



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas**

**Ingeniería en Logística y Transporte**

**“Diseño de una política de inventario para una empresa que produce y distribuye productos agroquímicos del Ecuador”**

**Informe de la Materia Integradora de Graduación**

**Previo a la Obtención del Título de:**

**Ing. en Logística y Transporte**

**Presentado por:**

**Sheyla Lisseth Guerrero Gualiche**

**Guayaquil, Ecuador**

**2016**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por ser mi guía y llenarme de fortaleza para afrontar todos los desafíos que se han presentado en el transcurso de mi vida. Porque todo lo que tengo es por su infinito amor, sin el nada.

A mi madre, Hilda Gualiche, mujer de admiración, esfuerzo y dedicación, con todo mi amor. Porque es el pilar fundamental en mi vida, por guiarme y enseñarme a tener fe en Dios y a ser perseverante, también por apoyarme cada paso que doy en mi vida, por estar siempre ahí, en todo momento siendo un apoyo incondicional para mí. A mi hermana y mis sobrinos, que han sido mi motivación para seguir constantemente en esta etapa.

A mi familia y mis ángeles, que de una manera u otra, han sido claves en mi vida profesional, y personal.

A mis amigos, que siempre estuvieron apoyándome en cada paso de mi carrera universitaria, que me apoyaron para que siga adelante y brindarnos motivación mutuamente. Por ser parte de esta etapa y hacerla más divertida.

A mis profesores, por sus conocimientos y dedicación a enseñarnos, por responder todas nuestras dudas y enriquecernos con sus enseñanzas.

A mi compañero, amigo y colega, Ing. Luis Mariño, por formar parte de esta etapa final, por su paciencia, motivación, aliento y ayuda en cada fase de este proyecto, que ha hecho fácil lo difícil.

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto a mi querido padre Dios, sin duda alguna todo esto no lo hubiese logrado sin su ayuda. A toda mi familia, principalmente a mi madre, Hilda Gualiche, mi hermana Saskya Guerrero, mis tres hermosos sobrinos, Jamileth Ramirez, Meyer Ramírez y Jostin Uchuari, que han sido mi motivación principal en mi vida personal y profesional. A mi padre, Tairo Guerrero y mi tío, Justo Gualliche, que de una u otra forma, han estado presentes en mi vida. Y en especial a mis abuelitos, Amada Correa y mi ángel, Franco Guerrero, por su guía y amor.

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

La responsabilidad por los hecho y doctrinas expuestas en este Proyecto de Graduación, así como el Patrimonio Intelectual del mismo, le corresponden exclusivamente a la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas de la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

---

Sheyla Lisseth Guerrero Gualiche

## RESUMEN

El presente proyecto fue realizado en una empresa que produce y distribuye productos agroquímicos en Ecuador. El objetivo principal es diseñar una política de inventario para optimizar costos y maximizar la producción. Primero se realiza un pronóstico de la demanda, usando el software Minitab, con el modelo Arima(0,2,1), ya que se ajusta a una demanda determinística. Como Segundo paso, se procede analizar el modelo EOQ que mejor se ajusta a la situación del problema. Con esto se puede construir un modelo EOQ con demanda determinística y múltiples productos, tomando en consideración el punto de reorden. Se tomó la demanda como parámetro, y el lead time fijos; se optimiza los costos relevantes de inventario.

De acuerdo a esta política de inventario se pretende obtener una visión macro de su desempeño, para prevenir el reabastecimiento y que los productos, tanto como materia prima y productos terminados, sobrepasen su vida útil, para reducir el costo de incinerar SKU's obsoletos.

**Palabras Claves:** política de inventario, SKU, demanda determinística, inventario, pronóstico.

## ABSTRACT

The project was performed in a company that produces and distributes agrochemical products in Ecuador. The main objective is to design an inventory policy that will increase production and decrease costs. In order to achieve the objective, the first step is to forecast the demand of the products, using Minitab software with the model Arima (0, 2, 1) that will fit the best to this deterministic demand of the project. Secondly, with the obtained parameters it will be possible to analyze and define the EOQ model that will provide an efficient solution to the problem. Therefore, an EOQ model can be elaborated with the following parameters: deterministic demand, multiple products and reorder point. Demand is considered a parameter and the lead-time a fixed value; relevant inventory costs are optimized.

The projected inventory policy aims to obtain a macro vision of the inventory operations. It aims to optimize replenishment, and to utilize the raw materials and finished products to the best of their useful life. The policy will reduce cost from incinerating obsolete inventory and will make the company more efficient.

**Keywords:** Inventory policy, SKU, deterministic demand, inventory, forecast.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
ÍNDICE DE TABLAS.....	XII
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1.....	2
Planteamiento del Problema.....	2
1.1. Introducción.....	2
1.2. Antecedentes.....	3
1.3. Descripción de la Problemática Actual.....	3
1.4. Justificación del Problema.....	4
1.5. Hipótesis de Trabajo.....	4
1.6. Objetivo General.....	4
1.7. Objetivos Específicos.....	4
CAPÍTULO 2.....	6
Marco Conceptual.....	6
2.1. Introducción.....	6

2.2.	Estado del Arte .....	7
2.3.	Marco Conceptual.....	10
2.3.2.	Administración de Inventarios .....	11
2.3.3.	Funciones de los Inventarios.....	12
2.3.4.	Planificación de las Políticas de Inventario .....	13
2.3.5.	Política de Inventarios .....	13
2.3.6.	Propósitos de la Política de Inventarios .....	14
2.3.7.	Índice de Rotación de Inventario .....	15
2.3.8.	Tipos de Demanda .....	15
2.3.9.	Pronóstico de la Demanda .....	17
2.3.10.	Modelo Arima.....	18
2.3.11.	Lead Time y Punto de Reorden .....	20
2.3.12.	Modelo EOQ Básico o Modelo de Harris-Wilson .....	21
2.3.13.	Clasificación ABC de los productos .....	23
CAPÍTULO 3.....		25
Metodología del Trabajo .....		25
3.1.	Introducción .....	25
3.2.	Diagrama de Flujo .....	26
3.3.	Cronograma de Actividades.....	28

3.4. Línea de Proceso.....	28
3.4.1. Proceso de Planificación y Reabastecimiento de materia prima y producto terminado. ....	30
CAPÍTULO 4.....	32
Análisis de Datos .....	32
4.1. Introducción .....	32
4.2. Clasificación de Materia Prima y Producto Terminado .....	33
4.2.1. Clasificación por Segmentación .....	33
4.2.2. Análisis de Rotación de Inventario y Clasificación ABC .....	33
4.2.3. Clasificación ABC.....	33
4.2.4. Rotación vs. Costo de Inventario.....	35
4.2.4. Clasificación ABC por División establecida .....	35
4.3. Pronóstico.....	36
4.3.1. Método Utilizado.....	37
4.3.2. Productos con Estacionalidad .....	37
4.4. Formulación Del Modelo Matemático.....	41
4.5. Política de Inventario .....	46
4.5.1. Criterio de Incineración de MP y PT.....	46
4.6. Comparación situación actual con propuesta .....	49

4.6.1. Niveles de Inventario PT .....	49
4.6.2. Costos .....	50
Capítulo 5 .....	54
5.1. Conclusiones y Recomendaciones .....	54
Bibliografía .....	57
Anexos .....	58

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Inventario.....	3
Figura 2. 1 Demanda Determinística.....	16
Figura 2. 2 Demanda Probabilística.....	17
Figura 2. 3 Lead Time.....	21
Figura 2. 4 Modelo EOQ básico.....	22
Figura 3. 1 Diagrama de Flujo.....	27
Figura 3. 2 Cronograma de Actividades.....	28
Figura 3. 3 Línea de Proceso de la Empresa.....	29
Figura 3. 4 Proceso de Planificación y Reabastecimiento de materia prima y producto terminado.....	31

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4. 1 Clasificación por segmentación de Inventario.....	33
Tabla 4. 2 Rotación vs. Costo de Inventario. ....	35
Tabla 4. 3 Clasificación ABC por segmentación. ....	36
Tabla 4. 4 Pronóstico General de Productos Agrícolas. ....	38
Tabla 4. 5 Pronóstico de productos de Consumo en unidades.....	39
Tabla 4. 6 Pronóstico de productos de Consumo en Litros. ....	39
Tabla 4. 7 Pronóstico de Productos Químicos Industriales en KG.....	40
Tabla 4. 8 Pronóstico de productos Químicos Industriales en LT. ....	40
Tabla 4. 9 Pronóstico de productos Químicos Industriales en UN.....	40
Tabla 4. 10 Política de Inventario para PT directo. ....	46
Tabla 4. 11 Stock obsoleto de PT directo/ Propuesta. ....	47
Tabla 4. 12 Stock Obsoleto de PT directo/ Situación Actual.....	47
Tabla 4. 13 Stock obsoleto de MP/ Propuesta.....	48
Tabla 4. 14 Stock obsoleto de Materia Prima/ Situación Actual.....	48
Tabla 4. 15 Costos de Incineración.....	51
Tabla 4. 16 Costos de Incineración MP/Situación Actual vs. Propuesta.....	51

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 4. 1 Clasificación ABC.....	34
Gráfico 4. 2 Niveles de Inventario producto terminado directo. ....	49
Gráfico 4. 3 Costos de Inventario Obsoleto situación actual vs.propuesta. ..	50
Gráfico 4. 4 Costo de Incineración MP. ....	52
Gráfico 4. 5 Costo y Beneficio Situación.....	53

## **Glosario de Términos**

- LEAD TIME** Es el tiempo que transcurre desde el inicio de su pedido hasta la entrega a su destino final de un producto o servicio.
- SKU(Stock Keeping Unit)** Término logístico que se utiliza para identificar diferentes artículos.
- Punto de Reorden** Determina en que momento colocar un nuevo pedido.
- EOQ (Economic Order Quantity)** Es un modelo que permite determinar la cantidad óptima de pedido de un artículo y minimizar el costo de inventario.

## **INTRODUCCIÓN**

EL proyecto de estudio comienza por la idea de diseñar una política de inventario, que se ajuste al problema que se observó en la empresa.

Para realizar este diseño, se debe ejecutar una serie de fases, tales como, el levantamiento de datos, análisis de datos obtenidos, análisis de la demanda, cálculos de costos, cálculo de cantidad económica de pedido, punto de reorden.

En el capítulo 1 se expresa la problemática de la empresa, y lo que se espera lograr con la solución propuesta.

A continuación, en el capítulo 2, ingresamos conceptos básicos de lo que se relaciona a las políticas de inventario para identificar a qué tipo de EOQ ( Lote económico de pedido) se ajusta la solución.

Los capítulos 3 y 4 son la metodología y análisis de resultados de la solución propuesta, en donde se determina si existe una mejora al problema que presenta la compañía.

# **CAPÍTULO 1**

## **Planteamiento del Problema**

### **1.1. Introducción**

En este capítulo se analiza los antecedentes y problemática de la organización en estudio. Se presenta el objetivo general mediante la realización de los objetivos específicos, se elabora una hipótesis y la justificación del problema de la empresa de estudio.

## **1.2. Antecedentes**

La entidad en estudio tuvo sus inicios en mayo de 1972 como una compañía de Responsabilidad Limitada. Comenzó sus actividades en un local alquilado en Guayaquil. Inicio en el mercado agrícola, con actividad solo de Importador de productos agrícolas solo para siembra; como abono. Sus actividades de producir y comercializar productos agroquímicos se fueron dando en el transcurso del tiempo. Más adelante fue incrementando sus actividades en sus diferentes plantas.

## **1.3. Descripción de la Problemática Actual**

La empresa presenta una problemática debido a que cierta materia prima es adquirida en exceso, no se utiliza al cien por ciento, lo que ocasiona la caducidad de la misma y a la vez un costo de inventario muerto.

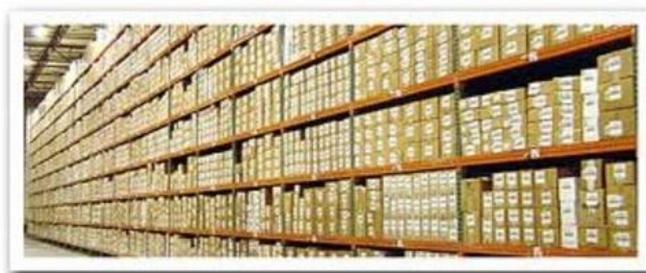


Figura 1.1 Inventario.

Fuente: Realización Propia.

#### **1.4. Justificación del Problema**

Debido a que la empresa no cuenta con una pronóstico óptimo de la demanda, ocasiona que la empresa adquiera una cantidad innecesaria de materia prima y productos terminados directos.

#### **1.5. Hipótesis de Trabajo**

- Se espera reducir Costo de Inventario Muerto.
- Minimizar la compra Innecesaria de Materia Prima.

#### **1.6. Objetivo General**

El objetivo de realizar este proyecto es analizar y diseñar una política de inventario, tomando en cuenta la situación económica de la empresa, que garantice cuándo y cuánto se debe comprar el producto. Para de esta forma optimizar la compra de productos y a la vez reducir inventario muerto.

#### **1.7. Objetivos Específicos**

- Identificar la administración actual de los inventarios y la situación mediante la recopilación de datos.
- Analizar la curva ABC para determinar la importancia de la materia prima y producto terminado de la empresa.
- Analizar datos para seleccionar un método de pronóstico de la demanda.
- Determinar el modelo de política de inventario de acuerdo a las necesidades de la empresa.

- Calcular los costos de inventario muerto.
- Comparar situación actual vs proyecto propuesto de mejora.

## **CAPÍTULO 2**

### **Marco Conceptual**

#### **2.1. Introducción**

En todo proceso de Investigación se presenta el estado del arte, que generalmente es para facilitar la lectura del proyecto de investigación o formulación. La utilización del estado del arte permite compartir información, para de esta forma generar una demanda de conocimientos paralelos, y así ofrecer diferentes posibilidades de comprensión de tema tratado. A continuación, se realizará literatura que predetermina el desarrollo del este proyecto y se estudia el marco conceptual que englobe la importancia de este proyecto.

## **2.2. Estado del Arte**

Como es conocimiento; la base de todas las organizaciones es la compra y venta de bienes y servicios, de aquí es la importancia de manejo de inventario por parte de la misma. El propósito principal del inventario es proveer a las empresas materiales necesarios, para su continuo y regular desenvolvimiento, es decir el inventario es algo fundamental para el funcionamiento de la organización, porque gracias a ello pueden hacer frente a la demanda y satisfacer las necesidades de los clientes.

Por lo general las empresas tienen en inventario, materia prima, insumos de producción y producto terminado. La materia prima e insumos; son parte del proceso de producción, mientras que los productos terminados son para satisfacer la demanda de los clientes finales.

Se procede a presenta la literatura relacionada a los Modelos de gestión de Inventarios.

“Pronóstico de las ventas automáticas para determinar el stock de seguridad y punto de reorden para una empresa” (Land, 2015), University Of Twente. El objetivo de este proyecto es proporcionar un sistema de pronostico óptimo para controlar el inventario y punto de reorden de la empresa B&F, debido a que esta organización está buscando ampliarse en Alemania, no cuentan con un pronóstico óptimo de las ventas que se realiza porque el sistema de gestión de almacenamiento es muy limitado, por ejemplo, para el control de inventario,

registro de cantidad de producto de entrega. Además, no cuenta con espacio amplio para tener cantidades elevadas de inventario. Para realizar este proyecto se ha utilizado el modelo de inventario EOQ, suavizado exponencial para pronosticar la demanda, corto, mediano y largo plazo.

“Propuesta de Mejoras a los Modelos de Pronóstico de Demanda y de Control de Inventario de Materia Prima Actuales de los Principales Productos del Segmento APH de la Empresa XYZ” (Avalos., 2015), (Universidad San Francisco).

Para cumplir con este objetivo, se aplicaron las tres primeras fases de la Metodología DMAIC que son: Definir, Medir y Analizar. En la fase definir, se realiza una clasificación ABC en base a la utilidad que generan los productos del Segmento APH y se elige, como alcance del estudio, a los productos que representan por lo menos un tercio de la utilidad de este segmento. Dentro de esta misma fase se definen los modelos que, la Empresa XYZ, emplea actualmente para pronosticar la demanda y controlar el inventario de materia prima de sus productos. El método para pronosticar la demanda fue el Promedio móvil trimestral, método para estimar el punto de reorden, cantidad a ordenar y el stock de seguridad. Se eligió el método de descomposición de series de tiempo como el mejor para caracterizar la demanda de los tres productos estudiados.

“Modelo de Pronostico de la demanda para la Unidad de Negocios de Laboratorio FARMACOOOP”( (Javier A. Murillo Zapata, 2014). Este proyecto presenta las técnicas de pronóstico de series de tiempo cuantitativo, con el propósito de obtener el modelo de predicción de la demanda que proporcione una información cercana a la realidad, que a su vez permita llevar un óptimo nivel de control de inventario. Se procedió a usar el modelo de pronóstico ARIMA y dos modelos estructurales; se seleccionó el modelo de pronóstico con menos error. Los dos modelos estructurales son “Ajuste Polinomial” y el tercero con “Suavizado Exponencial Doble-Brow”. En el modelo Ajuste Polinomial dio como resultado mayor error cuadrado promedio, mientras que los modelos ARIMA y Suavizado Exponencial Doble-Brow presentador un menor error. Finalmente se concluye que la metodología de Suavizado Exponencial Doble presenta mayor precisión en los pronósticos por encima de la metodología ARIMA. El modelo de Suavizado Exponencial Doble es la metodología de pronóstico de la demanda que se debe adoptar en el laboratorio Farmacoop, para proyectar la demanda del mercado y poder planificar las cantidades a producir, a comprar, los requerimientos de mano de obra, de los recursos financieros, etc., con el fin de alcanzar las metas de la empresa.

## **2.3. Marco Conceptual**

En este capítulo es importante para la comprensión del proyecto y a la vez como soporte teórico, donde se incorpora también el diseño del modelo, en donde se especifica la solución óptima para el problema que presenta la empresa.

### **2.3.1. Inventario**

El inventario es un conjunto de mercancías o artículos que tiene una organización para su comercialización, fabricación, compra y venta, en un periodo económico estimado.

Bajo los criterios de manufactura, los inventarios se conocen como SKU (stock-keeping unit). Los inventarios en una organización usualmente están constituidos por: (Anónimo, 2012)

- Materia Prima.
- Productos en Proceso
- Suministros.
- Producto Terminado.

Existen dos decisiones claves que la empresa debe hacer cuando deciden llevar a cabo las funciones de inventario recién revisadas, estas se realizan para cada artículo en el inventario:

- 1) Que cantidad de artículo ordenar cuando el inventario de ese ítem se va a reabastecer.
- 2) Cuándo reabastecer el inventario de ese artículo. (Bock, 1974)

### **2.3.2. Administración de Inventarios**

Consiste en el manejo adecuado del registro, rotación del inventario, y evaluación del inventario dependiendo del tipo de inventario que tenga la empresa y a su clasificación.

Consiste en determinar la cantidad que se debe mantener, la fecha en que se debe reabastecer y las cantidades de unidades que se debe ordenar. (A., 1999)

La administración de inventario implica dos factores importantes que son:

- 1) Minimización de la inversión en inventarios:** Consiste en tener el mínimo inventario, para evitar una inversión alta. El inventario mínimo es cero, cualquier organización podrá tener ningún artículo o sobreproducción, esto no resulta en la empresa puesto que deben hacer frente inmediato a la demanda de los clientes.
- 2) Afrontando la demanda:** Si el propósito de la administración de inventario fuese satisfacer la demanda de los clientes inmediatamente, la empresa almacenaría cantidades excesivas de producto y así tener un alto nivel de satisfacción de los clientes. Pero sin embargo esto no es óptimo puesto que esto incurre a costos elevados por mantener inventario estático estacando un capital que se puede aprovechar.

### **2.3.3. Funciones de los Inventarios**

Ciertos inventarios son inevitables, como por ejemplo todo o cuando menos una parte del inventario de manufactura en proceso. Al instante que se lleva a cabo el recuento del inventario parte de él, estará en traslado de una maquina a otra, otra parte se encontraran en las maquinas, o en tránsito de la materia prima la línea de producción o en el almacén de artículos terminado.

El inventario secundario que se tenga, materia prima, productos en proceso y productos terminados sencillamente se mantiene por un motivo básico. Que nos permite desarrollar las siguientes funciones.

- Compras
- Producción
- Ventas a distintos niveles.

#### **Se resumen 5 propósitos del inventario:**

- 1) Conservar la independencia de las operaciones.
- 2) Afrontar variaciones en la demanda del producto.
- 3) Permitir flexibilidad al programar la producción.
- 4) Ofrecer una salvaguarda contra las variaciones en los tiempos de entrega de la materia prima.
- 5) Sacar provecho del tamaño económico de la orden de compra.

Se concluye que básicamente los inventarios se mantienen por dos razones importantes: economía de escala y seguridad ante la variación en la demanda.

#### **2.3.4. Planificación de las Políticas de Inventario**

En las organizaciones el inventario representa condicionalmente una inversión alta. Cada función origina diferentes demandas de inventario y frecuentemente incoherente:

**Ventas.** - Se requiere de inventarios elevados para actuar con rapidez a las exigencias del mercado.

**Producción.** - Se requiere de elevados inventarios de materia prima para asegurar la disponibilidad en los procesos de producción.

**Compras.** - Las cantidades elevadas de compra minimizan los costos por unidad y a su vez los gastos de compra en general.

**Financiación.** - Inventarios reducidos minimizan la obligación de inversión (corriente de efectivo) y a su vez minimiza el costo de mantener inventarios (almacenamiento, caducidad, riesgo etc).

#### **2.3.5. Política de Inventarios**

La política de inventario fundamentalmente se basa en encontrar niveles de existencia económicamente más beneficioso para la empresa.

Para poder llegar a una correcta política de inventario se deben seguir una serie de factores, que son:

1. Cantidades necesarias para satisfacer las cantidades de ventas.
2. La naturaleza perecedera de los artículos.

3. La duración del periodo de producción.
4. La capacidad de almacenamiento.
5. La suficiencia de capital de trabajo para financiar el inventario.
6. Los costos de mantener el inventario.
7. La protección contra la escasez de materias primas y de mano de obra.
8. La protección contra aumento de precios.
9. Los riesgos incluidos en inventario.

#### **2.3.6. Propósitos de la Política de Inventarios**

1. Plantear el nivel óptimo de inversión en inventario.
2. Mediante el control de inventario, sostener los niveles óptimos cerca de lo planificado.

Por lo general los niveles de inventario deben sostenerse en dos extremos:

Un nivel enorme que produce costos de operación, riesgos e inversiones inestables, y por otro lado un nivel incorrecto que ocasiona la incapacidad de hacer frente inmediatamente a las demandas de producción y venta.

La Administración científica de Inventarios comprende los siguientes pasos (Hillier & Lieberman, 2006, pag772):

1. Formular un modelo matemático que describa el comportamiento del sistema de inventarios.
2. Elaborar una política óptima de inventarios a partir de ese modelo.

3. Utilizar un sistema de procesamiento de información computarizado para mantener registros de los niveles del inventario.
4. A partir de estos registros, utilizar la política óptima de inventarios para señalar cuándo y cuánto conviene reabastecer.

### **2.3.7. Índice de Rotación de Inventario**

La rotación de inventarios determina el tiempo que tarda en realizarse el inventario, es decir, en venderse. Entre más alta sea la rotación significa que las mercancías permanecen menos tiempo en el almacén, lo que es consecuencia de una buena administración y gestión de los inventarios.

Las empresas utilizan la rotación del inventario para evaluar la competitividad, los beneficios del proyecto y en forma general, su desempeño en la industria.

La rotación de inventario se calcula con la siguiente fórmula.

$$\textit{Rotación de Inventario} = \frac{\textit{Costo de Mercancía Vendida}}{\textit{Promedio de Inventarios}}$$

La rotación del inventario siempre se calcula en periodo de tiempo específico.

### **2.3.8. Tipos de Demanda**

La demanda se define como “La cantidad de un bien que los compradores quieren y pueden comprar” (Gregory Mankiw-Principios de la Economía).

La demanda de un producto en inventario es el número de unidades que será necesario extraer de este para algún uso (venta) durante un periodo específico (Hillier & Lieberman, 2006).

De acuerdo a estas teorías, la definición general sería: “La demanda es un producto o servicio que los consumidores están dispuestos a comprar para satisfacer sus necesidades en cantidades y lugar que lo deseen con un precio a disposición.

- **Demanda Determinística**

La demanda determinística se ajusta más a la realidad pues si bien se conoce que la demanda es conocida con precisión y en momento en que va a ser necesitado. Puede ser constante en unos periodos de tiempo y otras veces puede variar en cada período.



Figura 2. 1 Demanda Determinística.

Fuente: Ing. Brayan Salazar.

- **Demanda Probabilística**

La demanda de un producto está sujeta a una cantidad importante de incertidumbre y cambiante. Es decir, en cualquier periodo de tiempo la demanda tiene comportamiento de una variable aleatoria, que puede ser una distribución Normal.

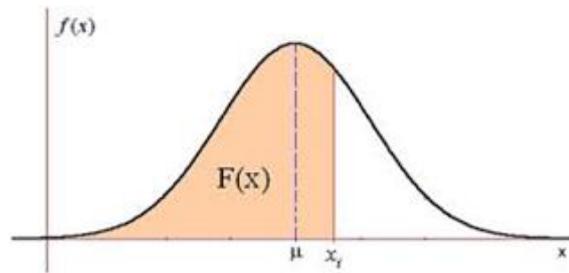


Figura 2. 2 Demanda Probabilística.

Fuente: Medardo Gonzales.

### 2.3.9. Pronóstico de la Demanda

#### ¿Qué es un pronóstico?

Es una predicción de sucesos futuros que se usaran con el propósito principal de una planificación.

**El pronóstico de la demanda** consiste en una predicción de lo que ocurrirá en el futuro con las ventas existentes de las organizaciones. Para determinar el pronóstico de la demanda se debe tomar en cuenta las entradas de ventas y mercado, finanzas y producción.

El análisis del Pronóstico de la Demanda debe realizar seguir los siguientes pasos:

- Determinación del uso del pronóstico.
- Selección de los ítems del pronóstico.
- Determinación del marco del tiempo del pronóstico.
- Selección de los modelos de pronóstico.
- Recopilación de datos.

- Realización del pronóstico.
- Validación e implementación de los resultados.

### **2.3.10. Modelo Arima**

El modelo Arima permite describir un valor como una función lineal de datos anteriores y errores debidos al azar, puede incluir un componente cíclico o estacional. Es decir, debe contener todos los elementos posibles para identificar el fenómeno. Según Box y Jenkins recomiendan como mínimo 50 observaciones en series temporales.

El modelo se basa en un modelo explícito que se conocen como el nombre ARIMA (AutoRegresive Integrated Moving Average), en las que se derivan sus 3 componentes AR (Autorregresivo), I (Integrado), MA (Mediad Móviles).

La metodología de Box y Jenkins la resumen en cuatro fases: (AZNAR, 1993)

1. Identificar qué modelo ARIMA sigue la serie, es decir:
  - Decidir que transformación adaptar para convertir la serie observada en una serie estacional.
  - Determinar un modelo ARIMA para la serie estacionara, es decir,  $p$  y  $q$  de su estructura autorregresiva y medias móviles
2. Se pasa a la segunda etapa de estimación. Donde los parámetros AR y MA del modelo se estima por máxima verosimilitud y se obtiene sus errores estándar y lo residuos del modelo.

3. En esta etapa es el diagnóstico, donde se comprueba que los residuos no tienen estructura de dependencia y sigue un proceso de ruido blanco. En caso que los ruidos presenten una estructura, se debe modificar el modelo y aplicar las fases anteriores para obtener un modelo adecuado.
4. En la cuarta fase ya realizamos la predicción, después de obtener el modelo adecuado pasamos a realizar la predicción con el mismo.

### **Modelos Autorregresivos**

Definimos un modelo como autorregresivo si la variable endógena de un período  $t$  es explicada por las observaciones de ella misma correspondientes a períodos anteriores añadiéndose, como en los modelos estructurales, un término de error. En el caso de procesos estacionarios con distribución normal, la teoría estadística de los procesos estocásticos dice que, bajo determinadas condiciones previas, toda  $Y_t$  puede expresarse como una combinación lineal de sus valores pasados (parte sistemática) más un término de error (innovación).

Los modelos autorregresivos se abrevian con la palabra AR tras la que se indica el orden del modelo: AR (1), AR (2),...etc. El orden del modelo expresa el número de observaciones retrasadas de las series temporales analizadas que intervienen en la ecuación. Así, por ejemplo, un modelo AR (1) tendría la siguiente expresión:

$$Y_t = \phi_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \alpha_t$$

Por lo general el término de error de este modelo se denomina **ruido blanco**.

**Ruido Blanco:** Se denomina a una sucesión de variables aleatorias con esperanza cero, igual varianza e independientes en el tiempo ( $e_t$ ).

### **Medias Móviles**

Este modelo explica el valor de una determinada variable en un periodo de tiempo  $t$  en función de un término independiente y una sucesión de errores correspondientes a períodos anteriores, que se ponderan convenientemente. Así, un modelo con términos de error MA (q) sigue la siguiente expresión.

$$Y_t = m + \phi_t + \phi_1 \alpha_{t-1} + \phi_2 \alpha_{t-2} + \dots + \phi_q \alpha_{t-q}$$

#### **2.3.11. Lead Time y Punto de Reorden**

Cuando hablamos de Lead Time estamos refiriéndonos al tiempo total que tarda un artículo en pasar por todo su proceso de producción: desde la recepción de su pedido hasta la entrega al cliente del producto.

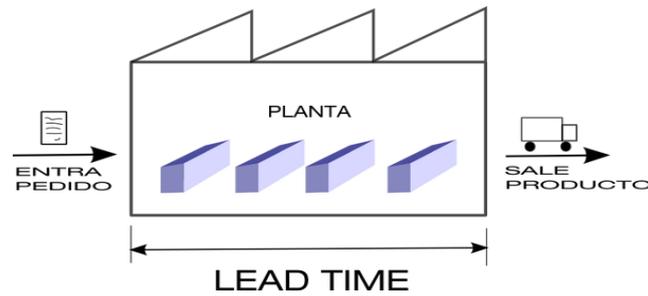


Figura 2. 3 Lead Time.

Fuente: Ing. Bryan Salazar.

**El punto de Reorden** se refiere al nivel de inventario en el cual determina en qué momento se debe colocar una orden. Que se obtiene a partir de la fórmula de:

$$R = D * L$$

Dónde:

**R= Punto de Reorden**

**D=Demanda**

**L=Lead Time (Tiempo de espera)**

### 2.3.12. Modelo EOQ Básico o Modelo de Harris-Wilson

El modelo EOQ (Economic Order Quantity) es una técnica de administración que permite determinar la cantidad óptima de pedido de un artículo y minimizar el costo de mantenimiento.

## 1. Supuestos del Modelo EOQ Básico

1. Se conoce la tasa de demanda de  $d$  unidades por unidad de tiempo.
2. La cantidad ordenada ( $Q$ ) para reabastecer el inventario llega de una sola vez cuando se desea, es decir, cuando el nivel de inventario baja hasta 0.
3. No se permiten faltantes.
4. No existen entregas parciales.

Con respecto al supuesto 2, es común que transcurra un lapso de tiempo desde que se coloca una orden hasta que la recibe. Al que llamamos Lead Time (Tiempo de espera). (Taha)

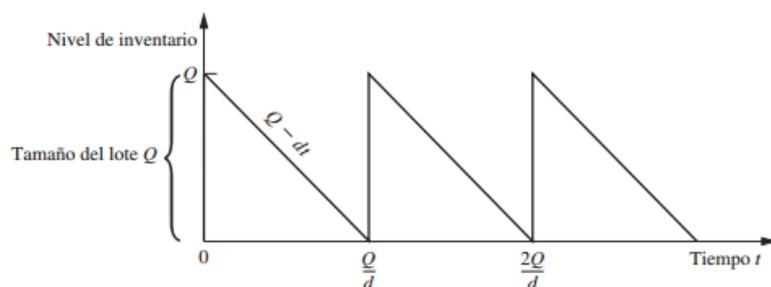


Figura 2. 4 Modelo EOQ básico.

Fuente: Hillier Lieberman.

De acuerdo al desarrollo de este modelo, tenemos los siguientes costos considerados:

- Costos de preparación de ordenar el lote.
- Costo unitario de compra o producción de cada artículo.

- Costo de mantenimiento del inventario por unidad, por unidad de tiempo.

## 2. Modelo Matemático

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

Ecuación 1. Lote Económico Óptimo.

En donde:

$Q^*$ = La cantidad optima a pedir.

$d$ = Cantidad de Demanda en unidades.

$k$ =Costo de preparación del lote.

$h$ =Costo de mantenimiento de unidad por unidad de tiempo

Esta fórmula es para determinar las unidades que se requieren, es decir el cuánto; para determinar el tiempo en que se debe pedir (Cuándo) es la siguiente fórmula:

$$t^* = \frac{Q^*}{d}$$

Ecuación 2. Tiempo de reposición.

### 2.3.13. Clasificación ABC de los productos

En el siglo XIX, el economista italiano Vifredo Pareto elaboró una clasificación que se usa con gran amplitud tanto en las compras como en los inventarios, se basa en el valor monetario. El economista Vilfredo, quién en 1987, afirmó que el 20% de las personas ostentaban el 80% del poder político y la

abundancia económica, mientras que el 80% restante de la población (denominada "masas") se repartía el 20% restante de la riqueza y de la influencia política.

Esta clasificación es muy usada en el sector logístico, tiendas y almacenes de stock de todo tipo. Su finalidad es optimizar la organización de sus productos según su importancia de consumo, para de esta manera se encuentren al alcance rápidamente y así reducir tiempos.

De esta manera los artículos se clasifican de estas 3 formas: (FIAEP, 2014)

- **Grupo A.** Aquí se encuentran los productos de alto valor, que normalmente no sobrepasan el 20% del número total de artículos, pero tiene un alto costo y representa el 80% del valor total de inventario.
- **Grupo B.** Lo conforman un grupo de artículos de valor intermedio, que pueden representar entre un 40% del número total de artículos, que representa el 15% del valor total de uso de inventario.
- **Grupo C.** Este grupo lo forman artículos de valor reducido y que constituyen un gran número entre total del almacén.

## **CAPÍTULO 3**

### **Metodología del Trabajo**

#### **3.1. Introducción**

Dentro de este capítulo se muestra la metodología que fue utilizada para el trabajo, mediante un flujograma y un cronograma de actividades. Además, se presenta un resumen del proceso que realiza la empresa en estudio.

### **3.2. Diagrama de Flujo**

A continuación, se presenta el proceso de este estudio:

1. Se realiza la búsqueda de la empresa.
2. Se realiza las entrevistas necesarias para analizar el posible problema de la organización.
3. Se procede a la presentación de la propuesta a la empresa, para su debida aprobación.
4. Una vez aprobada la propuesta, se realiza el análisis de la situación actual de la organización y la gestión de planificación de materia prima y producto terminado.
5. Identificación de problemas y causas.
6. Se presentan posibles soluciones para el problema.
7. Selección de una posible solución para la propuesta de modelo de inventario, y se procede a solicitar información imprescindible para el modelo informático de la empresa.
8. Se realiza el análisis de viabilidad de la solución, en caso de no ser viable, se debe seleccionar otro modelo, hasta encontrar el óptimo para crear las políticas de inventario.
9. Aplicación de las políticas de inventario optimas, y luego se realiza el análisis de la situación actual y propuesta.
10. Presentación de los resultados con sus correspondientes conclusiones y recomendaciones.

Se presenta a continuación el siguiente diagrama de flujo donde se representa la serie de eventos que se generan durante la realización del proyecto. (Figura 3.1).

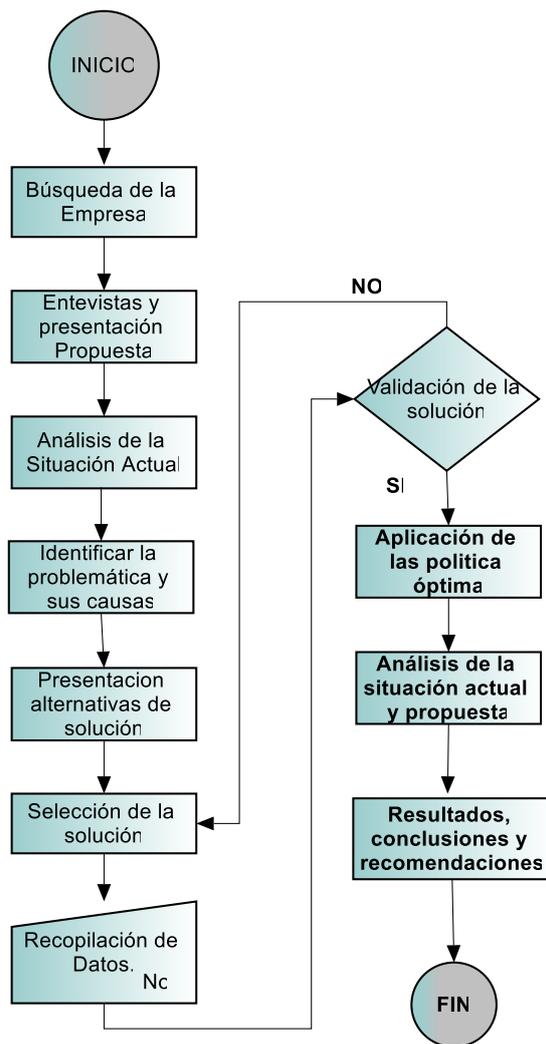


Figura 3. 1 Diagrama de Flujo.

Fuente: Realización Propia.

### 3.3. Cronograma de Actividades

El cronograma se utiliza para indicar un calendario de actividades. Esta es una herramienta fundamental en la gestión de proyectos. Aparte de las actividades que se realizan, en el cronograma también se ingresa las fechas y duración previstas de cada actividad realizada desde el inicio del proyecto hasta su fin.

A continuación, se presenta en la Figura 3.3 el cronograma de actividades de este proyecto.

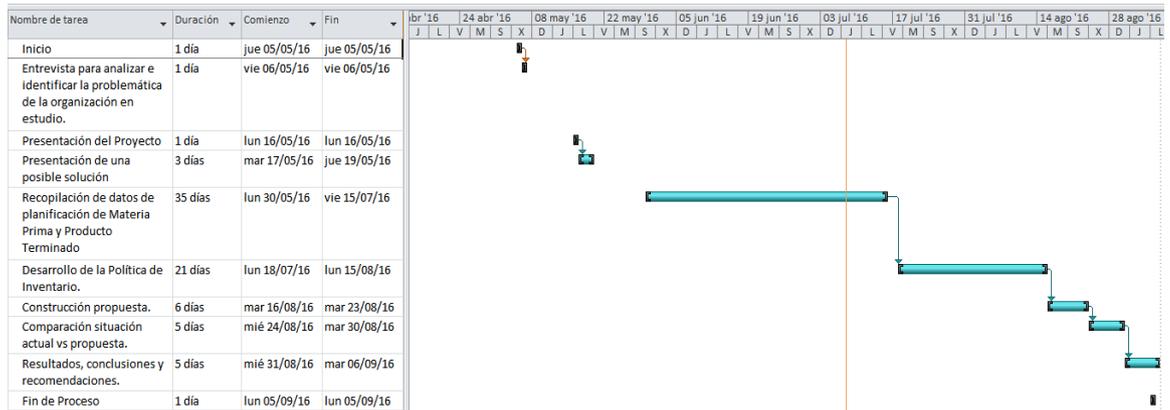


Figura 3. 2 Cronograma de Actividades.

Fuente: Realización Propia

### 3.4. Línea de Proceso

Es importante tener conocimiento del proceso de planificación que la empresa utiliza, para de esta forma poder analizar los posibles errores que se cometen en las actividades que afectan al abastecimiento de materia prima y producto terminado.

En el siguiente flujograma se presenta la línea de proceso de la empresa en estudio. Figura 3.4.

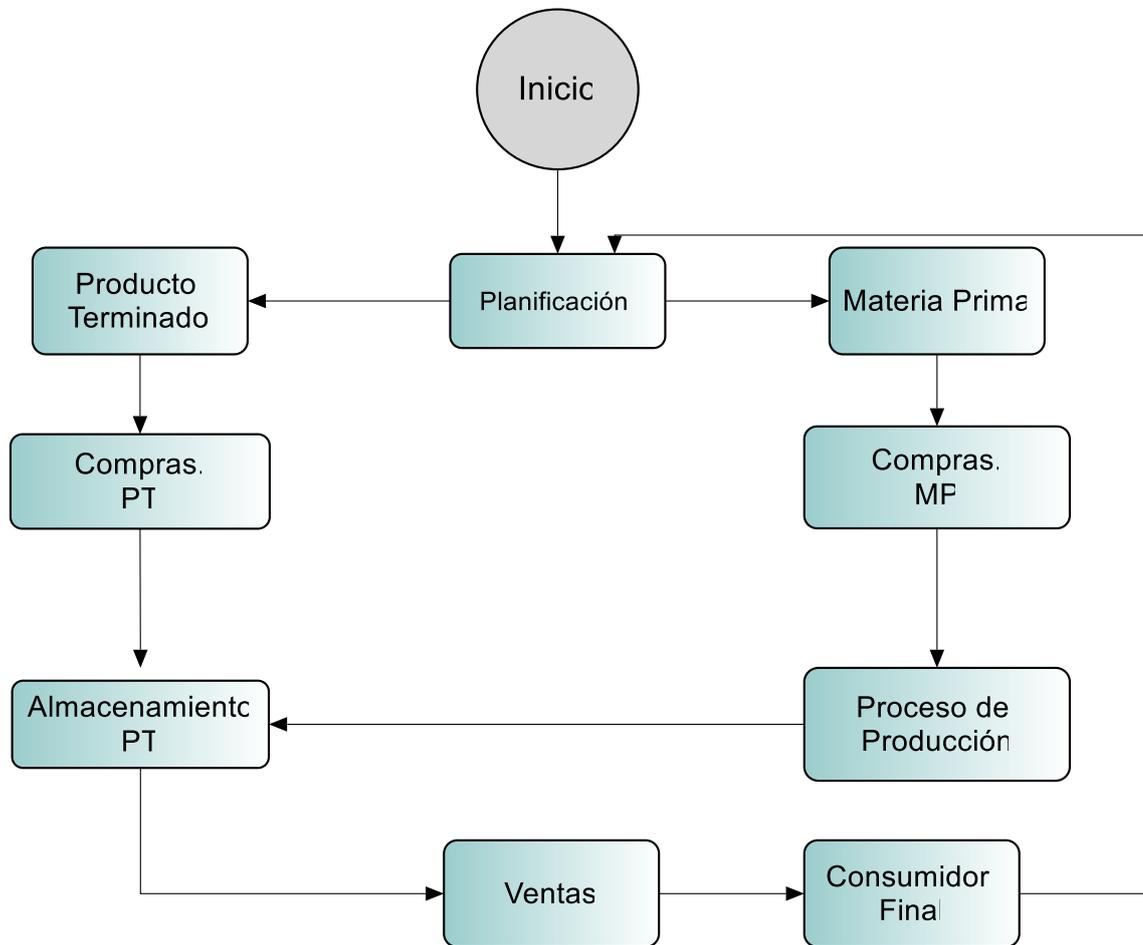


Figura 3. 3 Línea de Proceso de la Empresa.

Fuente: Realización Propia

El proceso de la empresa en estudio, empieza en planeación de materia prima y producto terminado, luego de obtener las cantidades óptimas se procede a comprar y posteriormente almacenar en caso de que sea producto terminado, se paletiza en condiciones aptas para su conservación hasta recibir una orden

de venta. En el caso de materia prima se almacena hasta que la aérea de producción lo solicite, y continúa en el proceso de evolución de estas materias primas a producto terminado, luego se procede a ubicarlos

en los tanques correctamente paletizado. Estos productos los almacenan en su bodega propia hasta esperar una orden de distribución para sus diferentes clientes de la empresa en la ciudad.

#### **3.4.1. Proceso de Planificación y Reabastecimiento de materia prima y producto terminado.**

Luego de tener una visión del proceso de operaciones de la empresa, empezamos a trabajar en la aérea de estudio y sus diferentes actividades que realizan en el proceso de planeación y reabastecimiento de materia prima y productos terminados.

A continuación, se presenta un breve resumen del proceso. Figura 3.4

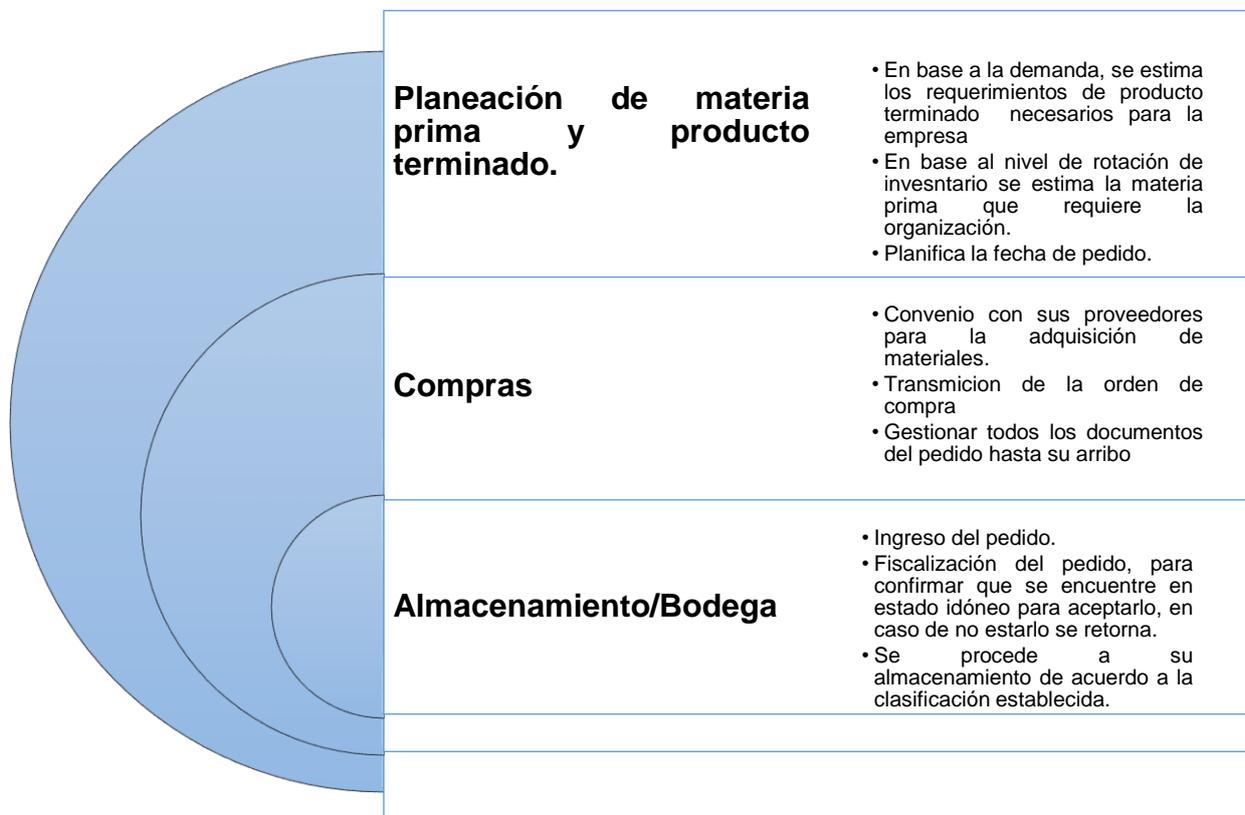


Figura 3. 4 Proceso de Planificación y Reabastecimiento de materia prima y producto terminado.

Fuente: Realización propia.

## **CAPÍTULO 4**

### **Análisis de Datos**

#### **4.1. Introducción**

En el presente capítulo se analizará el comportamiento del nivel de rotación de los productos terminados y materia prima. Luego se procederá a realizar el análisis de la curva ABC según la importancia de la empresa. También se analizará el consumo de materia prima y producto terminado, para establecer un pronóstico de la demanda adecuado.

## 4.2. Clasificación de Materia Prima y Producto Terminado

### 4.2.1. Clasificación por Segmentación

Según la política de la empresa en estudio, el inventario se clasifica de acuerdo a su división de la siguiente manera:

Clasificación	Observación
Agrícola	Productos sin IVA y Formulados.
Empaque	Identificación de PT.
Químicos Industrial	Productos Solventes y Formulados.
Consumo	Productos para Supermercados.
Maquila	Trabajo para terceros.
Materia Prima	Producto para formulación.

Tabla 4. 1 Clasificación por segmentación de Inventario.

Fuente: Realización Propia.

### 4.2.2. Análisis de Rotación de Inventario y Clasificación ABC

Para realizar la clasificación ABC, de los productos, según la importancia de la empresa, primero se procede analizar los datos históricos obtenidos de la empresa en estudio. Lo primero es realizar un análisis de rotación y costo de los productos almacenados para tener una visión macro del manejo del inventario de la empresa y proceder a calcular el índice de rotación y cobertura, para luego continuar con la clasificación ABC.

### 4.2.3. Clasificación ABC

Se presenta la curva ABC realizada en base a la rotación y costo de inventario de las materias primas (MP) y productos terminados (PT). Se aplicó la ley de

Pareto con 80% los productos tipo A, 15% para los productos tipo B y 5% tipo C.

A continuación, se presenta la Figura 4.1:

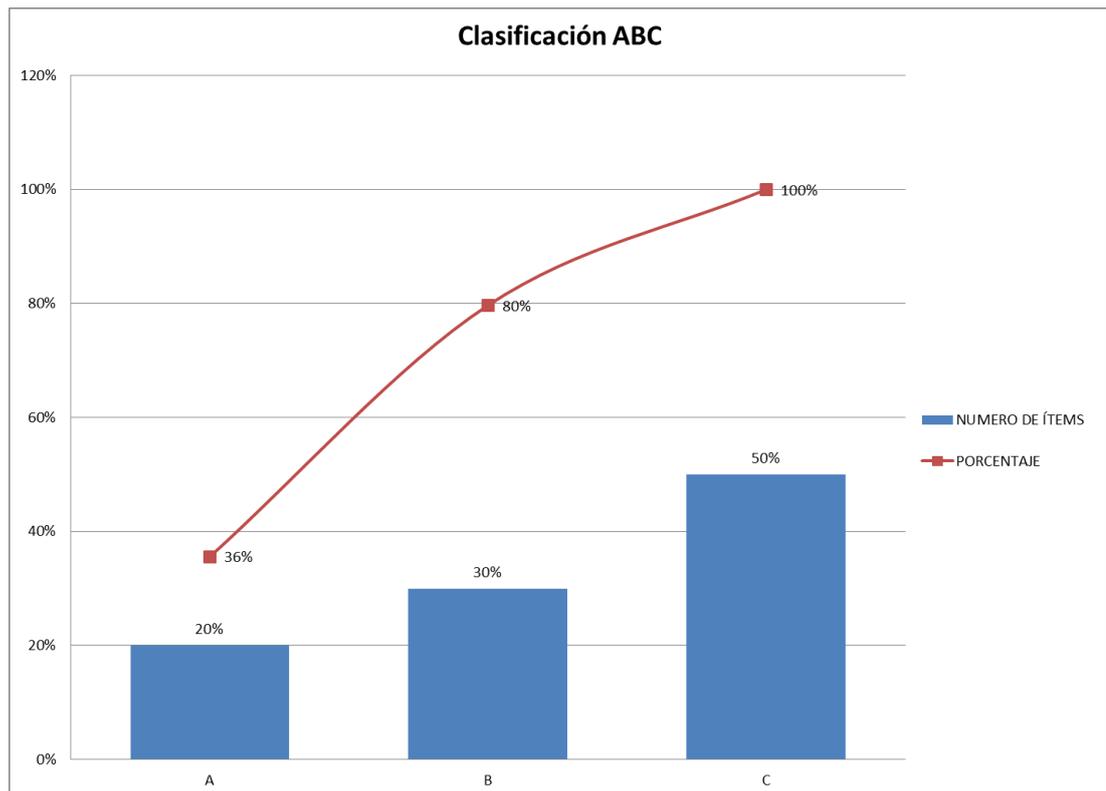


Gráfico 4. 1 Clasificación ABC.

Fuente: Realización Propia.

Bajo el criterio de la clasificación ABC, se pudo concluir lo siguiente:

1. El 20% de los SKU's del inventario son de alta rotación (tipo A) que representan el 36% del costo total de inventario.
2. Mientras que el 30% de inventario restante es de baja rotación (tipo B) que representan el 44% del costo total de inventario.

3. Y que de tipo C, se localizan el 50% final de los artículos de rotación reducida que representan el 20% del costo total de inventario.

#### 4.2.4. Rotación vs. Costo de Inventario

Luego de analizar los datos históricos de 923 SKU's se procedió a realizar la respectiva depuración de los ítems que ya no se encuentran en la línea de la Organización, obteniendo un total de 231, a continuación se presenta (Tabla 4.2) el número de productos que pertenecen a cada clasificación tomando en consideración la rotación y el costo de inventario.

TIPO	ROTACIÓN	NÚMERO DE ÍTEMS	% Costo Inv.
A	20%	46	36%
B	30%	69	44%
C	50%	116	20%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>231</b>	<b>100%</b>

Tabla 4. 2 Rotación vs. Costo de Inventario.

Fuente: Realización Propia

#### 4.2.4. Clasificación ABC por División establecida

De acuerdo a la clasificación ABC global, se procedió a realizar una segmentación de los ítems que se encuentran en la bodega, la cual permitirá tener una mejor visión para realizar los pronósticos. El objetivo es determinar la curva ABC por división, para diferenciar el futuro costo de almacenado muerto.

Presenta la información en la Tabla 4.3

<b>SEGMENTACIÓN</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>Agrícola</b>	5	19	9	15%	58%	27%
<b>Empaque</b>	1	13	70	1%	16%	83%
<b>Químicos Industriales</b>	13	17	21	26%	33%	41%
<b>Consumo</b>	2	4	8	14%	29%	57%
<b>Maquila</b>	0	1	0	0%	100%	0%
<b>Materia Prima</b>	25	15	8	52%	31%	17%

Tabla 4. 3 Clasificación ABC por segmentación.

Fuente: Realización Propia.

### 4.3. Pronóstico

De acuerdo a la clasificación mencionada anteriormente (división), se procede a realizar el pronóstico conforme a la unidad métrica de los productos, los cuales se encuentran diferenciado con las siguientes unidades: KG, UN, LT.

- Factores a ser considerados:
  - Unidad Métrica
    - ✓ KG
    - ✓ LT
    - ✓ UN
  - Segmentación o División
    - ✓ Agrícola
    - ✓ Empaque
    - ✓ Químicos Industriales
    - ✓ Consumo
    - ✓ Maquila

- ✓ Materia Prima
- Rotación
- Período
- ✓ Mensual

Por facilidad de información, se procedió a realizar pronóstico para los 7 meses siguientes con respecto al último mes de los datos históricos adquiridos.

- Esquema de los Datos:
  - ✓ La información obtenida, presenta una tendencia estacional en sus datos históricos.
- Costo de Pronóstico:
  - ✓ Software solicitado
- Información histórica disponible

Los datos históricos obtenidos de la empresa en estudio, son rentablemente confiables, se los pudo obtener por medio de una base de datos fidedigna.

#### 4.3.1. **Método Utilizado**

Para realizar los siguientes pronósticos, se tomó en consideración el programa Minitab, en el cual se utilizó el método Arima (0,2,1) ya que los datos obtenidos de la base de datos, tienen forma estacionaria.

#### 4.3.2. **Productos con Estacionalidad**

Se seleccionó los productos que son formulados o productos terminados (agrícola, maquila y químicos industriales), los cuales están compuestos por la

división de materias primas y empaques, por ende, lo más recomendable fue pronosticar el producto terminado anteriormente mencionado.

$$Pt \text{ Formulado } (i) = \text{Empaques } (i) + \text{Materias Primas } (i)$$

Se presentan las siguientes tablas en donde se refleja el pronóstico de los ítems por su clasificación y por su unidad métrica.

<b>Pronóstico General Agrícola/UN</b>	
JUNIO	7632
JULIO	17895
AGOSTO	14143
SEPTIEMBRE	14916
OCTUBRE	6784
NOVIEMBRE	7930
DICIEMBRE	11064

Tabla 4. 4 Pronóstico General de Productos Agrícolas.

Fuente: Realización Propia

<b>Pronóstico General de la división Consumo en LT</b>	
JUNIO	1397
JULIO	1244
AGOSTO	1330
SEPTIEMBRE	1662
OCTUBRE	3083
NOVIEMBRE	2613
DICIEMBRE	3310

Tabla 4. 5 Pronóstico de productos de Consumo en unidades.

Fuente: Realización Propia.

<b>Pronóstico General de la división Consumo en UN</b>	
JUNIO	2960
JULIO	1208
AGOSTO	1325
SEPTIEMBRE	1586
OCTUBRE	929
NOVIEMBRE	2166
DICIEMBRE	908

Tabla 4. 6 Pronóstico de productos de Consumo en Litros.

Fuente: Realización Propia.

<b>Pronóstico General Químicos Industriales KG</b>	
JUNIO	30871
JULIO	25958
AGOSTO	19574
SEPTIEMBRE	16162
OCTUBRE	10088
NOVIEMBRE	11674
DICIEMBRE	6226

Tabla 4. 7 Pronóstico de Productos Químicos Industriales en KG.

Fuente: Realización Propia

<b>Pronóstico Químicos Industriales LT</b>	
JUNIO	357
JULIO	286
AGOSTO	250
SEPTIEMBRE	243
OCTUBRE	246
NOVIEMBRE	208
DICIEMBRE	159

Tabla 4. 8 Pronóstico de productos Químicos Industriales en LT.

Fuente: Realización Propia

<b>PRONÓSTICO QUÍMICOS INDUSTRIALES UN</b>	
JUNIO	27407
JULIO	19438
AGOSTO	16270
SEPTIEMBRE	9160
OCTUBRE	10454
NOVIEMBRE	8575
DICIEMBRE	17615

Tabla 4. 9 Pronóstico de productos Químicos Industriales en UN.

Fuente: Realización Propia

#### **4.4. Formulación Del Modelo Matemático.**

De acuerdo al análisis realizado anteriormente, se puede conocer que el comportamiento de la demanda es determinística. Entonces el modelo de inventario que mejor se ajusta a la situación es el de EOQ con demanda determinística y múltiples productos.

#### **Índices**

*i* = Producto Terminado (PT)

*j* = Materia Prima (MP)

*k* = Período

#### **Parámetros**

*R* = Punto de reorden

*v* = Vida útil del ítem

*k* = periodo

Costo (*i*) = Costo de pedir el PT *i*

Costosmp (*j*) = Costo de pedir la MP *j*

Utilidad (*i*) = Beneficio del PT *i*

#### **Escalares**

costomp = Costo de almacenamiento MP

*costopt*= Costo de almacenamiento PT

*local*= Lead Time local

*impor*= Lead time internacional

### **Variables**

$Im_{(i,k)}$  = Inventario mínimo del PT *i* en el periodo *k*

$Stock1_{(i,k)}$  = Cantidad del PT *i* en el periodo *k*

$Stock2_{(i,j,k)}$  = Cantidad de MP *j* para el PT *i* en el período *k*

$back_{(i,k)}$  = Pedido de PT agotado *i* en el periodo *k*

$Q_{1(i,k)}$  = Cantidad a pedir del PT *i* para el periodo *k*

$Q_{2(i,j,k)}$  = Cantidad a pedir de la MP *j* para el PT *i* para el periodo *k*

$pto_{(i,k)}$  = Producción del PT directo *i* en el periodo *k*

### **Tablas**

$prodc_{(i,j)}$  = Producción del PT *i* con la MP *j*

$D_{1(i,k)}$  = Demanda del PT *i* en el periodo *k*

$prod_{(i,j)}$  = Porcentaje de cantidad a usar de MP *j* para el PT *i*

$dens_{(i)}$  = Densidad del PT *i*

$STOCKMP_{(j,k)} = \text{Stock de la materia prima } j \text{ en el periodo } k$

### Función Objetivo:

1.

$$\begin{aligned}
 F.O. \min: Z = & \sum_{i>26}^{33} \sum_{k>1}^7 Q_{1(i,k)} * Costo_{(i)} + \sum_{i<27}^{33} \sum_j^{65} \sum_{k>1}^7 Q_{2(i,j,k)} * Costosmp_{(j)} \\
 & - \sum_{i<27}^{33} \sum_{k>1}^7 pto_{(i,k)} * utilidad_{(i)} + \sum_{i<27}^{33} \sum_{k>1}^7 back_{(i,k)} * utilidad_{(i)} \\
 & + \sum_{i>26}^{33} \sum_{k>1}^7 Stock_{1(i,k)} * costomp + \sum_{i<27}^{33} \sum_{k>1}^7 Stock_{2(i,j,k)} * costopt
 \end{aligned}$$

### Restricciones

2.  $Q_{2(i,j,k)} \geq prod_{(j,i)} * pto_{(i,k)} \quad \forall(i,j,k), i < 27 \text{ y } k > 1$
3.  $\frac{pto_{(i,k)}}{dens_{(i)}} \leq D_{1(i,k)} \quad \forall(i,k), i < 27 \text{ y } k > 1$
4.  $Q_{1(i,k)} \geq D_{1(i,k)} \quad \forall(i,k), i > 26$
5.  $Q_{1(i,k+local)} = D_{1(i,k)} - Stock_{1(i,k-1)} + Stock_{1(i,k)} \quad \forall(i,k), i > 26, k > 1$
6.  $Stock_{1(i,k)} \geq 0.3 * Stock_{1(i,k-1)} \quad \forall(i,k), i > 26, k > 1$
7.  $Stock_{1(i,'inicio')} = 0.3 * Stockpt_{(i,'inicio')} \quad \forall(i), i > 26$
8.  $\sum_{i<27}^{33} Q_{2(i,j,k+impor)} = \sum_{i<27}^{33} pto_{(i,k)} - \sum_{i<27}^{33} Stock_{2(i,j,k-1)} + \sum_{i<27}^{33} Stock_{2(i,j,k)} \quad \forall(k,j), k > 1$
9.  $\sum_{i<27}^{33} Stock_{2(i,j,k)} \geq 0.1 * \sum_{i<27}^{33} Stock_{2(i,j,k-1)} \quad \forall(j,k), k > 1$
10.  $\sum_{i<27}^{33} Stock_{2(i,j,'inicio')} = Stockmp_{(j,'inicio')} \quad \forall(j)$

$$11. \text{back}_{(i,k)} = D_{1(i,k)} - \frac{pto_{(i,k)}}{den_{(i)}} \quad \forall (i, k), k > 1, i < 27$$

- (1) La función objetivo de este modelo, busca minimizar los costos de pedido de producto terminado y materia prima, pero a su vez busca maximizar la producción de los productos terminados, para satisfacer las demandas de los clientes, es decir maximizar el beneficio que se obtiene al incrementar la producción para cumplir con la demanda.
- (2) La cantidad de materia prima  $j$  a pedir para el producto  $i$  en el periodo  $k$ , debe ser mayor o igual a la producción del producto terminado  $i$  en el periodo  $k$  por el porcentaje de utilización de la materia prima para ese producto. Con esta restricción se logra adquirir la cantidad necesaria de materia prima para el respectivo producto en un periodo, para cumplir con la producción
- (3) La cantidad de producción del producto terminado formulado  $i$  en el periodo  $k$  en litros debe ser menor o igual a la demanda de ese producto terminado formulado  $i$  en el periodo  $k$ .
- (4) La cantidad a pedir del producto terminado directo  $i$  en el periodo  $k$  debe ser mayor o igual a la demanda del producto terminado directo  $i$  en el periodo  $k$ .
- (5) La cantidad a pedir del producto terminado directo  $i$  en el periodo  $k$  considerando el lead time(local), debe ser igual a la demanda de ese

producto en el periodo k, menos el stock anterior y más el stock actual.

- (6) El stock del producto terminado directo i en el periodo k, debe ser mayor o igual al 30% del stock anterior.
- (7) La cantidad del stock inicial del producto terminado directo debe ser igual al parámetro del stock del producto terminado directo inicial.
- (8) La cantidad a pedir de la materia prima j para el producto terminado formulado i en el periodo k más el lead time(impor) , debe ser igual a la producción del producto terminado formulado en el periodo k menos el stock de esa materia prima j para el producto terminado j en el periodo anterior, más el stock actual.
- (9) El stock de la materia prima j para el producto terminado formulado i en el periodo k debe ser mayor o igual al 10% del stock del periodo anterior.
- (10) El stock inicial de la materia prima j para el producto i debe ser igual al stock inicial de la materia prima.
- (11) Restricción de backorder. El backorder del producto terminado formulado i en el periodo k deber ser igual, a la demanda del producto terminado formulado i en el periodo k menos la producción del producto en litros.

#### 4.5. Política de Inventario

El modelo matemático establecido, da como resultado los valores de Q, para este estudio se presenta el Q1 que representa la cantidad a pedir del producto terminado directo en el período correspondiente. Se presenta los resultados en la Tabla 4.10.

CANTIDA A PEDIR DEL PT DIRECTO EN EL PERÍODO K (Q1)							
CODIGO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1002219	692	576	310	371	274	506	479
1002242	758	309	339	406	238	555	370
4000503	124	51	55	66	39	91	38
4000505	293	120	131	157	92	214	90
4000506	101	41	45	54	32	74	31
4000504	284	116	127	152	89	207	87
4000509	708	2289	317	379	222	518	217

Tabla 4. 10 Política de Inventario para PT directo.

Fuente: Realización Propia.

##### 4.5.1. Criterio de Incineración de MP y PT

De acuerdo a la política de la empresa, los productos terminados directos y materia prima, tienen un tiempo determinado de vida útil, que es de 1 año. Una de las restricciones de la compañía es que para cada periodo, se debe tener en consideración el 30% del periodo anterior. Cuenta con un stock inicial que tiene vida útil de 8 meses, es por esto que la vida útil del producto culmina en el periodo 4, y a su vez se realiza un reabastecimiento en ese periodo.

Para saber cuáles son los productos obsoletos, tanto de PT directo y MP, se procedió a tomar en consideración el siguiente criterio.

“Las cantidades restaste, que no se utilizaron en el periodo anterior (3), ingresan como producto óbstelo al mes actual (4), y la diferencia sería la cantidad real en ese periodo.”

<b>SOLUCIÓN PROPUESTA</b>		
<b>COSTO INC</b>	\$ 0.67	
<b>CODIGO</b>	<b>STOCK OBSOLETO</b>	<b>COSTO INCINERAR</b>
1002219	41	\$ 27.47
1002242	110	\$ 73.70
4000503	225	\$ 150.75
4000505	2195	\$ 1,470.65
4000506	964	\$ 645.88
4000504	865	\$ 579.55
4000509	3760	\$ 2,519.20

Tabla 4. 11 Stock obsoleto de PT directo/ Propuesta.

Fuente: Realización Propia.

<b>SITUACIÓN ACTUAL</b>		
<b>COSTO INC</b>	\$ 0.67	
<b>CODIGO</b>	<b>STOCK OBSOLETO</b>	<b>COSTO INCINERAR</b>
1002219	54.3	\$ 36.38
1002242	306	\$ 205.02
4000503	633.9	\$ 424.71
4000505	858	\$ 574.86
4000506	1228.5	\$ 823.10
4000504	596.4	\$ 399.59
4000509	3779.7	\$ 2,532.40

Tabla 4. 12 Stock Obsoleto de PT directo/ Situación Actual.

Fuente: Realización Propia

PROPUESTA		
COSTIN	\$ 0.67	
CODIGO	STOCK OBSOLETO	COSTO DE INCINERAR
2000543	148	\$ 99.16
2002740	7	\$ 4.69
2002010	204	\$ 136.68
4001621	18456	\$ 12,365.52
2001809	10125	\$ 6,783.75
2000548	19638	\$ 13,157.46
2001746	2516	\$ 1,685.72
2003173	35	\$ 23.45
1002681	1139	\$ 763.13
2001755	909	\$ 609.03
2001737	62	\$ 41.54
2000543	395	\$ 264.65

Tabla 4. 13 Stock obsoleto de MP/ Propuesta.

Fuente: Realización Propia.

SITUACIÓN ACTUAL MP		
COSTIN	\$ 0.67	
CODIGO	STOCK OBSOLETO	COSTO DE INCINERAR
2000543	148	\$ 99.16
2003080	2202	\$ 1,475.34
2001744	1613	\$ 1,080.71
2001809	5780	\$ 3,872.60
2002007	24	\$ 16.08
2000431	600	\$ 402.00
1002204	10028	\$ 6,718.76
2000558	4625	\$ 3,098.75
2001755	909	\$ 609.03
2002470	49	\$ 32.83
2001997	27800	\$ 18,626.00
2001746	2416	\$ 1,618.72
1002421	5538	\$ 3,710.46

Tabla 4. 14 Stock obsoleto de Materia Prima/ Situación Actual.

Fuente: Realización Propia

## 4.6. Comparación situación actual con propuesta

### 4.6.1. Niveles de Inventario PT

Los niveles de inventario en la empresa de estudio, es de mucha importancia es por eso que se procedió analizar esta variable en la situación actual de la empresa y en la propuesta. De acuerdo a las políticas de inventarios planteados se pudo obtener el siguiente resultado en la Grafica 4.2, que representan los productos terminados directos obsoletos.

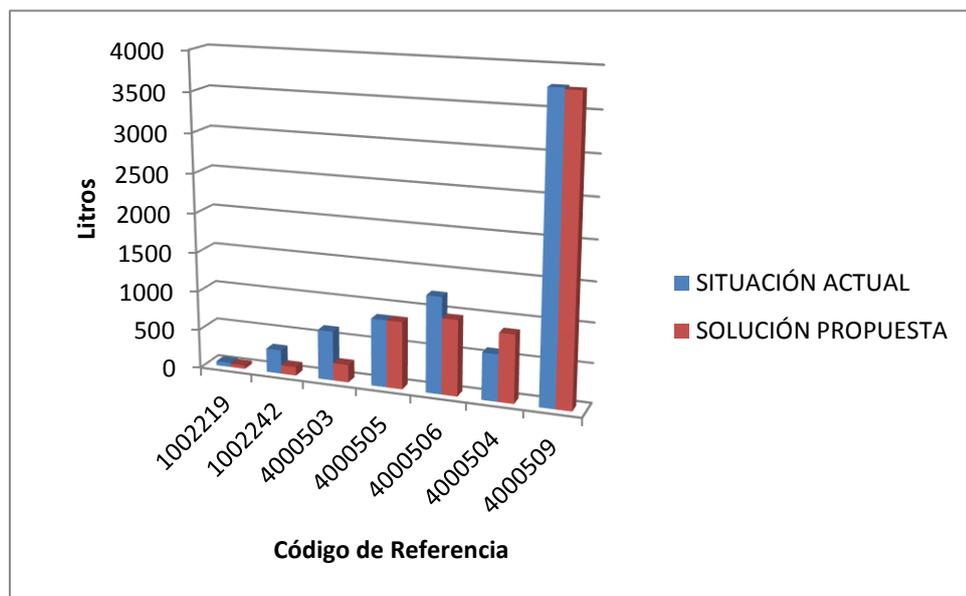


Gráfico 4. 2 Niveles de Inventario producto terminado directo.

Fuente: Realización Propia.

El análisis del nivel de inventario obsoleto para los productos terminados directos, se pudo obtener una mejora en comparación con la situación actual,

es decir que su nivel de inventario con la propuesta planteada, bajo en un 8% de inventario obsoletos.

#### 4.6.2. Costos

Es importante considerar los costos que implican tener un inventario obsoleto en la empresa. En donde se toma en cuenta tanto los niveles de inventario obsoletos y el costo de incinerar estos productos, cabe recalcar que en este nivel de inventario se tomó en consideración la vida útil de los ítems. En la (Gráfica 4.3), se presenta el costo de incinerar los productos terminados directos, la comparación actual con la propuesta.

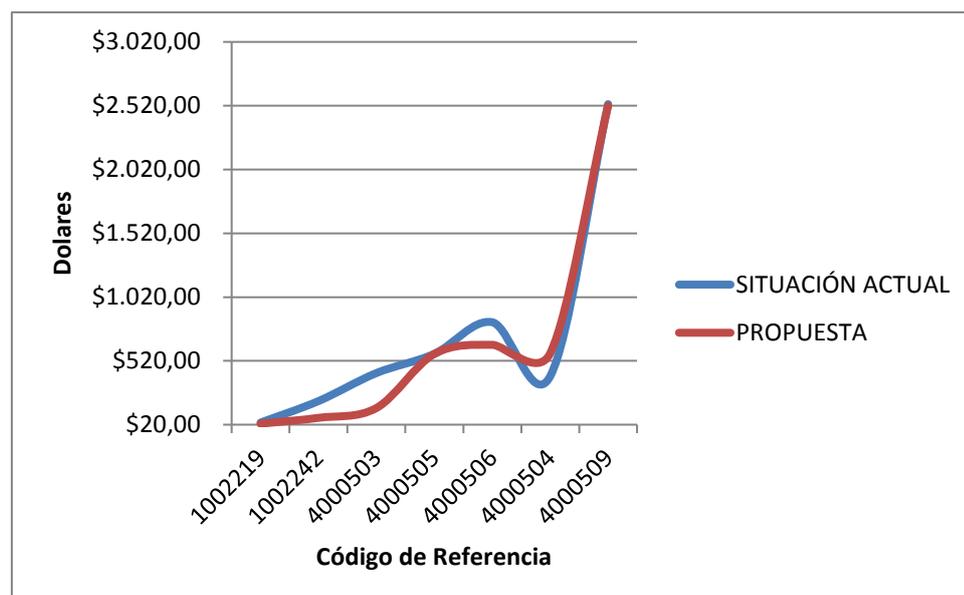


Gráfico 4. 3 Costos de Inventario Obsoleto situación actual vs.propuesta.

Fuente: Realización Propia.

SITUACIÓN ACTUAL VS PROPUESTA					
CODIGO	SITUACIÓN ACTUAL	PROPUESTA	DIFERENCIA	%VARIACIÓN	
1002219	\$ 36.38	\$ 27.47	\$ (8.91)	-24%	
1002242	\$ 205.02	\$ 73.70	\$ (131.32)	-64%	
4000503	\$ 424.71	\$ 150.75	\$ (273.96)	-65%	
4000505	\$ 574.86	\$ 574.86	\$ -	0%	
4000506	\$ 823.10	\$ 645.88	\$ (177.22)	-22%	
4000504	\$ 399.59	\$ 579.55	\$ 179.96	45%	
4000509	\$ 2,532.40	\$ 2,519.20	\$ (13.20)	-1%	
<b>TOTAL</b>	\$ 4,996.06	\$ 4,571.41	\$ -424.65	<b>-19%</b>	

Tabla 4. 15 Costos de Incineración.

Fuente: Realización Propia.

Para el análisis de los niveles de inventario del producto terminado directo, se procedió analizar el % de ahorro por cada producto, en comparación a la situación actual, en la que podemos observar que el producto (4000504), su variación no influye mucho en comparación al segundo producto (1002242). Y también se observa que el promedio total de % de ahorro fue del 19% en comparación a la situación actual, que representa \$424.65 de diferencia con la situación actual.

SITUACIÓN ACTUAL VS PROPUESTA		
SITUACIÓN ACTUAL	PROPUESTA	AHORRO
\$ 41,360.44	\$ 35,934.78	\$ (5,425.66)
<b>%Ahorro</b>		<b>-13%</b>

Tabla 4. 16 Costos de Incineración MP/Situación Actual vs. Propuesta.

Fuente: Realización Propia.

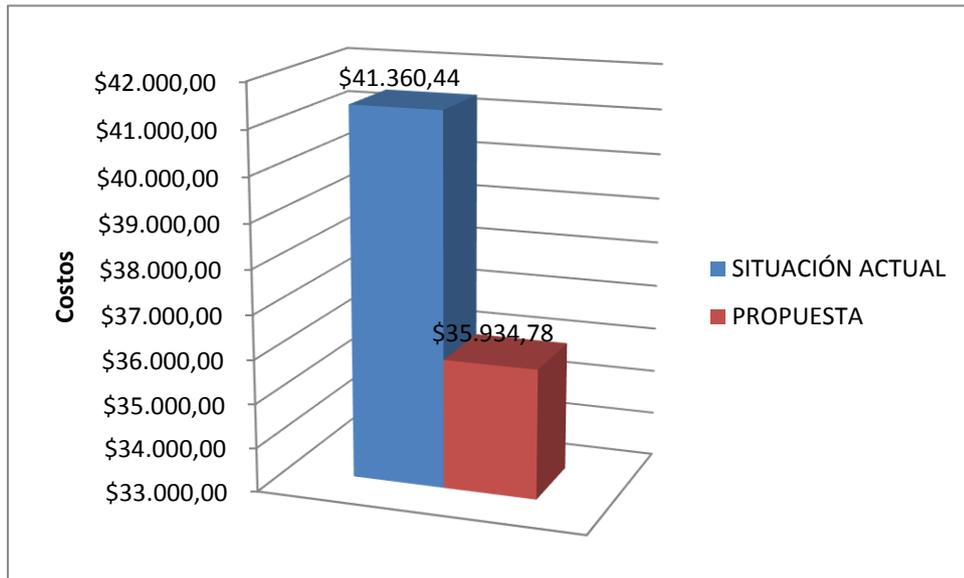


Gráfico 4. 4 Costo de Incineración MP.

Fuente: Realización Propia.

Para el análisis de las materias primas, se puede presentar un porcentaje de ahorro considerable, en donde se obtuvo tal resultado de la comparación de situación actual vs propuesta. El ahorro de costo en incinerar producto obsoleto fue de \$5425,66, que representa el 13% de ahorro en comparación a la situación actual.

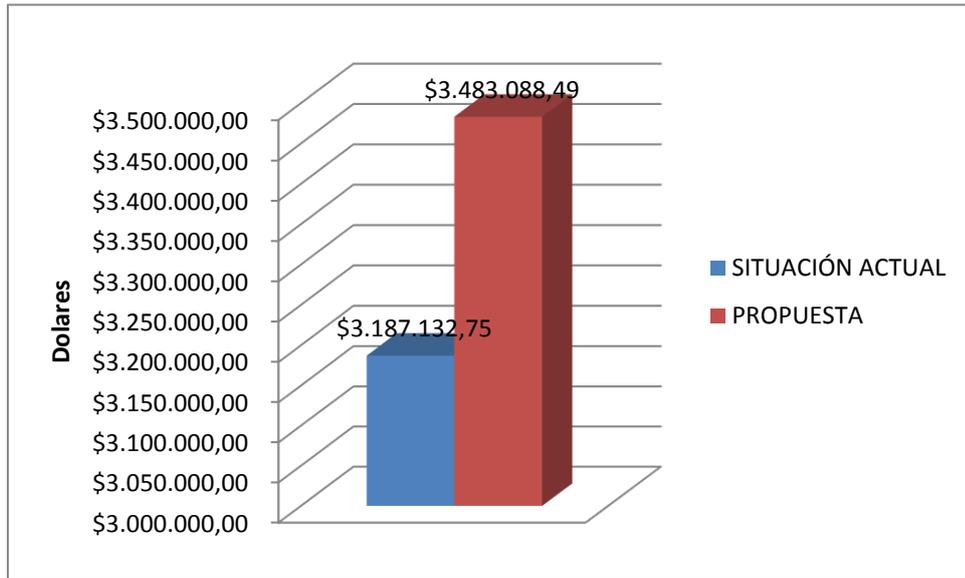


Gráfico 4. 5 Costo y Beneficio Situación.

Fuente: Realización Propia.

De acuerdo al modelo de política de inventario, para minimizar costos de pedido y a su vez maximizar el beneficio se logró obtener el resultado presentado en el Gráfico 4.5, en donde la situación actual representa un costo más elevado de pedido mensual, mientras que en la propuesta representa mejor beneficio para la empresa mensualmente, es decir; mientras más negativo mayor beneficio, y mientras más positivo, costos elevados. La mejora que se obtuvo fue de un 8% en comparación a la situación actual.

## Capítulo 5

### 5.1. Conclusiones y Recomendaciones

#### Conclusiones

1. Por lo general en las empresas existen productos de mayor y menor importancia, es por ello que se procedió a realizar la clasificación ABC, para lograr adquirir una mejor visión acerca de los productos de la empresa y depurar los que ya no se encuentran en línea. Al inicio se tenía registrado 923 productos y aplicando este proceso se pudo reducir a 231 ítems que realmente se encuentran en la compañía, y luego se determina el índice de rotación e importancia de los artículos de la empresa, para así tener un mejor control de inventario.
2. Se alcanzó a obtener una mejor planificación en base a los productos clasificados por su importancia, y así lograr un mejor manejo de inventario.
3. Tomando en consideración la vida útil de productos terminados y materias primas, y teniendo los niveles de inventario de productos obsoletos, se calculó los costos de incinerar para ambos casos, en donde se obtuvo una mejora con la propuesta de este estudio. Para los productos terminados directos se logró obtener un 19% promedio de minimización de costo de incineración en comparación a la situación actual, que representa un costo anual de \$424.65. Para las materias

primas se generó un 13% de ahorro promedio en incinerar insumos obsoletos que representa \$5425.66 del costo total anual.

4. De acuerdo a la política de inventario establecida, propone un incremento y disminución de stock en ciertos productos, en la cual se ve reflejado una mejora promedio de niveles de inventario.
5. Para el objetivo de la política de inventario, en minimizar costos de pedido y a la vez maximizar el beneficio, se pudo lograr un incremento del 9% de beneficio. Tomando en consideración que los resultados que se obtuvo mensual de la situación actual fue de \$(3,187,132.75) y de la propuesta \$(3,483,088.49) mensuales, se refleja que la diferencia de estos costos dio un resultado de \$(295,955.74) mensuales, que a su vez nos indica el ahorro de costos de pedido y su maximización de beneficio.

## **Recomendaciones**

- 1.** Establecer una correcta planificación y coordinación continua de control de inventario de las materias primas y productos terminados directos, para así tener un correcto control de estos inventarios.
- 2.** Tomar en consideración la clasificación ABC realizada, para de esta forma lograr ubicar los productos terminados y materias primas por importancia de la empresa.
- 3.** Implementar la solución propuesta de este proyecto, ya que se obtiene una mejora en reducción de inventario obsoleto y a su vez se optimiza los costos de pedido y se maximiza el beneficio. Beneficio de producción, mayor producción se logra cumplir con la mayor demanda posible.

## Bibliografía

A., B. J. (1999). *Contabilidad Básica e Intermedia*. 5ta edición.

Anónimo. (17 de Mayo de 2012).

Anónimo. (2012). *Manejo y Control de Inventario*.

Avalos., J. L. (2015). *Propuesta de mejoras a los modelos de Pronóstico de Demanda y de Control de Inventario de Materia Prima Actuales de los principales productos del Segmento APH de la empresa XYZ*. Quito.

AZNAR, A. (1993). *Métodos de Predicción en Economía II*. . Barcelona: Ariel Economía.

Bock, R. H. (1974). *Planeación y Control de la Producción*.

FIAEP. (2014). *FIAEP*. Obtenido de <http://fiaep.org/inventario/controlymanejodeinventarios.pdf>

Javier A. Murillo Zapata, A. G. (2014). *Univerddidad Militar Nueva Granada*. Bogotá, Colombia.

Land, G. (Marzo de 2015). *University Of Twente*. Obtenido de [MasterThesis\\_IEMPLM\\_G.Land\\_PublicReport.pdf](#)

Taha, H. A. (s.f.). *Investigación de Operaciones*. 9na edición.

## Anexos

### Anexo 1 Pronóstico de la Demanda Productos Agrícolas

Codigo	Descripción	Promedio	Porcentaje	Pronóstico						
				JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
4000840	RIDONATE 720SC 200LTRS.	61	1%	90	212	168	177	80	94	131
2000364	GLIFOPAC 1000 LT	1861	36%	2736	6414	5070	5346	2432	2842	3966
2002836	BUTARROZ 600 1000 LT	75	1%	110	257	203	214	98	114	159
2002201	AMINAPAC 6 1000 LT	249	5%	366	857	678	715	325	380	530
2002835	PROPANAC 500 1000 LT	308	6%	452	1060	838	884	402	470	656
2000336	AMINAPAC 6 200 LT	249	5%	366	857	678	715	325	380	530
2000416	RIDODUR 40 SC 200 LT	14	0%	21	49	39	41	19	22	30
2000371	GRAMILAQ 200LTS.	39	1%	58	135	107	113	51	60	84
2000436	PROPILAQ 200LTS.	1	0%	1	3	2	2	1	1	2
2000363	GLIFOPAC 200 LT	222	4%	327	766	605	638	290	339	473
2000379	CYPERPAC 200 200 LT	37	1%	54	128	101	107	48	57	79
2000349	GRAMOXONE NF 1000LT	69	1%	102	239	189	199	90	106	147
2000368	PROPANAC - 500 200 LT	271	5%	399	935	739	779	354	414	578
2000529	DRAGON 1000LT	44	1%	65	152	120	127	58	67	94
2000397	CLORPILAQ 200 LTS.	64	1%	94	220	174	183	83	98	136
2000347	BUTARROZ 200 LT	93	2%	137	320	253	267	121	142	198
4000150	AMINAPAC-6 1 LT	159	3%	234	549	434	458	208	243	339
2000458	TERCO X-45 200 LT	2	0%	3	7	5	6	3	3	4
2000393	VERLAQ 200 LT	1	0%	2	5	4	4	2	2	3
2000410	CARBENPAC 200 LT	21	0%	31	73	58	61	28	32	45
2000461	SURLAQ ACTIVADOR 200LTS.	15	0%	23	53	42	44	20	24	33
2000342	ATRALAC 50 SC 200 LTS.	5	0%	7	16	12	13	6	7	10
4000151	AMINAPAC 6 1 GL	29	1%	43	101	80	84	38	45	62
4000859	GLIFOLAQ 480SL 4 LT	275	5%	404	947	748	789	359	419	585
2000408	IMIDALAQ(355C).200LT	1	0%	2	4	3	3	1	2	2
4000858	GLIFOLAQ 480SL 1 LT	1026	20%	1508	3536	2795	2947	1340	1567	2186

### Anexo 2 Pronóstico de la Demanda de Consumo

CODIGO	Descripción	Promedio	Porcentaje	Pronóstico						
				JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1002219	ACIDO FOSFORICO 85% CN35	136	23%	692	282	310	371	217	506	212
1002242	ACIDO NITRICO CN35 I.O	150	26%	758	309	339	406	238	555	232
4000506	DRAGON 950 CC.	24	4%	124	51	55	66	39	91	38
4000509	KLERAT BLOQUE CAJA.X 50 GR.	58	10%	293	120	131	157	92	214	90
4000505	DRAGON 475 CC.	20	3%	101	41	45	54	32	74	31
4000504	DRAGON ATOMIZADOR 475 CC.	56	10%	284	116	127	152	89	208	87
4000503	DRAGON 230 CC.	140	24%	708	289	317	379	222	518	217

### Anexo 3 Pronóstico de la Demanda Químicos Industriales en Kilogramos

CODIGO	Descripción	Promedio	Porcentaje	QUIMICOS INDUSTRIALES KG							
				JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
4001392	PROPANOL FORMULADO TB165	103	1%	159	134	101	101	52	60	32	
4001430	THINNERPAC SM-06 GM TB150	25	0%	38	32	24	24	13	15	8	
4001300	THINNERPAC SM-05 GM TB150	7119	36%	11023	9269	6989	6989	3602	4168	2223	
4001551	MEZCLA PARA SELLADOR # 2 180 KG	7	0%	11	9	7	7	4	4	2	
4001520	XILENO TB 210 S/TB	14	0%	22	19	14	14	7	8	4	
4001168	MINERAL FORMULADO TB160	2	0%	3	3	2	2	1	1	1	
4001371	XILENO TB180	12667	64%	19614	16493	12437	12437	6410	7417	3956	

### Anexo 4 Pronóstico de la Demanda Químicos Industriales en Litros

CODIGO	Descripción	Promedio	Porcentaje	QUIMICOS INDUSTRIALES L							
				JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
4001553	THINNERPAC SM-1S C/ENVASE 50 GL	18	5%	19	15	13	13	13	11	8	
4001340	THINNERPAC SM-1S TB 50 GLN.	315	92%	330	264	231	224	227	192	147	
4001670	THINNERPAC PU 50GL	3	1%	3	2	2	2	2	2	1	
4001552	THINNER ACRILICO 50GL	5	2%	6	5	4	4	4	3	3	

### Anexo 5 Pronóstico de la Demanda Químicos Industriales en Unidades

CODIGO	Descripción	Promedio	Porcentaje	QUIMICOS INDUSTRIALES UN							
				JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
1002248	XILENO TB180	490	3%	809	574	480	309	309	253	520	
4001390	ETANOL FORMULADO TB165	17	0%	28	20	16	11	11	9	18	
4001451	MINERAL MEZCLADO 160 KG	2	0%	4	3	2	1	1	1	2	
4001374	HIDROXIDO DE SODIO 50% TB250	5726	35%	9461	6710	5617	3609	3609	2960	6081	
4001370	TOLUENO TB180	10352	62%	17106	12132	10155	6525	6525	5352	10994	



## Anexo 7 Densidad de los Productos Terminados Directos

PT (Formulado)	GAMS	Densidad
DR	i1	0.818
GRM	i2	1.0773
VR	i3	0.888
GF	i4	1.1568
TH	i5	0.762
AM	i6	1.1975
SA	i7	1.002
CYP	i8	0.945
GR	i9	1
THSM	i10	1
TB	i11	1.194
DRC	i12	0.984
RD	i13	1
TERC	i14	1.026
BU	i15	0.996
CL	i16	1.078
CAR	i17	1.1649
THSM	i18	0.78
PR	i19	1.076
PY	i20	0.962
ETF	i21	0.807
THPU	i22	1
PRF	i23	0.82
RDU	i24	1.292
THAC	i25	0.849
PRO	i26	0.991

## Anexo 8 Stock Inicial de Materias Primas

TEXTO	PRESENTACIÓN	GAMS	STOCK
			inicio
AA-2753 25 KGS	25	j1	394.9
ETANOL 99% GRANEL	1	j10	9762
HEXANOL 170KGS.	170	j12	454.92
KAPOLGEN 123 200KGS.	123	j13	3690
KAPOLGEN 235 200KGS.	200	j14	3000
SOLVESSO 100 208 KG	208	j15	37002.16
GLIFOSATO 95% 25KGS.(AGROPRO	25	j16	10125
MONOISOPROPILAMINA 140KGS.	140	j17	29248.94
AMARILLO REMAZOL HE4R 1KG.	1	j18	14.5
NARANJA REMAZOL	1	j19	4.6
VISOR 25 KGS	25	j2	355
PROAMINOX H90 200KGS.	200	j20	6503
ULTRAMINA 200	200	j21	1701757
ACETATO ETILO GRANEL	1	j23	40175.8
S.MAQ. ETANOL REACTIVADO 165	165	j24	125.07
BUTIL GLICOL TB185	185	j25	14878.4
2,4-D ACIDO 500KGS.	500	j26	3712
DYMETHYLAMINE 160KGS.	160	j27	15113.92
NONIL FENOL 9 MOLES 215 KG	215	j28	1612.93
INWET A-31 200KGS.	170	j29	708.56
DIESEL TRATADO 1KG.	1	j3	1027.94
NONIL FENOL 6 MOLES 215 KG	215	j30	2516.36
TENSOPER SIL 77 20 KG	20	j31	34.8
ALCOHOL ISOPROPILICO TB160	160	j32	11538.24
CIPERMETRINA TECNICA 225KGS.	225	j33	13725
PENDIMETALINA TECNICA 230KG	230	j34	26450
SOLVESSO 100 210KGS.	210	j35	392.7
MEK SUDAFRICA TB165	165	j36	1138.665
N-PROPIL ACETATO TB 183.71 KG	183.71	j37	3306.78
THIABENDAZOL TECNICO 25KGS.	25	j38	1062.5
ACIDO LACTICO 85% 60KGS.	60	j39	1026.36
PARAQUAT 240KGS	240	j4	50510.88
SOLVESSO 100 205KGS.	205	j40	568.465
CIPERMETRINA TECNICA 70% 200K	200	j41	6.6
TETRAMETRINA 20 KG	20	j42	1240
SODA CAUSTICA LIQ.50% GRANEL	1	j43	19637.6
CLOROTALONIL TECNICO 25KGS.	25	j44	1429
SOPROPHOR FLK 200KGS.	200	j45	909

VEEGUM 19.95 KGS.	19.95	<b>j46</b>	159.6
GOMA XANTAN 25KGS.	25	<b>j47</b>	62.4
PROPILENGLICOL INDUSTRIAL TB21	215	<b>j48</b>	6738.1
FORMOL 37% TB230	230	<b>j49</b>	48.76
KAPOLGEN GMX 200KGS.	200	<b>j5</b>	6625
GENAPOL LA 090 200KGS.	200	<b>j50</b>	203.8
BUTACLOR TECNICO 225KGS.	225	<b>j52</b>	3600
VIOLETA DE GENCIANA 25KGS	25	<b>j53</b>	23.6
CLORPIRIFOS TECNICO 250 KG	250	<b>j54</b>	5363.75
CARBENDAZIM TECNICO 98% 25KG	225	<b>j55</b>	77884.2
SW ANS 90 25KGS.	25	<b>j56</b>	2264.5
TOLUENO GRANEL	1	<b>j57</b>	3101
PROPANIL TECNICO 600KG	600	<b>j58</b>	20292
ACIDO SULFONICO LINEAL 210KG A	210	<b>j59</b>	1084.44
TERRAMINS 1 KG.	1	<b>j6</b>	147.5
DIETANOLAMINA 215KGS.	215	<b>j60</b>	350.02
ISOFORONA 190KGS.	190	<b>j61</b>	5091.05
MIBK METIL ISOBUTIL 165KGS.	165	<b>j62</b>	7232.445
ACETATO BUTILO TB 180KG	180	<b>j63</b>	18455.94
N-PROPANOL TB 165.56 KG	165.56	<b>j64</b>	17383.8
RIDODUR 80 PM 25 KGS.	25	<b>j65</b>	6000
METABISULFITO SODIO BASF SC25	25	<b>j66</b>	42965.5
PROPICONAZOL TECNICO 250KGS.	250	<b>j67</b>	649.5
ANTIESPUMANTE QC-200	200	<b>j7</b>	389.2
SODA CAUSTICA SC25 25KG	25	<b>j8</b>	17876
XILENO TB180	180	<b>j9</b>	167.94

## Anexo 9 Costo de Almacenamiento de PT Formulado

COSTOS PT FORMULADO						
MATERIA PRIMA	PRESENTACIÓN	STOCK	GAMS	COSTO POR 0.4	COSTO POT KG	COSTO INV. ALMACENADO
TETRAMETRINA 20 KG	20	62	j42	\$ 1.97	\$ 4.93	\$ 305,722.62
CIPERMETRINA TECNICA 70% 200KG.- DC	200	0.033	j41	\$ 0.47	\$ 1.17	\$ 386.46
THIABENDAZOL TECNICO 25KGS.	25	42.5	j38	\$ 0.39	\$ 0.98	\$ 52,028.07
AMARILLO REMAZOL HE4R 1KG.	1	14.5	j18	\$ 0.36	\$ 0.90	\$ 649.31
VIOLETA DE GENCIANA 25KGS	25	0.944	j53	\$ 0.34	\$ 0.85	\$ 1,000.20
NARANJA REMAZOL	1	4.6	j19	\$ 0.31	\$ 0.79	\$ 180.60
VISOR 25 KGS	25	14.2	j2	\$ 0.25	\$ 0.63	\$ 11,186.00
TENSOPER SIL 77 20 KG	20	1.74	j31	\$ 0.25	\$ 0.62	\$ 1,072.82
AA-2753 25 KGS	25	15.796	j1	\$ 0.15	\$ 0.37	\$ 7,290.30
PROPICONAZOL TECNICO 250KGS.	250	2.598	j67	\$ 0.13	\$ 0.34	\$ 10,919.99
ACEITE MINERAL TB200	200	8	j51	\$ 0.11	\$ 0.26	\$ 21,072.80
VEEGUM 19.95 KGS.	19.95	8	j46	\$ 0.10	\$ 0.25	\$ 2,018.96
HEXANOL 170KGS.	170	2.676	j12	\$ 0.08	\$ 0.20	\$ 4,594.48
CIPERMETRINA TECNICA 225KGS.	225	61	j33	\$ 0.07	\$ 0.18	\$ 124,635.20
BUTIL GLICOL TB185	25	26.448	j25	\$ 0.07	\$ 0.18	\$ 5,950.55
PENDIMETALINA TECNICA 230KG	230	115	j34	\$ 0.07	\$ 0.16	\$ 217,650.15
GOMA XANTAN 25KGS.	25	2.496	j47	\$ 0.05	\$ 0.12	\$ 371.78
PARAQUAT 240KGS	240	210.462	j4	\$ 0.05	\$ 0.12	\$ 300,053.57
TERRAMINS 1 KG.	1	147.5	j6	\$ 0.04	\$ 0.11	\$ 823.05
PROPANIL TECNICO 600KG	600	33.82	j58	\$ 0.04	\$ 0.11	\$ 108,317.68
SW ANS 90 25KGS.	25	90.58	j56	\$ 0.04	\$ 0.11	\$ 11,953.84
INWET A-31 200KGS.	170	4.168	j29	\$ 0.04	\$ 0.10	\$ 3,678.42
KAPOLGEN 123 200KGS.	123	30	j13	\$ 0.04	\$ 0.10	\$ 18,556.82
CLOROTALONIL TECNICO 25KGS.	25	57.16	j44	\$ 0.04	\$ 0.10	\$ 7,186.16
CLORPIRIFOS TECNICO 250 KG	250	21.455	j54	\$ 0.04	\$ 0.10	\$ 25,584.23
SOPROPHOR FLK 200KGS.	200	4.545	j45	\$ 0.04	\$ 0.09	\$ 4,205.53
GENAPOL LA 090 200KGS.	200	1.019	j50	\$ 0.04	\$ 0.09	\$ 916.44
KAPOLGEN 235 200KGS.	200	15	j14	\$ 0.03	\$ 0.06	\$ 9,554.57
RIDODUR 80 PM 25 KGS.	25	240	j65	\$ 0.03	\$ 0.06	\$ 18,902.40
ANTIESPUMANTE QC-200	200	1.946	j7	\$ 0.03	\$ 0.06	\$ 1,220.56
GLIFOSATO 95% 25KGS. (AGROPRODUCTIVA)	25	405	j16	\$ 0.02	\$ 0.06	\$ 30,767.85
ACIDO LACTICO 85% 60KGS.	60	17.106	j39	\$ 0.02	\$ 0.06	\$ 3,079.08
BUTACLOR TECNICO 225KGS.	225	16	j52	\$ 0.02	\$ 0.06	\$ 10,696.96
MIBK METIL ISOBUTIL 165KGS.	165	43.833	j62	\$ 0.02	\$ 0.05	\$ 18,718.44
DIETANOLAMINA 215KGS.	215	1.628	j60	\$ 0.02	\$ 0.05	\$ 893.80
PROAMINOX H90 200KGS.	200	32.515	j20	\$ 0.02	\$ 0.05	\$ 16,330.98
ABAMECTINA TECNICA 25KGS.	25	3	j11	\$ 0.02	\$ 0.05	
ISOFORONA 190KGS.	190	26.795	j61	\$ 0.02	\$ 0.05	\$ 12,389.74
NONIL FENOL 9 MOLES 215 KG	215	7.502	j28	\$ 0.02	\$ 0.04	\$ 3,470.86
NONIL FENOL 6 MOLES 215 KG	215	11.704	j30	\$ 0.02	\$ 0.04	\$ 5,326.14
KAPOLGEN GMX 200KGS.	200	33.125	j5	\$ 0.02	\$ 0.04	\$ 13,519.31
2,4-D ACIDO 500KGS.	500	7.424	j26	\$ 0.02	\$ 0.04	\$ 7,224.44
S.MAQ. ETANOL REACTIVADO 165 KG	165	0.758	j24	\$ 0.01	\$ 0.04	\$ 223.26
PROPILENGLICOL INDUSTRIAL TB215	215	31.34	j48	\$ 0.01	\$ 0.04	\$ 11,915.47
MEK SUDAFRICA TB165	165	6.901	j36	\$ 0.01	\$ 0.03	\$ 1,897.78
ACIDO SULFONICO LINEAL 210KG AGRO.	210	5.164	j59	\$ 0.01	\$ 0.03	\$ 1,797.59
ACETATO BUTILO TB 180KG	180	102.533	j63	\$ 0.01	\$ 0.03	\$ 28,338.07
MONOISOPROPILAMINA 140KGS.	140	208.921	j17	\$ 0.01	\$ 0.03	\$ 40,039.71
DYMETHYLAMINE 160KGS.	160	94.462	j27	\$ 0.01	\$ 0.03	\$ 19,247.58
N-PROPANOL TB 165.56 KG	165.56	105	j64	\$ 0.01	\$ 0.02	\$ 20,867.70
ETANOL 99% GRANEL	1	9762	j10	\$ 0.01	\$ 0.02	\$ 11,714.40
N-PROPIL ACETATO TB 183.71 KG	183.71	18	j37	\$ 0.01	\$ 0.02	\$ 3,913.38
XILENO TB180	180	0.933	j9	\$ 0.01	\$ 0.02	\$ 193.91
ACETATO ETILO GRANEL	1	40175.8	j23	\$ 0.01	\$ 0.02	\$ 46,202.17
ALCOHOL ISOPROPILICO TB160	160	72.114	j32	\$ 0.01	\$ 0.02	\$ 13,225.70
SOLVESCO 100 210KGS.	210	1.87	j35	\$ 0.01	\$ 0.02	\$ 421.35
SOLVESCO 100 205KGS.	205	2.773	j40	\$ 0.01	\$ 0.02	\$ 573.65
TOLUENO GRANEL	1	3101	j57	\$ 0.01	\$ 0.02	\$ 3,007.98
FORMOL 37% TB230	230	0.212	j49	\$ 0.01	\$ 0.02	\$ 43.63
SOLVESCO 100 208 KG	208	177.895	j15	\$ 0.01	\$ 0.02	\$ 32,727.35
CARBENDAZIM TECNICO 98% 25KGS.	225	346.152	j55	\$ 0.01	\$ 0.01	\$ 55,685.47
SOLVENTE RUBBERT 1GLN	1	1325	j22	\$ 0.01	\$ 0.01	
DIESEL TRATADO 1KG.	1	1027.94	j3	\$ 0.00	\$ 0.01	\$ 637.32
METABISULFITO SODIO BASF SC25	25	1718.62	j66	\$ 0.00	\$ 0.01	\$ 25,573.07
SODA CAUSTICA SC25 25KG	25	715.04	j8	\$ 0.00	\$ 0.01	\$ 8,508.97
SODA CAUSTICA LIQ.50% GRANEL	1	19637.6	j43	\$ 0.00	\$ 0.01	\$ 6,480.41
ULTRAMINA 200	200	8508.785	j21	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 22,207.93

## Anexo 10 Costos de Almacenamiento PT Directo

COSTOS PT DIRECTO					
PRODUCTO	PRESENTACIÓN	STOCK	Gams	COSTO POR	Costo
ACIDO FOSFORICO 85% CN35	1	165	i27	\$ 29.86	\$ 4,926.90
ACIDO NITRICO CN35 I.O	1	720	i28	\$ 14.73	\$ 10,605.60
DRAGON 230 CC.	1	12861	i33	\$ 0.68	\$ 8,745.48
DRAGON 475 CC.	1	3260	i31	\$ 1.24	\$ 4,042.40
DRAGON 950 CC.	1	808	i29	\$ 2.32	\$ 1,874.56
DRAGON ATOMIZADOR 475 CC.	1	3014	i32	\$ 1.51	\$ 4,551.14
KLERAT BLOQUE CAJA.X 50 GR.	1	7454	i30	\$ 0.66	\$ 4,919.64

## Anexo 11 Beneficio de Producción de PT Formulado

BENEFICIO DE PRODUCCIÓN DE PT FORMULADO						
DESCRIPCIÓN	GAMS		BENEFICIO	STOCK	PRESENTACIÓ	COSTO DE ALMACENAMIENTO
DRAGON 1000LT	i1	\$ 2.98	\$ 1.99	20.338	1000	\$ 40,407.13
THINNERPAC SM-05 GM TB150	i10	\$ 2.35	\$ 1.56	0.727	150	\$ 170.59
TB-LAQ 200LTS.	i11	\$ 20.16	\$ 13.44	5.494	200	\$ 14,766.77
DRAGON CONCENTRADO FORMULADO 200 LT	i12	\$ 121.48	\$ 80.99	1.044	200	\$ 16,910.25
RIDONATE 720SC 200LTRS.	i13	\$ 7.84	\$ 5.22	0.575	200	\$ 600.86
TERCO X-45 200 LT	i14	\$ 3.99	\$ 2.66	6.918	200	\$ 3,682.24
BUTARROZ 600 1000 LT	i15	\$ 3.80	\$ 2.54	1.614	1000	\$ 4,091.81
CLORPILAQ 200 LTS.	i16	\$ 4.97	\$ 3.31	14.370	200	\$ 9,518.83
CARBENPAC 200 LT	i17	\$ 6.49	\$ 4.33	11.580	200	\$ 10,018.55
THINNERPAC SM-06 GM TB150	i18	\$ 2.04	\$ 1.36	0.205	150	\$ 41.81
PROPANAC 500 1000 LT	i19	\$ 6.11	\$ 4.08	0.129	1000	\$ 525.74
GRAMOXONE NF 1000LT	i2	\$ 5.89	\$ 3.92	12.843	1000	\$ 50,407.37
PYRIMETHA.25EC 200 LT	i20	\$ 5.53	\$ 3.69	4.100	200	\$ 3,025.43
ETANOL FORMULADO TB165	i21	\$ 2.32	\$ 1.55	0.914	165	\$ 233.72
THINNERPAC PU 50GL	i22	\$ 1.47	\$ 0.98	2	200	\$ 391.04
PROPANOL FORMULADO TB165	i23	\$ 2.29	\$ 1.53	0.478	165	\$ 120.62
RIDODUR 40 SC 200 LT	i24	\$ 3.92	\$ 2.61	1.985	200	\$ 1,037.22
THINNER ACRILICO 50GL	i25	\$ 1.57	\$ 1.05	24.585	200	\$ 5,154.49
PROPILAQ 200LTS.	i26	\$ 9.56	\$ 6.37	1.560	200	\$ 1,987.65
VERLAQ 200 LT	i3	\$ 7.52	\$ 5.01	1.608	200	\$ 1,611.65
GLIFOPAC 1000 LT	i4	\$ 2.39	\$ 1.59	10.879	1000	\$ 17,335.57
THINNERPAC SM-1S TB 50 GLN.	i5	\$ 1.30	\$ 0.87	74.862	200	\$ 12,993.04
AMINAPAC 6 1000 LT	i6	\$ 2.52	\$ 1.68	7.980	1000	\$ 13,391.24
SURLAQ ACTIVADOR 200LTS.	i7	\$ 2.01	\$ 1.34	15.905	200	\$ 4,271.92
CYPERPAC 200 200 LT	i8	\$ 4.59	\$ 3.06	5.410	200	\$ 3,312.60
GRAMILAQ 200LTS.	i9	\$ 6.66	\$ 4.44	11.485	200	\$ 10,193.97

## Anexo 12 Clasificación ABC Productos Terminados y Materia Prima.

CODIG.C.	DESCRIPCION	U	2011	2012	2013	2014	2015	2016	TOTAL	STOCK	COBERTU	INDICE ROTACION	COST INV	ABC
1002248	XILENO TB180	UN	-	1442	6024	-	103	364	1983	1	0.0	2125.4	\$ 193.91	A
4001553	THINNERPAC SM-1S C/ENVASE 50 GL	L	-	-	-	26	35	35	32	0	0.0	351.6	\$ 16.46	A
4001392	PROPANOL FORMULADO TB165	KG	-	-	-	-	-	103	103	0	0.0	215.1	\$ 120.62	A
4000840	RIDONATE 720SC 200LTRS.	UN	443	177	29	20	23	20	118	1	0.0	206.1	\$ 600.86	A
4001430	THINNERPAC SM-06 GM TB150	KG	-	-	-	29	34	26	30	0	0.0	144.4	\$ 41.81	A
2000364	GLUFOPAC 1000 LT	UN	224	75	4616	1110	1410	274	1285	11	0.0	118.1	\$ 17,335.57	A
2002836	BUTARROZ 600 1000 LT	L	-	-	-	218	110	3	110	2	0.0	68.3	\$ 4,091.81	A
4001300	THINNERPAC SM-05 GM TB150	KG	-	-	11737	9295	7834	3950	8204	150	0.0	54.7	\$ 170.59	A
2002201	AMINAPAC 6 1000 LT	L	69	24	47	440	313	1374	378	8	0.0	47.4	\$ 13,391.24	B
2002835	PROPANAC 500 1000 LT	L	-	-	-	15	1507	1434	985	26	0.0	38.2	\$ 525.74	B
4001390	ETANOL FORMULADO TB165	UN	-	-	27	21	33	25	26	1	0.0	28.8	\$ 233.72	B
4001551	MEZCLA PARA SELLADOR #2 180 KG	KG	-	-	-	8	18	-	13	1	0.0	24.0	\$ 144.13	B
2000336	AMINAPAC 6 200 LT	UN	6049	18	32	45	64	95	1051	45	0.0	23.3	\$ 16,269.75	B
2000416	RIDODUR 40 SC 200 LT	UN	39	26	186	9	8	8	46	2	0.0	23.2	\$ 1,037.22	B
2000371	GRAMILAQ 200LTS.	UN	211	114	402	452	78	-	251	11	0.0	21.9	\$ 10,193.97	B
4000860	GLUFOLAQ 480SL 20 LT	L	400	326	508	475	75	100	314	DESCONTINUADO	#VALOR!	DESCONTINUADO		
2000436	PROPILAQ 200LTS.	UN	6	69	6	5	28	21	22	2	0.1	14.4	\$ 1,987.65	B
2000363	GLUFOPAC 200 LT	UN	369	145	130	76	325	139	197	20	0.1	10.0	\$ 6,382.11	B
2000379	CYPERPAC 200 200 LT	UN	86	16	43	39	49	48	47	5	0.1	8.6	\$ 3,312.60	B
2000349	GRAMOXONE NF 1000LT	L	188	70	221	45	45	40	102	13	0.1	7.9	\$ 50,407.37	B
2002803	DRAGON CONCENTRADO FORMULADO 200 LT	L	-	-	-	1457	1285	1122	1288	209	0.2	6.2	\$ 16,910.25	B
2000368	PROPANAC - 500 200 LT	UN	117	764	57	39	2072	12	510	96	0.2	5.3	\$ 403.54	B
2000529	DRAGON 1000LT	UN	110	113	116	95	85	91	102	20	0.2	5.0	\$ 40,407.13	B
4001340	THINNERPAC SM-1S TB 50 GLN.	L	-	-	407	385	350	224	342	75	0.2	4.6	\$ 12,993.04	B
2000397	CLORPILAQ 200 LTS.	L	18	30	199	28	35	32	57	14	0.3	4.0	\$ 9,518.83	B
2000347	BUTARROZ 200 LT	L	55	304	68	35	50	55	94	25	0.3	3.7	\$ 13,675.77	B
4000150	AMINAPAC-6 1 LT	UN	-	-	-	893	355	-	624	169	0.3	3.7	\$ 390.39	B
2000458	TERCO X-45 200 LT	L	19	48	25	23	15	11	24	7	0.3	3.4	\$ 3,682.24	B
4001451	MINERAL MEZCLADO 160 KG	UN	-	-	-	20	6	0	8	3	0.3	3.0	\$ 294.90	B
2000393	VERLAQ 200 LT	UN	8	4	2	3	3	4	4	2	0.4	2.6	\$ 1,611.65	B
4000201	GLUFOPAC 5 GL	UN	#N/A	10	-	-	-	-	DESCONTINUADO	#VALOR!	DESCONTINUADO			
4001670	THINNERPAC PU 50GL	L	-	-	-	-	-	4	4	2	0.5	2.2	\$ 391.04	C
2000410	CARBENPAC 200 LT	L	33	18	23	29	21	19	24	12	0.5	2.0	\$ 10,018.55	C
4001520	XILENO TB 210S/TB	KG	-	-	-	-	106	40	73	40	0.5	1.8	\$ 9,599.60	C
2000461	SURLAQ ACTIVADOR 200LTS.	UN	36	26	16	10	19	9	19	16	0.8	1.2	\$ 4,271.92	C
1002219	ACIDO FOSFORICO 85% CN35	UN	252	160	203	132	202	145	182	165	0.9	1.1	\$ 4,926.90	C
4001168	MINERAL FORMULADO TB160	KG	-	-	23	4	8	3	9	10	1.1	0.9	\$ 1,456.55	C
1000441	DRAGON SPRAY 350 ML.	UN	#N/A	364	-	84	263	-	DESCONTINUADO	#VALOR!	DESCONTINUADO			
4001371	XILENO TB180	KG	-	-	13381	12705	25572	19855	17878	24399	1.4	0.7	\$ 28,546.41	C
2000342	ATRALAC 50 SC 200 LTS.	L	11	6	21	2	2	3	8	10	1.4	0.7	\$ 9,251.31	C
4000151	AMINAPAC 6 1 GL	UN	-	-	-	216	75	-	145	204	1.4	0.7	\$ 1,676.88	C
4000861	GLUFOLAQ 480 200 LT	L	#N/A	#N/A	1450	25	3665	-	DESCONTINUADO	#VALOR!	DESCONTINUADO			
4000859	GLUFOLAQ 480SL 4 LT	UN	1286	480	284	501	300	3249	1017	1500	1.5	0.7	\$ 14,520.00	C
4001552	THINNER ACRILICO 50GL	L	-	-	-	27	16	7	17	25	1.5	0.7	\$ 5,154.49	C
4001374	HIDROXIDO DE SODIO 50% TB250	UN	-	-	3175	9890	5358	9125	6887	11198	1.6	0.6	\$ 5,039.10	C
1002242	ACIDO NITRICO CN35 I.O	UN	222	120	267	431	408	720	361	720	2.0	0.5	\$ 10,605.60	C
2000408	IMIDALAQ(355C).200LT	UN	-	1	3	2	4	2	3	7	2.7	0.4	\$ 12,614.98	C
4000858	GLUFOLAQ 480SL 1 LT	UN	9067	1831	182	1910	670	13216	4479	14004	3.1	0.3	\$ 29,688.48	C
4000506	DRAGON 950 CC.	UN	-	830	33	39	87	66	211	808	3.8	0.3	\$ 1,874.56	C
4000198	GLUFOPAC 1 LT	UN	#N/A	#N/A	-	0	0	-	DESCONTINUADO	#VALOR!	DESCONTINUADO			
4001370	TOLUENO TB180	UN	-	-	2346	13677	12713	26215	13737	96300	7.0	0.1	\$ 104,967.00	C
4000509	KLERAT BLOQUE CAJA.X 50 GR.	UN	-	3326	140	155	225	1426	1054	7454	7.1	0.1	\$ 4,919.64	C
4000505	DRAGON 475 CC.	UN	-	751	136	386	419	423	423	3260	7.7	0.1	\$ 4,042.40	C
4000504	DRAGON ATOMIZADOR 475 CC.	UN	-	220	163	15	22	307	145	3014	20.8	0.0	\$ 4,551.14	C
4000503	DRAGON 230 CC.	UN	-	723	929	461	3	641	551	12861	23.3	0.0	\$ 8,745.48	C

**Anexo 13 Resultado de BACKORDER de los Productos Terminados  
Formulados**

<b>BACKORDER DE LOS PT FORMULADO</b>							
<b>CODIGO</b>	<b>JUNIO</b>	<b>JULIO</b>	<b>AGOSTO</b>	<b>SEPTIEMBRE</b>	<b>OCTUBRE</b>	<b>NOVIEMBRE</b>	<b>DICIEMBRE</b>
2000529	0	0	0	0	57624	67359	93987
2000349	0	0	0	0	90421	105696	147480
2000393	0	0	0	0	356	415	579
2000364	547143	1282857	13868760	1069275	486301	568456	793179
4001340	65955	52850	76147	44848	45328	38483	29309
2002201	365610	857227	247704	714508	324955	379852	530016
2000461	4529	10619	950	8851	4026	4705	6565
2000379	0	0	0	0	9687	11323	15800
2000371	0	0	0	0	10255	11987	16726
4001300	2204596	1853719	13868760	1397830	720421	833674	444641
21045694	0	0	0	0	206	240	335
2002803	0	0	0	0	16070	18785	26211
4000840	0	0	0	0	0	0	0
2000458	0	0	0	0	523	611	852
2002836	0	0	0	0	19502	22796	31808
2000397	0	0	0	0	16685	19503	27213
2000410	0	0	0	0	5558	6497	9065
4001430	7678	6456	934	4868	2509	2903	1548
2002835	0	0	0	0	401931	469833	655568
2475964	0	0	0	0	16685	19503	27213
3713946	4542	3221	449	1732	1732	1421	2919
4001670	546	437	5	371	376	318	242
4001392	26265	22085	16066	16653	8583	9932	5297
2000416	0	0	0	0	3717	4344	6062
4001552	1149	920	23	781	790	670	510
2000436	0	0	0	0	206	240	335