA CONFECIONES ANY

3.1.1. DATOS GENERALES DE LA EMPRESA.

- Razón Social: CONFECIONES ANY.
- Categoría: Sector Textil.
- Gerente General: Sra. Ana Bolaños.
- Dirección: Avenida. Salinas 17-17 y Atahualpa, Atuntaqui, Imbabura, Ecuador.
- Teléfono: 2907-326

3.1.2. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA.

Confecciones Any en el año 1992 tras la caída en la venta de sacos y la paralización de producción a finales del año 1991 por iniciativa de la hermana del señor propietario Eulalia Bolaños, quien propone montar un taller de confecciones de ropa de punto, bajo su apoyo con asesoría en moldería, costura y a su vez con mercado de clientes para su venta.

El taller inició con una máquina overlock, una recta, un zigzag, una recubridora, una cortadora de tela y 10 rollos de tela que fueron adquiriendo bajo crédito de 60 días; la primera producción de calzoncillos tuvo éxito en la fabricación, posteriormente la fábrica aumento el personal, la producción, el mercado, la maquinaria y experiencia.

Actualmente el mercado es más grande y sigue aumentando con el tiempo, la empresa cuenta con dos tiendas una ubicada en el centro de Atuntaqui y la otra en el mismo lugar donde se ubica la empresa; siendo el consumidor final quien obtiene el producto final de la mejor calidad y a un precio accesible. El mercado al que se direcciona la empresa es local y nacional con clientes mayoristas, además la venta por catálogo a UNIMODA y su cliente principal AVON. (Empresa Confecciones Any, 2017).

3.1.3. MISIÓN

Confecciones Any es una empresa que se dedica a la elaboración de todo tipo de prendas de vestir para damas, caballeros y niños; entre sus principales productos podemos encontrar: pijamas, interiores, boxers, saquillos, bodies, tops, blusones, etc.; además cuenta con una línea de producción en elásticos para ropa interior de hombre y mujer, además de brindar un servicio y producto de calidad satisfaciendo las necesidades de los clientes. (Empresa Confecciones Any, 2017).

3.1.4. VISIÓN

En el año 2022, la empresa Confecciones Any logrará el prestigio y el reconocimiento local y nacional por el alto nivel de producción y comercialización de prendas de vestir para damas, caballeros y niños, manteniendo sus valores éticos y políticas empresariales. (Empresa Confecciones Any, 2017).

3.1.5. VALORES

- ✓ **Puntualidad:** Es muy importante para la empresa que los trabajadores cumplan sus actividades a tiempo, para llegar así a cumplir con sus pedidos de una manera correcta y ordenada.
- ✓ **Respeto:** Debe ser mutuo entre todo el personal para coordinar el trabajo entre todas las áreas para beneficio de la organización.
- ✓ **Honestidad:** Para poder trabajar en un ambiente seguro con la colaboración de todos.

- ✓ **Responsabilidad:** Para evitar ausentismo en el trabajo y que el personal se sienta comprometido y responsable de sus labores.
- ✓ **Cumplimiento:** Hacer que los clientes se sientan satisfechos. (Empresa Confecciones Any, 2017).

3.1.6. POLÍTICA DE LA EMPRESA

Confecciones Any se encuentra calificada con nivel de riesgo alto, dentro de lo que establece la guía de elaboración de reglamentos de seguridad y salud del Ministerio de Trabajo, para ello plantea la siguiente política de seguridad:

- ✓ Cumplir y hacer cumplir a todos quienes integran confecciones ANY, las normativas nacionales vigentes en materia de seguridad y salud en el trabajo con la finalidad de eliminar los riesgos y peligros existentes en los diferentes procesos de trabajo de la empresa.
- ✓ Velar por la integridad mental y física de los trabajadores aplicando las técnicas de prevención y protección establecidas en los diferentes manuales de seguridad e higiene del trabajo, con el fin de reducir los accidentes y enfermedades relativas al trabajo.
- ✓ Implementar programas para realizar inspecciones periódicas de seguridad, salud y ambiente lo que permitirá identificar y eliminar adecuadamente condiciones de trabajo peligrosas que generen riesgo para la salud y el medio ambiente, estos programas deben ser comprensibles y aplicables para todo el personal que trabaja en la empresa, alcanzando así que las condiciones y procesos de trabajo brinden satisfacción, confianza y confort a los trabajadores.
- ✓ Asignar los recursos económicos y humanos para lograr los objetivos planteados en materia de seguridad y salud, implementando los mecanismos administrativos internos para la investigación de cada incidente y accidente, determinando sus causas, para el control de condiciones ambientales peligrosas y actos inseguros. (Empresa Confecciones Any, 2017).

3.1.7. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA EMPRESA

La Empresa Confecciones Any se encuentra localizada en Atuntaqui la figura presenta la ubicación geográfica del almacén y la fábrica.



Figura 3.1.1. Ubicación geográfica de la empresa Confecciones "ANY".

Fuente: Google maps.

3.2. ANÁLISIS DEL AMBIENTE INTERNO

3.2.1. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

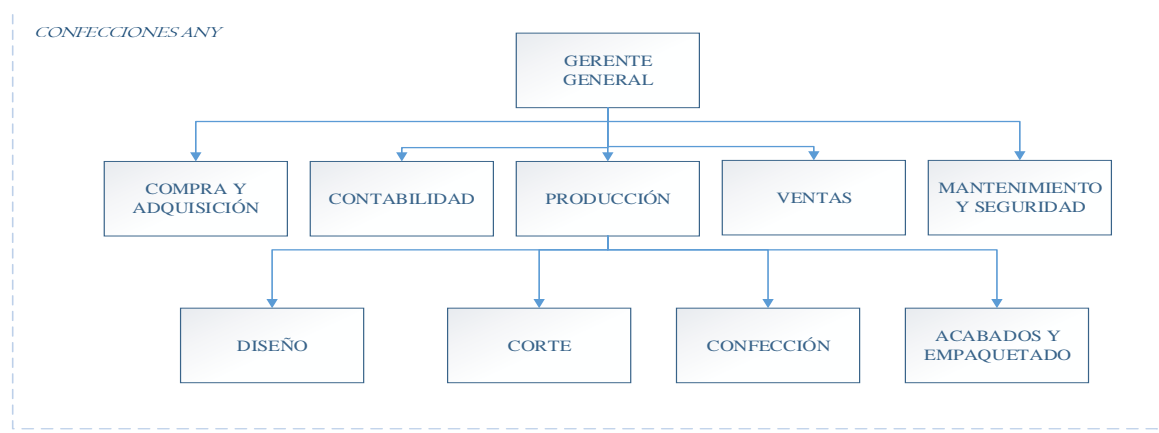


Figura 3.2.1. Organigrama Estructural de la empresa Confecciones "ANY".

Fuente: (Empresa Confecciones Any, 2017).

3.2.2. MAQUINARIA

N°	MAQUINARIA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Tendedor de tela	Se coloca las telas horizontalmente.	1
2	Cortadora eléctrica vertical	Corta trazos.	1
3	Overlock aguja 1	Sirve cuando se deshila encajes, telas, linos.	4
4	Overlock aguja 2	Sirve para puntada de seguridad.	2
5	Rectas Electrónicas	Se utiliza dependiendo el ancho del pespunte.	2
6	Recubridora para tirilla	Se utiliza para diferentes cartuchos.	1
7	Recubridora para fillos	Se utiliza para guiar fillos pequeños y grandes.	2
8	Tracadora electrónica	Se programa de acuerdo al tracado.	2
9	Botonera	Coloca botones.	1
10	Tijeras de hilos	Se realiza los acabados.	6
11	Selladora	Se utiliza para sellar se debe programar la temperatura del sellado	1

Tabla 3.2.1.Maquinaria de la empresa Confecciones ANY.

Fuente: (Empresa Confecciones Any, 2017).

La maquinaria que anteriormente se menciona es utilizada para la elaboración de los productos de los clientes de pedidos por catálogo, no todos los artículos pasan por esta maquinaria no todos pasan por la misma línea de producción. Dicha maquinaria es debidamente calibrada y controlada por su mantenimiento correctivo.

3.2.3. PROVEEDORES

La empresa Confecciones Any tiene una variedad de proveedores para la adquisición de materias primas e insumos para la elaboración de sus productos de pedido por catálogo, tienen una relación comercial consolidada en la búsqueda de la satisfacción del cliente, aquí se detallan netamente para los productos del caso de estudio (artículos de pedidos por catálogo).

PROVEEDOR	MATERIAL	ORIGEN
Indutexma	Tela	Otavallo
Contifibra	Hilo para tejido microfibra en “Z” y en “S”	Italia
Contifibra	Licra recubierta con microfibra	Italia
Euro Química	Químicos para el tinturado	Quito
Heal print	Etiquetas de diseño que van en la prenda	Quito
Zipper Flex	Funda diseñada	Quito
Aviflex	Etiqueta adhesiva	Quito
Comercial Vallejos	Hilos para la confección	Atuntaqui
Encatex	Elástico sesgo	Quito
Integraf	Etiqueta de cartón	Atuntaqui
Cartonera pichincha	Cajas de cartón	Quito

Tabla 3.2.2. *Proveedores de la empresa Confecciones ANY.*

Fuente: (Empresa Confecciones Any, 2017).

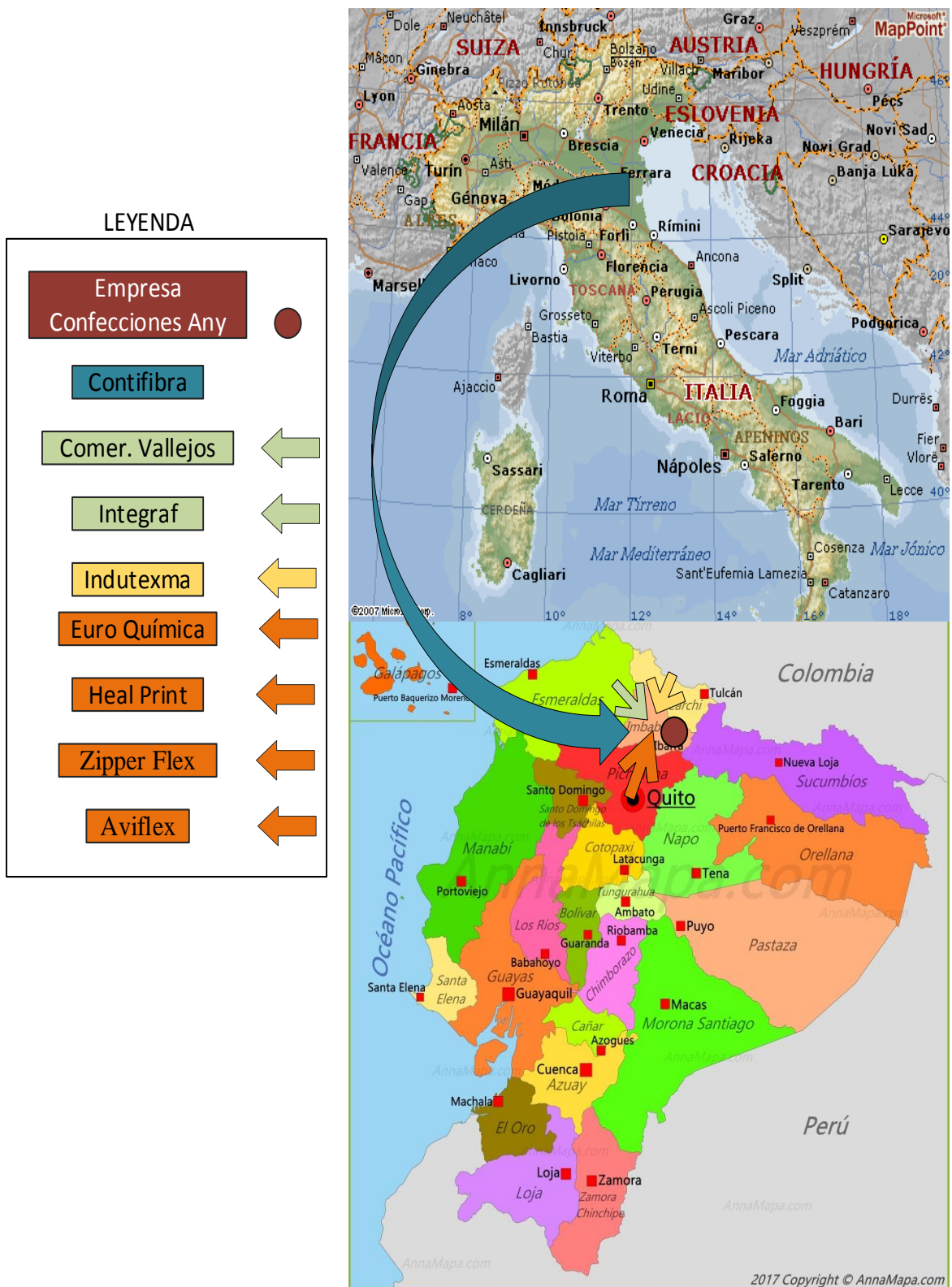


Figura 3.2.2. Gráfica de la red de Suministros de la empresa Confecciones Any.

Fuente: Google.

3.2.4. PROCESO DE COMPRA Y ADQUISICIÓN DE INSUMOS

CONFECCIONES ANY	EMPRESA CONFECCIONES ANY	
	PROCESO DE ABASTECIMIENTO PARA LA PRODUCCIÓN ORIENTADA AL CLIENTE DE PEDIDO POR CATÁLOGO	
PROPÓSITO	Adquirir y contratar pedidos de materiales e insumos a los proveedores para la elaboración de los productos que la empresa requiera.	
INGRESO AL PROCESO	ACTIVIDADES DE PROCESO	SALIDAS DEL PROCESO
Pedido de los artículos que el cliente desee	1. Recepción de los requerimientos del cliente (cantidad de pedidos, productos, etc.).	Proceso de Producción (elaboración de artículos de pedido por catálogo)
	2. Buscar en la base de datos los proveedores.	
	3. Solicitar compra (vía correo); Vendedor externo realiza el pedido.	
Solicitud de Compra	4. Recibir el producto y las guías de compra	
	5. Realizar la transferencia.	
	6. Adjuntar factura en archivo administrativo.	
ESTRATEGIA		
Fortalecer la relación de la empresa Confecciones Any y sus proveedores mediante el diseño de un sistema de abastecimiento eficiente que permita adquirir los materiales e insumos y herramientas en el tiempo adecuado, en la cantidad exacta y al menor coste.		

Tabla 3.2.3. *Proceso de compra de materiales e insumos de la empresa Confecciones Any.*

Fuente: (Empresa Confecciones Any, 2017).

3.3. EL PROCESO DE COMPRAS

Las fases que suelen componer el proceso de compras de la empresa son las siguientes:

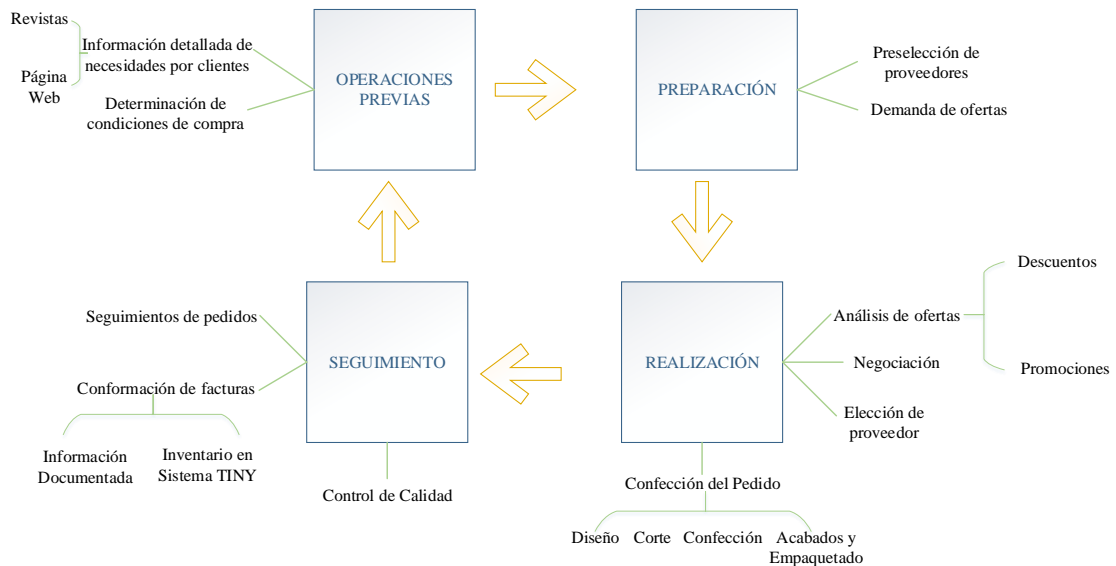


Figura 3.3.1. Fases del proceso de compra.

Fuente: (López A. I., 2013).

3.3.1. REALIZACIÓN Y CONTROL DE LA COMPRA

Para (López A. I., 2013) Se debe analizar los factores a tener cuenta en el análisis de las ofertas recibidas de los proveedores. El precio es uno de los términos y condiciones de un pedido, además de las siguientes:

- Calidad adecuada
- Seguridad de entrega
- Confianza y continuidad en el suministro
- Relaciones comerciales satisfactorias.

Los factores que determinan a los proveedores para los artículos distintos ofrecidos por cada proveedor. (págs. 44-45)

La decisión debe basarse en la realización de las siguientes tareas en el proceso de evaluación de ofertas:

- Evaluación de los factores económicos por parte del comprador.
- Evaluación de los factores técnicos por parte de los responsables de la línea de ventas en el pequeño comercio.
- Generalmente se presenta una ordenación de las ofertas de mejor a peor por ambos aspectos y se intenta llegar a un acuerdo.
- En caso necesario puede tener que llegar a decidir el responsable del comercio en función de las consideraciones expuestas en el análisis realizado.

El proceso de comparación de ofertas genera la realización de las siguientes tareas:

1. Definir la estructura del cuadro de comparación de ofertas, que será aproximadamente la siguiente:

Criterio	Factor	Proveedor 1	Proveedor 2
Total			

2. Señalar los datos reflejados en la oferta de los proveedores en el anterior cuadro.
3. Puntuar cada uno de los criterios entre 1 y 10 según se adecuen en mayor o menor medida a los objetivos de compra diseñados en la fase de operaciones previas de la etapa de compras.
4. Si lo consideramos oportuno, establecer un factor de ponderación a cada uno de los criterios de valoración.
5. Multiplicar cada una de las puntuaciones por su factor de ponderación correspondiente.
6. Calcular la puntuación total para cada uno de los proveedores.

El resultado final de la comparación de las ofertas se resume en una recomendación de la siguiente tarea del proceso de realización de la compra, que es la negociación con los proveedores. Y se realiza la negociación entre el comprador y el vendedor y llegan a las condiciones que cada uno lo requiera. (López A. I., 2013, pág. 46).

3.4. METODOLOGÍA

El proyecto está diseñado para la empresa Confecciones Any, dedicada a la elaboración de todo tipo de prendas de vestir para damas, caballeros y niños; entre sus principales productos podemos encontrar: saquillos, busos, brasiers, pantys, bodies, tops, etc.; además cuenta con una línea de producción en elásticos para ropa interior de hombre y mujer; entre sus clientes de pedido por catálogo figuran Unimoda, Piel Active y Avon.

La empresa posee un software de contabilidad que se llama TINY, los responsables de manipular el software es la gerente y la jefa del área de compras, el sistema es controlado y brinda información detallada de los artículos que ingresan y egresan a la empresa, los parámetros que detalla el sistema son fecha, número de la factura, cantidad del producto, código, ventas, descripción del artículo, precios y costos.

3.4.1. CLASIFICACIÓN ABC

La gestión del sistema de abastecimiento en que se enfoca el presente proyecto será eficaz y eficiente logrando así la efectividad de todas las actividades que se desarrollan en la empresa en virtud de que el sistema tiene incidencia con las áreas de planeamiento de la producción y control de los pedidos; además se alinea con los objetivos principales que tiene la empresa para conseguir la satisfacción de los clientes de pedido por catálogo, ofreciendo que los productos se encuentren disponibles en cantidades y tiempo requerido; y de igual manera poder brindar al precio más asequible del mercado, obteniendo así el cumplimiento de las necesidades y requerimientos de los principales clientes de la empresa.

Actualmente la empresa tiene una variedad de producción de más de 800 productos, para el desarrollo de este proyecto se analizó los productos que son destinados para los clientes de pedido por catálogo, los datos históricos analizados proporcionaron un resultado de 180 artículos que fueron requeridos por dichos clientes, información histórica que fue recolectada de hace tres años atrás, es decir desde el mes de enero de 2015 hasta el mes de diciembre del 2017.

Los datos recaudados fueron obtenidos del sistema TINY, el cual brindó información suficiente para la aplicación de la herramienta de la clasificación ABC.

Los datos recolectados se analizaron y se organizaron en una hoja de Excel, en la cual se detalló el número, rango de producto de ventas, código, descripción, precio unitario, ventas totales en cantidad y en dinero, cada artículo posee un total de 36 periodos de datos históricos de ventas de cada mes durante los tres años.

La clasificación de los artículos se realiza con el ordenamiento de cada artículo en función de las ventas totales (\$), resultado de los datos históricos de ventas (unidad) por el precio unitario (\$) (En este caso el precio unitario (\$) de cada artículo no varía durante los tres años analizados). La metodología aplicada para este análisis es el principio de Pareto, el cual tiene por objetivo establecer los pocos vitales de los muchos triviales, lo que permite identificar cuáles son los productos que necesitan más atención y aquellos que ya no agregan valor para la empresa.

El procedimiento para la elaboración de la clasificación de los productos fue:

1. En una hoja de Excel, elaborar un cuadro de cada artículo detallando el año, mes, nombre del ítem, cantidad y precio unitario.
2. Se procede a copiar los datos anteriores y posterior a ello se calcula las ventas totales anuales (\$) de cada artículo, multiplicando las ventas totales anuales (unidades) y el precio unitario (\$).
3. Una vez realizado la actividad anterior para todos los artículos se procede a ordenar de forma descendente con respecto a las ventas totales anuales (\$).
4. Luego se calcula el porcentaje acumulativo del total de ventas anuales, esto se calcula dividiendo el total de ventas (\$) por artículo para el valor total (\$) de los 180 productos analizados.
5. Luego se calcula el porcentaje acumulativo del total de artículos, esto se calcula dividiendo el total de ventas (unidades) por artículo para el valor total (unidades) de los 180 productos analizados.
6. Una vez realizado todas las actividades anteriormente mencionadas se procede a graficar los datos.

7. Posteriormente se procede a aplicar el principio de Pareto 80 – 20, que dice que a los productos cuyo porcentaje acumulado del total de ventas anuales (\$) están entre 0 y 80% se los asigna a la categoría A, aquellos productos que se encuentren entre el 81% y menor del 95% se les asigna la categoría B, y por último los productos que se encuentren entre el 96% y el 100% se les asigna la categoría C.
8. Por último, se calculó los porcentajes de los ítems que participan en cada categoría anteriormente mencionada A-B o C, de acuerdo al número total de artículos y al total de ventas en (\$), para esto se contabilizó el número total de artículos de cada categoría y se procedió a dividir esta cantidad para el total de artículos.

3.4.2. DISEÑO DEL SISTEMA DE PRONÓSTICOS DE LA DEMANDA

En el presente proyecto se realizó un análisis del inventario de la demanda de los artículos textiles que son objeto de estudio, el objetivo es establecer el tiempo en que se debe realizar un pedido y la cantidad a solicitar para cumplir con la demanda y requerimientos de los clientes de pedido por catálogo.

3.4.2.1. ANÁLISIS DE PATRÓN DE DATOS

Se elaboró un cuadro de datos en una hoja de Excel y se analizó los 27 artículos que se encuentran en la categoría A de la clasificación ABC, se procedió a agrupar por familias de productos dando así un resultado de 7 familias las cuales son: Saquillo, Buso, Brasier, Camiseta, Baby doll, Panty y Cachetero.

En el cuadro se describe el número de periodo, año, mes, nombre de la familia del producto, demanda (tres años); este cuadro servirá para cargar los datos al programa IBM SPSS Statistics Versión 21, Software que permitirá el análisis del patrón de datos de la demanda.

El procedimiento para realizar el análisis de los patrones de datos en IBM SPSS Statistics 21 fue el siguiente:

1. Se crea la base de datos en Excel.
2. Se determina las variables en el Software.
3. Se copia los datos en el Software.
4. Se determina para cada variable la medida ya sea nominal, ordinal o escala.
5. Dar clic en Analizar de la barra de menú del Software y seleccionar la opción Predicciones, Autocorrelaciones (Seleccionar las variables a estudiar) y aceptar.
6. Analizar los datos que brinde el software.

En el Software IBM SPSS Statistics 21 se abrirá una ventana la cual brindará una serie de información de los datos que se desea analizar, en este caso para cada familia de producto habrá un cuadro de datos y gráficas de las predicciones o pronósticos analizados.

3.4.2.2. ANÁLISIS DE AUTOCORRELACIONES

Una vez analizados los pronósticos obtenidos anteriormente se procede a identificar si cada familia de producto posee una serie de tiempo de tendencia, estacionalidad y aleatoriedad, para ello se debe realizar una autocorrelación a los pronósticos con desfase de uno tal como el software recomienda para solución óptima.

Los pasos para realizar la autocorrelación fueron los siguientes:

1. En la misma ventana del Software IBM SPSS Statistics 21, en el análisis de datos del procedimiento anterior se selecciona Predicciones, Autocorrelaciones (Seleccionar las variables a estudiar), en la parte Transformar dar clic en Diferencia (Colocar el valor que el software recomienda, en este caso 1) y aceptar.
2. Se abre una ventana con los datos numéricos y gráficos de autocorrelación de cada familia de producto.
3. Analizar serie de tiempo.

Al analizar la serie de tiempo se debe realizar una prueba no paramétrica para una muestra, la nueva hoja del software IBM SPSS se llamará Serie de tiempo, se realizará con los datos de autocorrelación con desfase de uno anteriormente calculados, para nuestro análisis de patrones de la serie de tiempo.

Los pasos para realizar la prueba no paramétrica fueron los siguientes:

1. Se determina las variables en el Software.
2. Se copia los datos de autocorrelación obtenidos anteriormente para cada familia de producto en el Software.
3. Se determina para cada variable la medida ya sea nominal, ordinal o escala. Dar clic en Analizar de la barra de menú del Software y seleccionar la opción Pruebas no paramétricas y seleccionar una muestra.
4. Se abre una ventana de la prueba no paramétrica y en Objetivo la opción ¿Cuál es su objetivo?, seleccionar personalizar análisis. En Configuración seleccionar personalizar pruebas, dar clic en la opción Seleccionar automáticamente las pruebas en función de los datos y Seleccionar Ejecutar.
5. En la ventana de análisis de datos se puede observar el cuadro de pruebas no paramétricas de la familia de productos que ajusta a los patrones de datos.

Una vez identificada la prueba no paramétrica al que se ajusta los datos de la categoría A 24 artículos, se procede analizar los pronósticos de la demanda de cada producto. Se debe analizar los pronósticos para los 180 artículos de la clasificación ABC.

3.4.2.3. PRONÓSTICO DE LA DEMANDA

Una vez ordenados los datos en la clasificación ABC, se realiza una base de datos en una hoja Excel con los parámetros que requiere el software a utilizar, que son: forma que se leen los datos (vertical u horizontal), la descripción o nombre del producto, variable, año y el periodo que se comenzará a leer los datos, los periodos por año y por ciclo y por último se procede a ingresar los datos de las demandas

históricas de tres años de todos los productos, es decir, 24 artículos de la categoría A en el software FORECAST PRO TRAC.

El procedimiento para realizar los pronósticos en el software FORECAST PRO TRAC fue el siguiente:

1. Elaborar la base de datos en la hoja Excel.
2. Cargar la base de datos al software.
3. Seleccionar la opción analizar los datos y realizar el pronóstico.
4. Elegir Selección experta la cual proporciona el mejor modelo a utilizar en el pronóstico.
5. Analizar los datos de pronóstico obtenidos por el software y ajustar al modelo que selección experta haya proporcionado.
6. Ajustar el error del pronóstico y si fuese necesario crear eventos (promociones, descuentos, etc.).
7. Establecer cual modelo de pronóstico es el correcto, para esto tomamos en cuenta el error denominado MAPE (para nuestro caso debido al patrón de datos que se tiene) el cual brinda el modelo a utilizar.
8. Se extrae los datos a una hoja de Excel llamada Reporte de pronóstico.

El resultado del pronóstico de cada artículo obtenido fue para cada mes durante un año, es decir desde el mes de enero hasta el mes de diciembre de 2018.

3.5. DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO

En el presente proyecto el sistema de abastecimiento que se procedió a seleccionar y diseñar fue de acuerdo con el valor del coeficiente de variabilidad (VC) que se calculó para todos los artículos utilizando la metodología propuesta según (Silver & Meal, 1973). Se calcula mediante la desviación estándar de la demanda pronosticada, dividido para el valor de la demanda promedio de la demanda pronosticada, una vez obtenido el resultado se debe aplicar las siguientes variables de decisión:

Si $VC < 0.20$	Utilizar Técnicas Clásicas
Si $VC \geq 0.20$	Utilizar Métodos Heurísticos

Tabla 3.5.1. Variables de decisión.

Fuente: (Silver & Meal, 1973).

Luego de realizar los cálculos pertinentes en una hoja de cálculo de Excel para los artículos A (24), el resultado del coeficiente de variabilidad (CV) para los artículos es la utilización de métodos heurísticos; por tal motivo se decidió realizar el abastecimiento por dicho método.

Los métodos heurísticos son el algoritmo de Silver-Meal y el algoritmo de Wagner Whitin o también conocido como programación lineal de inventarios. Esto es debido al comportamiento del patrón de datos de la demanda pronosticada de los productos, para ello se ha determinado utilizar los dos métodos heurísticos, ya que el algoritmo de Silver-Meal da un resultado factible pero no óptimo y mediante el algoritmo de Wagner Whitin o programación lineal de inventarios se comparará ese resultado logrando que el valor obtenido sea óptimo.

Para el desarrollo de los métodos heurísticos fue necesario recopilar la siguiente información del departamento de compras: el costo de hacer un pedido (S) para los artículos de la categoría A, el costo de mantener en inventario (H) y precio unitario (c) valores obtenidos en la clasificación ABC. Los datos recolectados fueron los siguientes:

- Costo de hacer un pedido (S): 2,20 \$
- Costo de mantener en inventario: 2% (valor que se debe calcular por medio de la multiplicación con el precio unitario de cada artículo).
(Empresa Confecciones Any, 2017)

El costo de hacer un pedido es el mismo para todos los artículos A independiente de las cantidades que se pida, el costo de mantener en inventario es bajo ya que se produce para clientes de pedido por catálogo (pedido que llega-pedido que se produce y se entrega).

El procedimiento para realizar el algoritmo de Silver-Meal fue el siguiente:

1. Crear una base de datos en una hoja de Excel. (Detallado: descripción o nombre del producto demanda mensual pronosticada, costo del inventario, costo de mantener).
2. Elaborar en una hoja de Excel un cuadro y colocar el periodo, demanda, costo de ordenar y depende el periodo pronosticado en meses (12 o n), colocar la siguiente fórmula: $D_n * H * (n)$, suma de fila, costo total, costo total unitario del periodo.
Donde:
 D_n =Demanda del periodo.
 H = Costo de inventario por artículo.
 n = Periodo.
3. Calcular para todos los periodos $D_n * H * (n)$, hasta llegar al último periodo.
4. Para el cálculo del algoritmo solo se detiene cuando el costo total unitario del periodo va disminuyendo con respecto al valor de costo total unitario del periodo CTUT, caso contrario se debe colocar en otro cuadro hasta terminar todos los periodos.
5. Crear un cuadro en el cual se lleva el registro del periodo, demanda, cantidad a ordenar, inventario final, costo de mantenimiento, costo de ordenar y el costo acumulado.
6. Realizar todo el procedimiento para los artículos A.

El procedimiento para realizar el algoritmo de Wagner Whitin fue el siguiente:

1. Con la misma base de datos anteriormente creada elaborar en una hoja de Excel un cuadro que contenga los siguientes detalles: descripción o nombre del producto, costo de ordenar, costo de mantener y precio unitario.
2. Colocar en un cuadro el periodo pronosticado en meses (12), y el nombre del artículo, elaborar las siguientes restricciones: Restricciones de Balance, Restricciones de Demanda, Restricciones Binarias, Restricciones límites y de no negatividad, la función objetivo y por último el valor binario W del total de la demanda.

3. Luego se procede a colocar todos los parámetros anteriormente mencionados en el Software WIN QSB en la extensión Linear and Integer Programming.
4. Se coloca la solución del problema obtenido del software en un cuadro creado en la hoja de Excel con los siguientes detalles: mes, inventario inicial, pedido, demanda, inventario final, costo de inventario, costo de ordenar y costo total.
5. Realizar todo el procedimiento para los artículos A.

3.6. EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO Y CUADRO COMPARATIVO

Con el propósito de proporcionar confiabilidad al sistema de abastecimiento objeto de estudio, se comparó los resultados obtenidos con el algoritmo de Silver-Meal y con el algoritmo de Wagner Whitin en las diferentes hojas de cálculo, esto se realizó para 12 meses pronosticados de cada producto de la categoría A, luego marcando con un color el valor total acumulado tanto para el primer método como para el segundo, con el fin de comparar producto por producto el valor que se fue obteniendo de cada procedimiento, el resultado fue la igualdad en los dos métodos con valores óptimos y confiables para cada artículo (A).

Además, a esto se procedió a realizar un cuadro con la demanda real histórica de los últimos 12 meses, es decir desde el mes de enero hasta el mes de diciembre de 2017, en el cual se calculó el costo total (costo de mantener en inventario + el costo de ordenar) de los productos de la categoría A.

Para dar mayor precisión a la confiabilidad del modelo se procedió a comprar los costos totales obtenidos de la aplicación de los métodos heurísticos con demandas pronosticadas para el año 2018 y la demanda real histórica de los artículos del año 2017, también en el cuadro de resultados comparativos se calculó el total de todos los artículos aplicados los algoritmos y el total de los productos con demanda real en dólares (\$) con el fin de dar a conocer el ahorro (\$) que se obtiene aplicando estos métodos. Para ello se restó el valor del costo total de pedidos con demanda real al costo total del algoritmo de Silver-Meal o Wagner Whitin.

4. CAPÍTULO IV: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO EN EL ÁREA DE COMPRAS PARA LA PRODUCCIÓN ORIENTADA AL CLIENTE DE PEDIDO POR CATÁLOGO

En este capítulo se realiza el diseño del Sistema de Abastecimiento en el área de compras para la producción orientada al cliente de pedido por catálogo utilizando herramientas para la clasificación de los artículos, pronósticos y modelos de inventarios con la finalidad de dar solución al problema identificado.

4.1. ANÁLISIS DE DATOS HISTÓRICOS

Para la elaboración del diseño del sistema de abastecimiento para la producción orientada al cliente de pedido por catálogo en la empresa confecciones Any, fue necesario el análisis de una serie de datos que el software de contabilidad de la empresa nos brindó, para ello se debe tomar en cuenta que los datos de demandas en la industria textil son variables frente a los periodos de ventas, además de la diversidad de productos que se puede confeccionar y entregar a los clientes. El objetivo general del presente proyecto esta direccionado a analizar demandas de los productos que la empresa confecciona para entregar a los clientes de pedido por catálogo, los cuales son Unimoda, Piel Active y Avon, siendo este uno de los principales clientes que la empresa posee.

Para el desarrollo del sistema de abastecimiento, se analizó los datos extraídos del software TINY colocando el código para los productos que fueron vendidos a los clientes de pedido por catálogo de hace tres años atrás, la base de datos obtenidos fueron extraídos en PDF y en Excel, luego se procedió a organizar en una tabla de Excel como se puede observar en el la Tabla 4.1.1 por ejemplo para el primer artículo de la base de datos.

El análisis de la base de datos históricos es muy importante para el sistema de abastecimiento ya que a partir de estos se desarrollará la aplicación de las metodologías en las que se sustentará el objeto de estudio.

SAQUILLO BRITTANY			
2015			
MES	CANTIDAD (Unidades)	PRECIO (\$)	VENTAS (\$)
ENERO	500 (u)	\$ 8,19	\$ 4.095,00
FEBRERO	650 (u)	\$ 8,19	\$ 5.323,50
MARZO	300 (u)	\$ 8,19	\$ 2.457,00
ABRIL	450 (u)	\$ 8,19	\$ 3.685,50
MAYO	300 (u)	\$ 8,19	\$ 2.457,00
JUNIO	400 (u)	\$ 8,19	\$ 3.276,00
JULIO	280 (u)	\$ 8,19	\$ 2.293,20
AGOSTO	135 (u)	\$ 8,19	\$ 1.105,65
NOVIEMBRE	270 (u)	\$ 8,19	\$ 2.211,30
DICIEMBRE	200 (u)	\$ 8,19	\$ 1.638,00
2016			
ENERO	460 (u)	\$ 8,19	\$ 3.767,40
FEBRERO	200 (u)	\$ 8,19	\$ 1.638,00
MARZO	660 (u)	\$ 8,19	\$ 5.405,40
ABRIL	300 (u)	\$ 8,19	\$ 2.457,00
MAYO	400 (u)	\$ 8,19	\$ 3.276,00
JUNIO	345 (u)	\$ 8,19	\$ 2.825,55
JULIO	300 (u)	\$ 8,19	\$ 2.457,00
AGOSTO	450 (u)	\$ 8,19	\$ 3.685,50
SEPTIEMBRE	500 (u)	\$ 8,19	\$ 4.095,00
OCTUBRE	650 (u)	\$ 8,19	\$ 5.323,50
DICIEMBRE	400 (u)	\$ 8,19	\$ 3.276,00
2017			
ENERO	300 (u)	\$ 8,19	\$ 2.457,00
FEBRERO	350 (u)	\$ 8,19	\$ 2.866,50
MARZO	270 (u)	\$ 8,19	\$ 2.211,30
ABRIL	290 (u)	\$ 8,19	\$ 2.375,10
MAYO	445 (u)	\$ 8,19	\$ 3.644,55
JUNIO	640 (u)	\$ 8,19	\$ 5.241,60
JULIO	300 (u)	\$ 8,19	\$ 2.457,00
AGOSTO	560 (u)	\$ 8,19	\$ 4.586,40
SEPTIEMBRE	240 (u)	\$ 8,19	\$ 1.965,60
OCTUBRE	225 (u)	\$ 8,19	\$ 1.842,75
NOVIEMBRE	200 (u)	\$ 8,19	\$ 1.638,00
TOTAL	11970 (u)	\$ 8,19	\$ 98.034,30

Tabla 4.1.1. Cuadro de datos de datos históricos de Ventas.

Fuente: (Empresa Confecciones Any, 2017).

La base de datos históricos de tres años se elaboró en el formato anteriormente presentado, cabe recalcar que se debe realizar el procedimiento para todos los artículos que la base de datos haya proporcionado, para este caso el análisis fue de 28 mil celdas de una hoja de Excel a la que se llamó datos de los productos de la empresa confecciones Any.

Luego de realizar todo el análisis de la base de datos se recolectó un total de más de 200 productos de los cuales se consideró únicamente a 180 para aplicar las herramientas previstas, este hecho debido a que se tomó la decisión de eliminar de la base de datos a aquellos que no presentan mucha demanda, es decir que tienen uno o máximo dos pedidos en tres años.

4.2. ANÁLISIS DE LA CLASIFICACIÓN ABC.

Se desarrolló la clasificación ABC para cada artículo de la base de datos históricos de tres años, se calcula las ventas totales anuales en (unidades), luego se multiplica el precio unitario (\$), dando así las ventas totales anuales en (\$) y por último se calculó los porcentajes acumulados en unidades y en dinero (\$), y aplicando la metodología de Pareto se realizó la categorización de los productos A, B y C.

El análisis de Pareto que resulta de la filosofía pocos vitales que representan el 80.35% de los muchos triviales que representan por el restante 19.65%, esto se puede observar en el ANEXO I en el que se detalla los cálculos anteriormente mencionados para todos los artículos.

Los artículos que se representan en la clasificación ABC son un total de 180 artículos de los cuales 24 corresponden a la categoría A, 68 a la categoría B y 88 a la categoría C, los productos de la categoría A detallados fueron objeto de estudio para la realización del pronóstico de ventas, y a los que se aplicó el modelo de abastecimiento en el que se desarrolló los métodos heurísticos, tanto para el algoritmo de Silver-Meal como para el algoritmo de Wagner Whitin o también conocido como programación lineal de inventarios.

En la Tabla 4.2.1 se puede observar el resumen de la clasificación ABC, obteniendo así en la categoría A con 24 artículos, un porcentaje de 13,33% del total de artículos y con un total de ventas de \$ 696.553,82 que representan una participación de ventas del 80,35%, para la categoría B con 68 de los artículos con, el porcentaje del total de artículos es 37,78% y un total de ventas de \$ 135.077,39 que representan una participación en ventas del 15,58%, y por último la categoría C con 88 artículos, un porcentaje del total de artículos de 48,89% con un total de ventas de \$ 35.222,90 que representa un porcentaje en participación de ventas del 4,06%, dando así un total de 180 artículos en las diferentes categorías A, B y C con un total de ventas \$ 866.554,11.

Resumen de datos de la clasificación ABC					
Participación estimada	Clasificación de n	n	Participación n	Ventas	Participación Ventas
0 % - 80 %	A	24	13,33%	\$ 696.553,82	80,35%
81 % - 95 %	B	68	37,78%	\$ 135.077,39	15,58%
96 % - 100 %	C	88	48,89%	\$ 35.222,90	4,06%
TOTALES		180	100%	\$ 866.854,11	100,00%

Tabla 4.2.1. Resumen de datos de la clasificación ABC.

Fuente: (Empresa Confecciones Any, 2017).

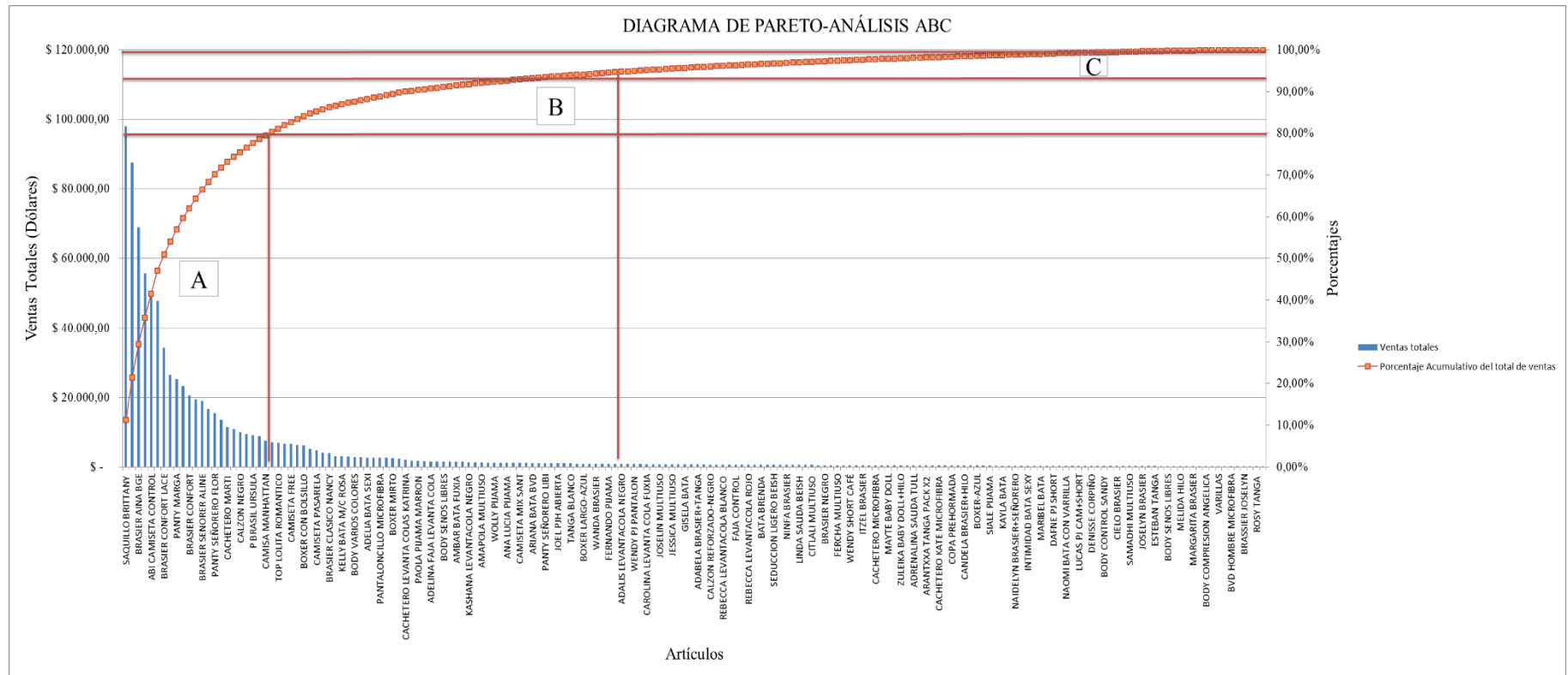


Figura 4.2.1. Diagrama de Pareto- Análisis ABC.

Fuente: (Empresa Confecciones Any, 2017)

4.3. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE PRONÓSTICO DE LA DEMANDA

4.3.1.1. ANÁLISIS DE PATRÓN DE DATOS

Una vez creada la base de datos históricos se procede a analizar los resultados obtenidos del Software IBM SPSS Statistics, las variables a analizar son periodo y las familias de los productos que pertenecen a la categoría A de la clasificación ABC.

En la Tabla 4.3.1 se puede observar los valores que brinda el software por ejemplo para la familia Saquillo en el cual se detalla el periodo, valor de autocorrelación, el tipo de error y el valor estadístico de Box- Ljung, conjuntamente a esta tabla se puede analizar la figura 4.3.1, donde se puede identificar la gráfica en los distintos periodos de la demanda de cada familia de producto.

Autocorrelaciones					
Serie: Ven. Saquillo					
Retardo	Autocorrelación	Típ. Error	Estadístico de Box-Ljung		
			Valor	gl	Sig.
1	-,619	,162	14,593	1	,000
2	,363	,160	19,776	2	,000
3	-,248	,157	22,261	3	,000
4	,105	,155	22,724	4	,000
5	,022	,152	22,745	5	,000
6	-,105	,150	23,234	6	,001
7	,060	,147	23,398	7	,001
8	-,157	,144	24,577	8	,002
9	,217	,142	26,918	9	,001
10	-,188	,139	28,751	10	,001
11	,238	,136	31,810	11	,001
12	-,329	,133	37,915	12	,000
13	,199	,130	40,247	13	,000
14	-,076	,127	40,605	14	,000
15	,140	,124	41,866	15	,000
16	-,148	,121	43,366	16	,000

Tabla 4.3.1. Análisis de patrón de datos.

Fuente: (Empresa Confecciones Any, 2017).

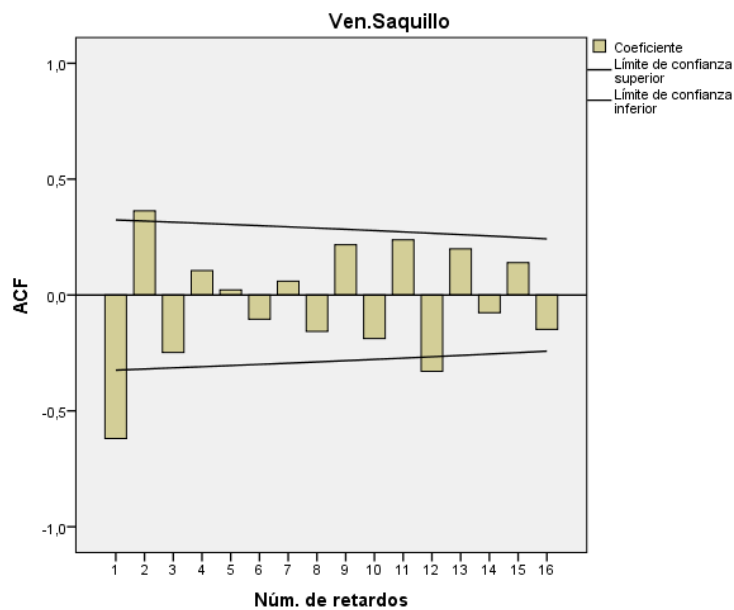


Figura 4.3.1. Análisis de patrón de datos.

Fuente: (Empresa Confecciones Any, 2017).

El análisis de la figura y la tabla presentada anteriormente se debe realizar para cada familia de producto las cuales son: Saquillo, Buso, Brasier, Camiseta, Baby doll, Panty y Cachetero, se puede observar el diagnóstico de la demanda histórica pronosticada.

4.3.1.2. ANÁLISIS DE AUTOCORRELACIONES

Para la realización de la autocorrelación en el Software IBM SPSS se debe ejecutar en la misma ventana del software el análisis de los datos anteriores, pero esta vez realizando una autocorrelación con diferencia de uno valor sugerido por el software para obtener resultados más óptimos como se puede observar en la Tabla 4.3.2, los valores de autocorrelación servirán para previos análisis.

Autocorrelaciones parciales		
Serie: Ven. Saquillo		
Retardo	Autocorrelación parcial	Típ. Error
1	-,619	,169
2	-,032	,169

3	-,058	,169
4	-,104	,169
5	,086	,169
6	-,069	,169
7	-,105	,169
8	-,206	,169
9	,050	,169
10	-,018	,169
11	,143	,169
12	-,182	,169
13	-,200	,169
14	-,012	,169
15	,190	,169
16	-,042	,169

Tabla 4.3.2. Análisis de datos con autocorrelación.

Fuente: (Empresa Confecciones Any, 2017).

Una vez obtenido el resultado se debe identificar si el pronóstico de la demanda histórica de los datos posee tendencia, estacionalidad o aleatoriedad, para lo cual se analiza en la siguiente Figura 4.3.1.2.1

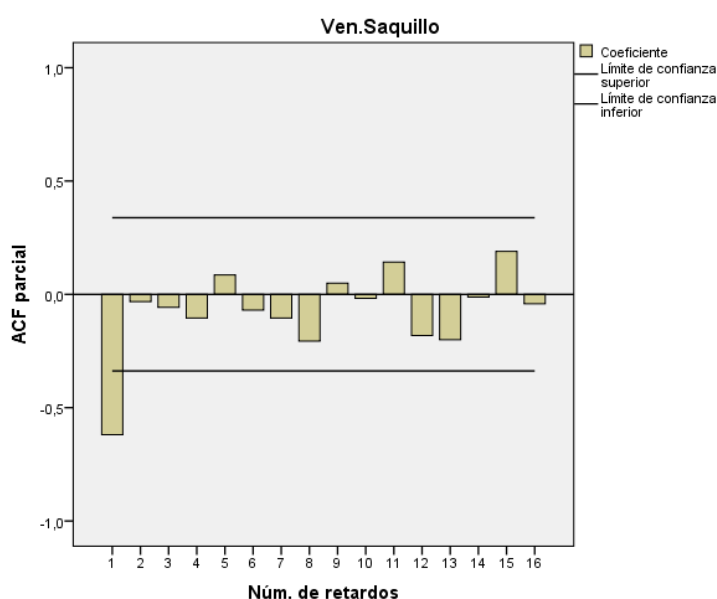


Figura 4.3.1.2.1. Análisis de datos con autocorrelación.

Fuente: (Empresa Confecciones Any, 2017).

Como se puede observar en la gráfica la demanda pronosticada histórica posee una serie de tiempo aleatoria, esto se debe realizar para las siete familias de productos que se obtuvo de la clasificación ABC, categoría A. Como la serie de tiempo es aleatoria se debe realizar una prueba no paramétrica con una muestra en el

Software IBM SPSS, para lo cual se debe realizar el análisis de prueba no paramétrica con los valores obtenidos en la tabla de análisis de datos con autocorrelación.

Luego se procede a elegir la prueba que se desea para nuestro caso se debe realizar la prueba automática en función a los datos que se tiene, posteriormente como se puede observar la Tabla 4.3.3, se identifica a la prueba a la que se ajusta cada familia de producto. Además se describe la Prueba de Hipótesis a continuación:

H_0 : La distribución normal con un α de 0,1 es una buena representación de los artículos de pedido por catálogo.

H_1 : La distribución normal con un α de 0,1 no es una buena representación de los artículos de pedido por catálogo.

Datos

$$\alpha = 0,1 \rightarrow \alpha/2 = 0,05$$

$$\text{Grado de Confianza} = 95\% \rightarrow 1,96$$

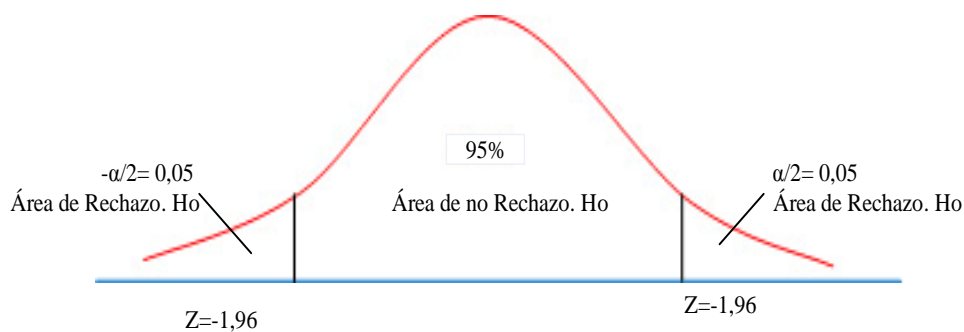


Figura 4.3.2. Distribución Normal de Artículos de pedidos por catálogo.

Fuente: (Empresa Confecciones Any, 2017).

Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	La distribución de Ven.Saquillo es normal con la media -0,033 y la desviación típica 0,25.	Prueba Kolmogorov-Smirnov de una muestra	1,000	Retener la hipótesis nula.
2	La distribución de Ven.Busos es normal con la media -0,036 y la desviación típica 0,21.	Prueba Kolmogorov-Smirnov de una muestra	,608	Retener la hipótesis nula.
3	La distribución de Ven.Brasier es normal con la media -0,031 y la desviación típica 0,16.	Prueba Kolmogorov-Smirnov de una muestra	,717	Retener la hipótesis nula.
4	La distribución de Ven.Camiseta es normal con la media -0,032 y la desviación típica 0,23.	Prueba Kolmogorov-Smirnov de una muestra	,996	Retener la hipótesis nula.
5	La distribución de Ven.Babydoll es normal con la media -0,031 y la desviación típica 0,19.	Prueba Kolmogorov-Smirnov de una muestra	,706	Retener la hipótesis nula.
6	La distribución de Ven.Panty es normal con la media -0,035 y la desviación típica 0,15.	Prueba Kolmogorov-Smirnov de una muestra	,203	Retener la hipótesis nula.
7	La distribución de Ven.Cachetero es normal con la media -0,036 y la desviación típica 0,16.	Prueba Kolmogorov-Smirnov de una muestra	,987	Retener la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Tabla 4.3.3. Pruebas no paramétricas para una muestra.

Fuente: (Empresa Confecciones Any, 2017).

CONCLUSIÓN DE HIPÓTESIS: Como conclusión podemos determinar que la distribución normal con un $\alpha=0,1$ es una buena representación de los artículos de pedido por catálogo. Por lo que la hipótesis H_0 nula es aceptada.

4.3.1.3. PRONÓSTICO DE LA DEMANDA

Realizado la base de datos y una vez cargado en el programa FORECAST PRO TRAC, se realizó el pronóstico para los artículos de la categoría A de la clasificación ABC, se aplicó la selección experta el cual determina el modelo de pronóstico a utilizar para cada producto.

Continuando con el procedimiento se determinó el error de pronóstico para cada producto, entre los errores calculados se encuentran: MAD, BIC y MAPE el cual fue elegido ya que ajusta los datos de las demandas pronosticadas y logrando así la selección del modelo de pronóstico utilizado, cada error fue extraído de la información proporcionada del programa FORECAST PRO TRAC, esto se puede observar claramente en el ANEXO II.

Para el desarrollo y análisis de los pronósticos en el software anteriormente mencionado se debe realizar el procedimiento detallado en el capítulo anterior, se ha tomado como ejemplo el artículo Baby doll Kendra para la elaboración del pronóstico de las ventas, como se observa en la Figura 4.3.2, la cual muestra el comportamiento de las demandas históricas pronosticadas, los límites de confianza de la demanda pronosticada, los valores de la demanda histórica real y los valores de ajuste, para seleccionar el modelo de pronóstico al que se ajusta la demanda, se realiza a partir de Selección Experta opción que el software proporciona para evaluar el modelo de pronóstico más óptimo a utilizar.

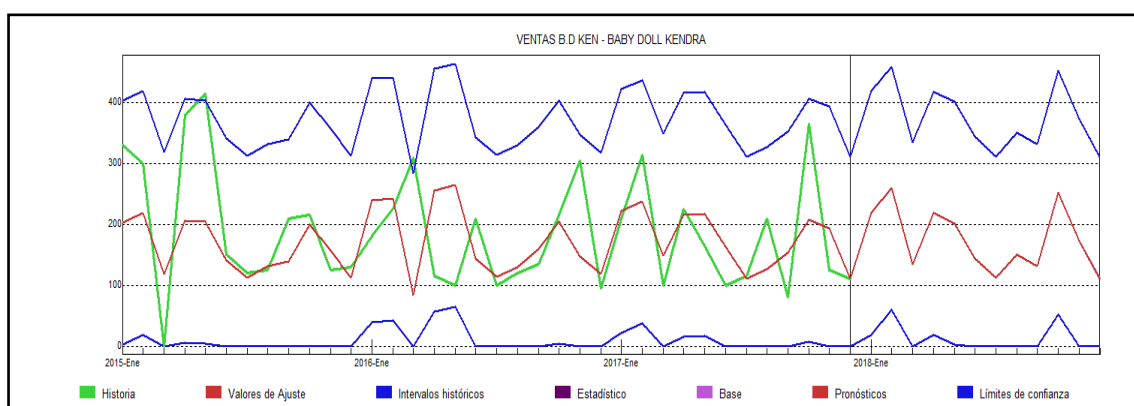


Figura 4.3.3. Análisis de datos pronosticados a partir de Selección Experta (Suavización Exponencial).

Fuente: (Empresa Confecciones Any, 2017).

En la Tabla 4.3.4 se puede observar las estadísticas de la muestra en la cual se detalla el tamaño de la muestra, media, el valor estadístico de L Jung-Box y R-Cuadrada Aj y los valores de los errores de pronóstico MAPE, MAD, RMSE.

Estadísticas de la muestra

Tamaño muestra	36	No. parámetros	1
Media	186,92	Desv. estándar	97,91
R-Cuadrada Aj.	0,08	Durbin-Watson	2,19
Ljung-Box(18)	31,8 P=0,98	Error de pronóstico	93,78
BIC	97,19	MAPE	0,35
RMSE	92,47	MAD	67,67

Tabla 4.3.4. Estadísticas de la muestra Baby doll Kendra a partir de Selección Experta (Suavización Exponencial).

Fuente: (Empresa Confecciones Any, 2017).

Al final el software proporciona los datos de las demandas pronosticadas como se puede observar en la siguiente Tabla 4.3.5, para este ejemplo mediante la suavización exponencial.

Datos de pronósticos					
Fecha	2,5 Inf.	Pronóstico	Trimestral	Anual	97,5 Sup.
2018-Ene	18	219			419
2018-Feb	59	260			460
2018-Mar	0	135	613		335
2018-Abr	18	218			418
2018-May	2	202			402
2018-Jun	0	145	565		345
2018-Jul	0	111			312
2018-Ago	0	151			351
2018-Sep	0	132	394		332
2018-Oct	52	253			453
2018-Nov	0	173			374
2018-Dic	0	111	537	2109	311
Total		2109			
Promedio		176			
Mínimo		111			
Máximo		260			

Tabla 4.3.5. Datos de los pronósticos- Suavización Exponencial.

Fuente: (Empresa Confecciones Any, 2017).

Todo el procedimiento se realizó para los 24 artículos de la categoría A de la clasificación ABC, aplicando la Selección Experta, luego seleccionando el pronóstico que proporciona el Software se ajustó el error del pronóstico y analizando las demandas de los productos históricos si fuera el caso crear eventos de (promoción, ofertas, etc.).

4.3.1.4. EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE PRONÓSTICO DE LA DEMANDA

Para brindar una mayor confianza al sistema de pronóstico de la demanda desarrollado en el software FORECAST PRO TRAC, se elaboró la evaluación del sistema, para lo cual se recopiló los datos de las ventas reales en unidades como en valor monetario (\$) de los artículos A, desde el mes de enero hasta el mes de diciembre de 2017, frente a la información obtenida del pronóstico de la demanda, esto se puede observar en el ANEXO III.

En la Tabla 4.3.6, se puede observar la evaluación de los pronósticos en un periodo de 12 meses en (unidades y \$), además se puede observar en la Figura 4.3.4 y Figura 4.3.5, el comportamiento de las ventas reales y pronosticadas para 12 meses.

VARIABLES	EVALUACIÓN DE PRONÓSTICOS												TOTALES
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
VENTAS PRONOSTICADAS (\$)	\$ 19.761,87	\$ 16.750,34	\$ 20.242,36	\$ 19.018,17	\$ 14.624,07	\$ 38.558,86	\$ 19.695,40	\$ 17.429,44	\$ 16.806,45	\$ 16.325,88	\$ 14.864,82	\$ 10.893,99	\$ 224.971,65
VENTAS REALES (\$)	\$ 27.464,34	\$ 18.894,33	\$ 28.288,53	\$ 22.371,41	\$ 16.906,47	\$ 27.860,65	\$ 22.992,36	\$ 19.544,80	\$ 13.228,65	\$ 15.122,99	\$ 19.836,31	\$ 8.449,80	\$ 240.950,64
VENTAS PRONOSTICADAS (Unidades)	4215	3233	8456	4200	2846	9122	4734	3530	3289	3323	3201	2286	52438
VENTAS REALES (Unidades)	5835	3401	6316	5248	2706	6501	5840	3398	2449	2788	4741	1589	50812

Tabla 4.3.6. Evaluación de pronósticos (unidades y \$).

Fuente: (Empresa Confecciones Any, 2017).

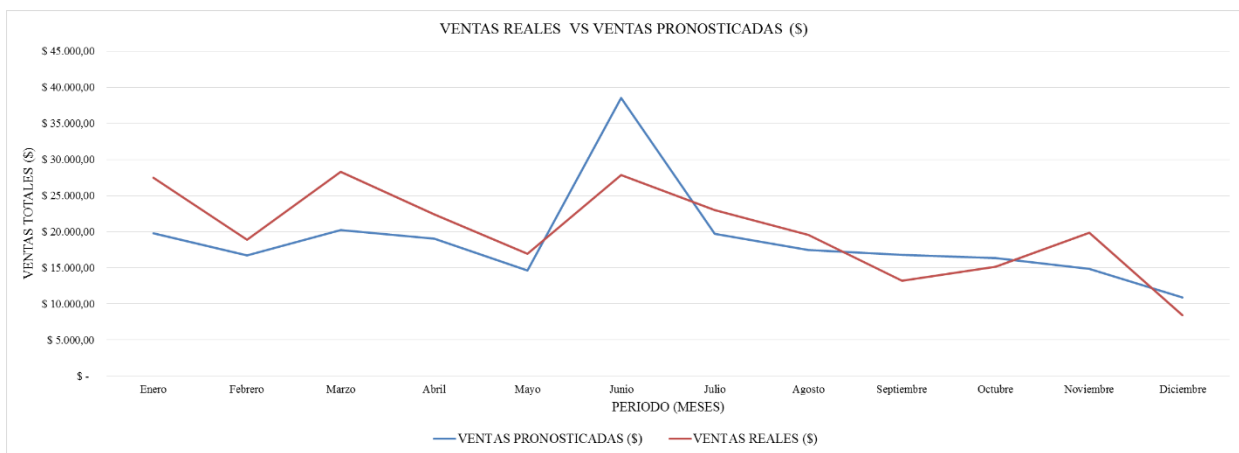


Figura 4.3.4. Evaluación de pronósticos-Ventas Reales vs Ventas Pronosticadas (\$).

Fuente: (Empresa Confecciones Any, 2017).

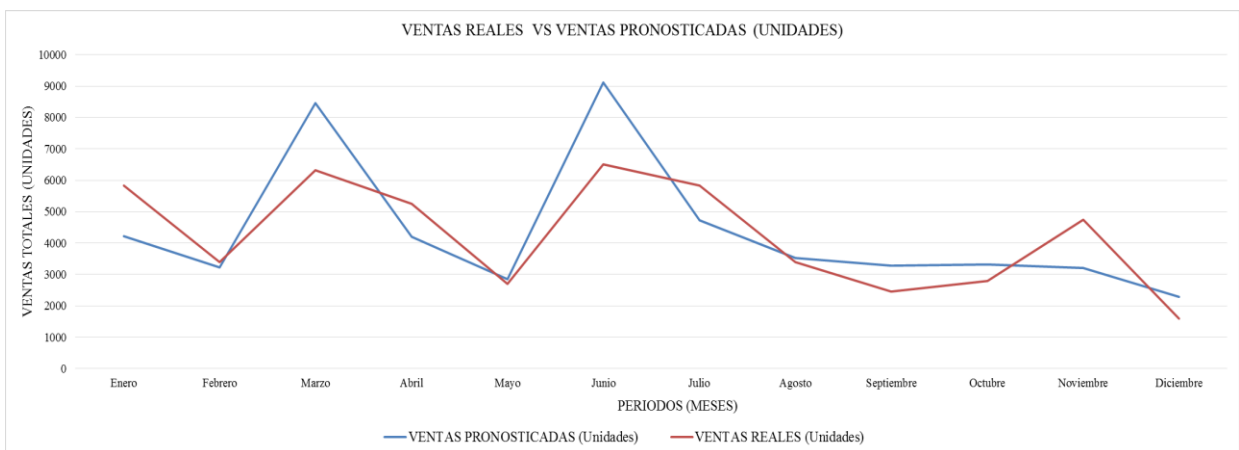


Figura 4.3.5. Evaluación de pronósticos-Ventas reales vs Ventas Pronosticadas (unidades).

Fuente: (Empresa Confecciones Any, 2017).

La evaluación del sistema de pronósticos es confiable debido al resultado positivo en el pronóstico de la demanda en el software FORECAST PRO TRAC, el análisis de evaluación para los 12 meses de ventas reales y pronosticadas en unidades y en dólares (\$) fue positivo, ya que los valores pronosticados se ajustan a los valores reales en la mayoría de los periodos.

4.4. DISEÑO Y APLICACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO

Para aplicar el sistema de abastecimiento se decidió elegir el método el cual servirá como diseño del abastecimiento de los productos que son requeridos por los clientes de pedido por catálogo. Primero se calculó el coeficiente de variabilidad los resultados se pueden observar en el ANEXO IV, los valores de CV dieron como resultado ≥ 0.20 por lo que se tomó la decisión de aplicar métodos heurísticos, los cuales son el algoritmo de Silver-Meal y Wagner Whitin, cabe recalcar que se puede elaborar por cualquiera de los dos métodos, pero para este sistema de abastecimiento se desarrolló por los dos métodos heurísticos.

Para la elaboración del algoritmo de Silver-Meal y Wagner Whitin se debe recolectar la siguiente información: costos de ordenar, costos de mantener en inventario y precio unitario de cada producto, la finalidad de diseñar estos métodos es reducir el costo de inventario y el costo de ordenar los productos, además conocer la cantidad, el periodo necesario a pedir y entregar a un tiempo óptimo logrando así la satisfacción de los clientes de pedido por catálogo.

En el ANEXO V, se puede observar el proceso para la aplicación del algoritmo de Silver-Meal, para lo cual se debe calcular el costo de inventario del artículo, el costo de mantener y determinar la siguiente fórmula $Dn \cdot H^*(n)$, que empieza en el segundo periodo de cada ítem, este valor encontrado se suma con el costo de ordenar y se coloca en una celda llamada Suma de filas, luego se procede a calcular el costo total y el costo total unitario por periodo (CTUT), aquí se debe tomar en cuenta que si el valor del CTUT encontrado es mayor que el valor CTUT inicial, se debe realizar otro cuadro con el mismo procedimiento hasta terminar todos los periodos, en este caso se realizó para 12 meses o periodos. Se encuentra el costo acumulado que es la suma del costo de mantener y el costo de ordenar de cada producto.

En el ANEXO VI, se puede observar el proceso para la aplicación del algoritmo de Wagner Whitin, se procede a calcular el costo del inventario y el costo de ordenar posteriormente se debe calcular el total de la demanda pronosticada y a esto realizar el valor binario, además se debe calcular las restricciones de balance, de demanda, binarias y las restricciones límites y de no negatividad, por último se realiza la formulación de la función objetivo que será minimización para todos los artículos A, con los datos mencionados se cargan al programa WIN QSB, el cual brindará un valor óptimo del pedido, inventario final, costo de mantener (H) y costo de ordenar (S), por último se suman H más S y se encuentra el Costo total por producto.

4.5. EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO Y CUADRO COMPARATIVO

Para la evaluación del sistema de abastecimiento primero se procedió a realizar la comparación entre los métodos heurísticos aplicados, lo valores de los algoritmos encontrados deben ser iguales lo que da una confiabilidad de que el valor encontrado sea óptimo.

Posteriormente se realizó la comparación de los costos totales (costo de ordenar + costo de mantener), de los dos métodos heurísticos aplicados frente a los datos reales desde el mes de enero hasta el mes de diciembre de 2017, a los cuales se calculó los costos totales (costo de ordenar + costo de mantener), ver ANEXO VII.

En la tabla 4.5.1, se puede observar que al aplicar el algoritmo de Silver-Meal y el algoritmo Wagner Whitin para los artículos de la categoría A, los resultados son positivos con respecto al costo de mantener y costo de ordenar de los valores pronosticados, frente a los valores analizados con demanda real sin aplicación de ningún tipo de método.

RESUMEN DE DATOS				
Costo total aplicando el algoritmo de Silver-Meal Ene 2018-Dic 2018 (\$/año)	Costo total Aplicando Algoritmo de Wagner Whitin Ene 2018-Dic 2018 (\$/año)	Costo Total Ene 2017-Dic 2017 (\$/año)	Ahorro (\$)	Ahorro (%)
\$ 554,89	\$ 554,89	\$ 2.503,94	\$ 1.949,05	77,84%
COMPROBACIÓN DE ALGORITMO SILVER Y WAGNER		SIN APLICAR SISTEMA DE INVENTARIO	DIFERENCIA	DIFERENCIA

Tabla 4.5.1. Resultados de datos aplicando métodos heurísticos.

Fuente: (Empresa Confecciones Any, 2017).

Como se puede observar el ahorro que genera aplicar el algoritmo de Silver-Meal y el algoritmo de Wagner Whitin es de \$ 1.949,05 es decir un 77,84%, respecto al valor calculado del costo real sin aplicación de métodos de inventarios. Por ende, resulta positivo la aplicación de los métodos heurísticos y el ahorro es considerable para la empresa, se debe tomar en cuenta que el algoritmo calculado fue para los artículos A.

Se debe tomar en cuenta que la empresa posee un valor aproximado de 800 productos/anules, lo que conlleva a realizar un análisis cualitativo del ahorro que tendría la empresa si aplicaría los métodos para todos los productos anteriormente mencionados.

Con la aplicación de los métodos heurísticos se satisface la demanda en los próximos 12 meses, con los costos de pedir y mantener minimizados al máximo con la finalidad de incrementar las utilidades. Los beneficios de la aplicación de los métodos heurísticos, es que se logra superar las expectativas de los clientes brindándoles un servicio de calidad, en el cual se le ofrezca el artículo que necesita en el momento que el cliente de pedido por catálogo lo requiera y en la cantidad que lo solicite, ganando su fidelidad y la adquisición de nuevos clientes que buscan garantía.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

1. Se realizó la recopilación de la información bibliográfica que sirvió para sustentar el diseño del sistema de abastecimiento elaborado para la empresa Confecciones Any.
2. Se diagnosticó la situación actual para lo cual se determinó la clasificación ABC de los artículos de pedido por catálogo, obteniendo así un resultado de 180 artículos, los cuales se detallan en la categoría A con 24, categoría B con 68 y por último la categoría C con 88 artículos, los cuales representan una participación en ventas de 80,35%, 15,58% y 4,06% respectivamente.
3. Se realizó el análisis del patrón de datos y se determinó la serie de tiempo que tiene estacionalidad, pero no tendencia a la que se ajusta los datos históricos analizados, para determinar el pronóstico de ventas para un periodo de 12 meses, por medio de la selección experta y el error de pronóstico, además, se evaluó el modelo de pronóstico más óptimo a utilizar.
4. Se determinó la evaluación de los datos pronosticados frente a los datos históricos reales dando así valores positivos que se ajustan a las cantidades de ventas pronosticadas y reales.
5. Se calculó el coeficiente de variabilidad a los artículos de la categoría A de la clasificación ABC, mediante el cual se estableció aplicar el método heurístico al sistema de abastecimiento.
6. Una vez aplicado los métodos heurísticos de Silver-Meal y Wagner Whitin, a los artículos de la categoría A se obtuvo un ahorro del 77,84%.

5.2. RECOMENDACIONES

1. Considerar la implementación del modelo propuesto del Sistema de Abastecimiento en el área de compras para la producción orientada al cliente de pedido por catálogo de la empresa confecciones Any, una vez que se ha demostrado su ahorro y beneficio que este sistema brindaría a la organización.
2. Realizar el Sistema de Abastecimiento para todos los artículos de la empresa, debido a que el análisis fue para los artículos A dando cantidades positivas.
3. Controlar el sistema de abastecimiento para evitar acciones que puedan ocasionar pérdidas a la empresa.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Arbós, L. C. (2012). LOGÍSTICA Gestión de la cadena de suministros. En L. C. Arbós, LOGÍSTICA Gestión de la cadena de suministros (págs. 536-539). Madrid: Díaz de Santos.
- Asociación de Academias de la lengua española . (2017). Asociación de Academias de la lengua española . Recuperado el 20 de Octubre de 2017, de Asociación de Academias de la lengua española : <http://www.asale.org/>
- B.Chase, R., & Jacobs, F. (2014). Administración de Operaciones Producción y Cadena de Suministros (Decimotercera ed.). (A. L. Terrazas, Ed., & P. M. Jorge Humberto Romo Muñoz, Trad.) México, D.F., Mexico : Mc Graw Hill/ Interamericana Editores,S.A.
- Ballou, R. H. (2004). Logística Administración de la cadena de suministro (Quinta ed.). (E. Q. Duarte, Ed.) México, México: Pearson Educación.
- Cervera, M. L. (2012). Gestión de inventarios. Una nueva fórmula de calcular la competitividad. (Primera ed.). Bogotá, Colombia, Colombia: Ad-Qualite Editorial.
- Chase, R., Jacobs, R., & Aquilano, N. (2009). Administración de Operaciones Produccion y Cadena de Suministros (Duodécima ed.). (J. Mares Chacón, Ed.) Punta Santa Fe: McGraw-Hill Interamericana Editores S.A.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2013). Administración de la Cadena de Suministro (Quinta ed.). (B. G. Hernández, Ed.) México , México : Pearson Educacación .
- Collier, D. A., & Evans, J. R. (2009). Administración de operaciones (Segunda ed.). (Opera, Trad.) México, D.F, México, México: Cengage Learning Editores, S.A de C.V.
- Cortes, J. A. (2014). Fundamentos de la Gestión de Inventarios (Primera ed.). (D. A. Pulgarín, Ed.) Medellín, Colombia : Centro Editorial Esumer.
- Cristóbal del Río González, C. d., & Sánchez, R. d. (2010). Adquisiciones y abastecimientos (Quinta ed.). (T. E. García, Ed.) México, D.F: Cengage Learning Editores, S.A. de C.V.
- Empresa Confecciones Any. (23 de Octubre de 2017). Información General de la empresa Any. Atuntaqui.
- Flores, C. E., & Parra, G. B. (3 de Septiembre de 2012). Contaduría y Administración . Recuperado el 20 de Diciembre de 2017, de Modelos determinísticos de inventarios para demanda independiente. Un estudio en Venezuela : <http://www.cya.unam.mx/index.php/cya/article/viewFile/405/403>

- Gestiopolis. (23 de Marzo de 2010). Gestiopolis. Obtenido de Gestiopolis: <https://www.gestiopolis.com/que-es-abastecimiento/>
- Heizer, J., & Render, B. (2009). Principios de administración de operaciones (Séptima ed.). (P. M. Rosas, Ed.) México, México : Pearson Educación.
- Jhon J. Coyle, C. J. (2013). Administración de la cadena de suministro. Una perspectiva logística (Novena ed.). (I. A. Torres, & G. L. Sarmiento, Edits.) México D.F: Cengage Learning Editores, S.A. de C.V.
- Krajewski, L., Ritzman, L., & Malhotra, M. (2008). Administración de Operaciones (Octava ed.). (L. M. Cruz Castillo, Ed.) México, México: Pearson Educacion de México S.A.
- Lee J. Krajewski, L. P., & Malhotra, M. K. (2013). Administración de operaciones procesos y cadena de suministro (Décima ed.). (F. H. Carrasco, Ed., & M. G. Osuna, Trad.) México, México , México : Pearson Educación.
- López, A. I. (2013). Distribución y logística . España: Rotocayfo.
- López, I. B. (2016). Ingeniería Industrial online. Obtenido de Ingeniería Industrial online: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/administraci%C3%B3n-de-inventarios/sistemas-de-loteo-mediante-programacion-lineal-entera/>
- Ministerio de Hacienda, G. (Enero de 2012). Gestiopolis. Recuperado el 14 de Julio de 2017, de Gestiopolis: <https://www.gestiopolis.com/que-es-abastecimiento/>
- P.Fraser Johnson, M. R., & Flynn, A. E. (2012). Administración de compras y abastecimientos (decimocuarta ed.). (K. E. Arriaga, Ed., & J. G. Araiza, Trad.) México, D.F, México : McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A de C.V.
- Paul R. Murphy, J., & Knemeyer, A. M. (2015). Logística contemporánea (Decimoprimer ed.). (B. G. Hernández, Ed.) México, México: Pearson Educación.
- Quistanchala, L. A. (2017). Diseño de un sistema de Aprovisionamiento de repuestos Automotrices en la empresa a proveedora automotriz Vásquez en la ciudad de Ibarra. Trabajo de Pregrado , Universidad Técnica del Norte , Ibarra.
- Roger G. Schroeder, S. M., & Rungtusanatham, M. J. (2011). Administración de operaciones. Conceptos y casos contemporáneos (Quinta ed.). (K. E. Arriaga, Ed., & J. G. Araiza, Trad.) México D.F, México, México : McGraw-Hill/Interamericana editores,S.A de C.V.
- Sanchis, R., & Poler, R. (8 de Septiembre de 2010). Estrategias de Gestión de los Procesos y Operaciones en Escenarios de Personalización en Masa. 4th

International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management,
10.

Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo-Senplades 2017. (2017). Plan
Nacional de Desarrollo 2017-2021. Quito, Ecuador .

Silver, E., & Meal, H. (1973). A Heuristic for Selecting Lot Size Quantities for the case
of a Deterministic Time-Varying Demand Rate and Discrete Opportunities for
Replenishment (Vol. XIV). Production and Inventory Management Journal.

ANEXO I
CLASIFICACIÓN ABC

EMPRESA CONFECCIONES ANY									
CONTROL DE INVENTARIO DE PRODUCTOS PEDIDO POR CATÁLOGO									
Rango del Producto por ventas	Código	Descripción	Precio Unitario(\$)	Ventas Totales(cantidad)	Ventas totales(\$)	Porcentaje Acumulativo del total de ventas(%)	Porcentaje Acumulativo del total de artículos(%)	Caracterización 80-20 (Pareto)	Caracterización ABC
1	1007396	SAQUILLO BRITTANY	\$ 8.19	11970	\$ 98,034.30	11.31%	0.56%	80%	A
2	1064615	BUSO MADRID	\$ 13.00	6740	\$ 87,620.00	21.42%	1.11%		
3	85419	BRASIER AINA BGE	\$ 2.95	23369	\$ 68,938.55	29.37%	1.67%		
4	78470	BRASIER AINA NGR	\$ 2.95	18905	\$ 55,769.75	35.80%	2.22%		
5	1097548	ABI CAMISETA CONTROL	\$ 6.26	7955	\$ 49,798.30	41.55%	2.78%		
6	24898	BABY DOLL KENDRA	\$ 7.10	6729	\$ 47,775.90	47.06%	3.33%		
7	1102635	BRASIER CONFORT LACE	\$ 4.48	7635	\$ 34,204.80	51.01%	3.89%		
8	77836	BRASIER CONFORT NEGRO	\$ 3.98	6655	\$ 26,486.90	54.06%	4.44%		
9	1103106	PANTY MARGA	\$ 4.95	5105	\$ 25,269.75	56.98%	5.00%		
10	1031195	BATOLA SARA	\$ 6.75	3450	\$ 23,287.50	59.66%	5.56%		
11	49453	BRASIER CONFORT	\$ 3.98	5195	\$ 20,676.10	62.05%	6.11%		
12	1116339	PANTY CONTROL BAJO LENNY	\$ 5.25	3712	\$ 19,488.00	64.30%	6.67%		
13	1127944	BRASIER SENORER ALINE	\$ 5.75	3296	\$ 18,952.00	66.48%	7.22%		
14	1056791	VESTIDO CAMI	\$ 8.58	1947	\$ 16,705.26	68.41%	7.78%		
15	1102580	PANTY SEÑORERO FLOR	\$ 4.95	3125	\$ 15,468.75	70.19%	8.33%		
16	1074327	BLUSON CHEYENE	\$ 5.49	2464	\$ 13,527.36	71.75%	8.89%		
17	47280	CACHETERO MARTI	\$ 2.35	4880	\$ 11,468.00	73.08%	9.44%		
18	1143732	ABI PANTY SUSANA	\$ 4.94	2213	\$ 10,932.22	74.34%	10.00%		
19	2554-038L	CALZON NEGRO	\$ 5.74	1751	\$ 10,050.74	75.50%	10.56%		
20	52473	BIKINI MORGANA	\$ 4.60	2047	\$ 9,416.20	76.58%	11.11%		
21	21801	P BRASIL URSULA	\$ 3.61	2537	\$ 9,158.57	77.64%	11.67%		
22	1097515	BLUSA ATENEA	\$ 5.22	1706	\$ 8,905.32	78.67%	12.22%		
23	1106390	CAMISA MANHATTAN	\$ 4.85	1556	\$ 7,546.60	79.54%	12.78%		
24	43874	BOXER KURT	\$ 3.05	2319	\$ 7,072.95	80.35%	13.33%		

Tabla AI.1. Clasificación ABC

Fuente: (Empresa Confecciones Any, 2017).

25	1145370	TOP LOLITA ROMANTICO	\$ 1.90	3620	\$ 6,878.00	81.15%	13.89%
26	1133591	CHAQUETA DOBLE FAZ TULIPA	\$ 9.59	700	\$ 6,713.00	81.92%	14.44%
27	1123638	CAMISETA FREE	\$ 5.38	1225	\$ 6,590.50	82.68%	15.00%
28	1008633	BRASIER CONF PLUS	\$ 3.98	1600	\$ 6,368.00	83.42%	15.56%
29	1085146	BOXER CON BOLSILLO	\$ 3.78	1660	\$ 6,274.80	84.14%	16.11%
30	1143247	BLUSA CASTROPOL	\$ 8.27	620	\$ 5,127.40	84.73%	16.67%
31	1107686	CAMISETA PASARELA	\$ 4.37	1100	\$ 4,807.00	85.29%	17.22%
32	5011615536	SENSACION LEVANTA COLA VARIOS COLORES	\$ 3.95	1068	\$ 4,218.60	85.77%	17.78%
33	1177917	BRASIER CLASICO NANCY	\$ 5.75	685	\$ 3,938.75	86.23%	18.33%
34	5007210436	ALEJANDRA ENTERIZO	\$ 5.83	547	\$ 3,189.01	86.60%	18.89%
35	3901314536	KELLY BATA M/C ROSA	\$ 7.06	437	\$ 3,085.22	86.95%	19.44%
36	42018P211640	ELIZABETHA FAJA CONTROL	\$ 7.50	388	\$ 2,910.00	87.29%	20.00%
37	2555-011	BODY VARIOS COLORES	\$ 7.24	386	\$ 2,794.64	87.61%	20.56%
38	306BPLEEG	BOXER PIERNA LARGA MICRO	\$ 7.50	372	\$ 2,790.00	87.93%	21.11%
39	4204911636	ADELIA BATA SEXI	\$ 6.14	439	\$ 2,695.46	88.24%	21.67%
40	3800811638	CRISTINE BRASIER CONFOR	\$ 4.36	615	\$ 2,681.40	88.55%	22.22%
41	306PAMTG	PANTALONCILLO MICROFIBRA	\$ 5.65	466	\$ 2,632.90	88.86%	22.78%
42	306THMTG	TANGA HOMBRE MICROFIBRA	\$ 5.00	524	\$ 2,620.00	89.16%	23.33%
43	50001	BOXER MIRTO	\$ 3.10	800	\$ 2,480.00	89.44%	23.89%
44	500481911536	CONJUNTO ALEGRIA	\$ 11.45	213	\$ 2,438.85	89.73%	24.44%
45	1270010310002	CACHETERO LEVANTA COLAS KATRINA	\$ 5.00	428	\$ 2,140.00	89.97%	25.00%
46	5027314536	LIZBETH BABY DOLL	\$ 7.97	228	\$ 1,817.16	90.18%	25.56%
47	4002513036	PAOLA PIJAMA MARRON	\$ 10.01	177	\$ 1,771.77	90.39%	26.11%
48	2548-011L	CALZON CONTROL	\$ 4.65	346	\$ 1,608.90	90.57%	26.67%
49	4205011636	ADELINA FAJA LEVANTA COLA	\$ 3.95	398	\$ 1,572.10	90.75%	27.22%
50	3901415536	JENNY PIJAMA M/C MORADA	\$ 10.01	156	\$ 1,561.56	90.93%	27.78%
51	3663-013	BODY SENOS LIBRES	\$ 7.24	213	\$ 1,542.12	91.11%	28.33%
52	522514536	KEYLA PIJAMA	\$ 12.60	118	\$ 1,486.80	91.28%	28.89%
53	3902014336	AMBAR BATA FUXIA	\$ 7.06	209	\$ 1,475.54	91.45%	29.44%
54	4509517736	TANIA BATA SEXY+HILO	\$ 9.20	156	\$ 1,435.20	91.62%	30.00%
55	3901911636	KASHANA LEVANTA COLA NEGRO	\$ 3.95	351	\$ 1,386.45	91.78%	30.56%
56	4002313236	GRISSEL FAJA BEISH	\$ 3.95	345	\$ 1,362.75	91.94%	31.11%
57	4205411636	AMAPOLA MULTIUSO	\$ 7.15	181	\$ 1,294.15	92.08%	31.67%

20%

B

Tabla AI.2. Clasificación ABC. (Continuación)

Fuente: (Empresa Confecciones Any, 2017).

58	4718014736	EDDA PJ BVD	\$ 10.64	117	\$ 1,244.88	92.23%	32.22%	20%	B
59	4307117736	WOLLY PIJAMA	\$ 8.26	150	\$ 1,239.00	92.37%	32.78%		
60	5008614536	LINDA PIJAMA	\$ 9.95	123	\$ 1,223.85	92.51%	33.33%		
61	4205615136	ANA LUCIA PIJAMA	\$ 7.15	170	\$ 1,215.50	92.65%	33.89%		
62	5009314336	GUADALUPE PIJAMA	\$ 7.40	156	\$ 1,154.40	92.79%	34.44%		
63	306CAMIJG	CAMISETA MIX SANT	\$ 15.60	74	\$ 1,154.40	92.92%	35.00%		
64	2547-038L	BRASIER NEGRO	\$ 9.60	119	\$ 1,142.40	93.05%	35.56%		
65	4612817736	ARIANA BATA BVD	\$ 7.00	158	\$ 1,106.00	93.18%	36.11%		
66	4603-038	BODY VARIOS COLORES	\$ 7.24	147	\$ 1,064.28	93.30%	36.67%		
67	1177921	PANTY SEÑORERO LIBI	\$ 5.27	200	\$ 1,054.00	93.42%	37.22%		
68	3901914636	KASHANA LEVANTACOLA CAFÉ	\$ 3.95	265	\$ 1,046.75	93.54%	37.78%		
69	4510313036	JOEL PJH ABIERTA	\$ 8.00	129	\$ 1,032.00	93.66%	38.33%		
70	4717913036	CRISTAL PIJAMA	\$ 8.83	116	\$ 1,024.28	93.78%	38.89%		
71	2544-013L	TANGA BLANCO	\$ 4.65	219	\$ 1,018.35	93.90%	39.44%		
72	5010813436	MARLENE LEVANTACOLA	\$ 3.12	316	\$ 985.92	94.01%	40.00%		
73	3672-004L	BOXER LARGO-AZUL	\$ 5.90	166	\$ 979.40	94.13%	40.56%		
74	306TMLTG	TANGA MICROFIBRA	\$ 5.25	184	\$ 966.00	94.24%	41.11%		
75	4715314636	WANDA BRASIER	\$ 8.44	111	\$ 936.84	94.34%	41.67%		
76	3668-038L	BUSO CONTROL LEVE-NEGRO	\$ 15.54	58	\$ 901.32	94.45%	42.22%		
77	4003118936	FERNANDO PIJAMA	\$ 12.87	70	\$ 900.90	94.55%	42.78%		
78	4104115136	ANDREINA PIJAMA	\$ 7.15	124	\$ 886.60	94.65%	43.33%		
79	4306711636	ADALIS LEVANTACOLA NEGRO	\$ 3.50	251	\$ 878.50	94.76%	43.89%		
80	4408513236	LORENA BATA	\$ 7.20	120	\$ 864.00	94.86%	44.44%		
81	5317145	WENDY PJ PANTALON	\$ 10.80	80	\$ 864.00	94.96%	45.00%		
82	4820914536	MARIAN BATA	\$ 7.35	117	\$ 859.95	95.05%	45.56%		
83	3901117736	CAROLINA LEVANTA COLA FUXIA	\$ 3.95	210	\$ 829.50	95.15%	46.11%		
84	4306511636	SEDUCEME BABY DOLL+HILO	\$ 7.60	109	\$ 828.40	95.25%	46.67%		
85	4613017736	JOSELIN MULTIUSO	\$ 9.40	88	\$ 827.20	95.34%	47.22%		
86	5028317736	MARISOL BATA	\$ 7.55	105	\$ 792.75	95.43%	47.78%		
87	5008515136	JESSICA MULTIUSO	\$ 10.30	72	\$ 741.60	95.52%	48.33%		
88	3666-013L	CAMISETA CONTROL LEVE-BLANCO	\$ 7.45	99	\$ 737.55	95.60%	48.89%		
89	4818511636	GISELA BATA	\$ 7.35	100	\$ 735.00	95.69%	49.44%		
90	2567-022L	TERNO DE BAÑO	\$ 10.00	73	\$ 730.00	95.77%	50.00%		
91	4204714336	ADABELA BRASIER+TANGA	\$ 10.58	68	\$ 719.44	95.86%	50.56%		
92	4714211636	MORENITA BATA	\$ 5.87	120	\$ 704.40	95.94%	51.11%		

Tabla AI.3. Clasificación ABC. (Continuación)

Fuente: (Empresa Confecciones Any, 2017).

93	4592-038L	CALZON REFORZADO-NEGRO	\$ 4.85	144	\$ 698.40	96.02%	51.67%
94	3901518136	DA VID MULTIUSO VINO	\$ 12.21	56	\$ 683.76	96.10%	52.22%
95	4103711536	REBECCA LEVANTACOLA BLANCO	\$ 3.95	173	\$ 683.35	96.17%	52.78%
96	522611536	KELY MULTIUSO	\$ 10.61	62	\$ 657.82	96.25%	53.33%
97	2549-028L	FAJA CONTROL	\$ 7.27	89	\$ 647.03	96.33%	53.89%
98	3659-013L	TANGA CINTURA-BLANCO	\$ 4.65	138	\$ 641.70	96.40%	54.44%
99	4103715236	REBECCA LEVANTACOLA ROJO	\$ 3.95	160	\$ 632.00	96.47%	55.00%
100	4924000036	ZOE HILO PACK X3	\$ 1.70	369	\$ 627.30	96.54%	55.56%
101	4103915536	BATA BRENDA	\$ 6.00	101	\$ 606.00	96.61%	56.11%
102	5598-024	CAMISETA-GRIS	\$ 7.45	81	\$ 603.45	96.68%	56.67%
103	4003313236	SEDUCCION LIGERO BEISH	\$ 10.58	56	\$ 592.48	96.75%	57.22%
104	4717310436	CORA BATA BVD	\$ 7.00	84	\$ 588.00	96.82%	57.78%
105	5025911632	NINFA BRASIER	\$ 8.95	65	\$ 581.75	96.89%	58.33%
106	4924814336	MAYRA BATA	\$ 7.85	74	\$ 580.90	96.95%	58.89%
107	4002813236	LINDA SALIDA BEISH	\$ 9.07	64	\$ 580.48	97.02%	59.44%
108	5011312976	VALENTINA PIJAMA	\$ 7.00	82	\$ 574.00	97.09%	60.00%
109	5028614536	CITLALI MULTIUSO	\$ 7.44	77	\$ 572.88	97.15%	60.56%
110	306BMMATG-EG	BUSO MICROFIBRA	\$ 20.00	27	\$ 540.00	97.22%	61.11%
111	6530-038	BRASIER NEGRO	\$ 9.60	56	\$ 537.60	97.28%	61.67%
112	5029113036	SANDY MULTIUSO	\$ 9.00	59	\$ 531.00	97.34%	62.22%
113	4307017736	PERCHA MULTIUSO	\$ 8.30	63	\$ 522.90	97.40%	62.78%
114	50109000236	CELENE SEÑORERO	\$ 2.80	184	\$ 515.20	97.46%	63.33%
115	4002714636	WENDY SHORT CAFÉ	\$ 6.50	79	\$ 513.50	97.52%	63.89%
116	3901011636	NA YELI BVD+SHORT NEGRO	\$ 8.37	61	\$ 510.57	97.58%	64.44%
117	5026111632	ITZEL BRASIER	\$ 7.74	65	\$ 503.10	97.64%	65.00%
118	3670-004L	CAMISETA CONTROL LEVE-AZUL	\$ 7.45	67	\$ 499.15	97.69%	65.56%
119	306CAHTG	CACHETERO MICROFIBRA	\$ 4.90	101	\$ 494.90	97.75%	66.11%
120	4714911636	BONI BRASIER	\$ 8.44	58	\$ 489.52	97.81%	66.67%
121	4610819236	MAYTE BABY DOLL	\$ 6.70	73	\$ 489.10	97.86%	67.22%
122	306MULTI	MULTIUSO H CAMISETA SHORT	\$ 18.50	26	\$ 481.00	97.92%	67.78%
123	530317232	ZULEIKA BABY DOLL+HILO	\$ 7.97	58	\$ 462.26	97.97%	68.33%
124	4715614636	PAMELA CALZON	\$ 3.95	117	\$ 462.15	98.03%	68.89%
125	5011911636	ADRENALINA SALIDA TULL	\$ 8.80	51	\$ 448.80	98.08%	69.44%
126	406CHABB	CHAMBRAS DE BEBE	\$ 6.90	65	\$ 448.50	98.13%	70.00%
127	511600236	ARANTXXA TANGA PACK X2	\$ 2.23	197	\$ 439.31	98.18%	70.56%
128	4594-028L	TANGA REFORZADA-HABANO	\$ 4.65	94	\$ 437.10	98.23%	71.11%
129	306CKPTG	CACHETERO KATE MICROFIBRA	\$ 6.50	67	\$ 435.50	98.28%	71.67%
130	4717610236	SACARLET MULTIUSO	\$ 8.83	49	\$ 432.67	98.33%	72.22%
131	102COLIPT32	COPA PREHORMADA	\$ 1.80	240	\$ 432.00	98.38%	72.78%
132	4715211636	KATIA CALZON	\$ 3.95	108	\$ 426.60	98.43%	73.33%
133	4508910436	CANDELA BRASIER+HILO	\$ 10.58	40	\$ 423.20	98.48%	73.89%
134	4716511636	FELISA BRASIER	\$ 8.44	49	\$ 413.56	98.53%	74.44%
135	4610-004	BOXER-AZUL	\$ 5.90	70	\$ 413.00	98.57%	75.00%
136	2580-046L	PIJAMA	\$ 11.36	36	\$ 408.96	98.62%	75.56%
137	4408211576	SIALE PIJAMA	\$ 5.50	74	\$ 407.00	98.67%	76.11%
138	5010617236	TIFANY PIJAMA	\$ 8.37	48	\$ 401.76	98.71%	76.67%
139	5314116	KAYLA BATA	\$ 7.97	50	\$ 398.50	98.76%	77.22%
140	5313115	EILEEN BATA	\$ 7.97	49	\$ 390.53	98.80%	77.78%

20%

C

Tabla AI.4. Clasificación ABC.

Fuente: (Empresa Confecciones Any, 2017).

141	5008911636	NAIDELYN BRASIER+SEÑORERO	\$ 11.47	34	\$ 389.98	98.85%	78.33%
142	4717511536	JOHANA MULTIUSO	\$ 8.83	44	\$ 388.52	98.89%	78.89%
143	5011811636	INTIMIDAD BATA SEXY	\$ 5.87	66	\$ 387.42	98.94%	79.44%
144	5011720836	ENCANTO PIJAMA SHORT	\$ 8.37	46	\$ 385.02	98.98%	80.00%
145	5419177	MARIBEL BATA	\$ 7.97	48	\$ 382.56	99.03%	80.56%
146	5010700036	LISA TANGA X3	\$ 2.12	180	\$ 381.60	99.07%	81.11%
147	4509211636	DAFNE PJ SHORT	\$ 7.71	49	\$ 377.79	99.12%	81.67%
148	5415115	ISABELLA BABY DOLL+HILO	\$ 7.97	46	\$ 366.62	99.16%	82.22%
149	3900911636	NAOMI BATA CON VARRILLA	\$ 6.14	58	\$ 356.12	99.20%	82.78%
150	5027411636	VERONIKA CACHETERO	\$ 2.23	159	\$ 354.57	99.24%	83.33%
151	4510417736	LUCAS PJ CAM+SHORT	\$ 8.22	43	\$ 353.46	99.28%	83.89%
152	4820414536	TREVI CACHETERO VARIOS COLORES	\$ 2.41	143	\$ 344.63	99.32%	84.44%
153	520211632	DENISSE CORPIÑO	\$ 8.93	38	\$ 339.34	99.36%	85.00%
154	102VARILLAS	VARILLAS METALICAS	\$ 0.10	3550	\$ 337.25	99.40%	85.56%
155	306BYSAM	BODY CONTROL SANDY	\$ 12.00	28	\$ 336.00	99.44%	86.11%
156	3901314530	KELLY BATA M/C FUXIA	\$ 6.00	54	\$ 324.00	99.47%	86.67%
157	4611614736	CIELO BRASIER	\$ 8.44	38	\$ 320.72	99.51%	87.22%
158	512311636	HATSUMI BATA	\$ 7.00	45	\$ 315.00	99.55%	87.78%
159	513017736	SAMADHI MULTIUSO	\$ 8.50	37	\$ 314.50	99.58%	88.33%
160	4615-003	PAREO-AMARILLO	\$ 3.90	80	\$ 312.00	99.62%	88.89%
161	5026223732	JOSELYN BRASIER	\$ 7.74	38	\$ 294.12	99.65%	89.44%
162	520111632	DORIANA BRASIER	\$ 8.47	33	\$ 279.51	99.69%	90.00%
163	5008400076	ESTEBAN TANGA	\$ 1.91	144	\$ 275.04	99.72%	90.56%
164	1440020232	ANTONELA BRASIER	\$ 8.27	30	\$ 248.10	99.75%	91.11%
165	6535-011	BODY SENOS LIBRES	\$ 5.90	39	\$ 230.10	99.77%	91.67%
166	306CAMICG	CAMISETA MATE	\$ 11.50	20	\$ 230.00	99.80%	92.22%
167	4612511636	MELIDA HILO	\$ 2.50	84	\$ 210.00	99.82%	92.78%
168	4611914736	LORENS CACHETERO	\$ 2.85	70	\$ 199.50	99.85%	93.33%
169	1440020132	MARGARITA BRASIER	\$ 8.27	24	\$ 198.48	99.87%	93.89%
170	5581-038	BVD BASICO-NEGRO	\$ 7.57	21	\$ 158.97	99.89%	94.44%
171	1270010102002	BODY COMPRESION ANGELICA	\$ 7.15	16	\$ 114.40	99.90%	95.00%
172	1270010200002	BODY COMPRESION NICOLE	\$ 7.15	16	\$ 114.40	99.91%	95.56%
173	102VAEST32	VARILLAS	\$ 0.11	1022	\$ 108.74	99.93%	96.11%
174	4922115236	JA YLIN HILO	\$ 2.50	42	\$ 105.00	99.94%	96.67%
175	306BVDMP	BVD HOMBRE MICROFIBRA	\$ 10.00	10	\$ 100.00	99.95%	97.22%
176	1440010110002	BRASSIER MISHEL	\$ 8.27	12	\$ 99.24	99.96%	97.78%
177	1440010200002	BRASSIER JOSELYN	\$ 8.27	12	\$ 99.24	99.97%	98.33%
178	2350010370002	BOXER ESTEBAN	\$ 4.50	18	\$ 81.00	99.98%	98.89%
179	4715914536	ROSY TANGA	\$ 2.68	29	\$ 77.72	99.99%	99.44%
180	2350010170002	BOXER PABLO	\$ 4.00	18	\$ 72.00	100.00%	100.00%

20%

C

Tabla AI.5. Clasificación ABC. (Continuación)

Fuente: (Empresa Confecciones Any, 2017).

ANEXO II
PRONÓSTICO DE LAS VENTAS

EMPRESA CONFECCIONES ANY																			
PRONÓSTICO DE VENTAS																			
ATUNTAQUI-ECUADOR																			
N°	Código	Descripción	Pronóstico de Ventas												Forecast	Modelo Utilizado	Errores de Pronóstico		
			2018														MAPE	MAD	BIC
			Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre					
Periodo 37	Periodo 38	Periodo 39	Periodo 40	Periodo 41	Periodo 42	Periodo 43	Periodo 44	Periodo 45	Periodo 46	Periodo 47	Periodo 48								
1	1007396	SAQUILLO BRITTANY	371	359	368	328	354	407	298	270	299	213	240	Selección Experta	Winters aditivo	32,37%	140,28	207,8	
2	1064615	BUSO MADRID	133	122	88	69	34	14	45	96	104	34	11	Selección Experta	Winters aditivo	56,62%	123,54	173,41	
3	85419	BRASIER AINA BGE	938	251	373	1197	100	1315	1301	403	395	73	321	100	Selección Experta	Suavización Exponencial	73,29%	379,49	571,08
4	78470	BRASIER AINA NGR	612	258	880	428	180	837	1108	439	245	491	484	285	Selección Experta	Winters aditivo	91,20%	453,74	682,82
5	1097548	ABI CAMISETA CONTROL	145	83	469	214	148	116	207	203	540	340	226	57	Selección Experta	Winters aditivo	44,13%	99,74	148,1
6	24898	BABY DOLL KENDRA	219	260	135	218	202	145	111	151	132	253	173	111	Selección Experta	Suavización Exponencial	35,00%	67,67	97,19
7	1102635	BRASIER CONFORT LACE	162	256	419	169	301	143	172	336	134	132	217	119	Selección Experta	Winters multiplicativo	58,81%	101,83	196,53
8	77836	BRASIER CONFORT NEGRO	163	177	182	184	184	185	185	185	185	185	185	185	Selección Experta	Box-Jenkins	65,54%	92,45	129,43
9	1103106	PANTY MARGA	150	151	151	151	151	152	151	152	152	154	153	Selección Experta	Winters multiplicativo	44,97%	58,44	80	
10	1031195	BATOLA SARA	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	Selección Experta	Box-Jenkins	38,50%	29,58	39,69
11	49453	BRASIER CONFORT	176	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	Selección Experta	Box-Jenkins	32,71%	45,15	62,42
12	1116339	PANTY CONTROL BAJO LENNY	101	105	105	106	88	114	111	84	99	122	104	82	Selección Experta	Winters aditivo	23,21%	33,21	52,08
13	1127944	BRASIER SENORER ALINE	54	60	61	60	66	73	81	61	52	48	75	40	Selección Experta	Suavización Exponencial	21,43%	17,87	28,81
14	1056791	VESTIDO CAMI	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	Selección Experta	Modelo de Croston datos intermitentes	31,77%	25,16	34,77
15	1102580	PANTY SEÑORERO FLOR	118	118	118	118	118	118	118	118	118	118	118	118	Selección Experta	Modelo de Croston datos intermitentes	24,39%	40,71	58,64
16	1074327	BLUSON CHEYENE	69	58	46	56	60	57	52	54	41	73	74	19	Selección Experta	Suavización Exponencial	29,20%	17,7	28,44
17	47280	CACHETERO MARTI	221	215	222	207	218	220	228	222	245	241	263	247	Selección Experta	Winters aditivo	23,96%	48,49	79,74
18	1143732	ABI PANTY SUSANA	51	63	83	42	34	37	50	93	66	25	30	52	Selección Experta	Suavización Exponencial	49,15%	43,42	62,7
19	2554-038L	CALZON NEGRO	12	38	9	8	30	11	24	48	7	9	26	10	Selección Experta	Suavización Exponencial	86,51%	30,4	60,8
20	52473	BIKINI MORGANA	112	15	14	90	5	24	21	41	15	10	11	15	Selección Experta	Suavización Exponencial	93,84%	27,49	47,01
21	21801	P BRASIL URSULA	219	260	135	218	202	145	111	151	132	253	173	111	Selección Experta	Suavización Exponencial	35,00%	67,67	97,19
22	1097515	BLUSA ATENEA	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	Selección Experta	Suavización exponencial Holt	90,61%	29,58	70,29
23	1106390	CAMISA MANHATTAN	27	25	23	30	42	84	50	24	24	25	30	30	Selección Experta	Winters aditivo	95,86%	21,15	35,68
24	43874	BOXER KURT	20	73	61	21	43	78	24	25	47	154	14	15	Selección Experta	Winters aditivo	90,58%	34,07	48,38

Tabla AII.1. Pronóstico de Ventas.

Fuente: (Empresa Confecciones Any, 2017).

ANEXO IV

RESULTADOS DEL COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

EMPRESA CONFECCIONES ANY						
COEFICIENTE DE VARIABILIDAD						
ATUNTAQUI-ECUADOR						
N°	Código	Descripción	COEFICIENTE DE VARIABILIDAD			
			Desviación Estandar	Demanda Promedia	Coefficiente de Variabilidad (CV)	Modelos de Inventario a Utilizar
1	1007396	SAQUILLO BRITTANY	181,6300	332,5	0,5463	Método Heurístico
2	1064615	BUSO MADRID	161,27	187,22	0,8614	Método Heurístico
3	85419	BRASIER AINA BGE	649,14	678,02	0,9574	Método Heurístico
4	78470	BRASIER AINA NGR	525,14	637,69	0,8235	Método Heurístico
5	1097548	ABI CAMISETA CONTROL	178,96	220,97	0,8099	Método Heurístico
6	24898	BABY DOLL KENDRA	97,91	186,92	0,5238	Método Heurístico
7	1102635	BRASIER CONFORT LACE	185,84	212,08	0,8763	Método Heurístico
8	77836	BRASIER CONFORT NEGRO	134,15	184,86	0,7257	Método Heurístico
9	1103106	PANTY MARGA	68,3	151,81	0,4499	Método Heurístico
10	1031195	BATOLA SARA	40,26	98,75	0,4077	Método Heurístico
11	49453	BRASIER CONFORT	65,6	144,31	0,4546	Método Heurístico
12	1116339	PANTY CONTROL BAJO LENNY	46,75	103,11	0,4534	Método Heurístico
13	1127944	BRASIER SENORER ALINE	32,91	91,56	0,3594	Método Heurístico
14	1056791	VESTIDO CAMI	36,35	55,47	0,6553	Método Heurístico
15	1102580	PANTY SEÑORERO FLOR	53,85	102,92	0,5232	Método Heurístico
16	1074327	BLUSON CHEYENE	31,77	68,44	0,4642	Método Heurístico
17	47280	CACHETERO MARTI	72,96	135,56	0,5382	Método Heurístico
18	1143732	ABI PANTY SUSANA	59,52	61,47	0,9683	Método Heurístico
19	2554-038L	CALZON NEGRO	48,64	77,98	0,6237	Método Heurístico
20	52473	BIKINI MORGANA	56,86	68,67	0,8280	Método Heurístico
21	21801	P BRASIL URSULA	97,91	186,92	0,5238	Método Heurístico
22	1097515	BLUSA ATENEA	47,39	77,86	0,6087	Método Heurístico
23	1106390	CAMISA MANHATTAN	44,69	45,22	0,9883	Método Heurístico
24	43874	BOXER KURT	64,42	68,92	0,9347	Método Heurístico

Tabla AIV.1. Resultados del Coeficiente de Variabilidad (CV).

Fuente: (Empresa Confecciones Any, 2017).

ANEXO V
APLICACIÓN DEL ALGORITMO DE SILVER-MEAL

EMPRESA CONFECCIONES ANY																
ALGORITMO DE SILVER-MEAL																
ATUNTAQUI-ECUADOR																
SAQUILLO BRITTANY																
T	Demanda	S	D2*H*(1)	D3*H*(2)	D4*H*(3)	D5*H*(4)	D6*H*(5)	D7*H*(6)	D8*H*(7)	D9*H*(8)	D10*H*(9)	D11*H*(10)	D12*H*(11)	Suma de Fila	CT	CTUT
1	300	2,2												2,2	2,2	2,2
2	350		56											56	58,2	29,1
3	270															
4	290															
5	445															
6	640															
7	300															
8	560															
9	240															
10	225															
11	200															
12	0															
T	Demanda	S	D2*H*(1)	D3*H*(2)	D4*H*(3)	D5*H*(4)	D6*H*(5)	D7*H*(6)	D8*H*(7)	D9*H*(8)	D10*H*(9)	D11*H*(10)	D12*H*(11)	Suma de Fila	CT	CTUT
1	350	2,2												2,2	2,2	2,2
2	270		43,2											43,2	45,4	22,7
3	290															
4	445															
5	640															
6	300															
7	560															
8	240															
9	225															
10	200															
11	0															
T	Demanda	S	D2*H*(1)	D3*H*(2)	D4*H*(3)	D5*H*(4)	D6*H*(5)	D7*H*(6)	D8*H*(7)	D9*H*(8)	D10*H*(9)	D11*H*(10)	D12*H*(11)	Suma de Fila	CT	CTUT
1	270	2,2												2,2	2,2	2,2
2	290		46,4											46,4	48,6	24,3
3	445															
4	640															
5	300															
6	560															
7	240															
8	225															
9	200															
10	0															

Tabla AV.1. Aplicación del algoritmo de Silver-Meal.

Fuente: (Empresa Confecciones Any, 2017).

T	Demanda	S	D2*H*(1)	D3*H*(2)	D4*H*(3)	D5*H*(4)	D6*H*(5)	D7*H*(6)	D8*H*(7)	D9*H*(8)	D10*H*(9)	D11*H*(10)	D12*H*(11)	Suma de Fila	CT	CTUT
1	445	2,2												2,2	2,2	2,2
2	640		102,4											102,4	104,6	52,3
3	300															
4	560															
5	240															
6	225															
7	200															
8	0															
T	Demanda	S	D2*H*(1)	D3*H*(2)	D4*H*(3)	D5*H*(4)	D6*H*(5)	D7*H*(6)	D8*H*(7)	D9*H*(8)	D10*H*(9)	D11*H*(10)	D12*H*(11)	Suma de Fila	CT	CTUT
1	640	2,2												2,2	2,2	2,2
2	300		48											48	50,2	25,1
3	560															
4	240															
5	225															
6	200															
7	0															
T	Demanda	S	D2*H*(1)	D3*H*(2)	D4*H*(3)	D5*H*(4)	D6*H*(5)	D7*H*(6)	D8*H*(7)	D9*H*(8)	D10*H*(9)	D11*H*(10)	D12*H*(11)	Suma de Fila	CT	CTUT
1	300	2,2												2,2	2,2	2,2
2	560		89,6											89,6	91,8	45,9
3	240															
4	225															
5	200															
6	0															
T	Demanda	S	D2*H*(1)	D3*H*(2)	D4*H*(3)	D5*H*(4)	D6*H*(5)	D7*H*(6)	D8*H*(7)	D9*H*(8)	D10*H*(9)	D11*H*(10)	D12*H*(11)	Suma de Fila	CT	CTUT
1	560	2,2												2,2	2,2	2,2
2	240		38,4											38,4	40,6	20,3
3	225															
4	200															
5	0															
T	Demanda	S	D2*H*(1)	D3*H*(2)	D4*H*(3)	D5*H*(4)	D6*H*(5)	D7*H*(6)	D8*H*(7)	D9*H*(8)	D10*H*(9)	D11*H*(10)	D12*H*(11)	Suma de Fila	CT	CTUT
1	240	2,2												2,2	2,2	2,2
2	225		36											36	38,2	19,1
3	200															
4	0															

Tabla AV.2. Aplicación del algoritmo de Silver-Meal (Continuación).

Fuente: (Empresa Confecciones Any, 2017).

T	Demanda	S	D2*H*(1)	D3*H*(2)	D4*H*(3)	D5*H*(4)	D6*H*(5)	D7*H*(6)	D8*H*(7)	D9*H*(8)	D10*H*(9)	D11*H*(10)	D12*H*(11)	Suma de Fila	CT	CTUT
1	225	2,2												2,2	2,2	2,2
2	200		32											32	34,2	17,1
3	0			0										0	34,2	11,4
T	Demanda	S	D2*H*(1)	D3*H*(2)	D4*H*(3)	D5*H*(4)	D6*H*(5)	D7*H*(6)	D8*H*(7)	D9*H*(8)	D10*H*(9)	D11*H*(10)	D12*H*(11)	Suma de Fila	CT	CTUT
1	200	2,2												2,2	2,2	2,2
2	0		0											0	2,2	1,1
T	Demanda	Cantidad de orden	Inventario Final	Costo de mantenimiento	Costo de ordenar	Costo Acumulado										
1	300	300	0	0	2,2	2,2										
2	350	350	0	0	2,2	4,4										
3	270	270	0	0	2,2	6,6										
4	290	290	0	0	2,2	8,8										
5	445	445	0	0	2,2	11										
6	640	640	0	0	2,2	13,2										
7	300	300	0	0	2,2	15,4										
8	560	560	0	0	2,2	17,6										
9	240	240	0	0	2,2	19,8										
10	225	225	0	0	2,2	22										
11	200	200	0	0	2,2	24,2										
12	0	0	0	0		24,2										

Tabla AV.3. Aplicación del algoritmo de Silver-Meal (Continuación).

Fuente: (Empresa Confecciones Any, 2017).

ANEXO VI

APLICACIÓN DEL ALGORITMO DE WAGNER WHITIN

EMPRESA CONFECCIONES ANY													
ALGORITMO DE WAGNER WHITING													
ATUNTAQUI-ECUADOR													
Costo del producto	Cu	\$ 8,19											
Costo de colocar una orden	S	2,2											
Costo de mantener en inventario	I	2,00%	\$ 0,16										
Periodo (T)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAL
SAQUILLO BRITTANY	300	350	270	290	445	640	300	560	240	225	200	0	3820
VARIABLES Y RESTRICCIONES				FUNCIÓN									
Pedido + Inventario inicial - Demanda = Inventario final	Restricciones de demanda	Restricciones binarias	Restricciones límites y de no- negatividad	Formulación de la función objetivo	Valor Binario W								
X1-300=I1	X1>=300	X1<=3820 W 1	X>=0	ZMIN=2.20(W 1+W 2+W 3+ W 4+W 5+W 6+W 7+W 8+W 9 +W 10+W 11+W 12)+0.16(I1+I 2+I3+I4+I5+I6+I7+I8+I9+I10+ I11+I12)	3820								
X2+I1-350=I2	X2+I1>=350	X2<=3520 W 2	I>=0		3520								
X3+I2-270=I3	X3+I2>=270	X3<=3170 W 3	W e 1,0		3170								
X4+I3-290=I4	X4+I3>=290	X4<=2900 W 4			2900								
X5+I4-445=I5	X5+I4>=445	X5<=2610 W 5			2610								
X6+I5-640=I6	X6+I5>=640	X6<=2165 W 6			2165								
X7+I6-300=I7	X7+I6>=300	X7<=1525 W 7			1525								
X8+I7-560=I8	X8+I7>=560	X8<=1225 W 8			1225								
X9+I8-240=I9	X9+I8>=240	X9<=665 W 9			665								
X10+I9-225=I10	X10+I9>=225	X10<=425 W 10			425								
X11+I10-200=I11	X11+I10>=200	X11<=200 W 11			200								
X12+I11-0=I12	X12+I11>=0	X12<=0 W 12			0								
MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
INV.INICIAL	0	2	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	
PEDIDO	300	350	270	290	445	640	300	560	240	225	200	0	
DEMANDA	300	350	270	290	445	640	300	560	240	225	200	0	
INV.FINAL	0	2	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	Subtotales
COSTO DE INVENTARIO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COSTO DE ORDENAR	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	24,2
													Costo total
													24,2

Tabla AVI.1. Aplicación del algoritmo de Wagner Whitin.

Fuente: (Empresa Confecciones Any, 2017).

	15:31:27		Friday	March	09	2018
	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status
1	X1	300,0000	0	0	0	basic
2	X2	350,0000	0	0	0	basic
3	X3	270,0000	0	0	0	basic
4	X4	290,0000	0	0	0	basic
5	X5	445,0000	0	0	0	basic
6	X6	640,0000	0	0	0	basic
7	X7	300,0000	0	0	0	basic
8	X8	560,0000	0	0	0	basic
9	X9	240,0000	0	0	0	basic
10	X10	225,0000	0	0	0	basic
11	X11	200,0000	0	0	0	basic
12	X12	0	0	0	0	basic
13	I1	0	0,1600	0	0,1600	at bound
14	I2	0	0,1600	0	0,1600	at bound
15	I3	0	0,1600	0	0,1600	at bound
16	I4	0	0,1600	0	0,1600	at bound
17	I5	0	0,1600	0	0,1600	at bound
18	I6	0	0,1600	0	0,1600	at bound
19	I7	0	0,1600	0	0,1600	at bound
20	I8	0	0,1600	0	0,1600	at bound
21	I9	0	0,1600	0	0,1600	at bound
22	I10	0	0,1600	0	0,1490	at bound
23	I11	0	0,1600	0	0,1710	at bound
24	I12	0	0,1600	0	0,1600	at bound
25	W1	1,0000	2,2000	2,2000	2,2000	at bound
26	W2	1,0000	2,2000	2,2000	2,2000	at bound
27	W3	1,0000	2,2000	2,2000	2,2000	at bound
28	W4	1,0000	2,2000	2,2000	2,2000	at bound
29	W5	1,0000	2,2000	2,2000	2,2000	at bound
30	W6	1,0000	2,2000	2,2000	2,2000	at bound
31	W7	1,0000	2,2000	2,2000	2,2000	at bound
32	W8	1,0000	2,2000	2,2000	2,2000	at bound
33	W9	1,0000	2,2000	2,2000	2,2000	at bound
34	W10	1,0000	2,2000	2,2000	2,2000	at bound
35	W11	1,0000	2,2000	2,2000	0	basic
36	W12	0	2,2000	0	2,2000	at bound
	Objective	Function	(Min.) =	24,2000		

Tabla AVI.2. Aplicación del algoritmo de Wagner Whitin en el software WIN QSB-Linear and Integer Programming (Continuación)

Fuente: (Empresa Confecciones Any, 2017).

ANEXO VII

CUADRO DE RESULTADOS EVALUATIVOS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO

EMPRESA CONFECCIONES ANY					
CUADRO DE RESULTDOS					
ATUNTAQUI-ECUADOR					
N°	Código	Descripción	Costo total aplicando el algoritmo de Silver Meal Ene 2018-Dic 2018	Costo total Aplicando Algoritmo de Wagner Whiting Ene 2018-Dic 2018	Costo Total Ene 2017-Dic 2017
1	1007396	SAQUILLO BRITTANY	\$ 24,20	\$ 24,20	\$ 200,74
2	1064615	BUSO MADRID	\$ 22,00	\$ 22,00	\$ 170,44
3	85419	BRASIER AINA BGE	\$ 13,20	\$ 13,20	\$ 190,49
4	78470	BRASIER AINA NGR	\$ 13,20	\$ 13,20	\$ 171,93
5	1097548	ABI CAMISETA CONTROL	\$ 24,20	\$ 24,20	\$ 129,35
6	24898	BABY DOLL KENDRA	\$ 26,40	\$ 26,40	\$ 139,24
7	1102635	BRASIER CONFORT LACE	\$ 26,40	\$ 26,40	\$ 138,93
8	77836	BRASIER CONFORT NEGRO	\$ 26,40	\$ 26,40	\$ 128,38
9	1103106	PANTY MARGA	\$ 26,40	\$ 26,40	\$ 101,63
10	1031195	BATOLA SARA	\$ 26,40	\$ 26,40	\$ 104,04
11	49453	BRASIER CONFORT	\$ 26,40	\$ 26,40	\$ 97,91
12	1116339	PANTY CONTROL BAJO LENNY	\$ 26,40	\$ 26,40	\$ 91,94
13	1127944	BRASIER SENORER ALINE	\$ 26,40	\$ 26,40	\$ 80,08
14	1056791	VESTIDO CAMI	\$ 24,20	\$ 24,20	\$ 102,57
15	1102580	PANTY SEÑORERO FLOR	\$ 24,20	\$ 24,20	\$ 96,48
16	1074327	BLUSON CHEYENE	\$ 26,39	\$ 26,39	\$ 62,36
17	47280	CACHETERO MARTI	\$ 24,20	\$ 24,20	\$ 82,16
18	1143732	ABI PANTY SUSANA	\$ 24,52	\$ 24,52	\$ 56,57
19	2554-038L	CALZON NEGRO	\$ 14,20	\$ 14,20	\$ 31,48
20	52473	BIKINI MORGANA	\$ 19,81	\$ 19,81	\$ 56,98
21	21801	P BRASIL URSULA	\$ 26,40	\$ 26,40	\$ 99,28
22	1097515	BLUSA ATENEA	\$ 21,36	\$ 21,36	\$ 50,88
23	1106390	CAMISA MANHATTAN	\$ 22,81	\$ 22,81	\$ 66,50
24	43874	BOXER KURT	\$ 18,82	\$ 18,82	\$ 53,59
TOTAL			\$ 554,89	\$ 554,89	\$ 2.503,94

Tabla AVII.1. Cuadro de resultados del Sistema de Abastecimiento.

Fuente: (Empresa Confecciones Any, 2017).

ANÁLISIS DE COSTOS TOTALES

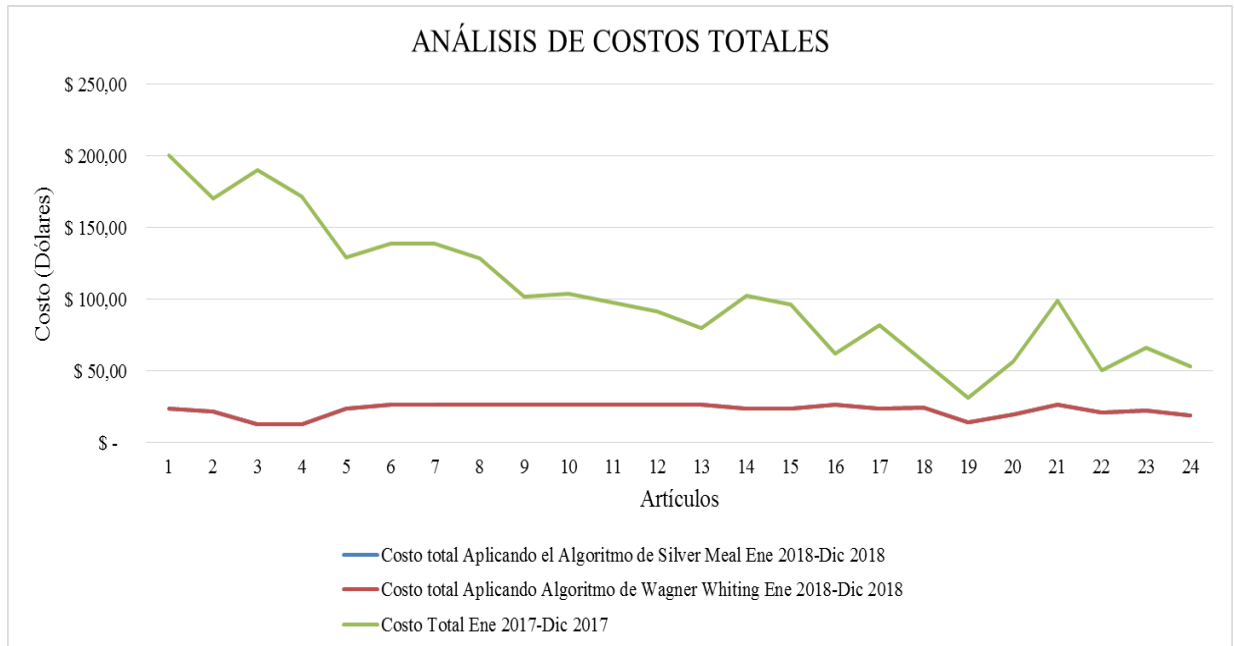


Gráfico AVII.1 *Análisis de Costos Totales.*

Fuente: (Empresa Confecciones Any, 2017).