

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ciencias Sociales y Humanísticas



FCSH

**FACULTAD DE CIENCIAS
SOCIALES Y HUMANÍSTICAS**

**“PROPUESTA DE MODELO DE INVENTARIO PARA LA AVIACIÓN
NAVAL DE GUAYAQUIL”**

MATERIA INTEGRADORA

Previa la obtención del título de:

INGENIERÍA EN NEGOCIOS INTERNACIONALES

Presentado por:

DIANA ESTEFANIA BRAVO CABRERA

JAMIE SCARLET GUALE ESPINOZA

Guayaquil – Ecuador

DEDICATORIA

A Dios por regalarme la vida cada día, por darme sabiduría, por brindarme las fuerzas para poder cumplir cada uno de los objetivos planteados; por ser el eje principal que ilumina mi camino.

A mis padres Juan y Esthela por ser el motor de mi vida, por ser quienes me han enseñado valores entre los cuales recalco el respeto, amor, y sobre todo humildad para recibir los regalos que son brindados por parte del creador; por haberme enseñado a superar los obstáculos y que en unión de la familia es más fácil resolver cualquier inconveniente, que todo sacrificio tiene su recompensa y que sobre todo con su apoyo moral me han brindado mucho más de lo que una hija puede esperar; por reconfortarme en los momentos difíciles y por dejarme como mayor lección que Dios lo es todo y que sin él nada es posible.

A mis hermanos Juan, Andrés y Manuel por apoyarme en las decisiones que he tomado y por formar parte de mi vida, a quienes adoro y por los cuales estoy agradecida con Dios.

A mi nueva familia, que con la bendición de Dios he formado, a Abel por brindarme su apoyo incondicional y estar conmigo en los momentos de felicidad y tristeza; a la mayor bendición que he recibido que es mi bebé que está en camino al cual esperamos con mucho amor y alegría; a mis amigos, mis tíos, mis primos y demás familiares que han confiado en mí.

Diana Estefanía Bravo Cabrera.

A mi mamá Jessica a quien amo por brindarme su apoyo incondicional, por ser el pilar fundamental de mi vida que guía mi camino para ser una persona de bien, luchadora y triunfadora, por darme fuerzas para seguir adelante y por todo el sacrificio que ha hecho para poder culminar mi carrera.

A mi mamita Carmen a quien amo y es una de las personas más importante en mi vida, quien nos ha apoyado siempre a mi mamá y a mí en todo momento, por confiar en nosotras, por enseñarnos que todo se logra con esfuerzo, perseverancia y siendo humilde.

A mi papá Wilson por darme sus consejos y apoyo, aunque no esté a mi lado en todo momento, siempre lo llevo presente en mi corazón.

A mis hermanos Jalene y Nickolas a quienes quiero y son el motivo de superación, el deseo de que tengan un buen futuro hace que aumente mis ganas de salir adelante y velar por ellos.

A mis amigos a quienes aprecio por brindarme su amistad sincera e incondicional en todo momento.

Jamie Scarlet Guale Espinoza

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad y la autoría del contenido de este Trabajo de Titulación, me (nos) corresponde exclusivamente; y doy (damos) mi (nuestro) consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"

Diana Estefanía Bravo Cabrera

Jamie Scarlet Guale Espinoza

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

DSc. Washington Martínez García

Director de Tesis

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	ii
DECLARACIÓN EXPRESA.....	iv
TRIBUNAL DE TITULACIÓN	v
ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE ILUSTRACIÓN.....	viii
ÍNDICE TABLAS.....	ix
INDICE DE ECUACIONES.....	x
RESUMEN	xi
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1 Análisis de la situación actual	1
1.2 Definición del problema.....	2
1.3 Objetivos	3
1.4 Objetivo general	3
1.5 Objetivos específicos	3
1.6 Importancia del trabajo.....	3
1.7 Alcance del trabajo	3
CAPÍTULO II: SITUACIÓN ACTUAL DE LA INSTITUCIÓN	5
2.1 Introducción.....	5
2.2 Características generales de la institución.....	5
2.3 Cadena de suministro de la institución	7
2.4 Actividades logísticas	8
2.5 Actividades claves y de apoyo	9
2.6 Detalle de las actividades logísticas	9
2.7 Actividades críticas	13
2.8 Descripción del problema	13
CAPÍTULO III: REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	15
3.1 Introducción.....	15
3.2 Conceptos generales	15
3.2.1 Logística empresarial	15
3.2.2 Inventario	15
3.2.3 Gestión de inventario	16
3.2.4 Importancia de los inventarios	16
3.2.5 Demanda.....	16
3.2.6 Costo unitario.....	17
3.2.7 Costo de pedido.....	17
3.2.8 Costo de mantenimiento.....	17
3.2.9 Tiempo de entrega	17
3.3 Tipos de inventarios	17
3.3.1 Inventario por tamaño de lote	17
3.3.2 Inventario de fluctuación	17
3.3.3 Inventario por anticipación	18
3.3.4 Partes de servicio	18
3.3.5 Inventario de transportación.....	18

3.4	Modelos de inventarios	18
3.4.1	Modelos con demanda determinística	19
3.4.2	Modelo con demanda probabilística	19
3.5	Modelo con demanda determinística.....	19
3.5.1	Cantidad económica de pedido.....	19
3.6	Modelos con demanda probabilística	19
3.6.1	Cantidad económica de pedido con demanda incierta.....	19
3.6.2	Sistema de revisión continua	20
3.6.3	Sistema de revisión periódica	20
3.7	Revisión de modelos de inventario.....	20
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA		23
4.1	Introducción.....	23
4.2	Descripción del tipo de investigación a emplear.....	23
4.3	Pasos para desarrollar la metodología	24
4.4	Selección del modelo de inventario.....	25
4.5	Descripción del modelo	25
4.5	Herramienta empleada para el cálculo de las variables.....	30
CAPÍTULO V: COLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS		31
5.1	Introducción.....	31
5.2	Colección de datos	31
5.2.1	Rotación de repuestos.....	31
5.3	Clasificación ABC	32
5.4	Análisis de la demanda	37
5.5	Pronóstico de la demanda para el 2016.....	41
5.6	Resumen de datos de entrada del modelo	44
CAPITULO VI: PRESENTACIÓN Y ANALISIS DE RESULTADOS		45
6.1	Aplicación del modelo	45
6.2	Presentación de resultados	45
6.3	Análisis de resultados.....	46
CAPITULO VII: CONCLUSIONES		49
REFERENCIAS		50

ÍNDICE ILUSTRACIÓN

Ilustración 2.1 Cadena de suministro de la empresa.....	7
Ilustración 2.2 Niveles de Mantenimiento	8
Ilustración 2.3 Notas de egreso	11
Ilustración 2.4 Sistema de información	12
Ilustración 2.5 Nota de despacho.....	12
Ilustración 4.1 Sistema de revisión periódica.....	26
Ilustración 5.1 Rotación de repuestos	31
Ilustración 5.2 Repuestos con rotación	32
Ilustración 5.3 Diagrama de pareto	34
Ilustración 5.4 Participación de los artículos	35
Ilustración 5.5 Segundo diagrama de pareto	36
Ilustración 5.6 Segunda participación de los artículos.....	36
Ilustración 5.7 Prueba de normalidad de la demanda	38
Ilustración 5.8 Tendencia de amplificador-regulador.....	39
Ilustración 5.9 Tendencia de bomba de inyección	39
Ilustración 5.10 Tendencia de accesorios de aeronaves tipo collet.....	40
Ilustración 5.11 Tendencia de accesorios de aeronaves tipo duct assy	40
Ilustración 5.12 Pronóstico de amplificador- regulador	42
Ilustración 5.13 Pronóstico de bomba de inyección.....	42
Ilustración 5.14 Pronóstico de accesorios de aeronaves tipo collet	43
Ilustración 5.15 Pronóstico de accesorios de aeronaves tipo duct assy.....	43
Ilustración 6.1 Comparación de costos totales 2015 y 2016.....	47

ÍNDICE TABLAS

Ecuación (4.1) Coeficiente de variación.....	25
Ecuación (4.2) Costo total.....	27
Ecuación (4.3) Costo de pedido anual.....	27
Ecuación (4.4) Costo de mantenimiento anual.....	27
Ecuación (4.5) Costo de inventario de seguridad.....	28
Ecuación (4.6) Cantidad económica de pedido.....	28
Ecuación (4.7) Número de pedidos.....	29
Ecuación (4.8) Intervalo de revisión.....	29
Ecuación (4.9) Stock máximo.....	29
Ecuación (4.10) Desviación estándar durante el tiempo de entrega.....	29

INDICE DE ECUACIONES

Ecuación (4.1) Coeficiente de variación.....	25
Ecuación (4.2) Costo total.....	27
Ecuación (4.3) Costo de pedido anual.....	27
Ecuación (4.4) Costo de tenencia anual.....	27
Ecuación (4.7) Intervalo de revisión.....	28
Ecuación (4.8) Stock máximo.....	29
Ecuación (4.9) Desviación estándar durante el tiempo de entrega.....	29

RESUMEN

El presente trabajo analiza varios modelos de inventario y propone uno que puedan ser aplicados y que sean coherentes con las actividades que realiza la Aviación Naval de Guayaquil; esta es una institución que cumple con las tareas de protección al ecosistema, control de la pesca ilícita, tráfico de ilegales, piratería, socorro y auxilio, rescate de personas víctimas de los embates producidos por los fenómenos naturales, preservación de la vida en el mar y seguridad en el área marítima continental e insular.

Así mismo hace énfasis en la importancia de que dicho Reparto implemente una gestión guiándose bajo un modelo de inventario, lo que permitirá realizar una mejor administración del inventario existente, evitar escases o sobre stock del mismo. Permitirá que haya un mejor control sobre los artículos del almacén que son clasificados como inventario de categoría “A”, que es en el cual se debe tener un mayor enfoque.

Para realizar a cabo este estudio, el modelo que fue escogido es el modelo de revisión periódica; en el cual revisa el inventario en un periodo fijo, se realiza pedidos de varios artículos para ahorrar costos en transportación, se debe manejar un inventario de seguridad debido a que existe la probabilidad de que el inventario llegue a cero antes de la siguiente revisión así como durante el tiempo de entrega que es el periodo que transcurre desde que se realiza el pedido hasta que este se recibe.

En el primer capítulo se describe una breve introducción de la institución, se plantea el problema y se establece el objetivo general y los específicos, la importancia y el alcance del trabajo. El segundo capítulo refiere al análisis de la situación actual, la cadena de suministro y las actividades logísticas que se realizan. En el tercer capítulo se hace una revisión de literatura que son conceptos que ayudaran a tener un enfoque más amplio del trabajo que se desea realizar. En el cuarto capítulo se expone la metodología, en la cual se describe el tipo de investigación y las herramientas que se aplican y con las que se lleva a cabo dicho trabajo. En el quinto capítulo se realiza la colección y análisis de datos en el cual se muestra el análisis ABC, la clasificación de los artículos según su índice de rotación, el análisis y pronóstico de la demanda. En el sexto capítulo se

muestran los resultados obtenidos realizando una comparación de los costos totales del 2015 sin la aplicación de un modelo de inventario versus los del año 2016 en el cual se aplica el modelo de revisión periódica y el porcentaje de variación que existe. En el sexto y último capítulo se muestran las conclusiones a las que se llegaron mediante este trabajo.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presenta información trascendental acerca del proyecto de graduación a realizar, así como la situación actual de la Aviación Naval y los problemas que presentan actualmente, los objetivos que se busca cumplir en este trabajo y la importancia que tiene este estudio.

1.1 Análisis de la situación actual

El departamento de logística de la Aviación Naval administra los recursos económicos necesarios para el desarrollo de las operaciones, se responsabiliza de la recepción, almacenamiento y distribución de los repuestos y accesorios de las aeronaves.

Dentro del departamento de logística se encuentra el área de abastecimiento que realiza los procesos de adquisición local y adquisiciones en el exterior, distribución y entrega de bienes y servicios que previamente han sido determinados como necesarios; así como el almacenamiento de bienes y existencias, el control de inventarios y el establecimiento de los niveles de stock.

Sus principales necesidades / limitaciones son:

- Determinación de rotación de inventarios a nivel de ítems.
- Reducción en tiempos de duración de procesos de adquisición en el exterior.
- Cadena del abastecimiento de combustible con la región insular.
- Deficiencia de apoyo de transporte para distribución y entrega.

En el Almacén de Repuestos se encuentran los equipos necesarios para realizar el respectivo mantenimiento a las unidades navales y aeronavales, se encuentra ubicado en las instalaciones del Comando de la Aviación Naval clasificado en cinco dependencias que son: BELL 206, BELL 230, Eléctricos, Electrónicos y varios con un total de 2686 ítems.

El almacén de repuestos y accesorios contaba con artículos que son de uso para las aeronaves que se encuentran en la Base Aeronaval de Manta, lo que ocasiona altos costos logísticos debido a que cuando se realiza una inspección en la aeronaves y se necesita de repuestos se tiene que hacer viajes desde Manta hasta Guayaquil, esto

ocasionó que se abulte el inventario con repuestos que no son de uso para las Aeronaves de ala rotatoria que son las que se encuentran en la Aviación Naval de Guayaquil.

La administración del almacén de repuestos no registra un manejo óptimo de los inventarios existentes en el mismo, desde el 2013 el control de inventario se maneja en el programa informático Microsoft Excel, este sistema obstruye llevar un correcto control sin registrar información histórica que ayude a levantar estadísticas, no se utiliza indicadores logísticos, lo que evita conocer correctamente la situación actual de la administración de los artículos existentes, tienen demandas insatisfechas de repuestos que comúnmente son usados, cantidades incompletas de repuestos y adquisiciones de repuestos en base a las necesidades del momento, demanda que por lo general son comunes por la naturaleza de las aeronaves que frecuentemente se encuentran en inspecciones, novedades que no son pronosticadas debido al modelo que se está operando.

En varias revistas realizadas tanto por la Inspectoría General de la Armada y la Dirección General de Finanza de la Armada, se emitían criterios de la administración de los almacenes en base al valor total en dólares de las existencias del almacén, sin considerar si la cantidad de repuestos eran los necesarios, si están sobre stockeados, si tenían rotación o no, y diferentes modelos de evaluación de un almacén, finalmente concluyendo que se debían reducir el inventario de los almacenes.

1.2 Definición del problema

Los problemas que se han encontrado de acuerdo a los respectivos análisis de la Aviación Naval de Guayaquil, es que no realiza una correcta administración y control del almacén. Los inventarios que pertenecen a la categoría repuestos y accesorios representa el 90% de los que se manejan en el reparto, los cuales no han tenido mayor control ocasionando que hayan artículos con poca rotación con respecto a la cantidad existente y que en otros casos haya una escasez de determinados artículos lo que origina que las aeronaves del Reparto no estén operativas; los saldos contables registrados no coinciden con los saldos físicos que se reportan, otro de los problemas encontrados es que no poseen un sistema de información el cual permita un registro promedio de cantidades ingresadas y egresadas.

La importancia de este trabajo es sugerir la aplicación de un modelo de inventario para que exista una correcta gestión del inventario existente en el Reparto

1.3 Objetivos

1.4 Objetivo general

Determinar un Modelo de Inventario adecuado para la Aviación Naval de Guayaquil.

1.5 Objetivos específicos

- Analizar varios modelos de Inventario adecuado que sean coherentes con las actividades realizadas en la Aviación Naval de Guayaquil.
- Determinar los ítems que no tiene rotación por un largo periodo de tiempo; para poder seleccionar el inventario con los que se debe trabajar en este proyecto.
- Proponer una mejor gestión en el manejo de recursos en la administración del almacén.

1.6 Importancia del trabajo

Debido a los problemas que posee el Almacén de Repuestos tales como no llevar un correcto control del inventario que ocasiona tener demandas insatisfechas, es necesario determinar un método para llevar un manejo adecuado y conocer que artículos necesitan atención constante.

La investigación que se desea desarrollar en este proyecto es de vital importancia porque se busca obtener mejores resultados de los procesos actuales de la Aviación Naval, como conocer la información administrativa en tiempo real del almacén, los repuestos y accesorios que la Aviación posee, que artículos ingresan y egresan permitirá tener un mayor control del inventario que almacena, ya que el almacén cuenta con una gran cantidad de ítems.

Con un modelo de control de inventarios se espera que se solución en los problemas que la Aviación Naval presenta en la actualidad y que al aplicarlo se realicen los pedido cuando sean necesario y así evitar un sobre stock o quedarse sin existencias y no poder satisfacer la demanda lo que implicaría mantener aeronaves no operativas.

1.7 Alcance del trabajo

El presente proyecto esta direccionado a la Aviación Naval de Guayaquil, al departamento de logística, subdivisión de abastecimientos para lograr una correcta gestión de inventarios, el cual ayudara a cumplir con los objetivos propuestos y luego de realizar el respectivo análisis llegar a resultados que optimice la administración del almacén.

En el capítulo II se analiza la situación actual de la Aviación Naval para identificar los problemas que se presentan.

En el capítulo III se detalla los principales conceptos sobre modelos de inventarios, lo que servirá como orientación para elegir el modelo que ajuste a las características y actividades realizadas por la Aviación Naval.

En el capítulo IV se define la metodología que se utiliza del modelo escogido, la cual apoya a lograr los objetivos propuestos.

En el capítulo V se realiza una colección y análisis de datos del almacén.

En el capítulo VI se realiza una presentación y análisis de los métodos establecidos.

En el capítulo VII se presentan las conclusiones de los encuentros del trabajo.

CAPÍTULO II

SITUACIÓN ACTUAL DE LA INSTITUCIÓN

2.1 Introducción

En este capítulo se presenta la situación actual de la Aviación Naval de Guayaquil, así como los movimientos que se involucran en la cadena de suministro para la obtención de los repuestos y accesorios de las aeronaves, al igual que las que conforman el proceso de la cadena de suministro como actividades claves y de soporte.

Se determina la actividad crítica y se identifica el problema que muestra la Aviación Naval de Guayaquil en la cual está enfocado el análisis de este trabajo.

2.2 Características generales de la institución

La Aviación Naval se inicia en forma oficial el 19 de marzo de 1968 subordinándola a la primera Zona Naval como una división de esta, luego la Armada hace la adquisición de las primeras aeronaves de ala rotatoria en 1973.

En periodo de paz o de crisis, es evidente la importancia de contar con una fuerza aeronaval debidamente equipada, que le permita cumplir sus tareas específicas dentro del campo de la seguridad interna y externa, y que con el implemento tecnológico le permita patrullar extensas zonas marítimas en un corto tiempo.

En la actualidad las aeronaves de ala fija y rotatoria asumen un rol cada vez más importante en las operaciones marítimas y se constituyen definitivamente en un instrumento indispensable y complementario a las operaciones que realizan las unidades de superficie, submarinas, guardacostas y el cuerpo de infantería de marina.

Su base principal está ubicada en la ciudad de Guayaquil, en la Av. de las Américas a lado del antiguo aeropuerto donde se encuentran los escuadrones de aeronaves que cumplen roles de ataque, exploración aeromarítima, e instrucción.

Esta iniciativa permitió disponer de medios aéreos con capacidad de rápido despliegue para cumplir con las tareas de protección al ecosistema, control de la pesca ilícita, tráfico de ilegales, piratería, socorro y auxilio, rescate de personas víctimas de los embates producidos por los fenómenos naturales, preservación de la vida en el mar y seguridad en el área marítima continental e insular que se ejecutan en coordinación con el Comando de Guardacostas.

Entre las principales funciones de la Aviación Naval se encuentran:

- Planificar, conducir y supervisar las operaciones aeronavales que le fueren asignadas conforme a las instrucciones del Comando de Operaciones Navales.
- Efectuar a través de la escuela de aviación la especialización, entrenamiento y perfeccionamiento de oficiales y tripulantes especialistas en Aviación Naval.
- Controlar el cumplimiento de los programas de instrucción y entrenamiento de las estaciones.
- Determinar los requerimientos operativos de los escuadrones.
- Asesorar a los organismos superiores de la armada en asuntos relacionados con el empleo y necesidades de la Aviación Naval.

En la institución se encuentran ubicados los siguientes almacenes:

- Repuestos y Accesorios
- Combustibles y Lubricantes
- Menaje de Cocina y Varios
- Suministros de oficina
- Materiales de Aseo y Limpieza
- Herramientas de Construcción
- Radio, Producción

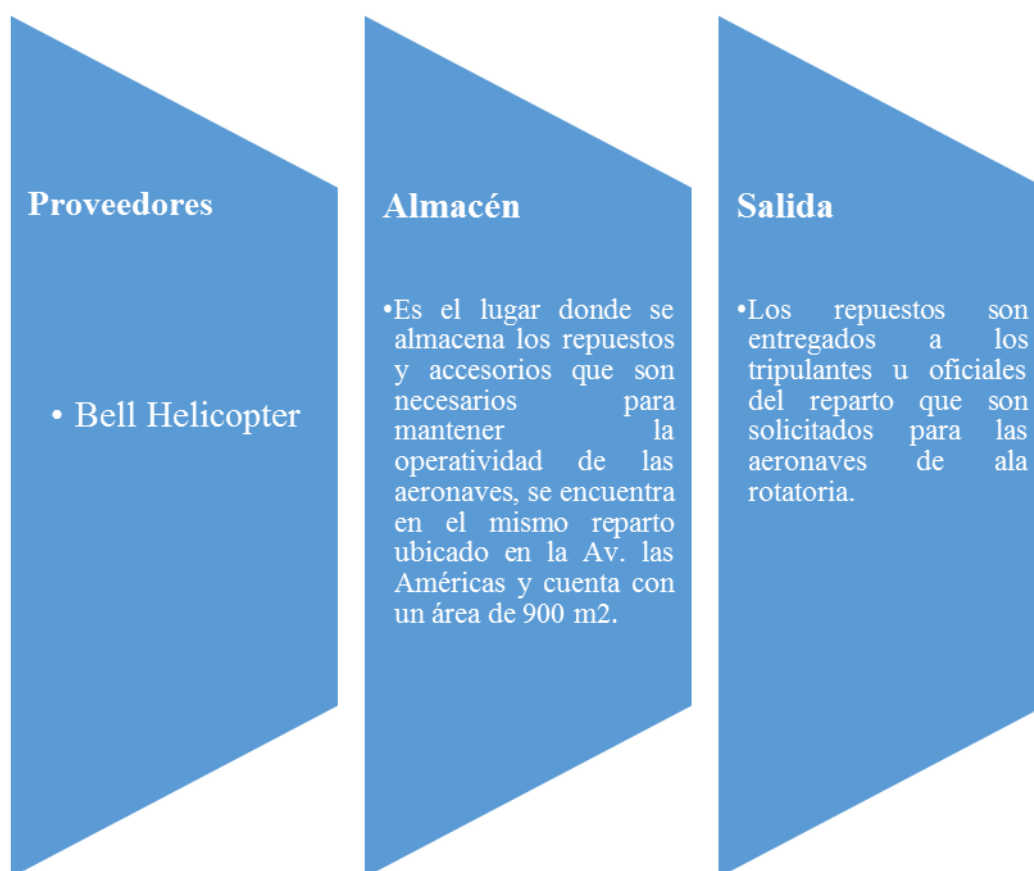
El Reparto tiene 8 Aeronaves de ala rotatoria y 2 de ala fija las cuales sirven para las operaciones de rescate y para salvaguardar la soberanía Nacional e insular, y son las siguientes:

- AN-202 (CN235)
- AN-235 (SKA350)
- HN-301 (Bell206)
- HN-305 (Bell206)
- HN-307 (Bell206)
- HN-311 (TH57)
- HN-315 (TH57)
- HN-317 (TH57)
- HN-401 (Bell230)
- HN-403 (Bell203)

2.3 Cadena de suministro de la institución

En la ilustración 2.1 se muestra los procesos que intervienen en la cadena de suministro, entre los cuales participa proveedores, almacén y salidas. La Aviación Naval cuenta con un proveedor, el almacenamiento lo realizan en el mismo reparto en el cual se encuentran las aeronaves y el despacho de los artículos se lo realiza a personal de tripulación u oficiales que requieran los mismos.

Ilustración 2.1 Cadena de suministro de la empresa



Fuente: Aviación Naval de Guayaquil

El Comando de la Aviación Naval (COAVNA) está a cargo de las aeronaves de la Armada del Ecuador, tiene repartos subordinados como el Escuadrón de Mantenimiento (ESCMAN) y la Estación Aeronaval de Guayaquil (ESANGU) es quien se responsabiliza del mantenimiento y de la operación de las aeronaves.

COAVNA se encarga de realizar las adquisiciones de repuestos y accesorios de las aeronaves que posteriormente son entregados mediante un egreso de bodega a las

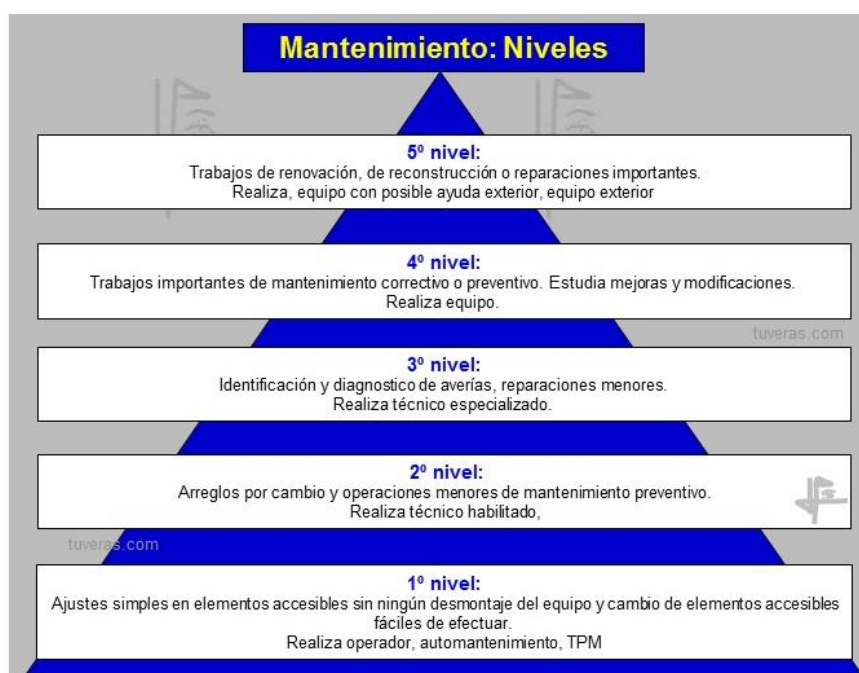
personas que solicitan estos artículos, también se encarga de llevar el control contable del almacén de repuestos.

El Escuadrón de Mantenimiento (ESCMAN), es la Autoridad técnica ya que regula todas las actividades que se requieren para el mantenimiento de las aeronaves y toma decisiones con respecto al material, adquisición de repuestos, accesorios y equipos.

La Estación Aeronaval de Guayaquil (ESANGU), se encarga de verificar el mantenimiento de las aeronaves, equipos, repuestos y accesorios que están a su cargo.

Como indica la ilustración 2.2 niveles de mantenimiento, la estación aeronaval de Guayaquil realiza el mantenimiento nivel 1 y nivel 2 y el Escuadrón de Mantenimiento realiza el mantenimiento nivel 3 (los repuestos que esta estación solicitan son más caros).

Ilustración 2.2 Niveles de Mantenimiento



Fuente: Aviación Naval de Guayaquil

2.4 Actividades logísticas

De acuerdo con Ballou (2004), las empresas desempeñan actividades logísticas y a su vez las clasifica en claves y de apoyo.

Las actividades claves están definidas como las que se encuentran dentro del canal de distribución física inmediata, y son las que más contribuyen al costo total

logístico, son consideradas como esenciales para completar la tarea logística y la coordinación efectiva de la empresa.

Las principales actividades claves son: Servicio al cliente, transporte y manejo de inventarios. Si bien son cierto los costos más relevantes son los de transporte y el mantenimiento de inventario debido a que representan entre el 50% y 66% de los costos totales logísticos.

Las actividades de apoyo son las consideradas como una contribución a la misión de la logística, son consideradas tan importantes como las claves pero en circunstancias particulares de la empresa.

2.5 Actividades claves y de apoyo

A continuación en la tabla 2.1 se muestra una tabla donde se encuentran las actividades claves y de apoyo que se realizan en la institución.

Tabla 2.1 Actividades logísticas

LOGÍSTICA INBOUND		LOGÍSTICA OUTBOUND	
Transporte	X	Transporte	
Mantenimiento de Inventario		Mantenimiento de Inventario	X
Procesamiento de pedidos	X	Procesamiento de pedidos	X
Adquisición	X	Programación de pedidos	
Embalaje protector	X	Embalaje protector	
Almacenamiento		Almacenamiento	X
Manejo de materiales	X	Manejo de materiales	X
Mantenimiento de Información	X	Mantenimiento de Información	X
Programación de suministros			

Fuente: Aviación Naval de Guayaquil

2.6 Detalle de las actividades logísticas

En la Aviación Naval de Guayaquil en lo que se refiere a logística inbound tiene las siguientes actividades:

- 1) Transporte: La mercadería llega a la Aviación Naval depende del tipo de proveedor y si la adquisición es local o es extranjera. Si es extranjera la mercadería llega a la embarcación que la Armada del Ecuador tiene en el puerto de Miami- Estados Unidos y de allí es enviada mediante transporte marítimo si la adquisición consta de

repuestos, si es de un sistema este es enviado mediante transporte aéreo y una vez en la Aduana del Ecuador pasa por los procesos que se manejan en el país esto también depende del tipo de Incoterm acordado.

- 2) Mantenimiento de Inventario: La Aviación Naval se encarga del mantenimiento de su inventario ya que ellos son los responsables del mismo, para lo cual cuentan con bodega acondicionadas para la naturaleza del producto.
- 3) Procesamiento de pedidos: Depende del tipo de proveedor, pero en si el trabajo de la Aviación naval se encuentra detallado en el flujograma en el cual explica cuál es el procesamiento de pedidos para realizar una adquisición.
- 4) Adquisición: Dentro de la subdivisión de Abastecimientos existe adquisición que son los encargados de crear y llevar un control de los procesos de compras que se realicen en el exterior o compra local.
- 5) Embalaje Protector: Este embalaje varía del tipo de mercadería que es adquirida, debido a que algunos artículos necesitan de más cuidado por su valor y uso que se les dará en la Aviación para poder cumplir con la operatividad de las Aeronaves.
- 6) Manejo de Materiales: El manejo de materiales varía dependiendo del tipo de artículo que se vaya a adquirir.
- 7) Mantenimiento de Información: El mantenimiento de información que se maneja en la Aviación naval para poder suministrarse de mercadería es el Servicio Nacional de Contratación Pública (SERCOP) en el cual se debe detallar los requerimientos de los artículos y se acredita al proveedor que cumple con los mismos.

Con respecto a las actividades logística outbound maneja las siguientes:

- 1) Mantenimiento de inventario: En la Aviación Naval se lleva un manejo básico del inventario, los artículos que se almacenan en la bodega de Repuesto y Accesorios no son perecederos por lo que no se necesita de un cuidado tan riguroso.
- 2) Procesamiento de pedidos: Se lleva un procesamiento de pedido que incluyen notas de ingreso y notas de egreso en el cual se registran los movimientos de la bodega de Repuestos y Accesorios. El proceso que se sigue es:
 - a. Requerimiento de los artículos, luego de una inspección en las aeronaves.
 - b. Solicitud de los artículos al comandante de los escuadrones
 - c. Aprobación de la solicitud: debe estar firmada por el comandante del ESANGU o de ESCMAN

- d. Presentar la solicitud al Guardalmacén
 - e. Elaborar la nota de egreso en la que consta cantidad, fecha, descripción y precio del artículo.
 - f. Legalizar la nota de egreso: Debe tener la firma del jefe de Abastecimientos, el guardalmacén que es quien despacha y la persona que recibe los artículos.
 - g. Realizar el despacho de los artículos
 - h. Archivar la nota de egreso
- 3) Almacenamiento: El almacenamiento se lo realiza en el mismo Reparto, en una bodega de aproximadamente 900m2 y en la cual se clasifica los artículos en perchas y su ubicación depende de las 5 subclasificaciones que existen en la Aviación como lo son BELL 206, BELL 230, Varios, Electrónico, Eléctrico. El almacén es un lugar acondicionado a las necesidades el inventario de tal manera que no se presenten bajas en el inventario.
- 4) Mantenimiento de información: La Aviación Naval lleva registros en Excel pero solo están registradas las notas de ingreso y egreso como se observa en la ilustración 2.6-1, no maneja una base de datos o información histórica.

Ilustración 2.3 Notas de egreso

ARMADA DEL ECUADOR					
AVIACION NAVAL					
N O T A D E E G R E S O					
NUMERO	498		FECHA	16 DE OCTUBRE DEL 2014	
BODEGA	PRINCIPAL		REFERENCIA	HN 409 GALAPAGOS	
ESANGU					
ITEM	NUMERO DE PARTE	DESCRIPCION	CANTIDAD	V/UNITARIO	V/TOTAL
1	MS29513-260	PACKING	1	2,7	2,70
2	MS29513-024	PACKING	1	1,61	1,61
				TOTAL	4,31
JEFE DE DPTO.		JEFE DIV. ABASTECIMIENTOS	ENCARGADO DE BODEGA	PERSONA QUE RETIRA	
TNNV-AV OSEGUEDA B.		TNFG-AB CABEZAS J.	S.P. MIGUEL GARCES	SGOS EL CALDERON	
OBSERVACION:ESTE REPUESTO ES PARA ENVIAR A GALAPAGOS PARA INSPECCION DE HN 409 RETIRA SGOS EL					

Fuente: Aviación Naval de Guayaquil

Desde octubre del 2015 se empezó a utilizar un sistema de información llamado sistema de gestión logística según la ilustración 2.6-2 para el manejo de inventarios lo cual permite registrar hoja de pedido, nota de despacho, comprobante de ingreso y comprobante de traspaso.


Ilustración 2.4 Sistema de información



Fuente: Aviación Naval de Guayaquil

- a. Hoja de pedido: Se lo realiza en el módulo de Despacho en el cual se registra mediante el Nato Stock Number (NSN), que es un código asignado por la Dirección General del Material de la Armada del Ecuador (DIGMAT), el cual es único para cada artículo y se hace la solicitud de los artículos que se requieran y se confirma en el sistema si hay stock suficiente para satisfacer la cantidad solicitada.
- b. Nota de despacho: La nota de despacho como se observa en la ilustración 2.6-3 sirve para que se haga el descargo de la cantidad antes solicitada en la hoja de pedido, con esta nota de despacho se puede proceder a realizar la entrega de los artículos solicitados, esto es dependiente del número de la hoja de pedido.

Ilustración 2.5 Nota de despacho

DEST_PANO RPT Usuario: MIGARCES	Fecha: 22/07/2015 Hora: 02:40:23 p.m. Pág.: 1																								
 <p>COMANDO AVIACION NAVAL NOTA DE DESPACHO</p>																									
Nº de Despacho: 2015-4 Bodega: REPUESTOS HELICOPTEROS BELL 20 Fecha de Transacción: 21/07/2015	Referencia: 2015 - PEDI - 7																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Item</th> <th>NSN</th> <th>Nº de Parte</th> <th>Descripción</th> <th>Unid.</th> <th>Cantidad</th> <th>Prec. Uni.</th> <th>Sub Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>6240880200022</td> <td>MS253097512</td> <td>LAMPARAS INCANDESCENTE :: TIPO - BELL430/230 VOLTAJE - S/V</td> <td>Und</td> <td>1.00</td> <td>55.000000</td> <td>55.000000</td> </tr> <tr> <td colspan="7" style="text-align: right;">Total</td> <td>55.000000</td> </tr> </tbody> </table>	Item	NSN	Nº de Parte	Descripción	Unid.	Cantidad	Prec. Uni.	Sub Total	1	6240880200022	MS253097512	LAMPARAS INCANDESCENTE :: TIPO - BELL430/230 VOLTAJE - S/V	Und	1.00	55.000000	55.000000	Total							55.000000	
Item	NSN	Nº de Parte	Descripción	Unid.	Cantidad	Prec. Uni.	Sub Total																		
1	6240880200022	MS253097512	LAMPARAS INCANDESCENTE :: TIPO - BELL430/230 VOLTAJE - S/V	Und	1.00	55.000000	55.000000																		
Total							55.000000																		
Concepto: DESPACHO NO PRESUPUESTARIO DE LA BODEGA 102 - REPUESTOS HELICOPTEROS BELL 206 - COAVNA																									
Son: Cincuenta y Cinco Dolares Con 00/100 Dolares																									
Firma: _____ Nombre: S.P. MIGUEL ANGEL GARCES ESCOBAR Elaborado por	Entregado por																								
Firma: _____ Nombre: ALFG AB KEVIN FERNANDO ZAMBRANO BANCHON Jefe de Sección	M GARCES Recibido por																								

Fuente: Aviación Naval de Guayaquil

- c. Comprobante de ingreso: Esta opción está en el módulo de inventarios, y se la utiliza para registrar los ingresos de repuestos a la aviación naval, en el cual también se usa el NSN y se registra el valor del artículo que está registrado en la factura y el sistema se encarga de llevar el precio promedio que es como se maneja en el sistema. En esta etapa se registra el ingreso en una bodega de recepción que es ficticia y que allí se registrar el inventario hasta que sea clasificada a su bodega de destino dependiendo del tipo de artículo.
- d. Comprobante de traspaso: Este comprobante sirve para la subclasificación del inventario que se maneja en la bodega y también es dependiente del comprobante de ingreso para posteriormente hacer el respectivo traspaso a su bodega de destino.

2.7 Actividades críticas

La actividad en la que se va a enfocar este trabajo es el manejo de inventarios la cual es una de la logística outbound.

2.8 Descripción del problema

La Aviación Naval de Guayaquil, es la encargada de las aeronaves de ala rotatoria que están dicho Reparto tengan una correcta operatividad para que puede cumplir con sus actividades, por lo que debe tener un riguroso control sobre sus inventarios, debido a que si una aeronave no está operativa, la misma no puede desarrollar los labores de rescate y servicio que prestan para los habitantes de Ecuador continental e Insular, lo que a su vez generará un costo muy alto que es la posible pérdida de una vida humana.

Después de realizar los respectivos análisis presentados en el capítulo 5 como el de índice de rotación y clasificación ABC de los artículos existentes en la bodega de Repuestos y Accesorios de la Aviación Naval de Guayaquil, se pudo dar cuenta que de 2686 artículos 2078 no han rotado ocasionando inventario obsoleto, esto es un problema ya que genera costos y sobrevalora el inventario existente

La Aviación Naval en la actualidad no maneja un modelo de inventarios para los artículos existentes, debido a que no se tienen datos históricos de mayor peso en referencia a los años existentes del Reparto, por lo que no se puede llevar un correcto control.

En el reparto no se ha manejado indicadores logísticos que permitan medir su desempeño y que eviten que en los almacenes haya escasez o excedente de stock, lo que genera un problema ya que no existen niveles de inventarios definidos y que en ocasiones no se puede cumplir con la demanda.

El proceso de adquisición de los repuestos en ocasiones genera altos costos, debido a que existe una demanda insatisfecha y procede con la compra de manera urgente para que dicha aeronave que necesita los artículos después de haber pasado por una inspección de acuerdo a las horas de vuelo establecidas pueda continuar en operatividad.

En la Aviación Naval debido a que no se llevaba un sistema de información que permita una correcta gestión de inventarios, existían diferencia entre el saldo contable y el saldo físico, el Guardalmacén encargado de Repuestos y Accesorios no tiene los conocimientos necesarios para la administración de la bodega.

Al desarrollar la base de datos que nos sirva de ayuda para el proyecto, se pudo observar que en los registros que se llevan existía incongruencia en el precio promedio que se maneja para los inventarios; y que esto es consecuencia de no implementar un sistema de información.

CAPÍTULO III

REVISIÓN DE LA LITERATURA

3.1 Introducción

En este capítulo se detalló conceptos aportados por diferentes autores, así como conceptos generales de inventarios, modelos de inventarios y artículos aplicados los cuales nos ayudaran a seleccionar el modelo adecuado el que ayudará a cumplir con los objetivos planteados.

3.2 Conceptos generales

Los conceptos en los cuales se ampliaran son: logística empresarial, inventario, importancia de los inventario; para así tener un mayor conocimiento de los términos que se van a tratar en el desarrollo del trabajo.

3.2.1 Logística empresarial

Ballou (2004), define que la logística es parte del proceso de la cadena de suministro, que incluye actividades como planear, controlar el flujo y almacenamiento desde el punto de origen hasta que estén disponibles para el usuario final con el fin de satisfacer sus requerimientos, la misión de la logística empresarial es tener los bienes o servicios en el lugar correcto, en el momento correcto y en la condición deseada a un menor costo consiguiendo mayor rentabilidad a la empresa, es necesario que toda organización tenga un sistema de logística eficiente, para la correcta planeación, control y almacenamiento de los artículos y así poder lograr ventaja competitiva.

3.2.2 Inventario

Fogarty, Blackstone y Hoffmann (1995) explicaron que el inventario son todos los bienes y materiales que se emplean en el proceso de fabricación y distribución; la materia prima, las partes componentes, los subensambles y los productos terminados forman parte del inventario del mismo modo los abastecimientos que se requieren en el proceso de producción y distribución. Los inventarios requieren de manejo y de espacio para su almacenamiento ya que estos se deterioran, algunas veces se vuelven obsoletos y deben ser asegurados ya que pueden ser robados o se pierden.

3.2.3 Gestión de inventario

Gutiérrez y Vidal (2008, p.3) mencionaron que la cadena de abastecimiento es un aspecto logístico muy complejo en cualquier sector de la economía, esto se debe a que los administradores enfrentan problemas como el alto costo e inversión que requieren los inventarios y también fenómenos como la globalización, apertura de nuevos mercados y el incremento de la diversificación, otro de los problemas más comunes, es la presencia de sobre stock y escasez de los artículos, siempre se tiene más de lo que no se vende o se consume y escasez de lo que si se vende o se consume, aunque la administración del inventario depende de la naturaleza de la empresa es importante ante cualquier problema que los gerentes tengan políticas de inventarios y reglas que puedan equilibrar los costos.

Por otro lado Mora (2010), menciona que es importante emplear un control de inventarios dado que:

- Establece medidas para que las actividades logren cumplir los planes exitosamente.
- Determina y analiza las causas que producen desviaciones.
- Detecta los departamentos responsables de la administración.
- Brinda información sobre el estado del cumplimiento de los planes.
- Permite reducir costos y ahorrar tiempo.

3.2.4 Importancia de los inventarios

Mora (2010), detalló que es importante disponer de los siguientes elementos para poseer inventarios en el almacén, ya que el inventario tiene un papel fundamental que es satisfacer la demanda:

- Cantidad: Disponer la cantidad necesario de artículos.
- Oportunidad: Poseer los artículos en el momento y lugar deseado.
- Calidad: Garantizar la calidad del artículo.
- Precio: Que el articulo tenga el precio más económico.

Para la aplicación del modelo se debe conocer los siguientes conceptos. Chase, Jacobs y Aquilano (2009)

3.2.5 Demanda

Es la cantidad requerida y se clasifica en dos tipos de demanda; demanda independiente es aquella en la que la demanda de varios artículos no está relacionados entre sí. La demanda dependiente es la cual en la que la necesidad de un artículo genera la demanda de otro artículo.

3.2.6 Costo unitario

Es el valor del artículo manejado en el inventario.

3.2.7 Costo de pedido

Estos costos se refieren a los costos administrativos, oficina que se generan al preparar 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.

3.2.8 Costo de mantenimiento

Se refiere a los costos de mantener inventario en existencia como instalación de almacenamiento, seguro, impuestos, daños, depreciación y obsolescencia.

3.2.9 Tiempo de entrega

Es el tiempo de entrega de un pedido, el tiempo en días que se toma en realizar y recibir un pedido.

3.3 Tipos de inventarios

De acuerdo con Fogarty, Blackstone, Hoffmann (1995). La función primordial del inventario es amortiguar y desacoplar, debido que funciona como amortiguador entre las demandas de los clientes y la capacidad de producción del fabricante, entre los materiales que ingresan para una operación y los resultados de la misma.

Por lo cual se tiene una clasificación funcional del inventario en el cual está incluido el inventario por tamaño de lote, el inventario por fluctuación, el inventario por anticipación, el inventario por transportación y de las partes en servicio

3.3.1 Inventario por tamaño de lote

Busca la economía debido a que conduce a comprar o producir una cantidad de artículos que sea suficiente para satisfacer la demanda relativamente estable durante un determinado período de tiempo.

3.3.2 Inventario de fluctuación

A este inventario también se lo conoce como inventario de seguridad, inventario de amortiguamiento o inventario de reserva. Se lo denomina así debido a que existe fluctuación en la demanda y en la oferta; por lo que no se espera que la demanda de esos productos sea predecible.

Este inventario permite que la organización pueda dar servicio a sus clientes cuando la demanda es superior al promedio o cuando el envío por parte de los proveedores necesitan más tiempo del normal.

3.3.3 Inventario por anticipación

Permiten a una organización hacer frente, por adelantado, a una emergencia en la demanda o en una oferta insuficiente, esto ocurre generalmente en cierre por vacaciones, promociones de ventas, períodos altos de ventas. Este inventario genera un costo adicional en el mantenimiento del mismo y para que su compra sea justificada el costo de adquisición debe ser menor que los ahorros esperados.

3.3.4 Partes de servicio

Son considerados los inventarios que se tienen como partes de refacción para el equipo de operaciones, tiene una clasificación funcional de tres razones; la primera es que este tipo de inventarios tiene una demanda muy baja y errática, la segunda es que con frecuencia el costo de no tener dicho inventario resulta muy elevado, y la tercera razón es que el cliente estaría dispuesto a pagar un precio mucho mayor al de fabricar dicha pieza.

Estos inventarios se mantienen por:

- El usuario de un equipo
- El fabricante del equipo
- Fabricante de las partes del servicio
- Una organización en la cual su actividad es ofrecer partes de refacción a otras organizaciones

3.3.5 Inventario de Transportación

También es conocido como inventario en tránsito, son todos los artículos en movimiento desde una etapa a la siguiente. Son los artículos embarcados desde las bodegas donde se encuentran los productos terminados, a los clientes, o también son los productos que se embarca desde una planta a otra de una organización.

Este inventario puede sufrir algún robo, deterioro, daño, desperdicio, deberá pagar seguros, impuestos, costos de manejo.

3.4 Modelos de inventarios

Hillier (2010) y Lieberman (2010) explicaron que para establecer un modelo de inventario es fundamental determinar el tipo de demanda.

Existen dos tipos de demanda: Demanda determinística y demanda probabilística.

3.4.1 Modelos con demanda determinística

Son aquellos en que la demanda de un artículo es conocida durante un determinado período.

3.4.2 Modelo con demanda probabilística

Son aquellos en que la demanda de un artículo es incierta y variable en un determinado período de tiempo.

3.5 Modelo con demanda determinística

Se presentará el modelo de cantidad económica de pedido, en el cual se ampliara más el concepto.

3.5.1 Cantidad económica de pedido

Es un modelo que sirve para hallar la cantidad económica de pedido (CEP), el objetivo es que la cantidad a pedir (Q^*) minimice los costos de adquisición y de manejo, es utilizado cuando la demanda se conoce con certeza. Ballou (1991).

El modelo de cantidad económica de pedido establece el punto de reorden en el que se hará un pedido (PRO) y también el tamaño de este (Q).

Se adquiere un pedido de tamaño Q cuando el inventario disponible llega al punto de reorden, es decir cuando la posición del inventario baje a 30 se hace un pedido de 45 unidades más; este modelo inicia un pedido cuando ocurre el evento de llegar a un nivel específico en el que es necesario volver hacer un pedido, puede presentarse en cualquier momento, dependiendo de la demanda de las piezas consideradas. Es importante vigilar continuamente el inventario restante y cada vez que se haga un retiro al inventario se actualice los registros para conocer si se ha llegado al punto q es necesario volver a pedir. Chase, Jacobs y Aquilano (2009).

3.6 Modelos con demanda probabilística

Para este tipo de modelos en el cual su demanda es impredecible y variable se ampliaran los conceptos en: Cantidad económica de pedido con demanda incierta, se detalla también si la revisión es periódica o continúa.

3.6.1 Cantidad económica de pedido con demanda incierta

En este modelo se tiene el supuesto de que existe un nivel de demanda incierto no se conoce con certeza pero se conoce o se puede estimar la distribución de la demanda.

Cuando el inventario se reduce hasta el punto en el que su nivel es igual o menor que una cantidad específica llamada el punto de reorden, se coloca una cantidad

económica de pedido en el punto de suministro para reponer el inventario. (Ballou, 2004, p.349).

3.6.2 Sistema de revisión continua

El sistema de revisión continua monitorea en forma continua el nivel del inventario y hace un pedido nuevo cuando las existencias alcanzan un punto determinado (PRO), dado que esta cantidad es fija el tiempo entre los pedidos variará de acuerdo a la variabilidad de la demanda.

El riesgo de tener faltantes se da durante el tiempo de entrega del reabastecimiento, entre el momento que se hace un pedido y su recepción, el sistema queda en peligro de que exista faltantes durante el tiempo de entrega, es posible que exista una gran variedad de demandas. Chase, Jacobs y Aquilano (2009).

3.6.3 Sistema de revisión periódica

El sistema de revisión periódica revisa el inventario a intervalos fijos como cada semana o cada mes, sólo se inspecciona en el momento específico de la revisión; es probable que el inventario se termine durante el periodo de revisión y el tiempo de entrega.

El inventario de seguridad debe ofrecer una protección contra las existencias agotadas en el periodo de revisión, así como durante el tiempo de entrega desde el momento en que se realiza el pedido hasta que se recibe; es importante contar con un nivel más alto de inventario de seguridad que en el sistema de revisión continua. Chase, Jacobs y Aquilano (2009).

3.7 Revisión de modelos de inventario

1. International Conference on Industrial Engineering and Operations Management (2012). An Optimal Inventory Control Planning for an Indian Industry analizó una el control de Inventario para una Industria de la India, el propósito de este estudio, es investigar la eficacia y entender las practicas existentes, los problemas, y las expectativas en la aplicación de una Gestión de Inventarios en una organización de la industria India. Se utiliza el análisis ABC en el cual los ítems son clasificados como rápida rotación, baja rotación y los que no tienen rotación, también se utiliza el modelo de Cantidad Económica de Pedido se aplica bajo diferentes supuestos tales como demanda constante, el lead time es constante , para el cual se realiza un balance de los costos de mantenimiento del inventario y los costos de adquirir el inventario para saber la cantidad que se debe ordenar, la Organización debe reducir los gastos

operativos y los costos de suministro ya que son elementos esenciales para reducir los costos en la organización y para ellos los Proveedores son los mejores aliados. El estudio realizado sugiere que se maneja una buena base de datos que provee información del stock existente, análisis, localización del ítem, histórico de los proveedores y que determine la cantidad economía del pedido. La organización debe implementar una política de ordenar con las especificaciones de los ítems. La organización puede mejorar su gestión implementando un modelo para determinar la cantidad óptima de pedido y el stock de seguridad. Se debe implementar una política en la cual los managers deben ser profesionales y estar la persona correcta en el puesto de trabajo correcto. Por último se debe identificar los ítems que son usados dentro de 3 meses luego de su recepción lo que permitirá bloquear el capital en los inventarios no deseados.

2. Quesada, H. (2010).Lean Inventory Management in the Wood Products Industry: Examples and Applications analizó la gestión de inventarios en la industria de productos de madera para tratar de mantener la cantidad correcta de inventario de productos de madera ya que grandes cantidades de inventario se apilan en el sistema y esta acumulación podría ser dañino dado que añade costos al producto final y su plazos de entrega pueden ser cada vez más largos y los clientes tendrán que esperar más tiempo por sus productos.

Se utiliza el modelo de inventarios EOQ para determinar la cantidad optima de pedido y los costos totales para artículos con demanda determinística bajo el supuesto que la demanda es constante, el tiempo de entrega es conocida y constante, las ordenes son despachadas y reaprovisionadas instantáneamente, no existe inventario en tránsito y el costo unitario es independiente de la cantidad y el tiempo ordenado y para artículos con demanda probabilística bajo el supuesto que la demanda es aleatoria y existe un costo asociado de pedir mucho o muy poco, se utilizan tres componentes para determinar el costo total los cuales son: costo del producto, el costo de mantenimiento del inventario y el costo de ordenar un pedido.

El modelo EOQ que se aplica para cada caso que se menciona en el paper se trabaja de igual manera pero con una variación en el cual la empresa que tiene demanda probabilística se realiza un cambio en la fórmula de punto de reorden aplicando la variabilidad de la demanda.

El modelo EOQ se puede aplicar bajo los supuestos mencionados, al utilizar este modelo existe oportunidad de un mejor manejo de inventario, conocer cuánto ordenar y cuáles son sus costos.

Las empresas antes de escoger un modelo de inventario debe establecer el tipo de demanda que manejan.

3. Balaji, K., & Senthil, V. (2013). Effects of Slow Moving Inventory in Industries: Insights of Other Researchers, analizó un estudio sobre los efectos de inventarios de poco movimiento en las industrias para seleccionar un método de control de inventario eficaz para reducir los inventarios con poca rotación y así mejorar el servicio al cliente, reducir producción y costos de mantener inventario.

El método de cantidad económica de pedido es la teoría más conocida, pero en este caso la demanda de estos artículos es aleatoria y se utiliza la distribución probabilística, seleccionaron el método de cálculo de punto de reorden en el cual la demanda y el tiempo de entrega es estocástica.

Los investigadores llegaron a la conclusión que la distribución estocástica es la más adecuada para modelar la tasa de demanda de los ítems que tienen una baja rotación ya que presenta variabilidad en su demanda.

Este estudio solo puede ser aplicado para los ítems de baja rotación.

Existe oportunidad de reducción de costos, debido a que existirá una mejor gestión para los ítems de baja rotación ya que se podrá conocer una cantidad, punto de reorden adecuado y evitar el sobre stock y así evitar que se infle el valor del almacén con productos que no rotan.

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.1 Introducción

En este capítulo se definirá el tipo de investigación, tipo de estudio del proyecto, es importante recalcar que la metodología es la ciencia que nos enseña a dirigir determinado proceso de manera eficiente y eficaz para alcanzar los resultados deseados y tiene como objetivo darnos la estrategia a seguir en el proceso. Iglesias (2004) y Cortés (2004)

4.2 Descripción del tipo de investigación a emplear

Iglesias (2004) y Cortés (2004) explican que el tipo de investigación empleada tendrá un enfoque cuantitativo debido a que se van a incluir mediciones numéricas, se hará recolección de datos y se analizan para encontrar respuestas a las preguntas antes planteadas.

Para realizar el estudio de seleccionar un modelo de inventario para la Aviación Naval se plantea la idea de la investigación, se formulan los objetivos, las preguntas de la investigación, las variables. Este enfoque se usa para los procesos cuantificables.

Para Danhke (1989) citado por Iglesias y Cortés (2004, p. 20), existe 4 tipos de estudios los cuales son: exploratorios, descriptivos, correlacionales, y explicativos.

Para el caso de esta investigación el tipo de estudio será descriptivo debido a que se busca especificar las características y propiedades del fenómeno que se someta a un análisis; y también será correlacional porque se busca medir el grado de relación entre dos o más categorías, variables o conceptos, en la cual el objetivo es conocer el comportamiento de una variable tomando en cuenta cómo actúan las otras variables.

Se recolecta datos para describir hechos o situaciones y se efectúan mediciones sobre estos datos. También se busca especificar propiedades, características y rasgos importantes del fenómeno que se analice.

El objetivo de aplicar un modelo de inventarios es llevar una correcta administración del mismo, para lo cual se aplicará el de cantidad económica de pedido con demanda incierta y sirve para saber cuánto pedir y cuando pedir.

En este proyecto el tipo de fuentes de investigación usadas son:

Fuente primaria: Datos recolectados de la empresa Aviación Naval de Guayaquil como demanda, características, tipo de administración del inventario que se maneja actualmente.

Fuente secundaria: Para proceder con la investigación se obtuvo información de libros, entrevistas, papers.

4.3 Pasos para desarrollar la metodología

Los pasos para definir y resolver el problema son:

- 1) Recolección de datos: Se procede a realizar la recolección de datos que fueron facilitados por la empresa en la que constan los artículos que se manejan en el almacén de repuestos y accesorios, el precio unitario, la demanda de los productos desde enero del 2012 hasta diciembre del 2015.
- 2) Clasificación por índice de rotación: De los 2686 artículos existentes en el almacén de repuestos y accesorios; para tener un mayor enfoque y poder trabajar con los artículos que más requeridos en el reparto se realizará una clasificación de los repuestos que tenían un índice de rotación mayor a 1 y estos serán tomados como la primera base de datos para el trabajo.
- 3) Modelo ABC: Se elaborará este análisis para clasificar los productos que representan una mayor incidencia económica dentro del almacén de repuestos y accesorios y para saber sobre que artículos se deben enfocar un mayor control.
- 4) Segunda clasificación ABC: Para encaminar el estudio en los artículos que representan una mayor incidencia económica al reparto, se procederá a realizar un segundo análisis y así escoger los productos situados en la categoría A de la primera clasificación con los cuales se deberá tener una mejor administración en dicho inventario.
- 5) Análisis de la demanda: Se procederá a realizar una prueba de normalidad realizada en el programa estadístico SPSS, para comprobar que los artículos tiene un comportamiento normal en su demanda para lo cual debe cumplir con los supuesto de que se acepta la hipótesis nula la cual afirma que los datos tienen una distribución normal, y que tengan un nivel de significancia mayor a 0.5. Se analizará la tendencia de los artículos pertenecientes a la categoría A.
- 6) Proyecciones: Los pronósticos se efectuarán en el programa SPSS y se realizará un pronóstico mensual para el año 2016 para cada artículo referente a la categoría A.

- 7) Selección del modelo: Se procede a elegir el que más se ajuste a los requerimientos y actividades de la empresa basándose en paperas que nos sugieran un tipo de modelo correcto que ayude a mejorar la administración de inventarios.
- 8) Definición de variables: De acuerdo al modelo elegido se definen el tipo de variables que se van a necesitar para su respectiva aplicación y para poder realizar los cálculos necesarios que permitan tomar decisiones.
- 9) Ejecución del modelo: Una vez obtenido todos los datos se procede a correr el modelo antes escogido para lo cual se utilizara la herramienta del software logware.
- 10) Presentación de los resultados: Con los resultados que nos brinda la ejecución del modelo se puede determinar ¿Cuánto pedir? y ¿Cuándo pedir? que es uno de los problemas que tiene la Aviación Naval de Guayaquil.
- 11) Análisis de los resultados: Se realizará un cuadro comparativo de costos del año 2015 sin la aplicación de un modelo de inventarios versus el año 2016 en el cual se aplique el modelo de revisión periódica para determinar si existe ahorro y si es factible aplicar dicho modelo.

4.4 Selección del modelo de inventario.

Wayne (2005) indica que para determinar la variabilidad de la demanda y justificar su modelo se debe utilizar un indicador estadístico como el coeficiente de variación que permite identificar si se debe utilizar un modelo determinístico o probabilístico para la gestión del inventario bajo los siguientes supuestos:

- Si el $C_v < 0.2$, la demanda es regular, se utiliza un modelo determinístico.
- Si el $C_v > 0.2$, la demanda es irregular, se utiliza un modelo probabilístico.

$$\text{Coeficiente de variación} = \frac{\text{Desviación estandar}}{\text{Demanda promedio}} \quad (4.1)$$

4.5 Descripción del modelo

El sistema de revisión periódica se cuenta el inventario en un periodo fijo de revisión, se sugiere realizar pedido de varios artículos para ahorrar costos en transportación. Es necesario tener un nivel alto de inventario de seguridad que de un sistema de cantidad de pedido fijo ya que se puede presentar una demanda alta que hace que el inventario llegue a cero antes de la siguiente revisión, este inventario de seguridad debe brindar protección contra las existencias agotadas en el mismo periodo de revisión

así como durante el tiempo de entrega desde el momento que se realiza el pedido hasta que este se recibe. Chase, Jacobs y Aquilano (2009).

Según Morales (2012) los objetivos de la aplicación de un modelo de inventarios son:

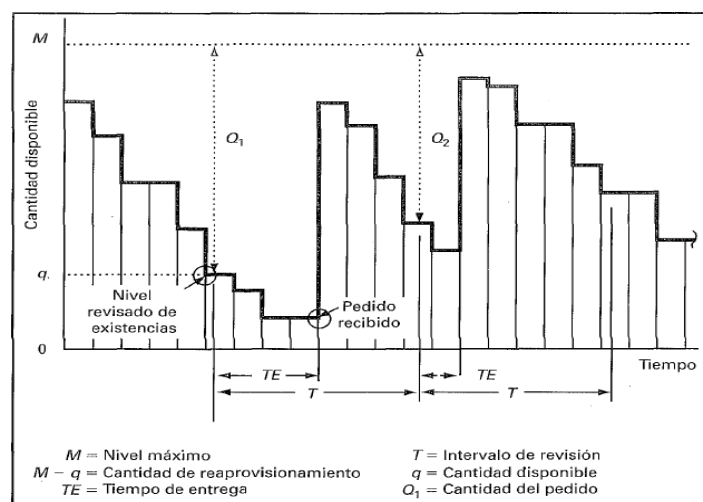
1. Minimizar los costos y riesgos de tener inventarios.
2. Minimizar costos y riesgos de adquirir inventarios.
3. Maximizar el rendimiento sobre la inversión.
4. Optimizar el nivel de producción.
5. Coordinación entre producción y compras.
6. Coordinación entre producción y ventas.

Supuestos del modelo

1. La demanda es incierta
2. No existe incertidumbre en el tiempo de entrega
3. Artículos independientes
4. No existen restricciones con respecto al tamaño del pedido
5. Los costos pertinentes son los de ordenar y de tenencia del inventario.

La ilustración 4.1 presenta como opera el sistema de revisión periódica, el nivel de inventario para un artículo es revisado a intervalos establecidos (T). El tamaño del pedido es la diferencia entre una cantidad máxima (M) y la cantidad disponible en el momento de la revisión. El inventario se controla estableciendo T^* y M^* .

Ilustración 4.1 Modelo de revisión periódica



Fuente: Ballou, Administración de la cadena de suministro.

Los elementos que intervienen para evaluar el costo total del inventario en este caso son:

$$\begin{aligned} \text{Costo Total} &= \text{Costo de pedido} + \text{Costo de tenencia anual} \\ &\quad + \text{costo de mantener stock se seguridad} \end{aligned}$$

$$CT = \frac{D}{Q}S + \frac{Q}{2}IC + IC(Zs'd) \quad (4.2)$$

Costos asociados al modelo

- **Costo de pedido anual**

Se refiere a los costos administrativos, costos de oficina que son generados al realizar una orden de pedido o de compra. Donde (D/Q) son los pedidos que se adquieren anualmente multiplicado por S, que es el costo de pedido o adquisición.

$$\text{Costo de pedido anual} = \frac{D}{Q}S \quad (4.3)$$

D: Demanda anual

Q: Cantidad del pedido

S: Costo de preparación de pedido anual

- **Costo de tenencia anual**

Son los costos generados por la tenencia del inventario en el almacén. Donde (I) multiplicado por (C) es igual al costo de tenencia de una unidad en inventario por un año y esto multiplicado por (Q/2) el inventario promedio da el costo total de manejo por un año.

$$\text{Costo de tenencia anual} = \frac{ICQ}{2} \quad (4.4)$$

I: Costo de manejo anual

C: Costo del artículo

Q/2: Inventario promedio

- **Costo del inventario de seguridad**

Se define como el inventario extra que se debe mantener para cualquier eventualidad que se presente en el almacén; este inventario sirve para reducir las incertidumbres presentadas entre la oferta y la demanda.

$$\text{Costo de inventario de seguridad} = IC(Zs'd) \quad (4.5)$$

I: Costo de manejo anual

C: Costo del artículo

Z(s'd): Stock de seguridad

- **Cantidad económica de pedido (Q*)**

El modelo de cantidad económica de pedido con demanda incierta nos permitirá conocer lo siguiente:

- La cantidad que se pedirá
- El costo anual de pedido
- El costo anual de tenencia del inventario
- El número de pedidos que se deberá realizar al año
- El tiempo que existe entre la colocar un pedido hasta que es recibido.
- El período de consumo

Este modelo se inicia con el análisis del costo total, desde el cual se parte para encontrar la cantidad óptima de pedido (Q).

$$CT = DC + \frac{D}{Q}S + \frac{ICQ}{2}$$

$$\frac{dTC}{dQ} = 0 + \left(-\frac{DS}{Q^2}\right) + \frac{I}{2} = 0$$

$$Q^* = \sqrt{\left(\frac{2DS}{IC}\right)} \quad (4.6)$$

- **Número de pedidos**

Una vez que se conoce la cantidad económica de pedido se puede determinar el número de pedidos.

$$N = \frac{D}{Q^*} \quad (4.7)$$

- **Intervalo de revisión**

Es importante determinar el tiempo entre pedido una vez que se conoce el número de pedidos.

$$T^* = \frac{Q^*}{D} \quad (4.8)$$

- **Stock máximo**

El punto de nivel máximo es el punto donde la probabilidad de que se ocasione falta de existencias durante el periodo de seguridad es igual al área bajo la curva de distribución normal. Ballou (2004).

$$M^* = d(T^* + LT) + Z(s'd) \quad (4.9)$$

Donde:

d: tasa promedio de la demanda diaria

- **Desviación estándar durante el tiempo de entrega**

$$S'd = sd\sqrt{T^* + LT} \quad (4.10)$$

Donde:

Sd: Error estándar de pronóstico

La tasa de demanda (d) y el tiempo de entrega promedio (TE) deben ser expresados en la misma unidad de tiempo.

Variables del modelo

Tabla 4.1 Variables del modelo de revisión de periódica

SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
D	Demanda	Unidades
Q*	Cantidad del pedido	Unidades
S	Costo de adquisición	Dólares
I	Tasa de mantenimiento de inventario	Porcentaje
C	Costo unitario del artículo	Dólares
N	Número de pedidos	Unidades
T*	Tiempo óptimo entre pedidos	Meses
M*	Stock Máximo	Unidades
d	Demanda promedio	Unidades
LT	Tiempo de entrega	Meses
Z	Nivel de Servicio	Porcentaje
S'd	Desviación estándar distribución	Unidades
Sd	Error estándar del pronóstico	Unidades
Z(S'd)	Stock de seguridad	Unidades
q	Cantidad de reaprovisionamiento	Unidades

Fuente: Ballou, Administración de la cadena de suministro

4.5 Herramienta empleada para el Cálculo de las variables.

Para desarrollar el modelo de inventario que se va a emplear en nuestro proyecto se utilizará SPSS (Statistical Product and Service Solutions) debido a que es un programa que tiene módulos que permite analizar los problemas que se presentan como lo son el comportamiento de la demanda, que exista escasez o sobre stock en determinados inventarios.

Las características de SPSS son:

- Trabaja con grandes base de datos.
- Permite manejar varias variables.
- Consiste en un módulo base y módulos anexos
- Es de fácil interpretación.

CAPÍTULO V

COLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

5.1 Introducción

En este capítulo se colecta datos de rotación de los repuestos y accesorios de las aeronaves, se realiza una clasificación ABC de los artículos y se colecta los datos históricos de la demanda desde enero del 2012 hasta diciembre del 2015 de la clasificación A, posteriormente se desarrolla una prueba de normalidad, análisis demanda y pronóstico para el año 2016 para los 4 artículos de clasificación A, se utiliza el programa SPSS para desarrollar los análisis.

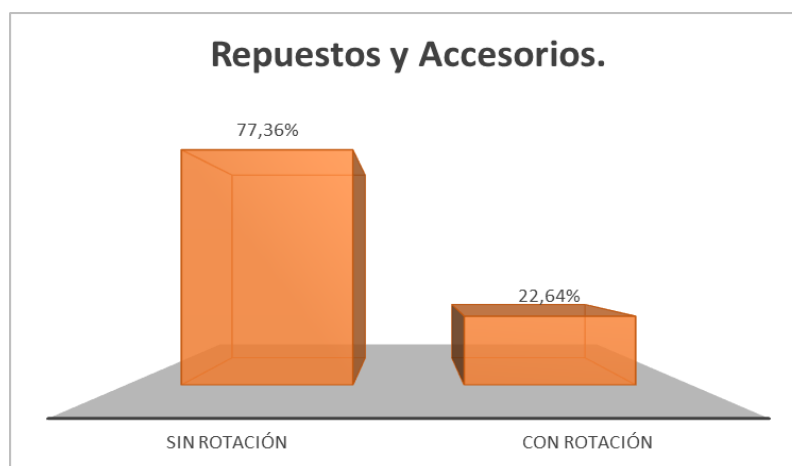
5.2 Colección de datos

5.2.1 Rotación de Repuestos

Después de obtener un análisis de rotación de los artículos existentes en la bodega de Repuestos y Accesorios, cual se obtuvo los siguientes resultados.

En la ilustración 5.1 se presenta un total de 2686 artículos, un total de 2078 no han tenido rotación desde enero del 2012, hasta mayo del 2015, por lo que se lo considera inventario obsoleto, lo que genera costos y sobrevalora el inventario existente en bodega con respecto a los artículos que si tienen utilidad para la correcta operatividad de las aeronaves del Reparto.

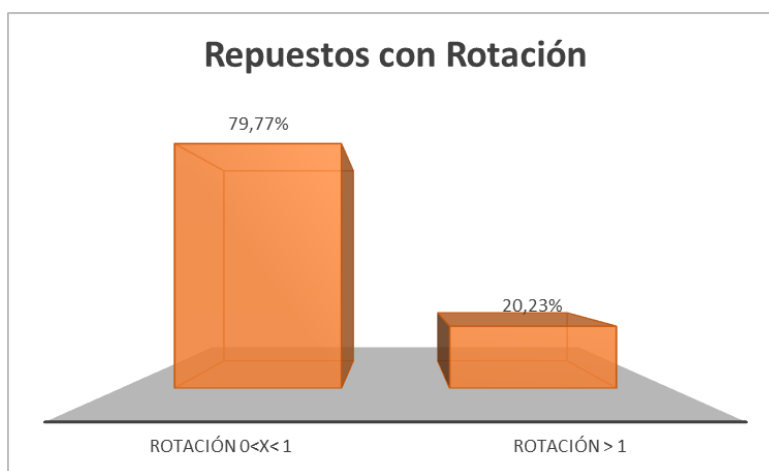
Ilustración 5.1 Rotación de repuestos



Fuente: Aviación Naval de Guayaquil

Posteriormente se realiza el análisis de los artículos que tienen rotación, para conocer el comportamiento de su rotación con respecto a la cantidad existente. En la ilustración 5.2 se determina que de los 608 artículos que tienen una rotación mayor a cero; existen artículos que su rotación es baja y que se tiene un sobre stock en la bodega lo que a su vez representa costos, como los de almacenamiento, de inventario y que sobrevalora al almacén de Repuestos.

Ilustración 5.2 Repuestos con rotación



Fuente: Aviación Naval de Guayaquil

Este análisis permite, clasificar el inventario para el posterior análisis ABC y enfocar el estudio en los artículos de mayor valor económico.

5.3 Clasificación ABC

Guerrero (2009) explica que el sistema de clasificación ABC es un sistema que consiste en clasificar los artículos en tres categorías A, B y C de acuerdo a su valor económico con el propósito de que se tenga mayor atención a los artículos más importantes y así disminuir tiempos de control y costos de manejo de los artículos, con este método se logra obtener ahorros en los costos totales y una mejor rotación de inventarios

Los artículos tipo A son aquellos que tienen mayor importancia debido a su alto costo e inversión en el inventario y por lo tanto necesitan mayor control.

Los artículos tipo B son aquellos que requieren menor control ya que tienen menor costo y menor importancia.

Los artículos tipo C son aquellos que necesitan poca supervisión porque tienen muy poca importancia dado que tienen un bajo costo e inversión.

Para el desarrollo del análisis ABC, se utiliza los artículos existentes en la bodega de Repuestos y Accesorios, el cual cuenta con aproximadamente 2686 artículos clasificados en Bell 206, Bell 230, repuestos eléctricos, electrónicos y varios que representan el tipo de aeronaves para los cuales son usados los repuestos o el tipo de utilización que se les dará.

El índice de rotación óptimo depende del tipo de empresa; No existe una meta mágica de índice de rotación para todas las organizaciones en todos los periodos de actividad. Una empresa que maneje inventario obsoleto que a su vez genera un costo, tendrá un índice de rotación que subestima el desempeño de la administración del inventario. Fogarty, Blackstone y Hoffmann (1995).

Para realizar la clasificación ABC se multiplica la demanda (D) de los artículos desde abril del 2014 hasta diciembre del 2014, por el valor unitario del artículo (C), después se calculan el total de las ventas que resulta de multiplicar ($D \times C$) y se ordena de forma ascendente con la finalidad de tener mayor atención a los artículos de relevancia económica.

De acuerdo al análisis de rotación facilitado del almacén de repuestos y accesorios, tiene aproximadamente 2686 artículos que son usados para las aeronaves existentes en dicho reparto de los cuales 608 rotan esto quiere decir que si han tenido demanda durante el periodo de tiempo en el cual se está analizando dicho índice, para trabajar se escogieron los que tenían una rotación mayor a 1 quedándose con un total de 107.

En el anexo 1 se muestra los artículos de clasificación A con un total de 21 artículos, son los artículos que requieren mayor control.

En el anexo 2 se muestra los artículos de clasificación B con un total de 32 artículos, estos requieren menor control debido a que tienen un menor costo.

En el anexo 3 se muestra los artículos de clasificación C con un total de 54 artículos, estos artículos requieren poca supervisión debido a su bajo costo.

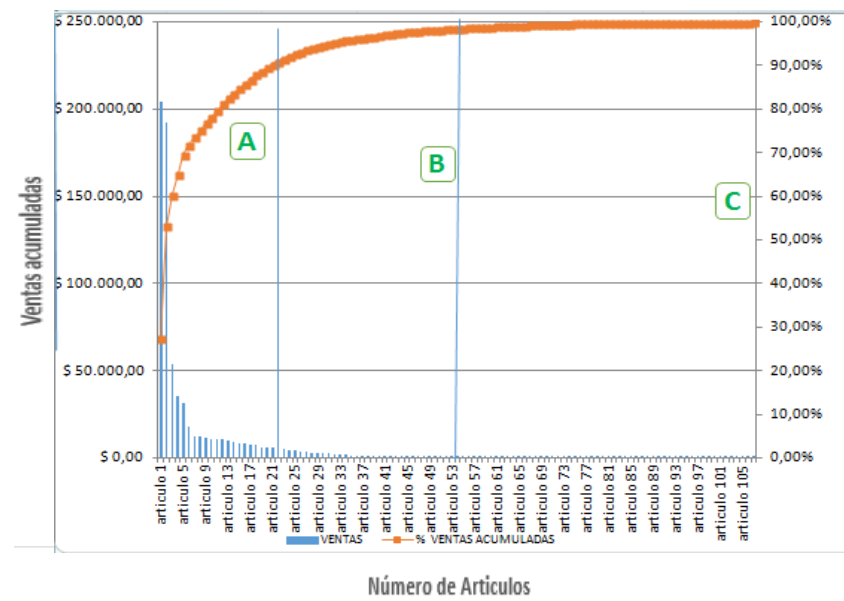
En la tabla 5.1 se puede observar la participación en dólares de los 107 artículos con los que se empezó a hacer el análisis para la selección del modelo de inventarios.

Tabla 5.1 Participación en ventas de los artículos ABC

ABC	Total	Participación en ventas	Porcentaje en ventas
A	21	\$ 670.926,53	90,3%
B	32	\$ 61.196,86	8,2%
C	54	\$ 10.815,74	1,5%
Total	107	\$ 742.939,13	100%

Fuente: Aviación Naval de Guayaquil

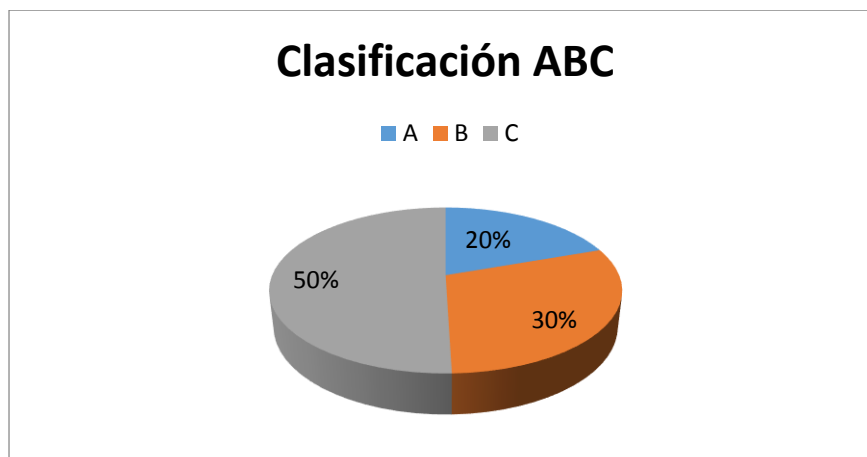
En la ilustración 5.3 se presenta la Curva 80-20 realizada para los 107 artículos con los cuales se iba trabajar inicialmente, en la cual se puede observar que el 19,63% de los artículos representan el 90,3% de las ventas que son los pertenecientes a la categoría A.

Ilustración 5.3 Diagrama de Pareto

Fuente: Aviación Naval de Guayaquil

En la ilustración 5.4 se muestra la participación de los artículos A, B y C con un 20%, 30% y 50% respectivamente.

Ilustración 5.4 Participación de los artículos



Fuente: Aviación Naval de Guayaquil

Para un mejor enfoque se realizó un nuevo análisis ABC con relación a los productos de categoría A de los 21 ítems quedando con 4 artículos en la nueva clasificación A, 6 en la categoría B y 11 en la categoría C como se presenta en la tabla 5.2.

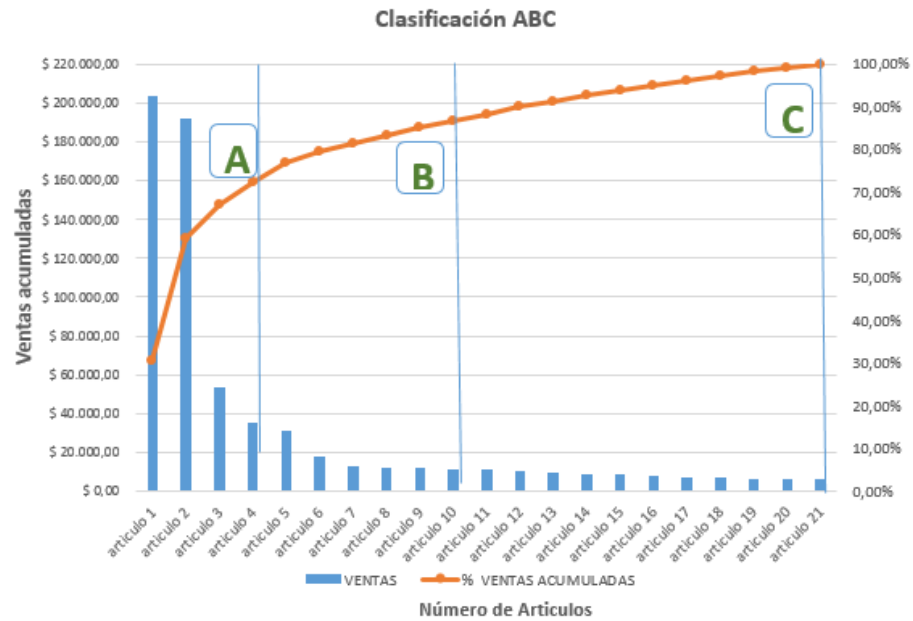
Tabla 5.2 Segunda clasificación ABC

Art. No.	Descripción	Cant. (D)	Costo (c.)	Ventas (D*c)	% Ventas	% Ventas acumuladas	% Artículos acumulados	Categoría
1	AMPLIFICADOR-REGULADOR	37	\$ 5.510,00	\$ 203.870,00	30,3863%	30,39%	4,76%	A
2	BOMBA DE INYECCION, COMBUSTIBLE	27	\$ 7.111,44	\$ 192.008,88	28,6185%	59,00%	9,52%	A
3	ACCESORIOS DE AERONAVES; TIPO: COLLET	28	\$ 1.907,33	\$ 53.405,24	7,9599%	66,96%	14,29%	A
4	ACCESORIOS DE AERONAVES; TIPO : DUCT ASSY RH	39	\$ 900,00	\$ 35.100,00	5,2316%	72,20%	19,05%	A
5	VALVULA DE BOLA; MATERIAL: ACERO	35	\$ 900,00	\$ 31.500,00	4,6950%	76,89%	23,81%	B
6	INTERRUPTOR TIPO : FK2000-443	30	\$ 607,49	\$ 18.224,70	2,7163%	79,61%	28,57%	B
7	MICROFONO DINAMICO ELECTRONICO	84	\$ 150,00	\$ 12.600,00	1,8780%	81,49%	33,33%	B
8	ACCESORIOS DE AERONAVES	45	\$ 275,52	\$ 12.398,40	1,8480%	83,33%	38,10%	B
9	ANTENA; MODELO : DIPLEXER	50	\$ 233,65	\$ 11.682,50	1,7412%	85,07%	42,86%	B
10	TUERCA HEXAGONAL DE ACERO	130	\$ 84,00	\$ 10.920,00	1,6276%	86,70%	47,62%	B
11	CONECTOR MACHO ELECTRICO DE COBRE	181	\$ 60,00	\$ 10.860,00	1,6187%	88,32%	52,38%	C
12	ACCESORIOS DE AERONAVES; TIPO: LATCH 157	98	\$ 110,00	\$ 10.780,00	1,6067%	89,93%	57,14%	C
13	ENCHUFE, DESCONEXION RAPIDA DE ACERO	160	\$ 60,63	\$ 9.700,80	1,4459%	91,37%	61,90%	C
14	INTERRUPTOR GRATORIO ELECTRONICO	82	\$ 110,00	\$ 9.020,00	1,3444%	92,72%	66,67%	C
15	RETEN, JUNTA ACEITE DE CAUCHO	48	\$ 173,33	\$ 8.320,00	1,2401%	93,96%	71,43%	C
16	SOPORTE, COMPONENTE ESTRUCTURAL, AERONAVE DE ACERO	39	\$ 204,00	\$ 7.956,00	1,1858%	95,14%	76,19%	C
17	TEMPORIZADOR AUTOMATICO ELECTRONICO	37	\$ 200,00	\$ 7.400,00	1,1030%	96,25%	80,95%	C
18	TUBO EQUIPADO METALICO DE ACERO	135	\$ 54,42	\$ 7.346,70	1,0950%	97,34%	85,71%	C
19	ACCESORIOS ELECTRONICOS, CAJA DE MANEJO DE AUDIO CONTROL	15	\$ 400,00	\$ 6.000,00	0,8943%	98,24%	90,48%	C
20	PERNO DE SEGURIDAD MECANICO DE ACERO	100	\$ 60,00	\$ 6.000,00	0,8943%	99,13%	95,24%	C
21	PERNO DE SEGURIDAD BELL 206 DE ACERO	167	\$ 34,93	\$ 5.833,31	0,8694%	100,00%	100,00%	C

Fuente: Aviación Naval de Guayaquil

En la ilustración 5.5 se presenta la Curva 80-20 realizada para los 21 artículos, en la cual se puede observar que el 19,05% de los artículos representan el 72,20% de las ventas que son los pertenecientes a la categoría A, lo que indica que estos artículos necesitan un 100% de control.

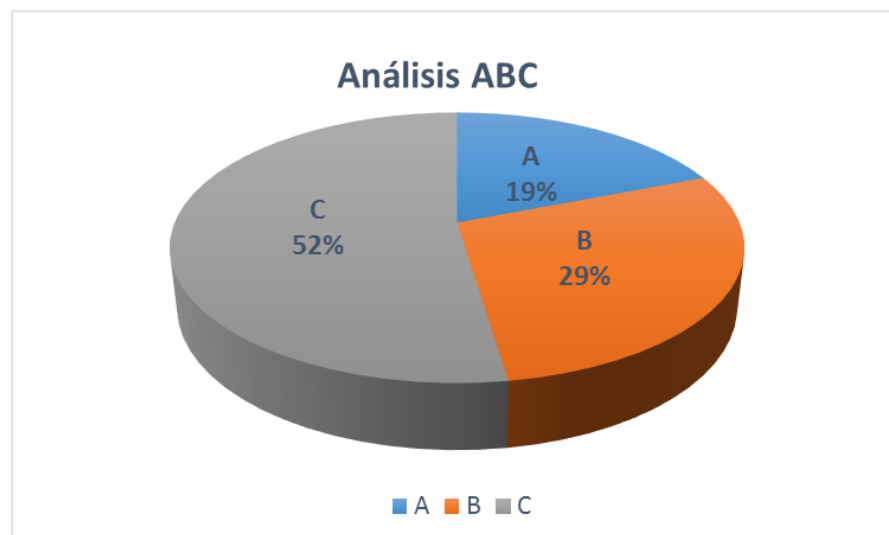
Ilustración 5.5 Segundo diagrama de pareto



Fuente: Aviación Naval de Guayaquil

En la ilustración 5.6 se muestra la participación de los artículos, la clasificación ABC de los 21 artículos, la categoría A, B, C representan 19,05%, 28,57%, 52,38% respectivamente del total de artículos.

Ilustración 5.6 Segunda participación de los artículos



Fuente: Aviación Naval de Guayaquil

5.4 Análisis de la demanda

Después de seleccionar los artículos con mayor incidencia económica como son los artículos A, en el anexo 4 se muestra la demanda histórica desde el año 2012 hasta el 2015, con el cual se utilizará para posteriores análisis.

También se llevó a cabo un análisis en SPSS para identificar el tipo de demanda, tendencia y para realizar un pronóstico de la demanda que se presentará en el 2016.

Para realizar el análisis de inventarios de la Aviación Naval de Guayaquil se tomó la demanda mensual desde el año 2012 hasta el año 2015 de los repuestos de clasificación A.

Para este análisis se seleccionan los artículos de la categoría A que presenta la Aviación Naval para determinar el comportamiento de la demanda con observaciones mensuales desde enero del 2012 hasta Diciembre del 2015, un total de 48 observaciones para cada artículo.

Coefficiente de variación

De acuerdo al análisis de coeficiente de variación calculado y presentado en el *anexo 5* para determinar el tipo de modelo que se debe utilizar, se llegó a la conclusión que para este trabajo se debe utilizar un modelo probabilístico, debido a que el coeficiente de variación es mayor a 0.20.

Se lo conoce como demanda probabilística cuando es impredecible en un determinado periodo, lo que representa también que el inventario se quede sin stock debido a que no se puede determinar la cantidad exacta de la futura demanda.

La tarea de administrar este tipo de inventarios es que se debe balancear los costos de existencia adicional y el riesgo de que existan faltantes. (Morales, 2012).

Existen dos modelos de inventarios probabilísticos de acuerdo a la revisión literaria como modelo de revisión continua y periódica.

El modelo que se propone a la Aviación Naval de Guayaquil para que se lleve una correcta administración de los inventarios existentes en dicho reparto es el modelo de revisión periódica con demanda incierta ya que pueden ordenarse varios artículos de manera conjunta en una fecha establecida y debido a esto se puede tener ahorros significativos en la transportación.

Prueba de normalidad de la demanda

Para conocer si la demanda de los artículos presenta una distribución normal se utiliza el Test de Kolmogorov-Smirnov (K-S) de SPSS.

Para este test se presentan las siguientes hipótesis

Hipótesis nula H0: Los datos presentan una distribución normal

Hipótesis alternativa H1: Los datos no presentan una distribución normal

Si el nivel de significancia de las variables es mayor a 0,05 no se rechaza la hipótesis nula.

Si el nivel de significancia de las variables es mayor a 0,05 se rechaza la hipótesis nula.

Dado que el nivel de significancia de los cuatro artículos es mayor a 0,5 según la ilustración 5.7 se determina que los datos presentan una distribución normal de cada artículo de la categoría A.

Ilustración 5.7 Prueba de normalidad de la demanda presentada

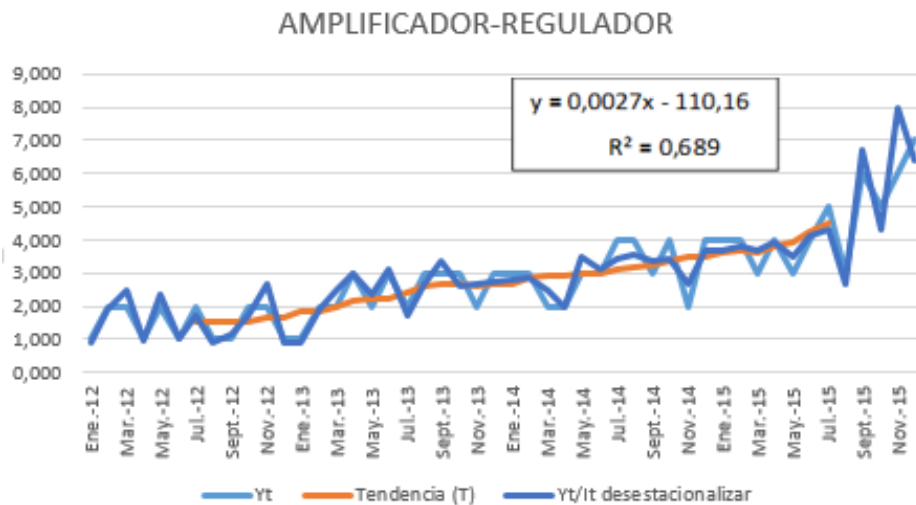
	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of ARTÍCULO_1 is normal with mean 2,88 and standard deviation 1,39.	One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	,055	Retain the null hypothesis.
2	The distribution of ARTÍCULO_2 is normal with mean 2,77 and standard deviation 1,42.	One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	,073	Retain the null hypothesis.
3	The distribution of ARTÍCULO_3 is normal with mean 3,10 and standard deviation 1,32.	One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	,067	Retain the null hypothesis.
4	The distribution of ARTÍCULO_4 is normal with mean 3,27 and standard deviation 1,36.	One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	,161	Retain the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

Fuente: Aviación Naval de Guayaquil

La ilustración 5.8 muestra cómo se comporta la demanda de los amplificadores, la serie temporal presenta una tendencia positiva, el coeficiente de correlación para este artículo es de un 69% aproximadamente.

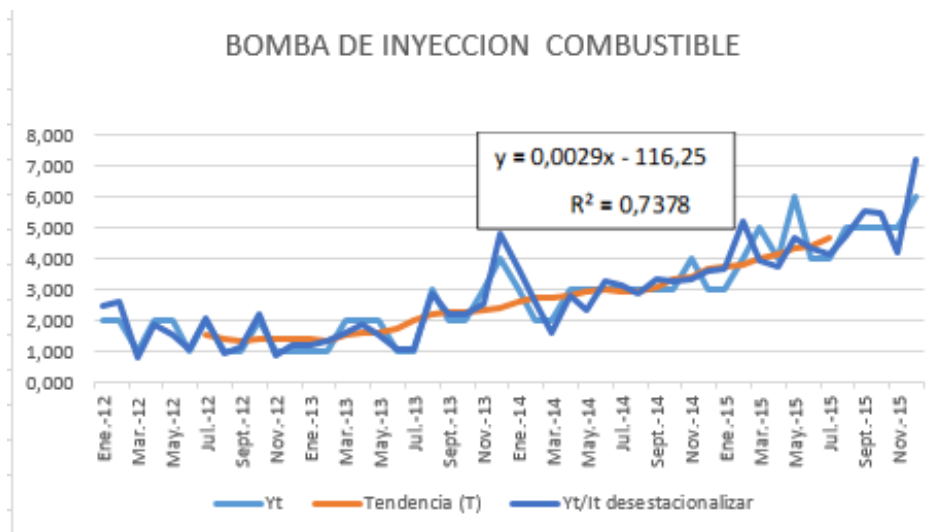
Ilustración 5.8 Tendencia de amplificador-regulador



Fuente: Aviación Naval de Guayaquil

La ilustración 5.9 se muestra la tendencia de la bomba de inyección, representa una demanda con tendencia positiva y en el cual existe una correlación entre las variables del 74%.

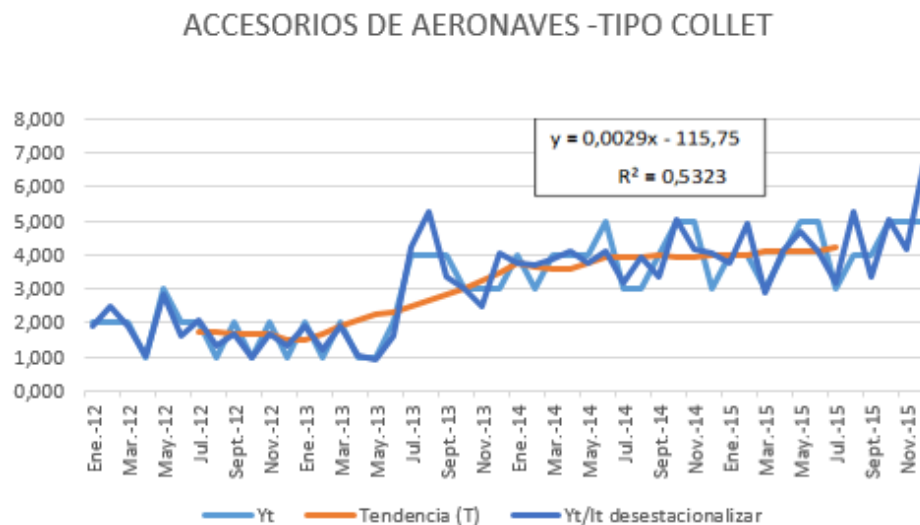
Ilustración 5.9 Tendencia de bomba de inyección



Fuente: Aviación Naval de Guayaquil

En esta ilustración 5.10 se muestra la tendencia de accesorios de aeronaves tipo collet, la tendencia durante los primeros periodos es negativa, pero luego la demanda toma una tendencia positiva y tiene un coeficiente de correlación del 53%.

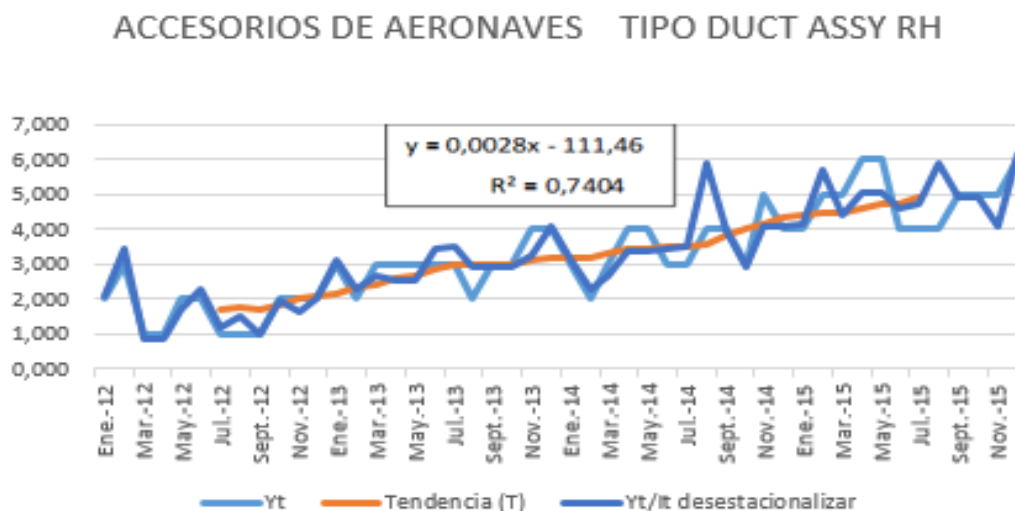
Ilustración 5.10 Tendencia de accesorios de aeronaves tipo collet



Fuente: Aviación Naval de Guayaquil

En la ilustración 5.11 se muestra la tendencia de accesorios de aeronaves tipo duct assy, análisis de la demanda del último artículo perteneciente a la categoría A, presenta una tendencia positiva a lo largo del periodo de análisis y un coeficiente de correlación del 74%.

Ilustración 5.11 Tendencia de accesorios de aeronaves tipo duct assy



Fuente: Aviación Naval de Guayaquil

En los gráficos se muestra que la demanda de los artículos es intermitente esto se debe a un bajo volumen general y a una gran incertidumbre sobre el momento y en qué cantidad se presentará la demanda, por esta razón se califica como demanda irregular ya que existen periodos de poca demanda seguido por periodos de alta demanda.

5.5 Pronóstico de la demanda para el 2016

Ballou (1993), indica que para una correcta planificación de los inventarios es importante pronosticar adecuadamente el nivel de las ventas, ya que es importante para poder tomar decisiones acertadas sobre la cadena de suministro, anticipando la demanda se puede evitar costos de exceso o carencias de stock.

Para desarrollar los pronósticos se realiza un análisis de descomposición de serie de tiempo en SPSS, se utiliza la secuencia histórica de tiempo de la actividad de un artículo como fuente de datos para predecir la actividad futura del artículo. Fogarty, Blackstone, Hoffmann (1995).

Este análisis nos ayuda a conocer el patrón de la demanda para predecir su evolución a lo largo del tiempo y así controlar mejor el inventario.

Se utiliza la información histórica de los artículos de clasificación A antes mencionado, se estima la demanda de los 12 periodos siguientes para cada artículo como se muestra la tabla 5.3, es decir hasta diciembre del 2016 y los resultados fueron los siguientes:

Tabla 5.3 Pronóstico 2016

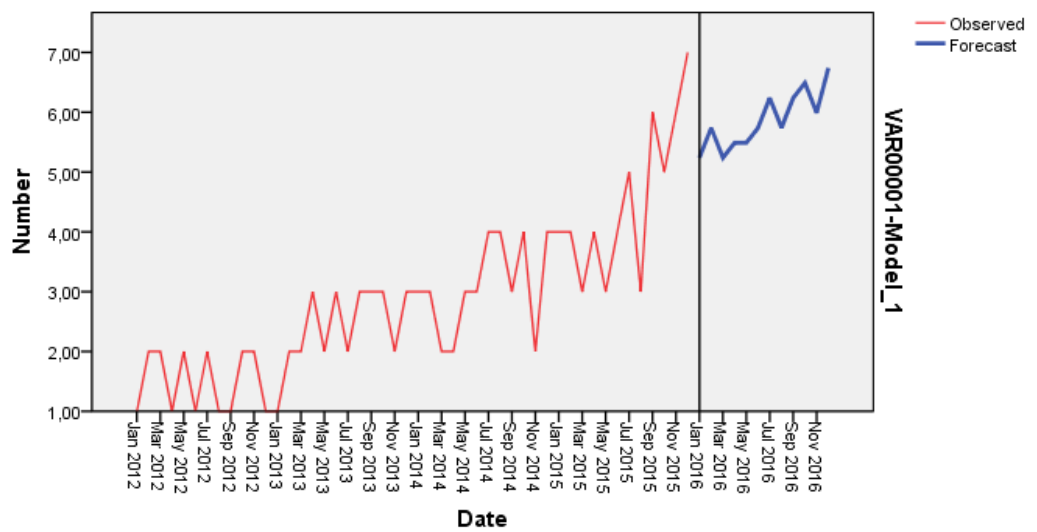
	DESCRIPCIÓN	Ene -16	Feb -16	Mar -16	Abr -16	May -16	Jun -16	Jul -16	Ago -16	Sept -16	Oct -16	Nov -16	Dic -16
1	AMPLIFICADOR REGULADOR	5	6	5	5	5	6	6	6	6	6	6	7
2	BOMBA DE INYECCION COMBUSTIBLE	5	5	6		6	5	6	6	6	6	6	7
3	ACCESORIOS DE AERONAVES TIPO COLLET	5	5	5	5	6	6	5	5	6	6	6	5
4	ACCESORIOS DE AERONAVES TIPO DUCT ASSY RH	6	6	6	6	6	6	5	5	6	6	7	7

(*) En esta tabla se presentan los resultados en unidades.

Fuente: Aviación Naval de Guayaquil

En la ilustración 5.12 se muestra presenta el pronóstico del amplificador-regulador para el año 2016 del artículo, se puede observar que la demanda oscila entre 5 y 7 y que representa una tendencia positiva, a excepción del mes de marzo que la demanda decrece con respecto al mes de febrero, pero luego mantiene un comportamiento creciente.

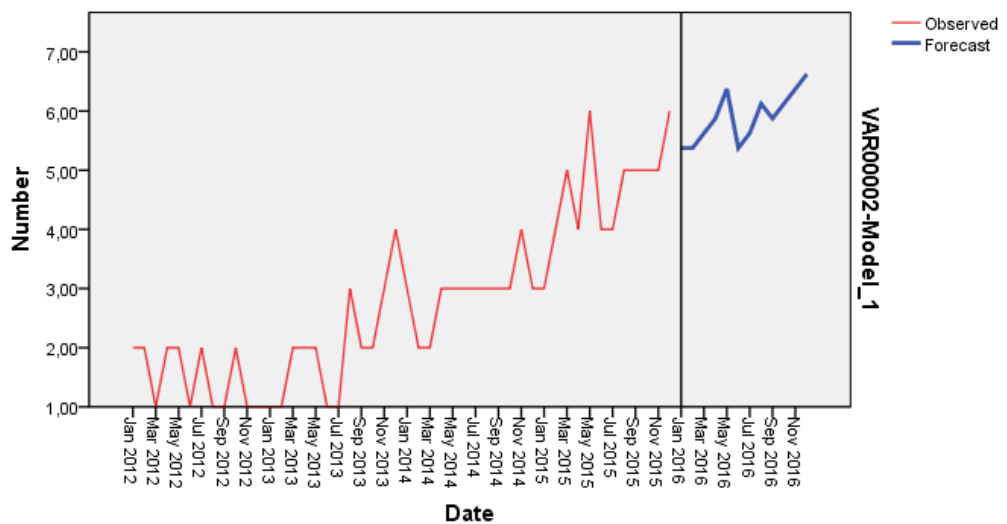
Ilustración 5.12 Pronóstico de amplificador-regulador



Fuente: Aviación Naval de Guayaquil

En la ilustración 5.13 se muestra el pronóstico de bomba de inyección, el comportamiento de la demanda pronosticada es irregular ya que no siguen ningún patrón y para el año 2016 su posible demanda está entre 5 y 7 unidades.

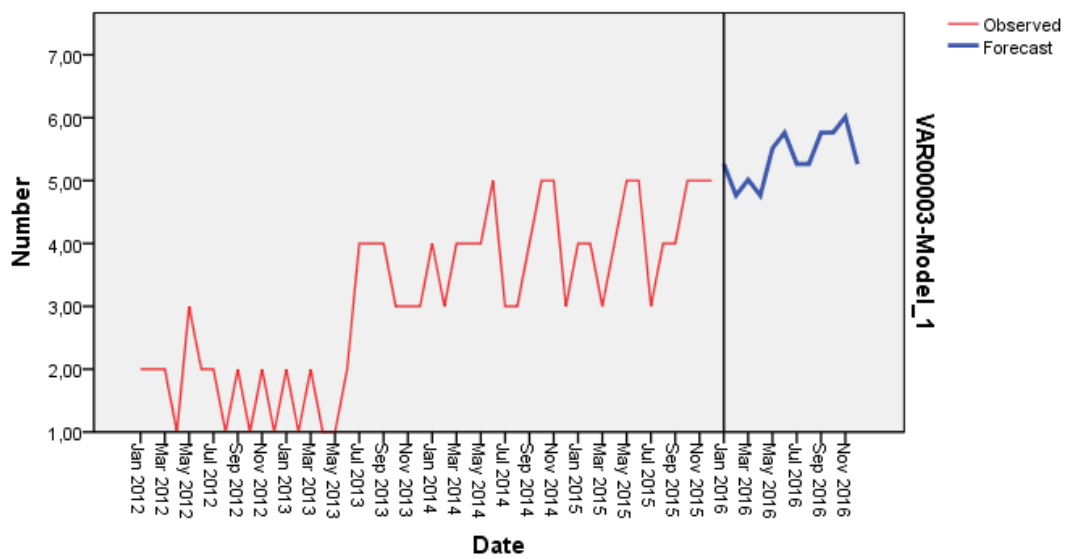
Ilustración 5.13 Pronóstico de bomba de inyección



Fuente: Aviación Naval de Guayaquil

La ilustración 5.14 presenta el pronóstico de accesorios de aeronaves tipo collet, este representa una demanda irregular por no representar un patrón que la siga en el 2016.

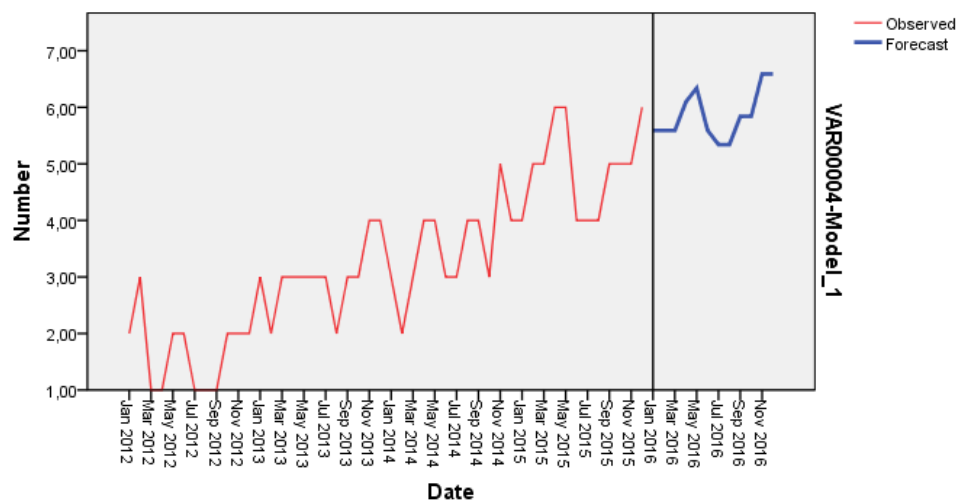
Ilustración 5.14 Pronóstico de accesorios de aeronaves tipo collet



Fuente: Aviación Naval de Guayaquil

La ilustración 5.15 presenta el pronóstico de accesorios de aeronaves tipo duct assy, presenta una variación en la demanda en la cual la cantidad más baja se observa en el mes de julio del año 2016.

Ilustración 5.15 Pronóstico de accesorios de aeronaves tipo duct assy



Fuente: Aviación Naval de Guayaquil

5.6 Resumen de datos de entrada del modelo

Para realizar el análisis de los costos totales del año 2015 versus el 2016 se deben manejar las siguientes variables presentadas en la tabla 5.4.

Tabla 5.4 Variables del modelo

Variablen	Valores
Costo total de ordenar pedido (S)	\$ 234,35
Costo de mantener inventario (I)	6,45%
Nivel de Servicio (Z)	75%
Lead time meses (LT)	2,50

Fuente: Aviación Naval de Guayaquil

CAPITULO VI

PRESENTACIÓN Y ANALISIS DE RESULTADOS

6.1 Aplicación del modelo

A continuación se detalla las variables que se requieren en la aplicación del modelo revisión periódica.

El costo total de ordenar un pedido abarca los costos de mano de obra del departamento de compras y los suministros utilizados.

El costo de mantener inventario como porcentaje es de 6,45% comprende los costos de capital, espacio, seguro, impuestos, daños, depreciación y obsolescencia.

6.2 Presentación de resultados

En la tabla 6.1 se presentan los costos totales que se generan en el año 2015 sin la aplicación del modelo de revisión periódica.

Tabla 6.1 Costos totales 2015 sin aplicación del modelo

COSTOS 2015							
N. de artículo	Descripción	C.u	Demanda (D)	Demanda promedio (d)	Num. De pedidos	Tiempo de revision	Cantidad a pedir
1	AMPLIFICADOR-REGULADOR	5510	56,74	4,728333333	20	0,034482759	1,956551724
2	BOMBA DE INYECCION COMBUSTIBLE	7111,44	59,62	4,968333333	17	0,035714286	2,129285714
3	ACCESORIOS DE AERONAVES TIPO COLLET	1907,33	52,26	4,355	15	0,041666667	2,1775
4	ACCESORIOS DE AERONAVES TIPO DUCT ASSY RH	900	61,59	5,1325	18	0,033333333	2,053

COSTOS 2015					
N. de artículo	Descripción	Costo mantener	Costo mantener stock seguridad	Costo pedir	Costo total
1	AMPLIFICADOR-REGULADOR	\$ 504,13	\$ 5.041,28	\$ 4.687,00	\$ 10.232,41
2	BOMBA DE INYECCION COMBUSTIBLE	\$ 804,32	\$ 6.836,74	\$ 3.983,95	\$ 11.625,02
3	ACCESORIOS DE AERONAVES TIPO COLLET	\$ 214,31	\$ 1.607,29	\$ 3.515,25	\$ 5.336,85
4	ACCESORIOS DE AERONAVES TIPO DUCT ASSY RH	\$ 99,31	\$ 893,82	\$ 4.218,30	\$ 5.211,44
			Costo total		\$ 32.405,71

Fuente: Aviación Naval de Guayaquil

Tabla 6.2 Pronóstico de costos totales 2016

COSTOS 2016											
N. de articulo	Descripción	C.u	Demanda (D)	Demanda promedio (d)	Q*	Num. De pedidos	Tiempo de revision	sd	s' d	Stock de seguridad	Nivel maximo
1	AMPLIFICADOR-REGULADOR	5510	70,38	5,865	10	7,038	0,14208582	2,421776208	3,936474734	3	18
2	BOMBA DE INYECCION COMBUSTIBLE	7111,44	70,69	5,890833333	8	8,83625	0,11317018	2,427103898	3,92348697	3	18
3	ACCESORIOS DE AERONAVES TIPO COLLET	1907,33	64,37	5,364166667	16	4,023125	0,248562995	2,316067069	3,839759107	3	18
4	ACCESORIOS DE AERONAVES TIPO DUCT ASSY RH	900	70,33	5,860833333	24	2,930416667	0,3412484	2,420915805	4,080696427	3	20

COSTOS 2016					
N. de articulo	Descripción	Costo de mantener	Costo de pedir	Costo de mantener stock de seguridad	Costo total
1	AMPLIFICADOR-REGULADOR	\$ 1.776,98	\$ 1.649,36	\$ 1.066,19	\$ 4.492,52
2	BOMBA DE INYECCION COMBUSTIBLE	\$ 1.834,75	\$ 2.070,78	\$ 1.376,06	\$ 5.281,59
3	ACCESORIOS DE AERONAVES TIPO COLLET	\$ 984,18	\$ 942,82	\$ 369,07	\$ 2.296,07
4	ACCESORIOS DE AERONAVES TIPO DUCT ASSY RH	\$ 696,60	\$ 686,74	\$ 174,15	\$ 1.557,49
				Costo total	\$ 13.627,67

Fuente: Aviación Naval de Guayaquil

En la tabla 6.2 se muestra los resultados de los costos generados, para lo cual se usan como demanda las proyecciones que se tienen para el año 2016 en el cual se aplica un modelo de revisión periódica con demanda incierta, se analizan los 3 elementos de costos que intervienen en el costo total.

6.3 Análisis de resultados

Se realiza el análisis de los costos generados en el 2015 en el cual no existía un modelo de inventario y se compara con los del año 2016 en el cual se aplica el de revisión periódica con demanda incierta.

Se puede indicar que con la aplicación del modelo de inventarios de revisión periódica con demanda incierta los costos se reducen en un 58%, debido a que los costos de pedir y los costos de mantener stock de seguridad se reducen porque el número de pedidos disminuye al saber el posible comportamiento de la demanda y la cantidad optima de pedido que permita satisfacer los pedidos que se reciben en el almacén del reparto.

Para los 4 artículos que forman parte del análisis existe una variación del costo total lo que comprueba que la aplicación del modelo de inventario de revisión periódica con demanda incierta representará un ahorro de \$18,778.04 en el reparto.

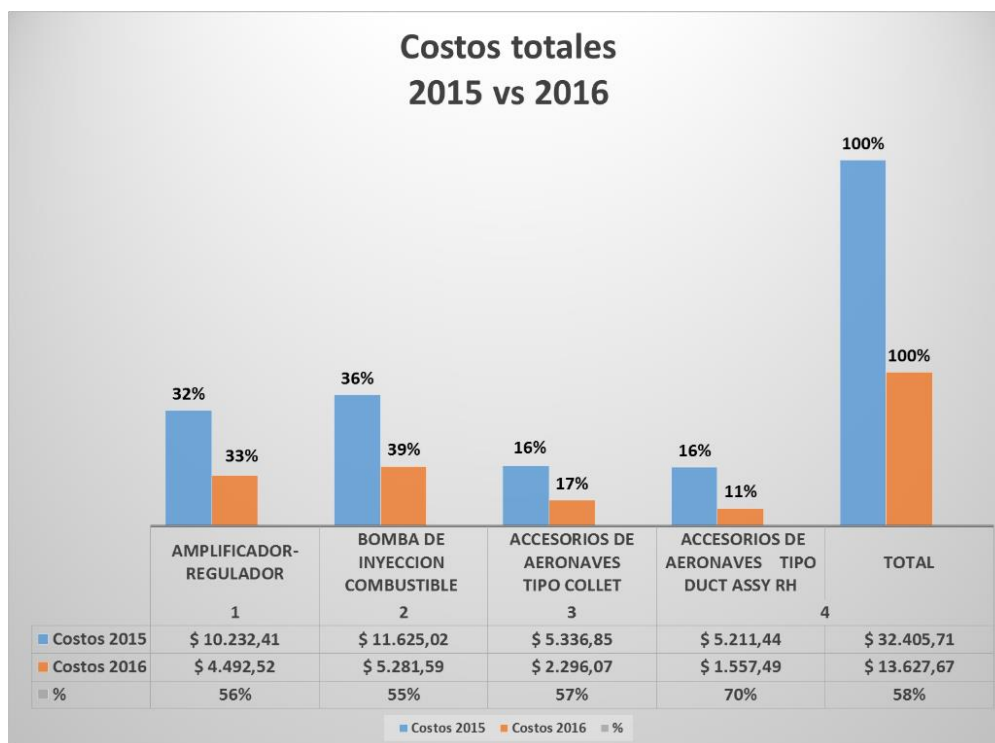
Tabla 6.1 Variación de los costos totales 2015 y 2016

N. de artículo	Descripción	Costos 2015	Costos 2016	Variación %
1	AMPLIFICADOR-REGULADOR	\$ 10.232,41	\$ 4.492,52	56,10%
2	BOMBA DE INYECCION COMBUSTIBLE	\$ 11.625,02	\$ 5.281,59	54,57%
3	ACCESORIOS DE AERONAVES TIPO COLLET	\$ 5.336,85	\$ 2.296,07	56,98%
4	ACCESORIOS DE AERONAVES TIPO DUCT ASSY RH	\$ 5.211,44	\$ 1.557,49	70,11%
	Costo total	\$ 32.405,71	\$ 13.627,67	57,95%

Fuente: Aviación Naval de Guayaquil

Para el análisis basado en los costos totales del 2015 sin la aplicación de un modelo de inventarios versus los del 2016 que podrían generarse al aplicar el de revisión periódica, en el cual se puede observar una variación que me representa un ahorro en los 4 artículos de categoría A antes clasificados en el ABC.

Debido a que se tendrá un mejor control en la administración de inventarios ya que se conocerá cuando pedir y cuanto pedir, esto representa que se optimicen los recursos y que se pida la cantidad necesaria evitan un sobre stock o faltante de los artículos.

Ilustración 6.1 Comparación de costos totales 2015 y 2016

Fuente: Aviación Naval de Guayaquil

En la ilustración 6.1 se puede observar las variaciones al utilizar el modelo y también el porcentaje que representa cada artículo con respecto a costo total de la categoría A, quedando así la bomba de inyección combustible, con un 39% seguido por el amplificador regulador que genera el 33%; quedando los accesorios de aeronaves tipo collet y accesorios de aeronaves tipo duct assy rh; con una participación del 17% y 11% respectivamente para el año 2016 de los costos que se van a generar con el modelo de revisión periódica.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES

Una vez concluido el trabajo de investigación, en el que se desea proponer un modelo de inventario que permita una mejor administración se determinó que:

El análisis ABC, es importante realizarlo en una empresa para saber qué productos tienen una mayor incidencia económica, en cuales se debe enfocar un mayor control, en la ilustración 5.5 se muestra que el 19,05% de los artículos representan el 72,20 % de las ventas. Lo que quiere decir es que el 72 % del valor de mi inventario está representado en 4 productos.

El pronóstico de la demanda para el 2016, es de vital importancia porque ayudará a prever faltantes de stock y a que se maneje un correcto control de inventarios ya que esto es un aproximado de lo que se estima se demandará en el 2016.

Los costos en el 2015 sin el uso del modelo reflejados en la tabla 6.1 dieron como resultado un costo total de \$32,405.71; mientras que para el año 2016 mostrados en la tabla 6.2 usando el modelo de revisión periódica tenemos un costo total de \$ 13,627.67, lo que me muestra una reducción en los costos totales de un 58%, como se puede observar en la ilustración 6.1

Con la aplicación del modelo de revisión periódica como se muestra en la tabla 6.3; los artículos amplificador regulador, bomba de inyección combustible, accesorios de aeronaves tipo collet, accesorios de aeronaves tipo duct assy rh; representan todos una disminución en los costos totales de 56%, 55%, 57% y 70% respectivamente.

REFERENCIAS

- Ballou, R. (1991). *Logística Empresarial: Control y Planificación* (1era. ed.). Madrid: Díaz de Santos.
- Fogarty, D., Blackstone, J., & Hoffman, T. (1995). *Administración de la producción e inventarios* (2da. ed.). México: Compañía Editorial Continental.
- Ballou, R. (2004). *Logística: Administración de la Cadena de Suministro* (5ta. ed.). México: Pearson Educación.
- Cortés, M., & Iglesias, M. (2004). Generalidades sobre Metodología de la Investigación (1era. Ed.). Universidad Autónoma del Carmen. México.
- Guerrero, H. (2004). *Control de Inventarios* (1era. ed.). Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Wayne, L., (2005). *Investigación de Operaciones Aplicaciones y Algoritmos* (4ta ed.). México: Editorial Thomson.
- Gutiérrez, V., & Vidal, J. (2008). *Modelos de Gestión de Inventarios en Cadenas de Abastecimiento: Revisión de Literatura*. Rev. Fac. Ing. Univ. Antioquía N.º 43. pp. 134-149.
- Chase, R., Jacobs, F. & Aquilano, N. (2009). *Administración de Operaciones: Producción y Cadena de Suministros*. (12ma ed.). México McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Hillier, F., & Lieberman, G. (2010). *Introducción a la investigación de operaciones* (9na. ed.). México McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Mora, L. (2010). *Gestión Logística Integral*. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Quesada, H. (2010). College of Agriculture and Life Sciences, Virginia Polytechnic Institute and State University. *Lean Inventory Management in the Wood Products Industry: Examples and Applications*. Publication 420-148.
- International Conference on Industrial Engineering and Operations Management (2012). *An Optimal Inventory Control Planning for an Indian Industry: An Analysis*. Turkey
- Balaji, K., & Senthil, V. (2013). *Effects of Slow Moving Inventory in Industries: Insights of Other Researchers*. *International Journal of Trade, Economics and Finance*, (Vol. 4), No. 4.
- Istanbul

ANEXOS

Anexo 1 Artículos con categoría "A"

No	Descripcion	Cant. Egreso	P. Uni	ventas	% ventas	% ventas Acumulativo	% articulos acumuladas	categorias
1	5821680320001 - AMPLIFICADOR-REGULADOR, G	37	\$ 5.510,00	\$ 203.870,00	27,4410%	27,44%	0,93%	A
2	2915680650009 - BOMBA, DE INYECCION, COMBU	27	\$ 7.111,44	\$ 192.008,88	25,8445%	25,84%	1,87%	A
3	1680682210128 - ACCESORIOS DE AERONAVES ...	28	\$ 1.907,33	\$ 53.405,24	7,1884%	7,19%	2,80%	A
4	1680682210219 - ACCESORIOS DE AERONAVES ...	39	\$ 900,00	\$ 35.100,00	4,7245%	4,72%	3,74%	A
5	4820680360023 - VALVULA, DE BOLA ::: MEDIDAS	35	\$ 900,00	\$ 31.500,00	4,2399%	4,24%	4,67%	A
6	5930680050034 - INTERRUPTOR ::: TIPO : FK2000-	30	\$ 607,49	\$ 18.224,70	2,4531%	2,45%	5,61%	A
7	5965680150006 - MICROFONO, DINAMICO ::: TIPO	84	\$ 150,00	\$ 12.600,00	1,6960%	1,70%	6,54%	A
8	1680682210171 - ACCESORIOS DE AERONAVES ...	45	\$ 275,52	\$ 12.398,40	1,6688%	1,67%	7,48%	A
9	5985680280051 - ANTENA ::: MODELO : DIPLEXER	50	\$ 233,65	\$ 11.682,50	1,5725%	1,57%	8,41%	A
10	5310680040499 - TUERCA, HEXAGONAL ::: MATER	130	\$ 84,00	\$ 10.920,00	1,4698%	1,47%	9,35%	A
11	5935680070049 - CONECTOR MACHO, ELECTRICO	181	\$ 60,00	\$ 10.860,00	1,4618%	1,46%	10,28%	A
12	1680682210115 - ACCESORIOS DE AERONAVES ...	98	\$ 110,00	\$ 10.780,00	1,4510%	1,45%	11,21%	A
13	4730682170002 - ENCHUFE, DESCONEXION RAPID	160	\$ 60,63	\$ 9.700,80	1,3057%	1,31%	12,15%	A
14	5930680310010 - INTERRUPTOR, GIRATORIO ::: M	82	\$ 110,00	\$ 9.020,00	1,2141%	1,21%	13,08%	A
15	5330680420145 - RETEN, JUNTA ACEITE ::: MATER	48	\$ 173,33	\$ 8.320,00	1,1199%	1,12%	14,02%	A
16	1560680250016 - SOPORTE, COMPONENTE ESTRU	39	\$ 204,00	\$ 7.956,00	1,0709%	1,07%	14,95%	A
17	6645680310009 - TEMPORIZADOR,AUTOMATICO	37	\$ 200,00	\$ 7.400,00	0,9960%	1,00%	15,89%	A
18	4710680020015 - TUBO EQUIPADO, METALICO :::	135	\$ 54,42	\$ 7.346,70	0,9889%	0,99%	16,82%	A
19	5999680370957 - ACCESORIOS ELECTRONICOS ...	15	\$ 400,00	\$ 6.000,00	0,8076%	0,81%	17,76%	A
20	5306680210037 - PERNO, DE SEGURIDAD ::: TIPO	100	\$ 60,00	\$ 6.000,00	0,8076%	0,81%	18,69%	A
21	5306680210087 - PERNO, DE SEGURIDAD ::: TIP	167	\$ 34,93	\$ 5.833,31	0,7852%	0,79%	19,63%	A

Anexo 2 Artículos con categoría "B"

Nº	Descripcion	Cant. Egreso	P. Uni	ventas	% ventas	% artículos acumuladas	categorías
22	5335680070046 - CONECTOR MACHO, EL	52	\$ 100,00	\$ 5.200,00	0,6999%	20,56%	B
23	5362680010087 - MICROCIRCUITO, LINEA	120	\$ 40,00	\$ 4.800,00	0,6461%	21,50%	B
24	53306800240008 - RETENEDOR ::: TIPO : 2	39	\$ 117,60	\$ 4.586,40	0,6173%	22,43%	B
25	5331680011775 - JUNTA TORICA ::: MATE	78	\$ 50,43	\$ 3.933,54	0,5295%	23,36%	B
26	1680682210141 - ACCESORIOS DE AEROM	30	\$ 107,21	\$ 3.216,30	0,4329%	24,30%	B
27	5320680070001 - REMACHES, SURTIDO ::	162	\$ 19,31	\$ 3.128,63	0,4211%	25,23%	B
28	5310680130001 - ARANDELA, DE CHAVET	18	\$ 165,25	\$ 2.974,50	0,4004%	26,17%	B
29	4320681220001 - PLANTILLA, MANTENIM	98	\$ 29,30	\$ 2.871,40	0,3865%	27,10%	B
30	5330680090467 - JUNTA, ESTANQUEIDA	98	\$ 27,78	\$ 2.722,44	0,3664%	28,04%	B
31	5361680030109 - TRANSISTOR, DISPOSIT	20	\$ 120,00	\$ 2.400,00	0,3230%	28,97%	B
32	6240680020008 - BOMBILLA, INCANDES	184	\$ 11,99	\$ 2.206,16	0,2970%	29,91%	B
33	4320681220002 - PLANTILLA, MANTENIM	89	\$ 20,00	\$ 1.780,00	0,2396%	30,84%	B
34	5362680010290 - MICROCIRCUITO, LINEA	45	\$ 35,00	\$ 1.575,00	0,2120%	31,78%	B
35	5320680010010 - FUSIBLE, DE CARTUCHO	100	\$ 15,00	\$ 1.500,00	0,2019%	32,71%	B
36	5310680910001 - TUERCA, REDONDA, BASE DE AR	245	\$ 5,96	\$ 1.460,64	0,1966%	33,64%	B
37	5361680030089 - TRANSISTOR, DISPOSIT	86	\$ 16,00	\$ 1.376,00	0,1852%	34,58%	B
38	1650000670002 - DEPOSITO, FLUIDO HIDR	52	\$ 25,00	\$ 1.300,00	0,1750%	35,51%	B
39	5335680070048 - CONECTOR MACHO, EL	126	\$ 10,00	\$ 1.260,00	0,1696%	36,45%	B
40	5331680010621 - JUNTA TORICA ::: MATE	95	\$ 13,05	\$ 1.239,75	0,1669%	37,38%	B
41	5310680350270 - ARANDELA, PLANA ::: M	98	\$ 12,65	\$ 1.239,70	0,1669%	38,32%	B
42	5360680020710 - MUELLE, HELICOIDAL, C	20	\$ 61,75	\$ 1.235,00	0,1662%	39,25%	B
43	5365680150005 - MICROFONO, DINAMICO	86	\$ 14,32	\$ 1.231,52	0,1658%	40,19%	B
44	5361680030108 - TRANSISTOR, DISPOSIT	79	\$ 15,00	\$ 1.185,00	0,1595%	41,12%	B
45	5330680090475 - JUNTA, ESTANQUEIDA	74	\$ 14,05	\$ 1.039,70	0,1399%	42,06%	B
46	3120680030280 - CASQUILLO ::: MATERIA	78	\$ 13,11	\$ 1.022,58	0,1376%	42,99%	B
47	5361680030133 - TRANSISTOR, DISPOSIT	89	\$ 10,00	\$ 890,00	0,1198%	43,93%	B
48	5330680090468 - JUNTA, ESTANQUEIDA	69	\$ 10,82	\$ 746,58	0,1005%	44,86%	B
49	5306680210006 - PERNO, DE SEGURIDAD ::: TIPO :	263	\$ 2,77	\$ 728,51	0,0981%	45,79%	B
50	5306680210125 - PERNO, DE SEGURIDAD	241	\$ 2,60	\$ 626,60	0,0843%	46,73%	B
51	5310680040505 - TUERCA, HEXAGONAL ::	52	\$ 11,76	\$ 611,52	0,0823%	47,66%	B
52	5305680050019 - TORNILLO, MECANIZAD	95	\$ 6,00	\$ 570,00	0,0767%	48,60%	B
53	5307680070013 - ESPARRAGO, ROSCA C	145	\$ 3,72	\$ 539,40	0,0726%	49,53%	B

Anexo 3 Artículos con categoría "C"

No	Descripcion	Cant. Egreso	P. Uni	ventas	% ventas	% ventas Acumulativo	% articulos acumuladas	categorias
54	53066802101	63	\$ 8,00	\$ 504,00	0,0678%	0,07%	50,47%	C
55	16806822101	25	\$ 20,00	\$ 500,00	0,0673%	0,07%	51,40%	C
56	53066800401	248	\$ 2,00	\$ 496,00	0,0668%	0,07%	52,34%	C
57	53306800810	269	\$ 1,82	\$ 489,58	0,0659%	0,07%	53,27%	C
58	80406800200	76	\$ 6,40	\$ 486,40	0,0655%	0,07%	54,21%	C
59	53316800117	750	\$ 0,64	\$ 480,00	0,0646%	0,06%	55,14%	C
60	53066803900	250	\$ 1,91	\$ 477,50	0,0643%	0,06%	56,07%	C
61	59406820500	263	\$ 1,70	\$ 447,10	0,0602%	0,06%	57,01%	C
62	53106800401	198	\$ 2,20	\$ 436,03	0,0587%	0,06%	57,94%	C
63	53106802500	115	\$ 3,54	\$ 407,10	0,0548%	0,05%	58,88%	C
64	53076800700	150	\$ 2,60	\$ 390,00	0,0525%	0,05%	59,81%	C
65	59406820500	260	\$ 1,50	\$ 390,00	0,0525%	0,05%	60,75%	C
66	53106803502	125	\$ 2,92	\$ 365,35	0,0492%	0,05%	61,68%	C
67	53066803900	86	\$ 4,22	\$ 362,81	0,0488%	0,05%	62,62%	C
68	53306800803	146	\$ 2,48	\$ 361,87	0,0487%	0,05%	63,55%	C
69	16806822101	110	\$ 3,00	\$ 330,00	0,0444%	0,04%	64,49%	C
70	51336800400	95	\$ 3,45	\$ 327,75	0,0441%	0,04%	65,42%	C
71	53066802101	350	\$ 0,90	\$ 315,00	0,0424%	0,04%	66,36%	C
72	53066802100	263	\$ 1,17	\$ 307,71	0,0414%	0,04%	67,29%	C
73	59616800400	200	\$ 1,25	\$ 250,00	0,0337%	0,03%	68,22%	C
74	53106803508	263	\$ 0,71	\$ 186,73	0,0251%	0,03%	69,16%	C
75	53066800400	56	\$ 3,30	\$ 184,80	0,0249%	0,02%	70,09%	C
76	59406820500	153	\$ 1,15	\$ 175,95	0,0237%	0,02%	71,03%	C
77	53106803509	163	\$ 1,00	\$ 163,00	0,0219%	0,02%	71,96%	C
78	53056802000	83	\$ 1,86	\$ 154,62	0,0208%	0,02%	72,90%	C
79	53106803509	326	\$ 0,45	\$ 146,70	0,0197%	0,02%	73,83%	C
80	53206800100	150	\$ 0,96	\$ 144,00	0,0194%	0,02%	74,77%	C
81	5315680010066	250	\$ 0,50	\$ 125,00	0,0168%	0,02%	75,70%	C
82	16806822101	89	\$ 1,35	\$ 120,15	0,0162%	0,02%	76,64%	C
83	53316800106	98	\$ 1,15	\$ 112,95	0,0152%	0,02%	77,57%	C
84	53106800404	115	\$ 0,96	\$ 110,40	0,0149%	0,01%	78,50%	C
85	53066803901	235	\$ 0,42	\$ 98,70	0,0133%	0,01%	79,44%	C
86	5315680010066	196	\$ 0,50	\$ 98,00	0,0132%	0,01%	80,37%	C
87	59616800409	89	\$ 0,90	\$ 80,10	0,0108%	0,01%	81,31%	C
88	53056800501	85	\$ 0,90	\$ 76,50	0,0103%	0,01%	82,24%	C
89	53056800501	100	\$ 0,70	\$ 70,00	0,0094%	0,01%	83,18%	C
90	53106803502	365	\$ 0,19	\$ 69,35	0,0093%	0,01%	84,11%	C
91	59626800200	96	\$ 0,70	\$ 67,20	0,0090%	0,01%	85,05%	C
92	53056801000	112	\$ 0,56	\$ 62,72	0,0084%	0,01%	85,98%	C
93	53156800400	125	\$ 0,50	\$ 62,50	0,0084%	0,01%	86,92%	C
94	53106803502	321	\$ 0,19	\$ 60,99	0,0082%	0,01%	87,85%	C
95	53206800100	200	\$ 0,24	\$ 48,00	0,0065%	0,01%	88,79%	C
96	53106803502	125	\$ 0,34	\$ 42,50	0,0057%	0,01%	89,72%	C
97	53056800501	150	\$ 0,28	\$ 42,00	0,0057%	0,01%	90,65%	C
98	53056801300	110	\$ 0,26	\$ 28,60	0,0038%	0,00%	91,59%	C
99	53056800500	126	\$ 0,22	\$ 27,72	0,0037%	0,00%	92,52%	C
100	59616800409	98	\$ 0,25	\$ 24,50	0,0033%	0,00%	93,46%	C
101	59626800100	350	\$ 0,06	\$ 21,00	0,0028%	0,00%	94,39%	C
102	53106803502	115	\$ 0,16	\$ 18,58	0,0025%	0,00%	95,33%	C
103	59626800100	450	\$ 0,04	\$ 18,00	0,0024%	0,00%	96,26%	C
104	53106803502	263	\$ 0,06	\$ 15,78	0,0021%	0,00%	97,20%	C
105	59406819000	150	\$ 0,10	\$ 15,00	0,0020%	0,00%	98,13%	C
106	53106803509	260	\$ 0,05	\$ 13,00	0,0017%	0,00%	99,07%	C
107	66056808300	650	\$ 0,01	\$ 6,50	0,0009%	0,00%	100,00%	C

Anexo 4 Demanda histórica de artículos con categoría A

PERIODO	AMPLIFICADOR-REGULADOR	BOMBA DE INYECCION COMBUSTIBLE	ACCESORIOS DE AERONAVES TIPO COLLET	ACCESORIOS DE AERONAVES TIPO DUCT ASSY RH
Ene-12	1	2	2	2
Feb-12	2	2	2	3
Mar-12	2	1	2	1
Abr-12	1	2	1	1
May-12	2	2	3	2
Jun-12	1	1	2	2
Jul-12	2	2	2	1
Ago-12	1	1	1	1
Sept-12	1	1	2	1
Oct-12	2	2	1	2
Nov-12	2	1	2	2
Dic-12	1	1	1	2
Ene-13	1	1	2	3
Feb-13	2	1	1	2
Mar-13	2	2	2	3
Abr-13	3	2	1	3
May-13	2	2	1	3
Jun-13	3	1	2	3
Jul-13	2	1	4	3
Ago-13	3	3	4	2
Sept-13	3	2	4	3
Oct-13	3	2	3	3
Nov-13	2	3	3	4
Dic-13	3	4	3	4
Ene-14	3	3	4	3
Feb-14	3	2	3	2
Mar-14	2	2	4	3
Abr-14	2	3	4	4
May-14	3	3	4	4
Jun-14	3	3	5	3
Jul-14	4	3	3	3
Ago-14	4	3	3	4
Sept-14	3	3	4	4
Oct-14	4	3	5	3
Nov-14	2	4	5	5
Dic-14	4	3	3	4
Ene-15	4	3	4	4
Feb-15	4	4	4	5
Mar-15	3	5	3	5
Abr-15	4	4	4	6
May-15	3	6	5	6
Jun-15	4	4	5	4
Jul-15	5	4	3	4
Ago-15	3	5	4	4
Sept-15	6	5	4	5
Oct-15	5	5	5	5
Nov-15	6	5	5	5
Dic-15	7	6	5	6

Anexo 5 Coeficiente de variación de la demanda

Desviación estandar	1,38
Demanda Promedio	3,01
Coeficiente de variación	0,46