



**UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA**

“APLICACIÓN DE INVENTARIO DE PERIODOS FIJOS CON UN  
INVENTARIO DE SEGURIDAD EN CASO: HEWLETT-PACKARD  
IMPRESORAS DESKJET.”

**AUTOR**

MENDOZA SANTANA EDISON ALEXANDER

**TUTOR**

ING. MARCOS VERA MENDOZA.

**MANTA – MANABÍ – ECUADOR**

**2016**

# ESTUDIO DE CASO EN EL PLAN DE CONTINGENCIA COMO MODALIDAD DE TITULACIÓN

## Datos del estudiante

**Apellidos:** Mendoza Santana    **Nombre:** Edison Alexander

**Cédula:** 131393610-4    **Domicilio:** Avenida 19 Entre Calles 12 y 13

**Teléfono (s):** 0988467644/ 052613638    **Email:**  
edisonmendoza04@hotmail.com

**Matriculado en la Carrera:** Septiembre de 2011

**Año de ingreso a la Carrera:** Abril del 2011

**Título del Trabajo:** APLICACIÓN DE INVENTARIO DE PERIODOS  
FIJOS CON UN INVENTARIO DE SEGURIDAD EN CASO:  
HEWLETT-PACKARD IMPRESORAS DESKJET

## Datos del Tutor del Trabajo de Titulación

**Apellidos:** Vera Mendoza **Nombres:** Marcos

**Cargo:** Docente

**Universidad:** Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí "ULEAM"

**Teléfono:** 0993858999 **Email:** mveram88@hotmail.com

**Manta (Ecuador)** 19 de Octubre del 2016

---

Ing. Marcos Vera Mendoza

**Tutor**

---

Edison Mendoza Santana

**Egresado**

## CERTIFICACIÓN

---

Ing. Marcos Vera Mendoza, Docente de la Facultad de Ingeniería Industrial, certifica que el Egresado EDISON ALEXANDER MENDOZA SANTANA realizó el Estudio de Caso en el Plan de Contingencia como modalidad de Titulación “APLICACIÓN DE INVENTARIO DE PERIODOS FIJOS CON UN INVENTARIO DE SEGURIDAD EN CASO: HEWLETT-PACKARD IMPRESORAS DESKJET”, bajo la dirección del suscrito, habiendo cumplido con las disposiciones establecidas para el efecto Manta, 19 de Octubre del 2016.

---

**Ing. Marcos Vera Mendoza**

**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABI**

**FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

**ESTUDIO DE CASO EN EL PLAN DE CONTINGENCIA COMO MODALIDAD  
DE TITULACIÓN**

**APLICACIÓN DE INVENTARIO DE PERIODOS FIJOS CON UN  
INVENTARIO DE SEGURIDAD EN CASO: HEWLETT-PACKARD  
IMPRESORAS DESKJET**

Sometido a consideración del Honorable Consejo Directivo de la Facultad de  
Ingeniería Industrial como requisito para obtener el título de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

Aprobado por la comisión:

---

**Ing. Marcos Vera Mendoza**  
TUTOR

---

**Ing. Stanlin Mendoza**

---

**Eco. Andrés Miranda**

---

**Ing. David Loor**

La responsabilidad de la investigación, propuesta y conclusiones del presente trabajo, corresponden exclusivamente al autor.

---

**MENDOZA SANTANA EDISON**

## DEDICATORIA

Es grato saber que estoy a punto de cumplir una etapa más en mi vida, en el cual he demostrado esfuerzo, dedicación y constancia, por tanto este trabajo va dedicado a:

Mi querida Madre Janett Santana quien ha sido pilar fundamental en mi vida, en especial a mis queridas tías Ney Alvarado y Gina Alvarado, a mi hermana Arianna Mendoza, a mi hermano Ronnie Mendoza, a mis tíos Luis López, Freddy Salas, Luis Roca, Monserrate Roca y demás familiares, quienes han sido mi motivación para culminar una etapa más de logros en mi vida, gracias por enseñarme que el esfuerzo, la paciencia, y la perseverancia son factores claves para llegar al final de cada una de mis objetivos propuestos , gracias por su apoyo, comprensión, amor en los momentos duros de mi vida por sostenerme, y nunca permitirme bajar los brazos antes momentos duros y difíciles.

Y sobre todo a mi Dios por guiarme y bendecirme y darme sabiduría en cada día de mi vida.

## **AGRADECIMIENTO**

Mis agradecimientos infinitos a mi Dios por ser quien guía cada uno de mis pasos, quien ilumina mi camino a diario, y sobre todo quien me da las fuerzas para seguir adelante para lograr cada una de mis metas y propósitos.

Le doy gracias a mi mamá Janett Santana por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado, y por haberme dado la oportunidad de tener una educación, y sobre todo por ser un excelente ejemplo de vida a seguir.

A mi Universidad, y mis profesores de la facultad Ingeniería Industrial por siempre impartir sus conocimientos de la mejor manera.

Mis más sinceros agradecimientos al Ingeniero Marcos Vera por su paciencia, tiempo, por su orientación durante el proceso de titulación, lo cual ha sido una motivación fundamental para seguir con el proceso de titulación, le estaré eternamente agradecido.

## RESUMEN

En este proyecto muestra el problema que se presenta de forma continua en la elección del costo de manejos de inventarios en los análisis de existencia de seguridad a la empresa Hewlett Packard (HP) dedicada a la elaboración de impresoras DeskJet que es uno de sus bienes más éxitos de esta marca, para ello se busca desarrollar un modelos de inventario para mejorar el manejo de impresoras DeskJet en Europa. Manteniendo los niveles altos de satisfacción con los clientes y los modelos diferentes que produce la marca, esto con la finalidad de reducir los costos de inventarios por lo que a la par implementamos un sistema de máximos y mínimos para mantener un inventario reducido en los productos y compararlos versus la política actual de manejo de inventario promedio de un mes en el centro de distribución.

Palabras claves: Inventario de periodos fijos, inventarios de seguridad, justo a tiempo.

## **ABSTRACT**

This project sample problem that occurs continuously in the choice of the cost of handling of inventories in the analysis of existence of security the company Hewlett Packard (HP) dedicated to the elaboration of DeskJet printers is one of their goods more successes of this brand, for it seeks to develop an inventory model to improve the management of printers DeskJet in Europe. Keeping them levels high of satisfaction with those customers and those models different that produces the brand. This with the purpose of reducing the costs of inventories by which at the same time implement a system of maximum and minimum to maintain an inventory reduced by products and compare them versus the current policy of management of average inventory from one month in the distribution center.

Model Keywords: Inventory of periods fixed, inventories of security, just in time.

## TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT .....	ix
1. INTRODUCCION .....	1
1.1. Situación Problemática.....	1
1.2. Formulación del Problema .....	3
1.2.1. Problema Principal .....	3
1.2.2. Problemas Secundarios .....	3
1.3. Objetivos .....	3
1.3.1. Objetivo General .....	3
1.3.2. Objetivos Específicos .....	3
2. MARCO TEORICO.....	4
2.1. Sistemas de control del inventario.....	4
2.2. Sistema de clasificación ABC.....	4
2.2.1. Sistemas de Información y administración del inventario .....	6
2.3. LA CADENA DE SUMINISTRO DE LA DESKJET .....	7
2.4. EL PROCESO DE DISTRIBUCIÓN .....	9
2.5. Antecedentes de investigación.....	10
2.6. Políticas de revisión de inventarios .....	11
2.6.1. Revisión periódica .....	12
2.6.2. Revisión continua .....	13
2.7. Modelos de inventarios .....	15
2.7.1. Generalidades .....	15
2.8. Tipo de demanda .....	16
2.8.1. Demanda dependiente e independiente.....	16

2.8.2.	Demanda determinística y probabilística.....	17
2.9.	INVENTARIO JUSTO A TIEMPO.....	19
2.10.	Inventario de Seguridad .....	20
2.11.	Costos del sistema de inventarios.....	25
2.12.	Modelos de inventarios .....	25
2.13.	Análisis de modelos de inventarios .....	27
2.14.	El punto de reorden.....	28
2.15.	Requisición viajera .....	28
2.16.	Modelos de periodo fijo .....	31
2.17.	Modelos probabilísticos.....	31
2.18.	Modelos Analíticos .....	32
2.19.	Modelos determinísticos.....	33
2.20.	Modelo de lote económico (EOQ) .....	33
3.	ANÁLISIS Y RESULTADOS.....	35
3.1.	Análisis e interpretación de los resultados .....	35
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	54
5.	BIBLIOGRAFIA .....	44

## **CONTENIDO DE ILUSTRACIONES**

Ilustración 1 Clasificación ABC de inventarios .....	6
Ilustración 2: Cadena de suministro de la DeskJet de HP .....	10
Ilustración 3 Lista de materiales de DeskJet de HP .....	10
Ilustración 4 Revisión Periódica de Inventario.....	12
Ilustración 5 Revisión Continua de Inventario .....	14
Ilustración 6 Demanda Determinística.....	17
Ilustración 7 Demanda Probabilística .....	18
Ilustración 8 Distribución Normal de la Demanda.....	22
Ilustración 9 Distribución Normal del Tiempo de Entrega.....	24
Ilustración 10 Tipos de modelos.....	26
Ilustración 11 Modelos deterministas de cantidad fija más sencillos.....	29

## **CONTENIDO DE TABLAS**

Tabla 1 Incremento a la media del inventario, de una distribución normal para obtener el nivel de cobertura de la demanda predeterminado. ....	23
Tabla 2. DEMANDA DE MODELOS IMPRESORAS DESKJET.....	35
Tabla 3 Sistema de máximos y mínimos para mantener un inventario reducido de los productos .....	36
Tabla 1 Ejercicio dos situación actual.....	50

# **1. INTRODUCCION**

## **1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA**

Hewlett Packard (HP) es una empresa tecnológica que opera en más de 170 países de todo el mundo. Explora de qué manera puede ayudar la tecnología y los servicios a las personas y a las empresas en afrontar sus problemas, desafíos y así poder hacer realidad sus posibilidades, aspiraciones y sueños.

El primer producto de Hewlett Packard, presentado en 1938, fue un oscilador de baja frecuencia llamado 200A para dar la impresión que se trataba de una compañía de larga duración, en que su primer comprador fue los estudios Disney que utilizó para sus dibujos animados FANTASIA.

La impresora DeskJet se introdujo al mercado en 1988 y se ha convertido en uno de los productos más exitosos de Hewlett-Packard (HP). Las ventas han aumentado en forma continua, llegando a un nivel superior a 600.000 unidades en 1990. Por desgracia, el crecimiento del inventario es casi igual de las ventas. Los centros de distribución de HP están llenos de cajas de impresoras DeskJet. Pero aún, la organización en Europa afirma que es necesario aumentar todavía más los niveles de inventario para mantener una disponibilidad satisfactoria del producto.

Se presenta la crisis del servicio de inventarios, limitar la cantidad de inventario en toda cadena de suministro de la DeskJet y al mismo tiempo ofrecer el alto nivel de servicio necesario ha sido un gran reto para la gerencia de Vancouver. El grupo de manufactura ha tenido muchos éxitos en reducir las incertidumbres causadas por la entrega al centro de distribución europeo. Sin embargo, el pronóstico de la demanda en Europa es un problema importante. Se ha vuelto muy común que haya faltantes de algunos modelos en determinados países, mientras que el inventario de otros modelos sigue apilándose. En el pasado, los niveles de inventarios meta en los centros de distribución se basaba en los

inventarios de seguridad que resultaban de un juicio práctico. De manera específica, para cada modelo manejado en el centro de distribución se establecieron niveles de inventarios meta, iguales a las ventas promedio en un mes. Sin embargo, ahora parece ser que el aumento en la dificultad para obtener un pronóstico exacto significa que es necesario revisar las reglas de los inventarios de seguridad.

HP formó un equipo de empleados que ayuda a implementar un sistema de inventarios de seguridad con bases científicas que responderá a los errores de pronóstico y los tiempos de resurtido. Asimismo, deben recomendar un método para calcular los niveles apropiados de inventarios de seguridad para los distintos modelos de DeskJet manejados en el centro de distribución europeo. El equipo tiene una muestra adecuada de datos sobre la demanda que es posible utilizar para desarrollar la metodología de los inventarios de seguridad (Ver Ilustración 3). HP espera que la nueva metodología solucione el problema del inventario y los servicios.

Un problema que se presenta en forma continua es la elección del costo de manejo del inventario a utilizar en los análisis de existencia de seguridad. Los estimados en la compañía varían de 12% (el costo de la deuda de HP más algunos gastos de almacenamiento) a 60% con base en la recuperación de la inversión esperada de los proyectos de desarrollo de nuevos productos). La gerencia decidió utilizar 25% para este estudio. Suponga que todas las impresoras cuestan un promedio de 250 dólares cada una en producción y envío a Europa. Otro problema es la elección de la probabilidad para el inventario de seguridad en cada modelo. La compañía decidió usar una probabilidad de 98% cifra que mercadotecnia considera apropiada.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. Problema Principal**

¿Cómo realizar un modelo de inventario para manejar las impresoras DeskJet en Europa suponiendo que la planta de Vancouver sigue produciendo los seis modelos de impresoras que se venden en Europa utilizando datos de la demanda de dicha impresora?

### **1.2.2. Problemas Secundarios**

¿Cuál es la comparación de los resultados del modelo de inventario a las impresoras DeskJet con la política actual de manejar inventario promedio de un mes en el centro de distribución?

¿Cómo evaluar la idea de suministra impresoras genéricas al centro de distribución en Europa e integrar el producto empacando accesorios, enfocándose en el impacto sobre la inversión en inventarios en el centro de distribución?

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. Objetivo General**

- ✓ Implementar en Hewlett Packard (HP) una nueva metodología que solucione el problema de inventarios que minimice los costos totales de inventarios, reducción de los productos almacenados y poder mantener el nivel de servicios.

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- ✓ Calcular las necesidades netas del pedido de los distintos modelos DeskJet manejados al centro de distribución de Europa minimizando las necesidades de inventario.
- ✓ Minimizar la cantidad de inventario en toda la cadena de suministro de DeskJet, al mismo tiempo es necesario ofrecer un alto nivel de servicio.

## **2. MARCO TEORICO**

### **2.1. SISTEMAS DE CONTROL DEL INVENTARIO**

Los sistemas de control de inventario cuentan con el apoyo de bases de datos de transacciones, costos contables y proyecciones sobre el sistema en general, sobre lo cual se apoyan para dictaminar las políticas que controlen los distintos componentes y artículos que forman parte del inventario.

Los sistemas de control de inventario deben valerse de una gran cantidad de componentes que controlen las distintas secciones del inventario. Secciones en las cuales se debe identificar el comportamiento de las variables que se presentan, para enmarcar este comportamiento de las variables en un modelo de inventario que las contemple, y que ejerza políticas acordes a cada comportamiento de las secciones del inventario.

Existen distintos modelos de inventarios que son de utilidad y que permiten manejar las secciones del inventario, a continuación se presenta un sistema de clasificación del inventario y algunos de los modelos de inventarios que tienen mayor aplicación dentro del campo de estudio del inventario (Silver *et. al.*, 2005).

### **2.2. SISTEMA DE CLASIFICACIÓN ABC**

Este sistema de clasificación del inventario tiene sus orígenes muy ligados a los inicios del siglo diecinueve. En dicho periodo, el renombrado economista italiano Wilfrido Pareto argumentó que en una gran mayoría las situaciones o eventos están dominadas por un número relativamente pequeños de elementos fundamentales de estas situaciones o eventos. Pareto presentó sus primeros estudios sobre las distribuciones de tierras en su país natal, sobre las cuales descubrió que en su mayoría eran poseídas por un pequeño sector socioeconómico alto de la población. Así corroboró la herramienta que representa su método para el análisis de distintos problemas. Su gran aportación

velozmente fue difundida y aplicada en distintos campos de estudios y análisis (Chopraet. *al.*, 2004).

La clasificación ABC de inventarios es un método aplicado con el fin de agrupar dentro de tres categorías los artículos de un inventario. Dicha clasificación se la realiza ponderando los costos de cada tipo de artículo, sobre el costo total del inventario. Con lo cual se busca establecer diferentes controles de administración para las distintas clasificaciones, con el grado de control apropiado a la importancia concedida a cada clasificación (Chopraet. *al.*, 2004).

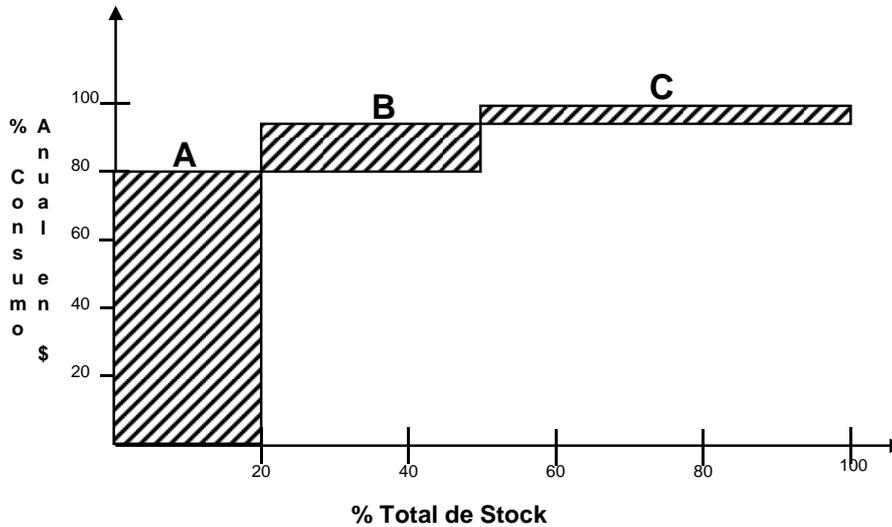
Las letras A, B y C representan las categorías diferentes en las cuales se clasificación los artículos o ítems.

Artículos clase A.- son los que simbolizan el 80% del costo total del inventario. Representan la más significativa proporción del valor global. Generalmente, solo entre el 10% o 20% del total de los artículos a clasificar caen dentro de esta clasificación.

Artículos clase B.- son los cuales subsiguen a los de los artículos de la clase A y representan el siguiente 15% del costo total del inventario, es decir se enmarcan entre el 80% y 95% del costo total del inventario.

Artículos clase C.- son los que abarcan un último 5% del costo total del inventario, se encuentran encajados entre el 95% y 100% del costo total del inventario. En muchos casos dentro de la clasificación de artículos de clase C, se encuentran aproximadamente el 50% del total de los artículos inventariados

**Ilustración 1 Clasificación ABC de inventarios**



Debe recordarse que para el análisis del sistema de manejo de inventarios según la clasificación ABC, es necesario involucra los costos de cada artículo o ítem, y también su utilización o total de consumo para el periodo a analizar (Schwarz, 2003).

### **2.2.1. Sistemas de Información y administración del inventario**

Los sistemas de información cuentan con un registro confiable de la situación actualizada de los sistemas que interactúan dentro de un proceso productivo, por lo cual los sistemas de información facilitan la administración de los inventarios.

Cuando se manejan múltiples artículos en inventarios, se pueden utilizar los modelos analíticos para su administración, siempre y cuando los artículos tengan demandas independientes. Sin embargo, en muchos procesos productivos las demandas no son de tipo independiente, para lo cual es recomendado utilizar sistemas de administración de inventarios que traten a estos artículos con este tipo de demanda, tales como los son los sistemas MRP (Materials Requierment Planning) y los ERP (Enterpirce Requierment Planning) por sus siglas en ingles.

Los sistemas ERP y MRP son técnicas de planeación de requerimientos de producción, que determinan las demandas de los artículos dependientes dada una demanda externa de un producto final, crean calendarios de las necesidades de cada artículo dependiente y calendarios de producción para cada artículo basándose en los costos de organización (Schroeder & Roger G., 2015).

Puesto que las técnicas ERP y MRP están dirigidas a satisfacer las necesidades de producción mediante el control del flujo de materiales, se marcan las diferencias con los modelos clásicos de administración de inventarios que están dirigidos a la satisfacción del cliente, mediante el control de los inventarios.

### **2.3. LA CADENA DE SUMINISTRO DE LA DESKJET**

La red de proveedores, sitios de manufactura, centros de distribución, distribuidores y clientes para el producto DeskJet (Ver ilustración 2).

HP de Vancouver realiza la manufactura, hay dos etapas clave en el proceso de manufactura:

- a. El ensamble y la prueba de circuitos impresos (PCAT por sus siglas en inglés).
- b. El ensamble y las pruebas finales (FAT por sus siglas en inglés).

El PCAT comprende el ensamble y las pruebas de los componentes electrónicos (como circuitos integrados, memorias de solo lectura y tarjetas de circuito impresas en bruto) para producir las tarjetas lógicas que se utilizan en la impresora. El FAT comprende el ensamble de otros subensambles (como motores, cables, teclados, chasis de plásticos, engranajes y ensambles de circuitos impresos del PCAT) para producir una impresora que funcione, así como la prueba final de ésta.

Los componentes necesarios para el PCAT y el FAT provienen de otras divisiones de HP, así como de proveedores externos en todo el mundo.

La venta de DeskJet en Europa requiere de personalizar la impresora para que cubra los requerimientos de idioma y voltaje de cada país, a este proceso se lo conoce como “localización”. De esta manera específica DeskJet en distintos países comprende el ensamble del módulo de suministro de corriente apropiado, que refleja los requerimientos de voltaje (110 o 220) enchufes correctos, así como el empaque con la impresora y un manual escrito en el idioma apropiado. En la actualidad, la prueba final se realiza con el módulo de corriente real incluido con la impresora. Por lo tanto los productos terminados de fábrica son versiones “localizadas” de la impresora destinadas a los distintos países. Para el mercado europeo se producen actualmente seis versiones, las cuales tienen las siguientes designaciones A, AA, AB, AQ, AU y AY, como lo indica la lista de materiales que se muestran (Ver ilustración 3).

El tiempo de procesamiento total en la fábrica de las etapas PCAT y FAT es de aproximadamente una semana, el tiempo de transporte desde Vancouver hasta el centro de distribución de la Unión Europea es de cinco semanas. El prolongado tiempo de envío a Europa se debe al tránsito en el océano y el tiempo que tarda los productos en pasar la aduana y pagar los aranceles en el puerto de entrada. La planta envía un embarque semanal de impresoras al centro de distribución de la Unión Europea.

La industria de las impresoras es muy competitiva. Los revendedores quieren manejar el inventario más bajo posible. Como consecuencia, HP está cada vez más presionado como fabricante para ofrecer altos niveles de disponibilidad en el centro de distribución de la Unión Europea, en respuesta la gerencia decidió almacenar impresoras en los centros de distribución, con el fin de mantener estos niveles (Schroeder & Roger G., 2015).

## **2.4. EL PROCESO DE DISTRIBUCIÓN**

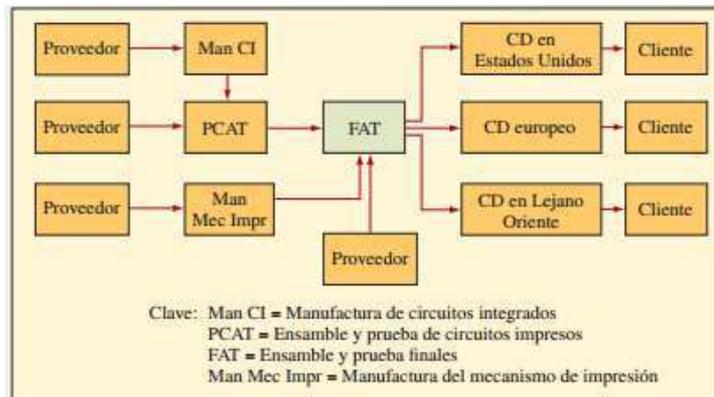
Por tradición los centros de distribución visualizan el proceso como un proceso estandarizado simple y directo. Existen cuatro etapas en éste:

1. Recibir (terminar) los productos de diversos proveedores y almacenarlos.
2. Elegir los distintos productos necesarios para cubrir el pedido del cliente.
3. Empacar el pedido completo y etiquetarlo.
4. Enviar el pedido a través del transportista adecuado

La impresora DeskJet se adapta al proveedor estándar. En contraste, otros productos como computadoras personales y monitores requieren un procesamiento especial llamado "integración", que incluye la adición del teclado y el manual apropiado para el país de destino. Aunque este procesamiento adicional no requiere de mucha mano de obra, es difícil incluirlo en el proceso estándar e interrumpe el flujo de material. Hay mucha frustración en la gerencia del centro de distribución en relación con los procesos de ensamblaje. En general la gerencia del centro de distribución enfatiza el papel de los centros de distribución como almacenes y la necesidad de continuar haciendo lo que saben hacer mejor distribuir

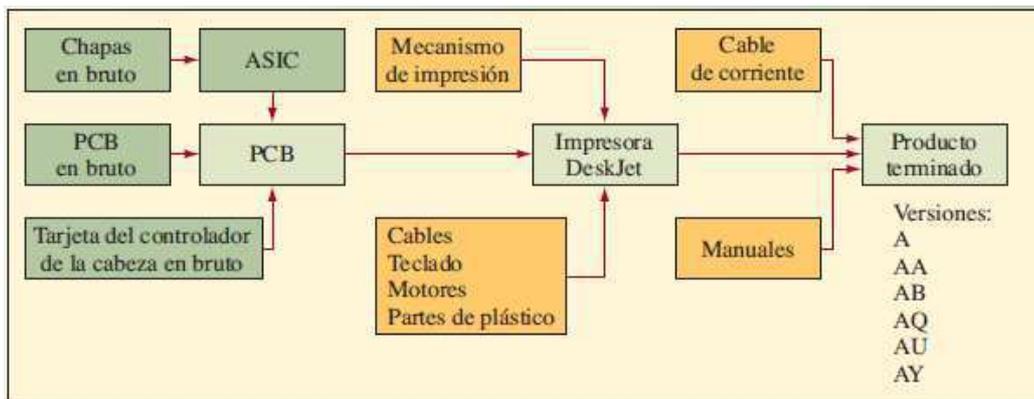
Sin embargo la alta gerencia considera que la integración del producto en el almacén es muy valiosa porque permite que los productos genéricos se envíen al centro de distribución y que la configuración final del producto se realice antes de enviarlo al cliente. En lugar de que la fábrica haga productos específicos para un país, es posible producir bienes genéricos y enviarlos a Europa. La gerencia está muy interesada en estudiar el valor de esta estrategia y su aplicación en el caso de las impresoras DeskJet (Schroeder & Roger G., 2015).

**Ilustración 2: Cadena de suministro de la DeskJet de HP**



Fuente: (Chase, Jacobs, & Aquilano, Duodécima Edición )

**Ilustración 3 Lista de materiales de DeskJet de HP**



Fuente: (Chase, Jacobs, & Aquilano, Duodécima Edición )

## 2.5. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN

Para el desarrollo del presente trabajo de titulación se tomó en consideración Investigaciones relacionadas con la aplicación de Modelo de inventario fijo aplicado a un inventario de seguridad los cuales se mencionan a continuación:

(Osorio, 2010) en su artículo científico “Modelos para el control de inventarios en las pymes” El control de inventarios es uno de los temas más complejos en Logística y Gestión de la Cadena de Abastecimiento.

Con frecuencia se escucha a los administradores, gerentes y responsables de la gestión logística afirmar que uno de sus principales problemas a los que se deben enfrentar es la administración de los inventarios. Uno de los problemas típicos, por ejemplo, es la existencia de excesos y de faltantes.

Un problema parecido al que se dan en la distribución de las impresoras HP en Europa aplicando un modelo de periodo fijo sería la solución para este problema.

(Gutiérrez; Vidal, 2007) en su proyecto titulado “Modelos de Gestión de Inventarios en Cadenas de Abastecimiento” se da a conocer los diferentes modelos de gestión y más adecuados cadenas de abastecimiento, teniendo en cuenta la variabilidad de la demanda y los tiempos de suministro. El esquema de revisión se clasifica en cuatro secciones: (1) Modelos de Aleatoriedad de la Demanda, (2) Modelos de Aleatoriedad de los Tiempos de Suministro, (3) Modelos de Políticas de Inventarios, y (4) Modelos Integrados para la Gestión de Inventarios. Se hace especial énfasis en la carencia de metodologías para modelar los aspectos variables del sistema y se identifican las oportunidades de investigación y desarrollo del área, en el contexto de la industria nacional.

Esta investigación se relaciona con el presente trabajo de titulación ya que brinda información relevante para aplicar un inventario adecuado a la empresa en estudio.

## **2.6. POLÍTICAS DE REVISIÓN DE INVENTARIOS**

En términos generales los modelos que se presentan, permitirán establecer la política a utilizar para administrar el artículo objeto de análisis. Sin embargo, previamente a la discusión de dichos modelos es posible clasificar los mismos y en consecuencia las políticas que se obtengan de ellos en dos grupos:

- ✓ Revisión periódica (RP).
- ✓ Revisión continua (RC).

Estos dos tipos de políticas son el marco de frecuencia de revisión del estatus del inventario, a partir de esto se determina cuando reabastecerse y cuanto ordenar, para mantener la cantidad de inventario a niveles acordados por la administración.

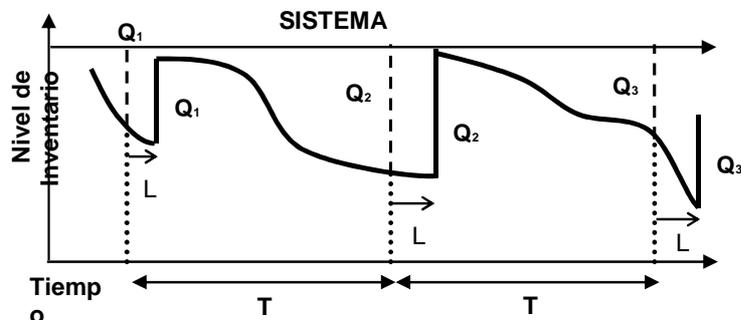
### 2.6.1. Revisión periódica

Esta política de reordenamiento revisa el nivel de inventario cada cierto periodo fijo de tiempo, para determinar así cuanto ordenar sobre la base del nivel de inventario (o inventario disponible) en el momento de la revisión.

Las principales características del sistema de revisión periódica son:

- ✓ No tiene punto de reorden.
- ✓ Posee un nivel de inventario meta.
- ✓ El intervalo de tiempo para ordenar es fijo.
- ✓ La cantidad a ordenar es variable en la mayoría de las ocasiones.
- ✓ Proporciona cobertura de la demanda durante el tiempo del periodo más el tiempo de reaprovisionamiento.
- ✓ No es ágil para detectar faltantes en el inventario.

**Ilustración 4 Revisión Periódica de Inventario**



Este tipo de política es muy adecuada para los casos en los cuales es previsible determinar un periodo fijo entre cada requerimiento del inventario, tal es el caso de los artículos que presentan una demanda constante.

El tipo de política de revisión periódica es un sistema utilizado en administraciones, que desean disminuir la gestión del inventario, y así solo dedican un momento específico de sus actividades para la elaboración de pedidos y su documentación pertinente.

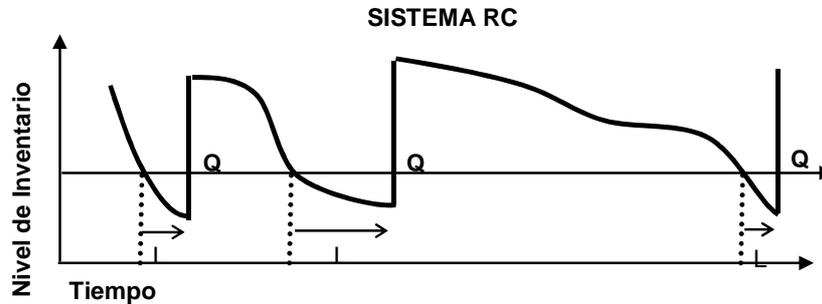
### **2.6.2. Revisión continua**

Esta política de reordenamiento revisa el nivel de inventario de manera continua, con lo cual se determina cuando se alcanza el punto de reorden (R) del inventario, para automáticamente poner un pedido al proveedor. La cantidad R es estimada por el administrador del inventario que calcula su valor en base a apreciaciones propias y los datos del sistema.

Las principales características del modelo de revisión continua son:

- ✓ El tamaño del lote ordenado no varía, y el momento de solicitud del lote depende del punto de reorden R.
- ✓ Los intervalos de tiempo entre cada orden son variables.
- ✓ Ágil para detectar posibles faltantes en el inventario, dado su revisión continua.
- ✓ Debe proporcionar cobertura de la demanda solo durante el tiempo estimado de reaprovisionamiento (L).
- ✓ Generalmente requiere de un menor inventario de seguridad.
- ✓ Costos de monitoreo y documentación del inventario son altos, a menos que el sistema de revisión sea automatizado.

**Ilustración 5 Revisión Continua de Inventario**



Este tipo de política es muy adecuada para los casos en los cuales no es previsible determinar un periodo fijo entre cada requerimiento del inventario, tal es el caso de los artículos que presentan demandas muy variable.

La cantidad mínima que se debe mantener en inventario o punto de reorden, corresponde a una cantidad preestablecida, cantidad que corresponde al volumen de artículos demandados durante el periodo que toma reabastecerse.

Junto con el desarrollo de la tecnología, que ha permitido implementar enlaces eficaces entre centros de almacenamiento y departamentos administrativos, podemos apreciar el auge de la utilización de sistemas de revisión continua en muchos inventarios, dado que la tecnología ha brindado la rapidez y actualización necesaria que este tipo de sistema necesita para funcionar correctamente (Chase *et. al.*, 2000).

## **2.7. MODELOS DE INVENTARIOS**

### **2.7.1. Generalidades**

La elaboración de las políticas de inventario requiere de una clara comprensión del comportamiento de los elementos que conforman el sistema y de las variables que influyen en el mismo. Para poder entender un sistema de inventario se ha desarrollado y continúa desarrollándose extensiva investigación sobre modelos que permitan explicar y racionalizar los mismos, a partir de estos modelos se ha podido elaborar ciertas políticas para casos específicos, los cuales han contribuido a la optimización de dichos problemas, y han ayudado a sentar las bases de la administración científica de las operaciones, comúnmente conocida como la Investigación de Operaciones (Chase *et. al.*, 2000).

Algunas de las características, propiedades y variables que se encuentran inmersas en un inventario y que deberán tomarse en cuenta para modelar adecuadamente, son las siguientes:

- ✓ Tipo de demanda.
- ✓ Niveles de déficit aceptados.
- ✓ Tiempo de aprovisionamiento o reposición.
- ✓ Nivel de servicio requerido.
- ✓ Costos envueltos en el sistema.

A continuación, se discutirá sobre cada uno de ellas, de tal forma de poder establecer un criterio fundamental para presentar modelos y clasificar sistemas que conlleven a establecer políticas de administración.

## **2.8. TIPO DE DEMANDA**

La demanda representa las necesidades o requerimientos de los clientes en un periodo de tiempo, esta demanda puede depender de algún o algunos factores, sean estos individuales o colectivos, sociales o empresariales. En muchos casos la demanda es conocida, y en otros casos es posible estimarla. Sin embargo, la demanda al ser el resultado de necesidades humanas siempre presenta cierto grado de incertidumbre o inexactitud, en algunos casos dichas características son representativas y en otros no. Poder diferenciar este límite hace necesario profundizar en los conceptos generales de la demanda (Chase *et. al.*, 2000).

### **2.8.1. Demanda dependiente e independiente**

En un inventario los artículos pueden encontrarse relacionados de manera tal que un artículo dependa del otro al momento de requerirse, en tal caso se puede afirmar que la demanda de este producto es dependiente, dado que depende de factores propios de otro elemento. Por ejemplo, en el negocio de las bebidas gaseosas, dentro del cual el inventario de las tapas roscas para envases de dos litros depende de la demanda de este tipo de presentación de la gaseosa, así también se puede mencionar el caso del movimiento del inventario de las tarjetas de memoria RAM (Random Access Memory) presentes en un procesador de datos, la demanda de este tipo de tarjetas se encuentra afectada de manera directa por necesidades en las que los procesadores de datos incurran (Axsater, 2000).

De forma contraria se presentan demandas que no guardan ninguna relación con otros artículos inventariados este es el caso de las demandas independientes. Dentro de estos casos se pueden mencionar los suscitados en los autoservicios por ejemplo, donde se puede apreciar que la demanda de cigarrillos no es afectada por la demanda de gaseosas y viceversa.

Estos ejemplos ilustran claramente sobre el comportamiento de un inventario cuya demanda puede ser dependiente o independiente. De la misma manera, aunque seguramente un poco más complicado, es necesario conocer la dependencia de la demanda de cada artículo para determinar su comportamiento y determinar las políticas adecuadas para un buen manejo del mismo.

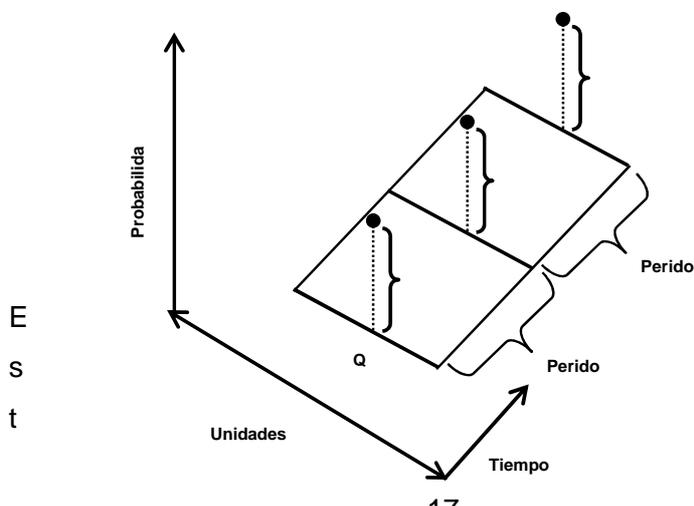
Para los inventarios de artículos que presentan demandas independientes la Investigación De Operaciones y la Simulación presentan algunos modelos que sirven de gran ayuda para determinar las políticas óptimas para el manejo del inventario (Axsater, 2000).

### 2.8.2. Demanda determinística y probabilística

Para los casos únicos en los cuales la demanda es independiente se puede clasificar la demanda como determinística o probabilística, esta característica de la demanda es muy importante para determinar las políticas óptimas que buscan lograr una solución acorde a las necesidades del modelo de inventarios, dado que permite conocer si la demanda sigue un patrón de comportamiento estadístico preestablecido (Axsater, 2000).

Demanda determinística.- en este tipo de demanda se conoce con exactitud cuántos artículos se demandan en un periodo de tiempo, como se muestra en la siguiente figura.

**Ilustración 6 Demanda Determinística**



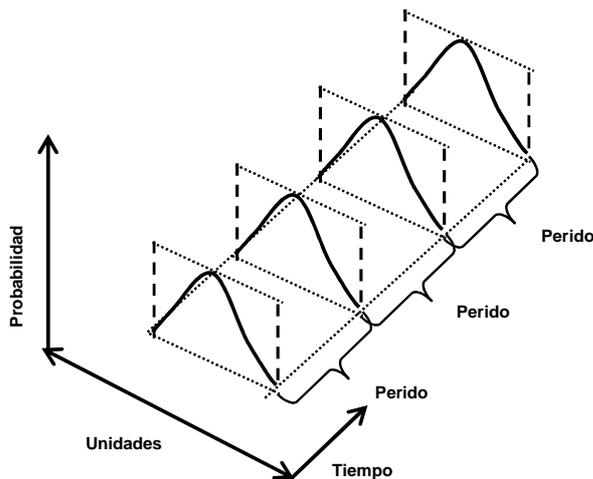
a demanda puede ser constante para varios periodos de tiempo o puede variar para cada periodo de tiempo.

Este tipo de demanda se presenta cuando la demanda es producida por un cliente o sistema automático, de manera constante y con un nivel exacto de producto a demandar.

Un ejemplo claro de este tipo de demanda, es el caso de las demandas producidas por líneas de producción continua, se cita el caso para las demandas de combustible que utiliza una maquinaria que trabaja 24 horas al día. En dicha situación, se puede determinar el consumo de combustible por hora, que está determinado por la capacidad de la maquinaria o sistema (Graves *et. al.*, 2003).

Demanda probabilística.- en este tipo de demanda se conoce con cierto grado de incertidumbre y variabilidad cuantos artículos se demandan en un periodo de tiempo.

**Ilustración 7 Demanda Probabilística**



Es posible determinar la variabilidad y fluctuaciones, determinando las posibilidades de ocurrencia de las mismas. Se busca en lo posible determinar si estos eventos siguen un patrón de comportamiento estadístico preestablecido, y si se asemejan a los tipos de distribución estadística conocidas, tales como la Uniforme, Normal, Exponencial, Chi-Cuadrada, Beta o Gamma (Axsater, 2000).

Este tipo de demanda se presenta cuando la demanda es producida por un cliente o sistema, que presenta fluctuaciones en sus requerimientos del producto.

Un ejemplo claro de este tipo de demanda, es el caso de las demandas producidas en las salas de emergencia de un hospital, donde los pacientes que ingresan a la sala de los mismos cada semana requieren distintos tipos de suministros médicos para su atención específica. Para estos casos la demanda es incierta, pero se puede elaborar una distribución estadística, basada en datos históricos, para modelar el comportamiento de la demanda y determinar las posibilidades de ocurrencia de la demanda en periodos futuros (Schroeder, 1992).

## **2.9. INVENTARIO JUSTO A TIEMPO**

El inventario justo a tiempo consiste en una filosofía empresarial que tiene por finalidad eliminar todo aquello que represente desperdicio en las actividades de compras, fabricación, distribución,.. En una empresa. Asumir este tipo de inventario significa no tener espacio, personas, procesos y mercancías de forma ociosa. Es no asumir nada que no implique agregar valor.

Esto significa que la empresa solo produce la mercancía que ha sido comprometida. Es como si la producción de la empresa se limitara a la cantidad solicitada.

Esta metodología de inventario tiene ventajas como son:

No dispone de personal subutilizado ni ocioso, no incurre en costo financiero derivado de mantener en almacén depósito de mercancía,

maximiza la producción acorde con la demanda del mercado, evita que la mercancía sufra depreciación por obsolescencia,...

Entre las desventajas se pueden citar: no se dispone de mercancía para dar respuesta a una no planificada, si ocurren problemas con los proveedores la empresa tendrá problemas para satisfacer las necesidades de los clientes en el tiempo adecuado (Schroeder, 1992).

Esta nueva filosofía se fundamenta en los elementos siguientes: Reducir la porción de actividades que no aportan valor

- ✓ Incrementar el valor del output.
- ✓ Reducir la variabilidad
- ✓ Reducir el tiempo del ciclo.
- ✓ Simplificar, minimizando el número de pasos, partes y uniones.
- ✓ Incrementar la flexibilidad del output
- ✓ Incrementar la transparencia del proceso
- ✓ Enfocar el control en la totalidad del proceso
- ✓ Aplicar un mejoramiento continuo en el proceso
- ✓ Balancear el mejoramiento del flujo con el mejoramiento de la conversión.

## **2.10. INVENTARIO DE SEGURIDAD**

El inventario de seguridad es una cantidad de artículos predeterminados, que tiene como fin satisfacer la demanda cuando los valores de esta se presentan por encima de lo esperado (Ballou, 2004).

Para determinar este objetivo, se debe establecer un parámetro que mida la satisfacción de la demanda. Para esto se toma el nivel de servicio como parámetro de medición de la satisfacción demanda. Dado que existen varias formas de medir el nivel de servicio, tales como lo son los basados en:

- ✓ Porcentaje de la demanda que se satisface con artículos almacenados durante un periodo determinado.

- ✓ Porcentaje de pedido satisfecho durante un periodo determinado.
- ✓ Porcentaje de tiempo que el sistema tiene de material.
- ✓ Porcentajes de Otros.

Debe elegirse el nivel de servicio considerado pertinente como parámetro de medición, para el análisis, para la aplicación siguiente, determinaremos como parámetro de medición de la demanda al nivel de servicio que se mide de acuerdo al porcentaje de la demanda que se satisface con los artículos almacenados durante un periodo determinado o también llamado cobertura del inventario.

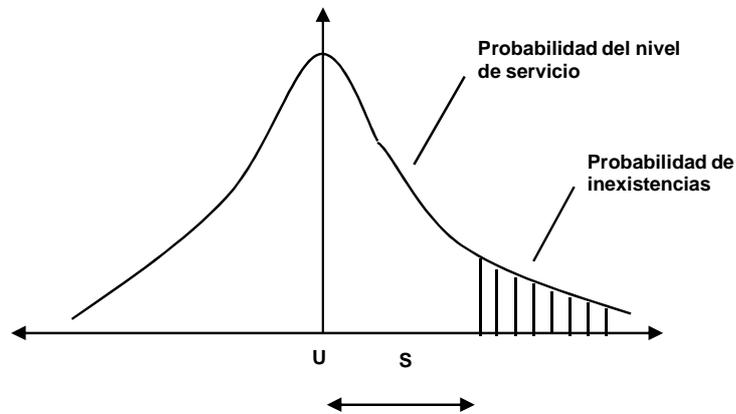
El inventario de seguridad, se asocia con el punto de reorden del inventario, dado que ambos de manera conjunta cumplen con el mismo objetivo.

El inventario de seguridad y punto de reorden se basan en la noción de una distribución de probabilidad de la demanda durante el tiempo de entrega, sin embargo para calcular esta probabilidad, es necesario conocer la distribución de probabilidad estadística de la demanda, y variancia de la misma durante el tiempo de entrega.

Asumir una distribución de probabilidad estadística normal de la demanda es una suposición bastante realista para muchos problemas de inventarios con demanda independiente (Ballou, 2004).

Siguiendo esta recomendación podemos realizar los cálculos correspondientes para determinar el nivel de inventario de seguridad a mantener, para cumplir con el objetivo de cubrir la demanda de acuerdo al nivel de servicio requerido, con la siguiente definición:

### Ilustración 8 Distribución Normal de la Demanda



Donde,

U = Media de la demanda.

S = Inventario de Seguridad.

Entonces,

$P_r = S_D \times \text{Tiempo de reposición.}$

$S_D = (\mu_D + S_S)$

$S_S = Z_{\alpha 1} \cdot \sigma_D$

Donde,

$P_r$  = punto de reorden.

$S_D$  = inventario esperado + inventario de seguridad.

$S_S$  = inventario de seguridad para la demanda.

$\mu_D$  = demanda media.

$\sigma_D$  = desviación estándar de la demanda.

$Z_{\alpha 1}$  = factor de seguridad para la cobertura del inventario o del nivel de servicio (de acuerdo a la tabla de la normal).

En la siguiente tabla se expresan los resultados del desarrollo de las formulas anteriormente expuestas para distintas variancias y niveles de servicios.

**Tabla 2 Incremento a la media del inventario, de una distribución normal para obtener el nivel de cobertura de la demanda predeterminado.**

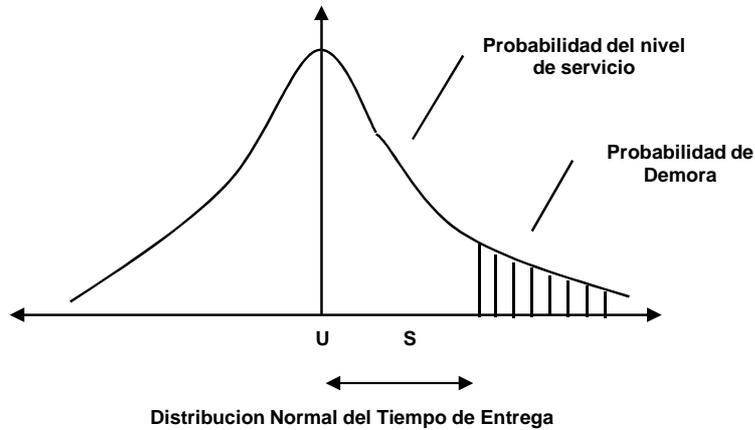
		<i>Desv Standar</i>										
		5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
<b>Z</b>	<b>% cobertura</b>	<b>Incremento en unidades a la media de la distribucion</b>										
0.68	<b>75.2%</b>	3.40	6.80	13.60	20	27	34	41	48	54	61	68
0.85	<b>80.2%</b>	4.25	8.50	17.00	26	34	43	51	60	68	77	85
1.04	<b>85.1%</b>	5.20	10.40	20.80	31	42	52	62	73	83	94	104
1.29	<b>90.2%</b>	6.45	12.90	25.80	39	52	65	77	90	103	116	129
1.65	<b>95.1%</b>	8.25	16.50	33.00	50	66	83	99	116	132	149	165
2.06	<b>98.0%</b>	10.30	20.60	41.20	62	82	103	124	144	165	185	206
3	<b>99.9%</b>	15.00	30.00	60.00	90	120	150	180	210	240	270	300

La tabla anterior, permite conocer qué cantidad de inventario extra (inventario de seguridad) sobre el promedio de la demanda (con distribución normal) se debe mantener para satisfacer el nivel de servicio elegido.

Para determinar el número de días de reposición, se aplica de igual forma el procedimiento anteriormente desarrollado, así tenemos:

Sea, el comportamiento de la variable “tiempo de entrega” de tipo normal como se muestra en la figura.

**Ilustración 9 Distribución Normal del Tiempo de Entrega**



Donde,

$U_E$  = Media del tiempo de entrega.

$S_E$  = Unidades de seguridad.

Entonces,

$$T_E = (\mu_E + S_E).$$

$$S_E = Z_{\alpha/2} \cdot \sigma_E$$

Donde,

$T_E$  = tiempo de entrega.

$\mu_E$  = tiempo medio de entrega.

$S_E$  = tiempo de seguridad para la entrega.

$\sigma_E$  = desviación estándar del tiempo de entrega.

$Z_{\alpha/2}$  = factor de seguridad para la cobertura del tiempo de entrega o del nivel de servicio (de acuerdo a la tabla de la normal).

Así, se puede determinar el inventario de seguridad o punto de reorden de acuerdo al nivel de seguridad predeterminado, de la siguiente forma:

$$P_r = S_D \cdot T_E$$

$$S_D = (\mu_D + Z_{\alpha/1} \sigma_D).$$

$$T_E = (\mu_E + Z_{\alpha/2} \sigma_E).$$

Donde,

$P_r$  = punto de reorden.

$T_E$  = tiempo de entrega.

$S_D$  = inventario esperado + inventario de seguridad.

$S_S$  = inventario de seguridad para la demanda.

$\mu_D$  = demanda media.

$\mu_E$  = tiempo medio de entrega.

$S_E$  = tiempo de seguridad para la entrega.

$\sigma_D$  = desviación estándar de la demanda, durante el tiempo de entrega.

$\sigma_E$  = desviación estándar del tiempo de entrega.

$Z_{\alpha_1}$  = factor de seguridad para la cobertura del inventario (de acuerdo a la tabla de la normal).

$Z_{\alpha_2}$  = factor de seguridad para la cobertura del tiempo de entrega (de acuerdo a la tabla de la normal).

## 2.11. COSTOS DEL SISTEMA DE INVENTARIOS

Las empresas buscan desarrollar políticas óptimas para el manejo del inventario que incurra en el mínimo costo total del sistema.

Analizando los costos, se aprecia y reconoce los componentes y la importancia de cada uno de los factores que lo componen. Entre estos costos se destacan los siguientes:

- ✓ Costo de pedido o reaprovisionamiento (K).
- ✓ Costo de compra (C).
- ✓ Costo de mantener el inventario (h).
- ✓ Costo por déficit (d).

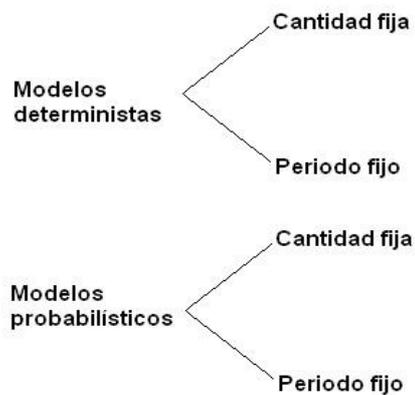
## 2.12. MODELOS DE INVENTARIOS

Existen cuatro tipos básicos para clasificar la mayoría de los modelos que se refieren al abastecimiento o a la compra de inventarios:

Los modelos Deterministas son diferentes de los modelos probabilísticas porque tienen una suposición en cuanto a las condiciones de certeza con respecto a la demanda, costo y precios que se presentan. La demanda que se supone es fija, por ejemplo, se supone un número de 700 y no se supone un poco menos o un poco más, esto es fijo (Chase *et. al.*, 2005).

v

**Ilustración 10 Tipos de modelos**



Los

costos y los precios fijos es algo que no sucede debido a que el tiempo tiene una gran influencia en los costos y los precios, pero los modelos determinísticos son muy útiles para entender la idea en términos generales de un problema y de la misma manera en situaciones que la mayoría de los costos son bajos en donde los modelos probabilísticos requieren de un esfuerzo extra que no es necesario.

Los modelos de cantidad fija, como su nombre lo indica, se basan en que las cantidades de los pedidos son fijas pero el tiempo que pasa entre los periodos no es el mismo, para entenderlo de otra forma, se puede hacer un pedido en 30 días y el siguiente, se hace en 50 días,

esto se hace por que se basan en que el punto de reorden depende totalmente del consumo y los consumos no son iguales.

Por otro lado, los modelos de periodo fijo consideran que el punto de reorden siempre es el mismo, por ejemplo, los pedidos se hacen cada mes, pero siempre siguiendo este punto de reorden.

En el periodo fijo, las cantidades de pedido no son iguales siempre, el volumen varia de un periodo a otro.

El objetivo de los cuatro modelos mencionados es minimizar costos o maximizar contribuciones o ganancias y siempre tratar de que todos los parámetros como: costos para manejar los inventarios, costos de ordenar y costos de escasez, tengan un equilibrio (Chase *et. al.*, 2005).

### **2.13. ANÁLISIS DE MODELOS DE INVENTARIOS**

Para realizar un análisis de modelos de inventarios es necesario tomar en cuenta consideraciones importantes que involucran definir la teoría de los inventarios que trata de la determinación de los procedimientos óptimos de adquisición de existencias para lograr una satisfacción de una demanda a futuro.

“Un inventario es un recurso ocioso de cualquier clase, con tal que este recurso tenga un valor económico”. Esta definición de inventario fue de Fred Hanssman. Por lo tanto la teoría de los inventarios trata de la determinación de la magnitud óptima de este recurso ocioso.

El principio de distribución deficiente de Pareto dice que: “Muy a menudo un pequeño número de artículos importantes domina los resultados, mientras que el otro extremo, existe un gran número de artículos cuyo volumen es tan pequeño que tiene poco efecto sobre los resultados”.

Este análisis se usa para darle una mayor importancia a los artículos de mayor valor en precio y mayor consumo y así dejando a los de menor consumo y menor valor en un rango de menor importancia, esto para tener un mayor control sobre lo más importante.

Los sistemas de inventarios tienen un propósito muy importante que es el punto de reorden, esto es que las existencias de materiales no bajen de un límite para que no se genere una escasez.

Los métodos que existen para tener un punto de reorden van de acuerdo a las necesidades de la empresa (Silveret. *al.*, 2008).

## **2.14. EL PUNTO DE REORDEN**

El punto de reorden es una práctica bastante extendida en las empresas industriales y básicamente consiste en la existencia de una señal al departamento encargado de colocar pedidos, indicando que la existencia de determinado material ha llegado a cierto nivel y que debe hacerse un nuevo pedido. El punto debe ser aquel que le permita seguir produciendo mientras llega el otro pedido.

Existen diversas técnicas para señalar el punto de reorden desde papeles en los estantes o anaqueles a los sistemas informativos que solicitan los pedidos automáticamente cuando se llega el nivel mínimo de inventarios (Fogarty, 2003).

## **2.15. REQUISICIÓN VIAJERA**

En las empresas que han fijado puntos de reorden existen la requisición viajera como complemento de este y su objetivo es el ahorrar trabajo administrativo, pues de antemano han fijado punto de control y aprobaciones para que por este medio se fije nuevos pedidos de compras.

Para establecer la requisición viajera es necesario estudiar:

- ✓ Consumo diario, el tiempo de envío de pedidos, tiempo de surtido de proveedor
- ✓ Tiempo de transportación y entrega, tiempo de recepción y revisión de calidad y el tiempo de almacenaje.

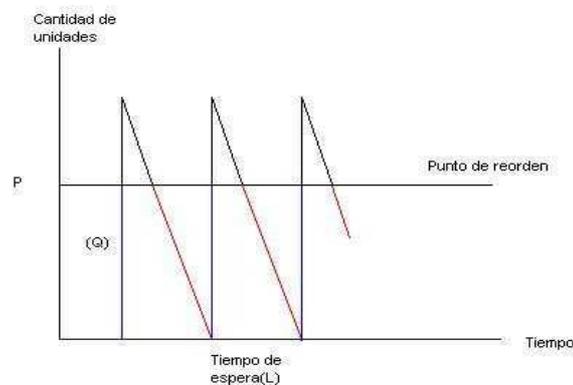
Existen dos sistemas que usan la requisición viajera:

Órdenes o pedidos fijos: bajo cualquier sistema de órdenes o pedidos se ordenara siempre la misma cantidad. El tiempo de poner la orden puede variar de acuerdo a las fluctuaciones en el uso de material. El objetivo es poner la orden cuando la cantidad en existencia es suficiente para cubrir la demanda máxima (Fogarty, 2003).

Resurtidos periódicos.-se utiliza cuando se tiene un control perpetuo de inventarios para hacer un punto de reorden es necesario tomar en cuenta:

- ✓ Tiempo en que se detecta la necesidad de un artículo.
- ✓ Tiempo administrativo para hacer un pedido.
- ✓ Tiempo que tiene el proveedor para producir.
- ✓ Tiempo de fabricación del artículo.
- ✓ Tiempo que tarda en llegar o de transportación
- ✓ Tiempo que tarda la inspección del artículo.

**Ilustración 11 Modelos deterministas de cantidad fija más sencillos**



**Fuente: Administración de Compras y Materiales**

Para entender esta grafica decimos que (R) es la demanda, el tiempo de espera para recibir un pedido está representado por (L) , el precio (C), el costo que tiene ordenar o arrancar es (S) y los costos para mantener el inventario son representados por (K).

Cuando la cantidad de producto disminuye hasta la línea del punto de reorden (P), se hace un pedido de cantidad fija que se representa por (Q), el pedido comienza a disminuir hasta que se hace la siguiente orden y se recibe en el tiempo transcurrido (L) o tiempo de espera. A continuación se muestra un ejemplo de este modelo (Roundy, 2005).

Considerando que:

R= 1000

C=\$50 por unidad

K=25%

S=\$50 por pedido

Recordando que la demanda anual es (R), el costo de compra de artículo ya entregado es (C), el costo para mantener el inventario que se representa en porcentaje es (K), y el costo de la orden, que se representa en pesos por pedido, es (S).

La fórmula que corresponde a el Lote Optimo de Compra es=  $\sqrt{(2RS/KC)}$  =  $\sqrt{(2*1000*50/.25*50)}$  = 89

Por otro lado tenemos la fórmula que corresponde al Punto de reorden que se representa de la siguiente manera: P=Tiempo de espera\*la demanda diaria, si tomamos en cuenta que el año se conforma de 225 días laborales, entonces, la demanda diaria es igual a la demanda total (R), dividida entre el número de días laborales. Esto sería igual a 4.44, y supongamos que el tiempo de espera (L) es de 15 días laborales, por lo tanto el punto de reorden sería igual a 66.6 unidades.

Si expresamos el promedio de inventario en lote optimo seria de  $89/2=44.5$  unidades y esto nos da una inversión promedio de  $44.5*\$50=2225$ , y con esto podemos sacar el costo anual para mantener el inventario que sería así:  $.25*2225=556.3.2$

## **2.16. MODELOS DE PERIODO FIJO**

En muchos casos se prefiere utilizar el modelo de periodo fijo antes que el modelo de cantidad de pedido. Podemos destacar que los modelos de periodo fijo facilitan la programación de labores de los empleados debido a que se puede establecer un tiempo fijo para la verificación de los inventarios, los tiempos pueden ser semanales, mensuales, etc.

Los inventarios de seguridad dentro de los sistemas de periodo fijo tienden a ser más elevados debido a que reciben una menor vigilancia. Cuando tenemos un sistema de cantidad fija, los pedidos se hacen cuando el inventario alcanza su punto de reorden. Por otro lado tenemos que tener en cuenta que cuando se utiliza un sistema de periodo fijo se tiene que estar muy alerta en cuanto a las fechas de revisión ya que todo debe de estar calculado para que entre los periodos de revisiones las existencias sean suficientes y muy importante también, que no existan faltantes durante el tiempo que tarden los proveedores en surtir la orden que es a lo que se le llama periodo de espera (Roundy, 2005).

## **2.17. MODELOS PROBABILÍSTICOS**

Existen variaciones dentro de las variables que hay en el modelo probabilístico. Estas se deben tomar en cuenta ya que es lo que incrementa el grado de complejidad de estos y los hace más exactos.

Otro punto que debemos mencionar respecto a los modelos probabilísticos es que es necesario tener un inventario de seguridad para evitar un gran y costoso problema, que es el tener la presencia de faltante.

Cuando se trata de bajar costos en cuanto a los inventarios de seguridad, es necesario buscar el punto en que el costo total de mantenimiento de inventarios sumado a los costos de escasez sean los menores posibles, por este motivo es necesario conocer muy a fondo los costos de escasez.

Si los costos de inventarios de seguridad disminuyen, los costos de escasez aumentan, por otro lado cuando tenemos un incremento en los inventarios de seguridad, los costos de mantenimiento de inventario suben y los costos de escasez disminuyen. Por esto es necesario buscar un punto medio (Banks, 2004).

## **2.18. MODELOS ANALÍTICOS**

Los modelos analíticos enmarcan el comportamiento de las variables que se presentan en los componentes del sistema de inventario, y así dictaminan políticas de gestión que estén acorde al tipo de comportamiento de las variables de las secciones del sistema de manejo de inventarios.

Existen modelos analíticos que la investigación de operaciones ha clasificado como determinísticos y probabilísticos, el primer caso donde las variables se pueden determinar con exactitud, y el segundo cuando las variables del sistema siguen un comportamiento acorde a una distribución de probabilidad estadística.

Ambos tipos de modelos analíticos consideran dictaminar políticas que minimicen el costo de gestión. A continuación se presentará un resumen de los conceptos de algunos de los modelos analíticos de mayor utilidad (Ehrhart, 2009).

## **2.19. MODELOS DETERMINÍSTICOS**

Estos tipos de modelos son aplicables para un buen funcionamiento de inventarios en los cuales la demanda y los tiempos de aprovisionamiento son constantes para todos sus periodos. Estos modelos representan una exagerada simplificación de la realidad, dado que en el vivir cotidiano de un inventario siempre se presentan fluctuaciones en ambas variables.

Un modelo determinístico se puede suponer cuando se trabajan órdenes por contratos, en el cual los recursos y alcances de los trabajos ya están previamente determinados y asignados, controlando y eliminando las fluctuaciones de las variables que posiblemente hubiesen causado incertidumbre dentro del proceso (Sipperet. *al.*, 2008).

## **2.20. MODELO DE LOTE ECONÓMICO (EOQ)**

El modelo de lote económico (EOQ) es un modelo matemático utilizado para la administración de inventarios, esencialmente para los inventarios en los cuales se mantiene un sistema de revisión periódico, la demanda y tiempo de aprovisionamiento se las puede determinar y se fijan como constantes. Existe la posibilidad de utilizar el modelo de lote económico en casos en los cuales se permite déficit y en los que no se permite tal. Extensiva literatura ha sido dedicada a este tema. A continuación se encontrará un resumen tomado de varios autores (Sipperet. *al.*, 2008).

Las principales características del modelo de lote económico son:

- ✓ El modelo de inventario es aplicado a un solo artículo,
- ✓ El aprovisionamiento se lo realiza por lotes, de manera instantánea,
- ✓ La demanda es constante y se la puede determinar, se la representa por la letra D (unidades por periodo),

- ✓ El tiempo de aprovisionamiento es constante y se lo puede determinar, se lo representa por la letra L (este puede ser mayor o igual a cero),
- ✓ El modelo se ajusta a una política de revisión periódica, aunque al ser constante la demanda también es aplicable al de revisión continua.
- ✓ El déficit en el sistema pueden o no aceptarse.

Los componentes de los costos para el modelo de lote económico son:

- ✓ Costo de pedido (K).- costo incurrido por generar un pedido.
- ✓ Costo de compra (c).- costo incurrido por cancelar el valor de cada unidad adquirida.
- ✓ Costo de mantener el inventario (h).- costo de almacenamiento de cada unidad por un periodo de tiempo.
- ✓ Costo por déficit (d).- costo por incurrir en déficit alguno.

### 3. ANALISIS Y RESULTADOS

#### 3.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Se realizó un Inventario de Periodo fijo con inventario de seguridad a la empresa Hewlett-Packard (HP) con sus impresoras, el cual nos indica el número de unidades que Hewlett-Packard durante los próximos 12 meses.

A continuación, se detalla la demanda de las impresoras en un tiempo de 12 meses con seis modelos de inventarios

Tabla 3. DEMANDA DE MODELOS IMPRESORAS DESKJET

Opciones en Europa	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Total
A	80	0	60	90	21	48	0	9	20	54	84	42	508
AB	20572	20895	19252	11052	19864	20316	13336	10578	6095	14496	23712	9792	189960
AU	4564	3207	7485	4908	5295	90	0	5004	4385	5103	4302	6153	50496
AA	400	255	408	645	210	87	432	816	430	630	456	273	5042
AQ	4008	2196	4761	1953	1008	2358	1676	540	2310	2046	1797	2961	27614
AY	248	450	378	306	219	204	248	484	164	363	384	234	3682
<b>TOTAL</b>	<b>29872</b>	<b>27003</b>	<b>32344</b>	<b>18954</b>	<b>26617</b>	<b>23103</b>	<b>15692</b>	<b>17431</b>	<b>13404</b>	<b>22692</b>	<b>30735</b>	<b>19455</b>	<b>277302</b>

Se da conocer la demanda existente en Europa en la distribución de las Impresoras de la marca Hewlett-Packard (HP)

Probabilidad para el Inv. de seguridad	98%
--	-----

	Costos
Unidad	\$ 250,00
Costo de Mantenimiento por unidad (H)	\$ 62,50

	Semanas	Meses	
Tiempo de Procesamiento Total	1	0,23	Tiempo de Entrega (L)
Tiempo de Transporte	5	1,17	
Periodo de Revisión		1,00	(T)
Total	6,00	2,40	

Z	P
2,05	0,97982
2,1	0,98214
2,05	98%

**Tabla 4 Sistema de máximos y mínimos para mantener un inventario reducido de los productos**

Periodo (i)	Demanda (di)	di - d.Prom	(Di - D.Prom)^2
1	29872	6764	45744932
2	27003	3895	15167130
3	32344	9236	85294460
4	18954	-4155	17259870
5	26617	3509	12309572
6	23103	-6	30
7	15692	-7417	55004472
8	17431	-5678	32234006
9	13404	-9705	94177320
10	22692	-417	173472
11	30735	7627	58163502
12	19455	-3654	13348062
Total	277302		428876831

Dando a conocer su respectivo proceso a continuación.

$$\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n}$$

**d. Prom. = 23109**

$$\sigma_L = \sqrt{\sum_{i=1}^L \sigma_d^2}$$

**$\sigma_L = 7074$**

d.Prom=Demanda promedio

Ol=Desviación estándar de la demanda en un periodo n número de meses

n = Numero de meses.

Cálculo de d,  $\sigma_L$  y z La demanda durante el tiempo de reemplazo es en realidad un estimado o un pronóstico del uso esperado del inventario desde el momento de hacer un pedido hasta el momento en que se recibe. Puede ser un número simple (por ejemplo, si el tiempo de entrega es de un mes, la demanda se puede tomar como la demanda del año anterior dividida entre 12), o la suma de las demandas esperadas durante el tiempo de entrega (como la suma de las demandas diarias durante un tiempo de entrega de 30 días). Para la situación de la demanda diaria, d puede ser la demanda pronosticada utilizando cualquiera de los modelos en el capítulo 15 sobre el pronóstico. Por ejemplo, si se utilizó un periodo de 30 días para calcular d, un promedio simple sería

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

**R= 46880**

R = Punto de volver a pedir en unidades

d= Demanda diaria promedio

L = Tiempo de entrega en días (tiempo transcurrido entre que se hace y se recibe el pedido)

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

$\sigma_L$  = Desviación estándar del uso durante el tiempo de entrega

$$\sigma_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d})^2}{n}}$$

$\sigma_d = 5978$

$\sigma_d$ =Desviación estándar de la demanda en un periodo de n días.  
n= Número de días  
d= Demanda diaria promedio

$$\sigma_{T+L} = \sqrt{\sum_{i=1}^{T+L} \sigma_{d_i}^2}$$

$\sigma_{T+L} = 9261$

$\sigma_d$ = Desviación estándar de una serie de demandas independientes.  
L = Tiempo de entrega en días (tiempo transcurrido entre que se hace y se recibe el pedido)  
 $\sigma^2$ =Demanda independiente

$$SS = z\sigma_{T+L}$$

$SS = 19022$

$z_0$ =Inventario de seguridad  
L=Tiempo de entrega en días

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

$TC \text{ (millones)} = \$ 71,65$

Q=Costo anual total  
C=Costo por unidad  
H=Costo de mantenimiento por unidad  
S=Costo de preparación

Opciones en Europa	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Total
A	80	0	60	90	21	48	0	9	20	54	84	42	508
AB	20572	20895	19252	11052	19864	20316	13336	10578	6095	14496	23712	9792	189960
AU	4564	3207	7485	4908	5295	90	0	5004	4385	5103	4302	6153	50496
AA	400	255	408	645	210	87	432	816	430	630	456	273	5042
AQ	4008	2196	4761	1953	1008	2358	1676	540	2310	2046	1797	2961	27614
AY	248	450	378	306	219	204	248	484	164	363	384	234	3682
													277302

Probabilidad para el Inv. de seguridad	98%
--	-----

	Costos
Unidad	\$ 250,00
Costo de Mantenimiento por unidad (H)	\$ 62,50

	Semanas	Meses	
Tiempo de Procesamiento Total	1	0,23	Tiempo de Entrega (L) (T)
Tiempo de Transporte	5	1,17	
Periodo de Revisión		1,00	
Total	6,00	2,40	

Z	P
2,05	0,97982
2,1	0,98214
2,05	98%

Opciones en Europa	Total (año)	Demanda Promedio (mes)	Desviacionestandar	Punto de reorden	Nivel Max.
A	508	42	31	135	200
AB	189960	15830	5385	35249	55127
AU	50496	4208	2111	11021	16815
AA	5042	420	195	1063	1630
AQ	27614	2301	1119	5940	9082
AY	3682	307	99	670	1051
					83905

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

TC (millones)= \$ 71,95

**Tabla 5. Comparativo de un inventario de propuesta versus un inventario actual**

Costo del Modelo de Manejo de Inventarios Propuesto	Costo del Modelo de Manejo de Inventarios Actual	Diferencia ente modelos de manejo de inventario
\$ 71.653.075,05	\$ 71.947.544,73	\$ 294.469,69

- ✓ Evalúe la idea de suministrar impresoras genéricas al centro de distribución en Europa e integrar el producto empacando el cable de corriente y el manual de instrucciones en el centro de distribución, justo antes de entregarlo a los revendedores europeos. Enfóquese en el impacto sobre la inversión en inventario en el centro de distribución en este análisis (Ver Conclusiones y Recomendaciones).
  
- ✓ ¿Qué le recomienda a HP? (Ver Conclusiones y Recomendaciones).

#### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ✓ En el ejercicio 1 en la *Demanda de modelos impresoras DESKJET* se aplicó un modelo de inventario de periodos fijos con inventario de seguridad, el motivo por el cual seleccionamos este modelo es que la compañía HP desea mantener un nivel de servicio de 98%. Por otra parte HP requiere reducir los costos de inventario por lo que a la par implementamos un sistema de máximos y mínimos para mantener un inventario reducido de los productos y trabajar en una forma parecida a Just in time
  
- ✓ En el ejercicio 2 se da entender que con base a la demanda promedio de cada producto calculamos el punto de reorden y nivel máximo. El costo de inversión en el inventario anual sería de \$71,95 millones este costo sería mayor al costo calculado con el modelo de manejo de inventario anterior 71,65 millones, teniendo una diferencia de \$294 469,69. Las razones por las que el costo se incrementa se deben a que aplicamos un punto de reorden para cada producto y no un punto de reorden promedio de todos los puntos

- ✓ En la pregunta 3 sobre la *idea de que se evalué el suministrar impresoras genéricas* es el considerar materiales o componentes genéricos para un producto nos permite reducir costos de inversión, ya que al suministrar estos materiales y manuales de instrucción o instructivos no demanda mano de obra especializada, lo que se realizaría es capacitar al mismo personal que se mantiene en el centro de distribución para mejorar su capacidad de reacción ante nuevos cambio.
  
- ✓ Recomendación a la empresa HP para un mejor funcionamiento y no se sobre cargue el peso de trabajo a una sola planta, tener una mejor redistribución colocando nuevas plantas en diferentes punto estratégicos del mundo, tomando en cuenta los debidos análisis de mercado, localización y distribución de esta poder reducir tiempos de entrega y costos de inversión en transporte, teniendo en consideración poseer rutas alternas a la hora de la distribución del producto. También se busca organizar un modelo de inventario que sea equilibrado en los procesos de la empresa.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

1. Axsäter, Sven, Inventory Control, Kluwer Academic Publishers, Boston, 2000.
2. Ballou, Ronald H., Logística: Administración de la Cadena de Suministro, 5ª Edición, Prentice Hall, Pearson Educación, México, 2004.
3. Banks, J. y J. S. Carson II, Discrete-Event Simulation, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 2004.
4. Chase, Richard B. y Nicholas J. Aquilano, Dirección y administración de la producción y de las operaciones, 6ª Edición, McGraw-Hill, México, 2005.
5. Chase, Richard B., Nicholas J. Aquilano y F. Robert Jacobs, Administración de Producción y Operaciones: Manufacturas y Servicios, 8ª Edición, McGraw-Hill Interamericana, S.A., Santafé de Bogotá, 2000.
6. Chopra, Sunil y Peter Meindl, Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation, segunda edición, Upper Saddle River, New Jersey, 2004.
7. Ehrhardt, R., "The power approximation for computing (s, S) inventory policies", Management Science, Vol.25, No.8, pp. 777-786, 2009.
8. Ehrhardt, R. y C. Mosier, "Revision of the power approximation for computing (s, S) policies", Management Science, Vol.30, No.5, pp. 618-622, 2004.
9. Fogarty, Donald W., John H. Blackstone, Jr. y Thomas R. Hoffmann, Administración de la producción e inventarios, 2ª Edición Continental, S.A. de C.V., CECSA, México, 1994. (Primera reimpresión, México, 2005).
10. Graves, S.C., G.L. Nemhauser, A.H.G. RinnooyKan y P.H. Zipkin (Editores), Logistics of Production and Inventory, Handbooks in Operations Research and Management Science, Volumen4, North-Holland, Amsterdam, 2003.
11. Roundy, R., "98%-Effective Integer-Ratio Lot-Sizing for One-Warehouse Multi-Retailer Systems", Management Science, Vol. 31, No. 1111, pp. 1416-1430, 2005.

12. Roundy, R., "98%–Effective Lot–Sizing Rule for a Multi–Product Multi–Stage Production/Inventory System", *Mathematics of Operations Research*, Vol. 1111, pp. 699– 729, 2006.
13. Schroeder, Roger G., *Administración de Operaciones*, 3ª Edición, McGraw–Hill, México, 1992. [Pronósticos (pág. 52–91); Administración de los inventarios (pág. 451–554)]
14. Schwarz, L. B., "A simple continuous review deterministic one–warehouse N–retailer inventory problem", *Management Science*, Vol. 19, No. 5, pp. 555–566, 2003.
15. Silver, Edward A. y Rein Peterson, *Decision Systems for Inventory Management and Production Planning*, 2ª Edición, John Wiley & Sons, New York, 2005.
16. Silver, Edward A., David F. Pyke y Rein Peterson, *Inventory Management and Production Planning and Scheduling*, 3ª Edición, John Wiley & Sons, New York, 2008.
17. Sipper, Daniel y Robert L. Bulfin, Jr., *Planeación y control de la producción*, McGraw– Hill, México, 2008.