

REPOSITORIO ACADÉMICO DIGITAL INSTITUCIONAL

“Administración de inventarios en la empresa REBAMISA en Morelia Michoacán, 2013-2014”

Autor: Felipe López De Lara Del Hoyo

**Tesis presentada para obtener el título de:
INGENIERO INDUSTRIAL EN PROCESOS Y SERVICIOS**

**Nombre del asesor:
Nancy Eloisa Rodriguez Olalde**

Este documento está disponible para su consulta en el Repositorio Académico Digital Institucional de la Universidad Vasco de Quiroga, cuyo objetivo es integrar organizar, almacenar, preservar y difundir en formato digital la producción intelectual resultante de la actividad académica, científica e investigadora de los diferentes campus de la universidad, para beneficio de la comunidad universitaria.

Esta iniciativa está a cargo del Centro de Información y Documentación “Dr. Silvio Zavala” que lleva adelante las tareas de gestión y coordinación para la concreción de los objetivos planteados.

Esta Tesis se publica bajo licencia Creative Commons de tipo “Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada”, se permite su consulta siempre y cuando se mantenga el reconocimiento de sus autores, no se haga uso comercial de las obras derivadas.





FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAL EN
PROCESOS Y SERVICIOS

“Administración de inventarios en la empresa
REBAMISA en Morelia Michoacán, 2013-2014”

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL EN PROCESOS Y
SERVICIOS

PRESENTA

FELIPE LÓPEZ DE LARA DEL HOYO

ASESOR

NANCY ELOISA RODRIGUEZ OLALDE

CLAVE: 16PSU0050V

ACUERDO: LIC100412

MORELIA, MICHOACÁN

AGOSTO-2015

Dedicatoria

a mi papás

*Juan Diego López de Lara Tinajero
y Guadalupe del Hoyo Sanchez Castellanos.*

INDICE GENERAL

RESUMEN.....	VI
ABSTRACT.....	VII
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	VIII
ANTECEDENTES	IX
OBJETIVOS.....	X
<i>OBJETIVO GENERAL</i>	<i>x</i>
<i>OBJETIVOS PARTICULARES.....</i>	<i>x</i>
ALCANCES Y LIMITACIONES.....	XI
JUSTIFICACIÓN	XII
CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO	3
2.1. DEFINICIÓN DE INVENTARIO	3
2.2. CLASIFICACIÓN	3
2.1.1. POR SU LUGAR EN EL PROCESO:	3
2.1.2. POR SU POSICIÓN EN LA CADENA DE SUMINISTRO.....	4
2.3. COSTOS DE INVENTARIO	6
2.4. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS INVENTARIOS	7
2.5. OBJETIVOS EN EL CONTROL DE INVENTARIOS.....	8
2.6. ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIO	9
2.6.1. SISTEMAS DE ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIO.....	9
2.6.2. SISTEMA DE CANTIDAD DE PEDIDO FIJA.....	10
2.6.3. SISTEMA DE REVISIÓN PERIÓDICA (MODELO DE PERÍODO FIJO O MODELO P).....	12
2.6.4. CANTIDAD ECONÓMICA DE PEDIDO. EOQ.....	12
2.6.5. DESCUENTO POR CANTIDAD	14
2.6.6. SISTEMA ABC.....	14
2.6.7. SISTEMA HÍBRIDO	15
2.6.8. SISTEMA DE COMPRA ÚNICA.....	15
2.7. NIVEL DE SERVICIO	16
2.8. PROCEDIMIENTO PARA EL CONTROL DEL INVENTARIO.....	17
2.9. CONDICIONES QUE IMPIDEN EL CONTROL EFECTIVO DE INVENTARIO	18

2.10. PATRONES DE DEMANDA	18
2.11. INVERSIÓN EN INVENTARIOS.....	19
2.11.1. CONTROL DE LA ROTACIÓN.....	20
CAPÍTULO 3 REVISIÓN TÉCNICA	21
3.1. SISTEMA HÍBRIDOS DE REABASTECIMIENTO OPCIONAL.....	21
3.1.1. SELECCIÓN DEL PUNTO DE REORDEN CUANDO LA DEMANDA ES INCIERTA	21
3.1.2. CÁLCULO DEL INVENTARIO DE SEGURIDAD.....	23
3.2. SISTEMA DE REVISIÓN PERIÓDICA CUANDO LA DEMANDA ES INCIERTA	25
3.2.1. SELECCIÓN DEL NIVEL OBJETIVO DE INVENTARIO	26
3.3. DESCUENTOS POR CANTIDAD	28
CAPÍTULO 4 METODOLOGÍA.....	30
4.1. LEVANTAMIENTO DEL PROCESO ACTUAL.....	31
4.2. HISTORIAL DE VENTAS.....	32
4.3. ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO.....	32
4.4. ESTABLECER EL TIPO DE MODELO DE INVENTARIO.....	34
4.5. APLICAR TEORÍA.....	34
4.6. SUGERENCIAS DE MEJORA COMO PRODUCTO DE ANÁLISIS DE RESULTADOS	34
CAPÍTULO 5 RESULTADOS	35
5.1. COSTO MANTENIMIENTO DE INVENTARIO.....	35
5.2. COSTO DE HACER PEDIDO.....	37
5.3. INVENTARIO PROMEDIO	37
5.4. CONTROL DE LA ROTACIÓN.....	38
5.5. DESCUENTOS POR CANTIDAD	39
5.6. MÁXIMOS Y MÍNIMOS	42
CAPÍTULO 6 CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO	46
6.1. IMPLEMENTAR MÁXIMOS Y MÍNIMOS	46
6.2. REALIZAR UN RESURTIDO SISTEMÁTICO.....	46
6.3. INVENTARIO SEMESTRAL	46
6.4. ACTUALIZAR MÁXIMOS Y MÍNIMOS	47
6.5. FORMATO POSIBLES VENTAS A CUBRIR	47

6.6. REACOMODO DE PRODUCTO	47
6.7. PRUEBA PILOTO	47
6.8. BENCH MARKING	48
6.9. FORMATO CAMBIO FÍSICO DE MERCANCÍA	48
6.10. FORMATO TRASPASO DE MERCANCÍA	48
6.11 CAPACITACIÓN ANUAL	48
BIBLIOGRAFÍA.....	49
ÍNDICE DE FIGURAS	50
ÍNDICE DE TABLAS	51
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	52
ANEXO 1 FORMATO DE RESURTIDO.....	54
ANEXO 2 DEMANDA EN LA LÍNEA SG Y DG.....	55
ANEXO 3 MÁXIMOS Y MÍNIMOS.....	57
ANEXO 4 DISTRIBUCIÓN NORMAL.....	58
ANEXO 5 FORMATO RESURTIDO	59
ANEXO 6 POSIBLES VENTAS A CUBRIR.....	60
ANEXO 7 ETIQUETA	60
ANEXO 8 CAMBIO FÍSICO DE MERCANCÍA.....	61
ANEXO 9 TRASPASO DE MERCANCÍA.....	62
ANEXO 10 ÁREAS BAJO LA CURVA.....	63

RESUMEN

La demanda en el sector de refacciones industriales tiene la característica de ser dinámica generando la necesidad de realizar su correcto abastecimiento. Diseñar un sistema para este sector tiene características únicas debido al volumen de artículos y la complejidad de administrar las líneas de forma consistente y homogénea. En este trabajo se propone un sistema basado en unidades vendidas por artículo, realizando un análisis de inventarios híbridos; posteriormente se realiza un análisis de descuentos por cantidad en un artículo de la línea que complementa la selección del sistema de Inventarios y se hace un estudio de los costos por mantenimiento, los costos de hacer pedido y el control de la rotación de Inventario que sirve para medir la relevancia del sistema híbrido aplicado.

ABSTRACT

The demand in the industrial parts sector is very dynamic, which generates the need for a proper supply system. Designing a supply system for this sector has unique characteristics, both because of the volume of items and due to the complexity of managing lines consistently and homogeneously. The objective in this work is to create a system based on sold units per item by implementing a Hybrid Inventory Analysis.

Later, an analysis of the Quantity Discounts System is made on the studied line item, complementing the selection of the inventory system. A study of the costs for maintenance is then performed, along with the cost of placing an order and the control of inventory turnover. All of this helps to measure the relevance of the applied hybrid system.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La empresa REBAMISA ubicada en la ciudad de Morelia, está dedicada a la comercialización y distribución de productos para la transmisión de potencia y conducción de fluidos. Durante los últimos años, el constante crecimiento de la población y sus hábitos de consumo, han creado un aumento en la demanda de productos derivados de la agricultura y la industria, teniendo repercusiones directas en la comercialización de artículos para el mantenimiento de maquinaria y equipo. Esto provoca una serie de procesos como la planeación y organización de actividades que permiten ofrecer en tiempo y forma el producto que los clientes requieren. Debido a que la gestión de inventarios en la comercialización es un elemento estratégico que determina el éxito o fracaso en las empresas, se identifica la necesidad de la aplicación de esta herramienta en la empresa REBAMISA ya que carece de un sistema estructurado de inventarios para el proceso de resurtido en la línea de Bandas Industriales, productos que a petición del dueño de la misma requieren ser atendidos.

ANTECEDENTES

REBAMISA, ubicada en la ciudad de Morelia, está dedicada a la comercialización y distribución de productos para la transmisión de potencia y conducción de fluidos. La empresa REBAMISA cuenta con más de 50 años de experiencia en el mercado comercializando y distribuyendo productos para la transmisión de potencia y conducción de fluidos y se ha consolidado a través de éste tiempo como un proveedor confiable tanto en el ramo industrial, minero, agrícola y automotriz.

La empresa se ha ido posicionando en el estado de Michoacán logrando obtener una demanda constante y creciente en sus artículos debido a la distribución de marcas de prestigio y, a la apertura de dos nuevas sucursales en diferentes puntos estratégicos de la ciudad de Morelia. La compañía cuenta con 15 trabajadores capacitados para lograr el objetivo de asegurar el buen funcionamiento del negocio, ofreciendo al cliente refacciones y servicio de calidad.

Actualmente el proceso de resurtido se lleva acabo con un ciclo indefinido, que puede ser semanal o quincenal, dependiendo de las existencias, es ahí la necesidad de establecer un proceso de resurtido con un periodo definido y un control adecuado de existencias acorde a un análisis de la situación, para evitar rupturas de inventario e incurrir en costos por faltantes, perdidas de ventas o exceso de inventario..

OBJETIVOS**OBJETIVO GENERAL**

- Establecer un proceso de gestión de inventarios que beneficie el resurtido, favorezca el control de las cantidades almacenadas y garantice la satisfacción de la demanda de los productos en la línea de bandas industriales de la empresa REBAMISA.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Realizar un análisis del comportamiento de la demanda de los productos en la línea de bandas industriales de la empresa REBAMISA.
- Calcular la rotación de inventario de los productos en la línea de bandas industriales de la empresa REBAMISA.
- Establecer el periodo de revisión, punto de reorden y nivel máximo de inventario de la demanda de productos en la línea de bandas industriales de la empresa REBAMISA.
- Definir la cantidad de pedido óptima para los productos en la línea de bandas industriales de la empresa REBAMISA.

ALCANCES Y LIMITACIONES

El presente trabajo ha sido elaborado para atender a los factores específicos que determinan el nivel de inventarios en la línea de bandas de la empresa REBAMISA. Mismo que se pretende aplicar en las otras líneas de producto de la empresa. Está dirigido a todo el personal que interviene en el proceso de resurtido de inventarios en la empresa REBAMISA Matriz, sin embargo, puede aplicarse a las otras filiales y sucursales. Los niveles de inventarios se determinarán considerando la demanda mensual registrada durante los dos años previos a este estudio. Es importante remarcar que se han atendido las necesidades que los dueños han demandado sin que esto represente que se agotan las posibilidades de mejora.

JUSTIFICACIÓN

La situación actual de la empresa REBAMISA comprende un punto en el cual se tiene una demanda constante de venta de bandas industriales para el sector industrial, automotriz y agrícola. De esta manera, la operación de resurtido tiene la necesidad de establecer un control suficiente de existencias para no negarle al cliente el producto que requiere.

El proceso de venta empieza cuando el cliente llega a la tienda preguntando por un artículo, el vendedor verifica las existencias en el sistema, en caso de que existan artículos suficientes, el cliente será despachado; de lo contrario, se habla con el cliente en relación al tiempo que está dispuesto a esperar y su disposición para realizar un pago extra por envío de paquetería; de no llegar a un acuerdo se considera como una venta perdida.

Este sistema de ventas, genera la necesidad de dar prioridad a la gestión de inventarios con un método de período de revisión, punto de reorden y un nivel máximo de resurtido, lo cual es imprescindible tener en cuenta, pues existen productos dentro de la línea con demanda baja, pero con amplio margen de ganancia debido a la carencia del mismo en el mercado, posicionando a la empresa en el nivel de servicio y credibilidad al no negar productos a sus clientes.

La empresa REBAMISA ha solicitado hacer el estudio de Inventarios en su línea de Bandas Industriales debido a la carencia de un proceso efectivo y sistemático para el proceso de resurtido. Es por eso que se ha optado por llevar a cabo esta tarea para lograr optimizar las utilidades y la productividad.

Capítulo 1 INTRODUCCIÓN

La administración de la cadena de suministro consiste en formular una estrategia para organizar, controlar y motivar los recursos que intervienen en el flujo de servicios, materiales e información dentro de los procesos con clientes y proveedores de una empresa. Según Fogarty, Blackstone y Hoffmann (2009) la disponibilidad oportuna de inventario en el tiempo y lugar correctos es de gran importancia para la empresa en el momento de prestar el servicio al cliente para obtener utilidades y alcanzar el rendimiento de su inversión.

Tomando en cuenta la definición de cadena de suministro, la empresa REBAMISA debe comprometerse a aplicar reingeniería a sus flujos de información en toda su organización en especial a los procesos de relaciones con los clientes, surtido de pedidos y relaciones con los proveedores ya que un punto de partida para obtener una cadena de suministro estable, es desarrollar un alto grado de integración funcional y organizacional entre empresa proveedores y clientes. El proceso de relaciones con los proveedores lo cubre el área de compras, el surtido de pedidos lo cubre el área de almacén, y el de relaciones con los clientes lo cubre el área de ventas. De este modo la empresa REBAMISA adoptará una orientación hacia sus clientes, en donde en lugar de simplemente reaccionar a la demanda, REBAMISA se esforzará por trabajar junto con sus clientes, para que todos se beneficien de mejores flujos de los servicios y materiales. Así mismo, la empresa REBAMISA debe conocer como son las organizaciones que intervienen en sus procesos, de acuerdo a sus capacidades, fortalezas y debilidades con el objetivo de que cada actividad que la compañía realice agregue un valor a sus clientes.

La administración de inventarios es un tema que requiere atención en REBAMISA, puesto que es frecuente encontrar demasiado de lo que no se vende o consume y muchos productos agotados de los que se demandan, lo cual se debe a la falta de información precisa y oportuna sobre la demanda en el punto de consumo y a la

ausencia de un sistema estructurado que dé solución a este problema. La aplicación de un sistema de administración de inventarios es una herramienta eficaz en el esfuerzo por reducir los costos y mejorar la eficiencia económica de las empresas ya que incrementa los niveles de servicio al cliente, aumenta la liquidez y permite a las organizaciones prepararse frente a las fluctuaciones de la demanda manteniendo un óptimo nivel de seguridad y logrando mantener el inventario necesario. La administración de inventarios permite la toma de decisiones en relación a ¿Cuánto pedir? y ¿Cuándo pedir? Reduciendo la inversión sin comprometer el servicio.

Con la finalidad de que REBAMISA continúe siendo una empresa líder en el ramo de las refacciones industriales, es conveniente que la determinación de los niveles de inventarios sean efectuados por medio de un procedimiento establecido, apegándose al Sistema de Inventarios que más le convenga de acuerdo al comportamiento de la demanda.

Capítulo 2 MARCO TEÓRICO

2.1. DEFINICIÓN DE INVENTARIO

De acuerdo a Fogarty, Blackstone y Hoffmann (2009) el inventario se forma con todos los bienes y materiales que se necesitan en procesos de fabricación y distribución; como pueden ser las materias primas, los componentes, los subensambles los productos terminados y los productos de abastecimiento que se utilizan para el proceso de la empresa. Krajewski, Ritzman y Malhotra mencionan, (2008) que un inventario se obtiene si el volumen de materiales, partes o bienes terminados que se reciben es mayor que el volumen de los mismos que se distribuye; por el contrario este se agota cuando la distribución es mayor que la recepción de materiales. Según Chase, Jacobs y Aquilano (2009) el inventario son las provisiones de un material o recurso que se utiliza en una organización. Por lo tanto concluyo según los autores antes mencionados, que un inventario es el aprovisionamiento de materiales que se encuentran ociosos en algún momento, con el objetivo de evitar la escasez, y lograr satisfacer las futuras necesidades y demandas del proceso o servicio en el momento indicado.

2.2. CLASIFICACIÓN

El inventario puede clasificarse por su lugar en el proceso o por la posición en la cadena de suministro. Buffa y Taubert (1975).

2.1.1. POR SU LUGAR EN EL PROCESO:

- Inventario de materia prima. Constituyen los insumos y materiales básicos que ingresan al proceso.
- Inventario de producto en proceso. Son materiales en proceso de producción

- Inventario de producto terminado. Representan materiales que han pasado por los procesos productivos correspondientes y que serán destinados a su comercialización o entrega.

2.1.2. POR SU POSICIÓN EN LA CADENA DE SUMINISTRO.

Según su posición en la cadena de suministro el inventario se clasifica de la siguiente manera Krajewski, Ritzman y Malhotra (2008):

- **Inventario de seguridad.**

Para evitar problemas en el servicio al cliente y ahorrarse los costos ocultos de no contar con los componentes necesarios, las compañías mantienen un acopio de seguridad. Ese inventario de seguridad es un excedente de inventario que protege contra la incertidumbre de la demanda, el tiempo de espera y los cambios en el abastecimiento. Los inventarios de seguridad son convenientes cuando los proveedores no entregan la cantidad deseada, en la fecha convenida y con una calidad aceptable, o cuando en la manufactura de los artículos se genera cantidades considerables de material de desperdicio o se requieren muchas rectificaciones. El inventario de seguridad garantiza que las operaciones no se interrumpirán cuando se presenten esos problemas, lo cual permitirá que las operaciones subsiguientes se lleven a cabo normalmente.

Para crear un inventario de seguridad, las empresas hacen un pedido para que sea entregado en una fecha anterior a aquella en la cual se necesita habitualmente dicho artículo. Por lo tanto el pedido de reabastecimiento llega antes de tiempo, lo cual proporciona un “colchón” contra la incertidumbre. Por ejemplo, pensemos que el tiempo promedio de entrega de un proveedor es de tres semanas, pero la empresa hace sus pedidos con cinco semanas de anticipación para tener mayor seguridad. Con esta política se crea un inventario de seguridad equivalente a una provisión para dos semanas.

- **Inventario de previsión.**

El inventario que utilizan las empresas para absorber las irregularidades que se presentan a menudo en las tasas de demanda y oferta se conoce como inventario de previsión. Los patrones de demanda estacional predecibles se prestan para el uso del inventario de previsión. Las irregularidades en la demanda provocan que un fabricante acumule un inventario de previsión durante los períodos de baja demanda, a fin de no tener que incrementar demasiado sus niveles de producción cuando la demanda alcance sus puntos máximos. El inventario de previsión también puede ser útil cuando los proveedores se ven amenazados por una huelga o tienen limitaciones graves de capacidad.

- **Inventario en tránsito.**

En el sistema de flujo de materiales, el inventario que se mueve de un punto a otro recibe el nombre de inventario en tránsito. Los materiales se mueven de los proveedores a la planta, de una operación a la siguiente dentro de la fábrica, de la planta a un centro de distribución o cliente, y del centro de distribución a un comerciante detallista. El inventario en tránsito está constituido por los pedidos que se han colocado, pero que todavía no se han recibido.

- **Inventario de ciclo.**

La porción del inventario total que varía en forma directamente proporcional al tamaño del lote. Si vamos a transportar las unidades de un punto a otro, ¿Cuántas transportaremos a la vez? Si el detallista va a formular un pedido al distribuidor, ¿cuántas unidades debe pedir de antemano? Los costos por revisar sus necesidades y preparar el pedido serán los mismos independientemente del tamaño del pedido. También puede suceder que los costos de transporte sean aproximadamente iguales en cierto intervalo de tamaños de pedidos.

2.3. COSTOS DE INVENTARIO

Los inventarios se consideran activos circulantes de suma importancia ya que comprenden una inversión importante cuya magnitud debe ser tomada seriamente. Más del 50% de los costos totales en las empresas industriales son costos de materiales, en las empresas comerciales los costos de las mercancías comprenden cerca del 70% de los costos totales. Martínez y Mójica (2014)

Establecer la cantidad a pedir a los proveedores comprende la búsqueda del costo total mínimo que se resulta de la combinación de cuatro costos individuales: Costo de capital, costo de hacer pedido, costo de almacenamiento y costo de escasez. Krajewski, Ritzman y Malhotra (2008).

- **Costos de capital.**

El costo de capital es el costo de oportunidad de invertir en un activo en relación con el rendimiento esperado de los activos que tienen riesgo similar. El inventario es un activo; en consecuencia, se debe usar una medida del costo que refleje adecuadamente el método de la empresa para financiar sus activos.

- **Costo de hacer pedidos.**

Los costos de preparación incluyen los costos de todas las actividades que requieren la emisión de una orden de compra. Incluyen el costo de formular el pedido, preparar las especificaciones, registrar el pedido, hacer el seguimiento del mismo, procesar las facturas, y preparar el pago.

- **Costos de almacenamiento y manejo.**

El inventario ocupa espacio y tiene que ser acarreado para entrar o salir del almacén. Los costos de almacenamiento y manejo se generan cuando una empresa alquila

espacio, ya sea a corto o largo plazo. También se incurre en un costo cuando la compañía podría usar productivamente el espacio que dedica al almacenamiento para otros propósitos. Aquí se incluyen los costos de deterioro, obsolescencia, robos, seguros e impuestos y los costos de almacenamiento por manejo, seguridad, espacio y requerimientos para mantener los registros.

- **Costo de escasez**

¿En qué costos incurrimos si se nos terminan las existencias? Se presenta un desabasto siempre que existe un inventario insuficiente para satisfacer un pedido de reabastecimiento. Es virtualmente imposible calcular en forma directa y explícita los costos de desabasto. Parte del costo es la pérdida del prestigio entre los clientes, lo cual es intangible. Es incierto el hecho de cómo la pérdida del prestigio se transforme en los futuros hábitos de una clientela en la compra.

2.4. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS INVENTARIOS

De acuerdo a Krajewski, Ritzman y Malhotra (2008) una de las ventajas del inventario es que al utilizarlo se tiene la función de amortiguamiento y de desacoplamiento, pues funciona como amortiguador de golpes entre las demandas de los clientes y la capacidad de producción del fabricante. La función de desacoplamiento se utiliza para separar la demanda de la dependencia inmediata en la fuente de abastecimientos.

“Que el recurso se encuentre ocioso no quiere decir que no tenga ningún propósito. Está disponible cuando se le necesite. Sirve de póliza de seguro contra las averías y las demoras inesperadas y otros trastornos que podrían interrumpir la producción en marcha.” Riggs (2006) Otra de las ventajas es que *“en muchos casos, los clientes pueden enojarse y hacer sus negocios en otra parte si el producto deseado no está a su disposición inmediata”* Fogarty, Blackstone y Hoffmann (2009) Según Fogarty, Blackstone y Hoffmann (2009) la disponibilidad oportuna en el tiempo y lugar

correctos es de gran importancia para la empresa en el momento de prestar el servicio al cliente para obtener utilidades y alcanzar el rendimiento de su inversión.

De acuerdo a Fogarty, Blackstone y Hoffmann (2009) el inventario en un contexto de producción, es un recurso ocioso. Más comúnmente se compone de materiales para la producción: herramientas, partes compradas, materias primas, artículos de oficina, productos en proceso, etc.

Es una inversión que involucra esfuerzo por parte de la empresa debido al espacio de almacenamiento, al manejo del mismo, pues este se deteriora y en algunas ocasiones, se vuelve obsoleto; causa gastos por impuestos y pago de seguro ya que puede ser robado o extraviado. Además tener una mala administración de inventario puede acarrear incremento de costos, y reducción de la productividad sin reforzar los ingresos netos como puede ser: Malos pronósticos, una programación fortuita y una atención inadecuada a los procesos de preparación y de generación de órdenes; el inventario puede encubrir irregularidades y es una manera de que la administración las pase por alto. Es “pasivo” sin importar en qué parte de la organización se prepare la hoja de estado de posición financiera. La situación empeora si una organización tiene artículos equivocados en su inventario.

2.5. OBJETIVOS EN EL CONTROL DE INVENTARIOS

Existen varios objetivos en el control del inventario. En ocasiones tienen que hacerse ciertas concesiones al intentar alcanzar estos objetivos, ya que el alcanzar todos a la vez no es posible Hopeman (2007).

- 1.- Minimizar la inversión en el inventario
- 2.- Minimizar los costos de almacenamiento.
- 3.- Minimizar las pérdidas por daños, obsolescencia y por artículos percederos.
- 4.- Mantener un inventario suficiente para que la producción no carezca de materias primas, partes y suministros.

- 5.- Mantener un transporte eficiente de los inventarios incluyendo las funciones de despacho y recibo.
- 6.- Mantener un sistema eficiente de información del inventario.
- 7.- Proporcionar informes sobre el valor del inventario a contabilidad.
- 8.-Cooperar con adquisiciones de manera que se puedan lograr compras económicas y eficientes.
- 9.- Hacer predicciones sobre las necesidades del inventario.

2.6. ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIO

En un marco operacional, Fogarty, Blackstone y Hoffmann sustentan (2009) que la administración del inventario se realiza mediante el uso de un conjunto de procedimientos, que consiste en la toma de decisiones, reglas y lineamientos para diversas situaciones en el inventario; utilizando la capacidad del procesamiento de datos para determinar la naturaleza de las diferentes situaciones a medida que van surgiendo en el transcurso de la planeación. Ya que al utilizar la información que describe las variables de una decisión, el sistema tomará decisiones de manera automática sobre la base de modelos explícitos de algunas situaciones. En otros casos, el sistema proporcionará la información importante para tomar la decisión para una acción humana.

2.6.1. SISTEMAS DE ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIO

De acuerdo a Buffa y Taubert (1975) y en comunión a lo que se menciona en el presente trabajo, es necesario crear un sistema de inventarios para que las desventajas se presenten lo menos posible y así se logre optimizar el uso del control de inventarios en la empresa. Al utilizar los modelos de inventarios se logra aislar variables y parámetros para entender el comportamiento de los mismos en una amplia gama de condiciones y diversos grados de complejidad..

De acuerdo a Krajewski, Ritzman y Malhotra (2008) un sistema de inventarios responde a las preguntas: ¿Qué cantidad se debe pedir? ¿Cuándo debe hacerse el pedido? Pues un sistema de inventarios es el conjunto de políticas y controles que vigilan los niveles del inventario y determinan aquellos a mantener, el momento en que es necesario reabastecerlo y qué tan grandes deber ser los pedidos, es por eso que cuando se selecciona un sistema de control de inventario para una aplicación en particular, el carácter de las demandas impuestas sobre los artículos es un factor crucial.

Según Chase, Jacobs, y Aquilano (2009) para que un sistema de inventarios trabaje de forma óptima, el modelo de inventario debe estar lo más apegado al tipo de comportamiento de la demanda de los artículos a estudiar para que el sistema funcione adecuadamente.

Cabe mencionar que según Buffa y Taubert (1975) *“Los sistemas realistas de dirección de inventarios deben poder aplicar técnicas científicas de inventarios a gran número de productos de inventario mediante sistemas de procesamiento de datos bien diseñados y, además, estar en posibilidad de resolver las restricciones del valor total del inventario”*

2.6.2. SISTEMA DE CANTIDAD DE PEDIDO FIJA

Modelo de control de inventario en el que la cantidad requerida es fija y el pedido real se basa en la reducción del inventario a un nivel específico. Los modelos de cantidad de pedido fija tratan de determinar el punto específico, R , en que se hará un pedido, así como el tamaño de éste, Q . El punto de pedido, R , Siempre es un número específico de unidades. Se hace un pedido de tamaño Q cuando el inventario disponible llega al punto R .

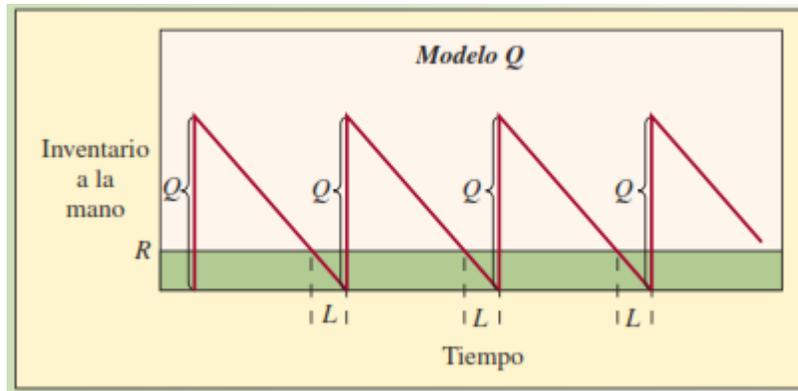


Ilustración 1 Modelo básico de cantidad de pedido fijo

Fuente: Chase, Jacobs y Aquilano, 2009. P. 556.

- La demanda del producto es constante y uniforme durante todo el período.
- El tiempo de entrega es constante.
- El precio por unidad del producto es constante.
- El costo por mantener el inventario se basa en el inventario promedio.
- Los costos de pedido o preparación son constantes.
- Se van a cubrir todas las demandas del producto.

2.6.3. SISTEMA DE REVISIÓN PERIÓDICA (MODELO DE PERÍODO FIJO O MODELO P)

El sistema de revisión periódica es un modelo de control de inventario que especifica la cantidad de pedido al final de un período determinado. El intervalo entre pedidos es fijo y la cantidad pedida varía. Este sistema vigila en forma constante el nivel del inventario y hace un pedido nuevo cuando las existencias alcanzan cierto nivel, R . El peligro de tener faltantes en ese modelo ocurre sólo durante el tiempo de entrega, entre el momento de hacer un pedido y su recepción. Se hace un pedido cuando la posición del inventario baja al punto de volver a pedir, R . Durante este tiempo de entrega, L , es posible que haya gran variedad de demandas. Esta variedad se determina a partir de un análisis de los datos sobre la demanda pasada ó de un estimado.

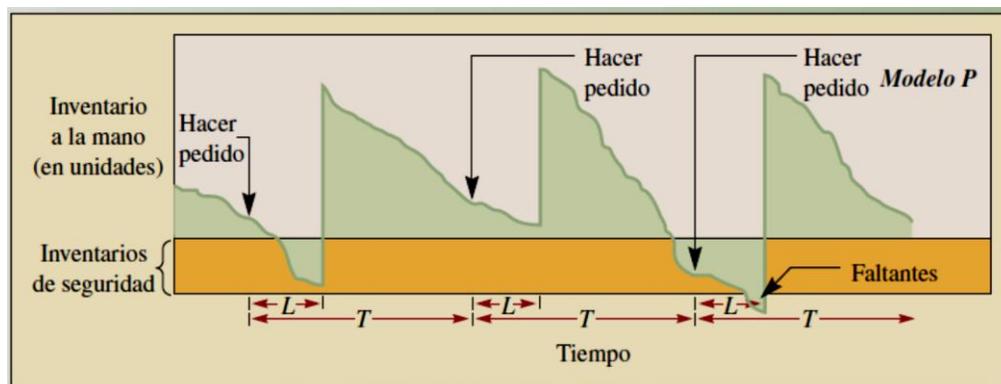


Ilustración 2 Modelo de inventario de período fijo

Fuente: Chase, Jacobs y Aquilano, 2009. P. 563.

2.6.4. CANTIDAD ECONÓMICA DE PEDIDO. EOQ

“La cantidad económica de pedido representa la cantidad que debe comprarse de un artículo para equilibrar el costo de almacenamiento, que se incrementa a medida que es mayor el lote, y el costo del pedido, que disminuye en proporción al aumento del tamaño del lote” Montañó (2004). El método para determinar la EOQ se basa en las siguientes suposiciones:

- 1.-La tasa de demanda del artículo es constante (por ejemplo, siempre es de 10 unidades diarias) y se conoce con certeza.
- 2.-No existen restricciones para el tamaño de cada lote (por ejemplo, limitaciones de capacidad del camión o para el manejo de materiales).
- 3.- Los dos únicos costos relevantes son el de mantenimiento de inventario y el costo fijo por lote, tanto de hacer pedidos como de preparación.
- 4.- Las decisiones referentes a un artículo pueden tomarse independientemente de las decisiones correspondientes a los demás. En otras palabras, no se obtiene ventaja alguna al combinar varios pedidos que vayan dirigidos al mismo proveedor.
- 5.-El tiempo de espera es constante (por ejemplo siempre es de 14 días) y se conoce con certeza. La cantidad recibida es exactamente la que se pidió y las remesas llegan completas y no en partes.

La cantidad económica de pedido será óptima cuando se satisfacen las cinco suposiciones. En realidad, pocas situaciones son así de simples. Sin embargo, la EOQ constituye a menudo una aproximación razonable del tamaño de lote apropiado, aun cuando una o varias de las suposiciones no sean del todo aplicables. Krajewski, Ritzman y Malhotra (2008).

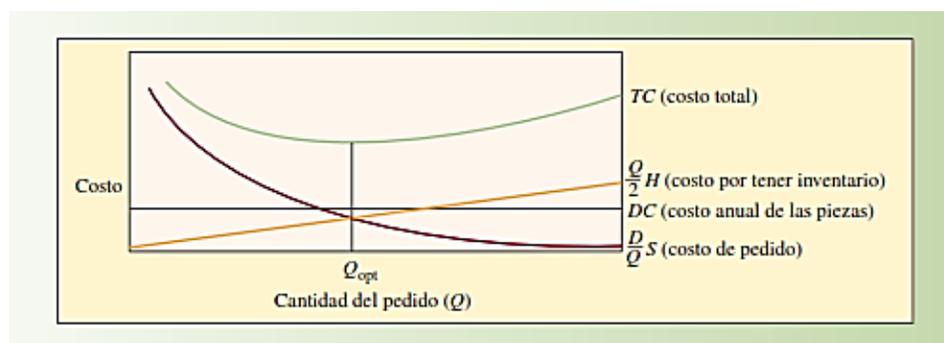


Ilustración 3 Cantidad económica de pedido

Fuente: Chase, Jacobs y Aquilano, 2009. P. 557

2.6.5. DESCUENTO POR CANTIDAD

Según Chase, Jacobs, y Aquilano, (2009) el descuento por cantidad de pedido sucede cuando los proveedores fijan precios que varían según la cantidad pedida. Estas variaciones de precios afectan en muchos casos la cantidad más económica de los lotes. El efecto se refleja directamente en diferencias del precio total de compra, costos de formulación de pedidos y costos de conservación de inventarios.

2.6.6. SISTEMA ABC

Krajewski Ritzman, y Malhotra sustentan (2008) que generalmente los artículos clase A son cerca del 20% de la totalidad de artículos, y corresponde al 80% del valor de consumo. Los artículos clase B representan otro 30% del total, pero les corresponde únicamente el 15% del valor de consumo. Por último, el 50% de los artículos pertenecen a la clase C y representan apenas 5% del valor de consumo.

El objetivo del análisis ABC es identificar los niveles de inventario de los artículos clase A para que la gerencia los controle cuidadosamente utilizando las herramientas de inventario adecuadas.

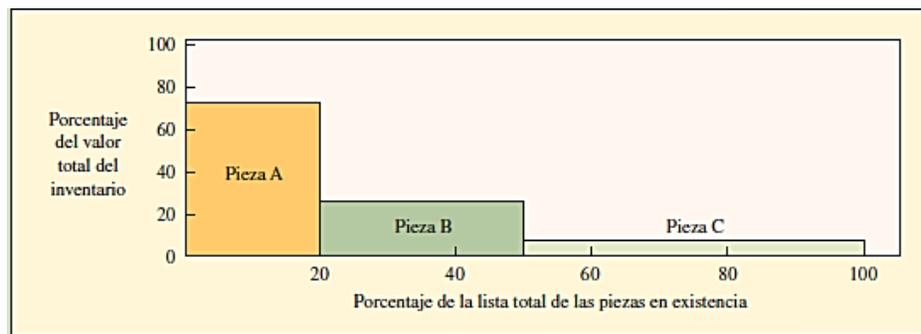


Ilustración 4 Sistema ABC

Fuente: Chase, Jacobs y Aquilano, 2009. P. 570

2.6.7. SISTEMA HÍBRIDO

De acuerdo a Montaña (2004) el sistema híbrido también conocido como sistema de máximos y mínimos tiene la peculiaridad de la incorporación de una restricción para evitar el sobre almacenamiento y una protección contra las carencias. Existe un nivel de inventario máximo para evitar excesos en inventario antes de la colocación del pedido, este máximo deberá compararse con el nivel del inventario existente, dando debida consideración a las necesidades del tiempo requerido. Además, se fija el nivel mínimo del inventario para cubrir los tiempos requeridos. Esto establece el reabastecimiento como punto de repedido y proporciona una protección contra las carencias en la mayoría de los casos. Sin embargo, una protección adicional está representada por una existencia de seguridad. Este apoyo se establece para cubrir los casos en los cuales los tiempos requeridos sean largos o cuando los volúmenes de utilización aumentan en gran medida.

2.6.8. SISTEMA DE COMPRA ÚNICA

Montaña menciona (2004) que este modelo se usa para artículos de demanda estacional. No se puede comprar mayor cantidad si se necesita. Si se compra mucho, lo que no se venda es una pérdida. Se trata de buscar una fórmula para equilibrar la utilidad de los artículos vendidos y la pérdida de los artículos no vendidos. Se calcula el pronóstico de ventas mediante la fórmula de Poisson o de la distribución simétrica a la media.

2.7. NIVEL DE SERVICIO

Según Krajewski, Ritzman y Malhotra (2008) los gerentes son el cerebro de la empresa y quienes deben calcular los beneficios de mantener un inventario de seguridad y el costo que implica mantenerlo. Esto es posible estableciendo un nivel de servicio, es decir la probabilidad deseada de evitar ausencia de inventario durante el ciclo de pedido, que comienza en el momento en que se coloca un pedido y termina cuando éste se recibe y los artículos solicitados llegan al inventario.

En un nivel del 90% existe una probabilidad de que el 90% de la demanda no sea mayor que la oferta durante tiempo de espera. Montaña sustenta (2004) que para traducir esta política en un nivel específico de inventario de seguridad, se necesita saber cómo está distribuida la demanda durante el tiempo de espera. Si la demanda varía poco con respecto a su promedio, entonces el inventario de seguridad puede ser pequeño, si la demanda varía mucho entonces el inventario de seguridad deberá ser grande. Fucci y Monterroso (2004)

2.8. PROCEDIMIENTO PARA EL CONTROL DEL INVENTARIO

Los procedimientos para el control del inventario detallan la secuencia, paso por paso, de las actividades requeridas para el control de los inventarios. Varían un tanto entre las compañías y entre los tipos de inventarios que comprenden, pero, en términos generales, se requieren los pasos siguientes:

1. -Determinar las necesidades del inventario.
- 2.- Preparar requisiciones, si los materiales van a ser comparados, o solicitudes para la producción de los materiales, si se van a hacer en la planta.
- 3.- Recibir los materiales, inspeccionarlos y almacenarlos.
- 4.- Poner al día los registros del inventario para que reflejen el recibo de los materiales.
- 5.- Dar salida a los materiales cuando se requiera y registrar esto en los registros de inventario.
- 6.- Evaluar la condición del inventario, lo que completa el ciclo y conduce nuevamente a la determinación de las necesidades del inventario.

“Las actividades que están asociadas con este procedimiento incluyen la determinación de cuántos artículos hacer o comprar y cuándo se deben efectuar tales compras o actividades de producción. Las técnicas disponibles para hallar respuesta a las preguntas varían desde las muy sencillas hasta los modelos matemáticos sumamente complejos.” Hopeman (2007).

2.9. CONDICIONES QUE IMPIDEN EL CONTROL EFECTIVO DE INVENTARIO

Montaño (2004) menciona que existen condiciones que impiden el control de inventarios, estas condiciones tienden a frustrar el control efectivo del inventario. Los agentes de compras, al intentar minimizar los costos de los materiales, tienden a hacer compras en grandes cantidades para obtener los descuentos por cantidad lo cual produce excesos de inventario; el constante cambio en la relación de oferta-demanda, lo que suelen convertir en inexactas las predicciones de las necesidades futuras del inventario y afectan a las cantidades de inventario que deben comprarse y venderse para minimizar estos costos; el control efectivo del inventario se relaciona con la incapacidad de algunos proveedores para cumplir con sus compromisos.

2.10. PATRONES DE DEMANDA

De acuerdo con Krajewski, Ritzman y Malhotra (2008) si se grafica la información histórica de la demanda de un producto contra una escala de tiempo, se tendría un patrón que es la tendencia de una serie de tiempo. Los cinco patrones básicos de la mayoría de las series de tiempo aplicables a la demanda son:

- 1.- Horizontal. La fluctuación de los datos en torno de una media constante.
- 2.-Tendencia. El incremento o decremento sistemático de la media de la serie a través del tiempo.
- 3.-Estacional. Un patrón repetible de incrementos o decrementos de la demanda, dependiendo de la hora del día, la semana, el mes o la temporada.
- 4.-Cíclico. Una pauta de incrementos o decrementos graduales y menos previsible de la demanda, los cuales se presentan en el transcurso de periodos más largos.
- 5.-Aleatorio. La variación imprevisible de la demanda.

2.11. INVERSIÓN EN INVENTARIOS

La inversión en inventarios se puede medir a partir de datos pasados, actual, o de un futuro proyectado. Ninguna de estas mediciones será totalmente exacta, pero serán tan precisas para el análisis y la toma de decisiones como se requiera. Se puede decir que sin una medición de la inversión del inventario, la administración está trabajando en la oscuridad. La determinación de la cantidad total de dinero invertido constituye una medición absoluta de la inversión en inventario. La cantidad obtenida se puede utilizar para realizar comparaciones y así obtener las medidas relativas de la inversión. Las inversiones en inventario proyectadas por período son necesarias para el análisis de flujo de efectivo y para determinar si las inversiones en inventario estarán dentro de la capacidad financiera de la organización. Si no es así, la administración tiene la opción de revisar el plan de producción para ajustar las inversiones de inventario dentro de las restricciones financieras. Una vez que se ha medido la inversión en inventario, se pueden determinar las vueltas del inventario o tasa de reposición. DITR. Por su parte, Krupp (1981) argumenta que la cantidad de costo de ventas que se utiliza en el cálculo de esta relación debe basarse en el costo histórico uniformado de ventas(para un período de tres meses) dividido entre el valor actual del inventario.

$$\text{DITR} = \frac{\text{Costo de Ventas}}{\text{Inversiones en inventario}}$$

2.11.1. CONTROL DE LA ROTACIÓN

Este indicador da a conocer el movimiento de entrada y salida de un material o producto en relación a su existencia. Indica el número de veces que se utiliza la cantidad almacenada en un período que puede ser mensual o anual. Mientras más alto sea el valor de la rotación mejor administración de inventarios se tendrá. Un valor de cero en el indicador significa que el producto está en su máxima inmovilización. Como cada artículo tiene su propio indicador no se pueden señalar parámetros de comparación, así que el administrador sólo debe observar que el indicador tenga siempre una tendencia a incrementarse o si el indicador es relativamente alto, cuando menos estabilizar la tendencia. Por lo tanto deben tomarse medidas correctivas cuando el indicador tiene tendencia negativa. En este caso deben reducirse las compras y hacer programas de utilización del artículo de referencia. Aun cuando un buen indicador debía tomar como base el inventario promedio, en la práctica se acostumbra tomar solamente el inventario final como una base aceptable. Fogarty Blackstone y Hoffmann (2009).

$$\text{Rotación} = \frac{\text{Total de salidas mensuales}}{\text{Inventario Final}}$$

Capítulo 3 REVISIÓN TÉCNICA

3.1. SISTEMA HÍBRIDOS DE REABASTECIMIENTO OPCIONAL

“Llamado a veces sistema de revisión opcional, min-máx o (s,S) es muy parecido al sistema de Pedido Fijo. Se utiliza para revisar la posición de inventario a intervalos de tiempos fijos y si dicha posición ha disminuido hasta un nivel predeterminado (o más abajo del mismo). También se utiliza para hacer un pedido de tamaño variable que cubra las necesidades esperadas.

El nuevo pedido es suficientemente grande para llevar de nuevo la posición de inventario objetivo, en forma similar al inventario Máximo en el caso del Sistema de Pedido Fijo. El nivel mínimo actúa como punto de reorden en un sistema de orden económica de pedido. Si el objetivo es 100 y el nivel mínimo es 60, el tamaño de pedido mínimo es 40. Como no es necesario realizar revisiones continuas, este sistema resulta particularmente atractivo cuando los costos de revisión y de hacer pedidos son significativos.”

3.1.1. SELECCIÓN DEL PUNTO DE REORDEN CUANDO LA DEMANDA ES INCIERTA

En realidad, la demanda y los tiempos de entrega no siempre son previsibles. Esto genera la necesidad de contar con inventarios de seguridad.

$$\text{Punto de reorden} = \text{Demanda promedio durante el tiempo de espera} + \text{Inventario de Seguridad}$$

En virtud de que la demanda promedio durante el tiempo de espera es variable e incierta, la verdadera decisión que debe tomarse al seleccionar el punto de reorden es la que concierne al nivel del inventario de seguridad. La decisión de mantener un inventario de seguridad grande o pequeño implica un equilibrio entre el servicio al

cliente y los costos por mantenimiento de inventario. El método usual para determinar el punto de re-orden consiste en que la gerencia, basada en su criterio, establezca una política razonable de nivel de servicio para el inventario y después determine el nivel del inventario de seguridad que satisfaga esa política.

Una forma de determinar el inventario de seguridad consiste en establecer un nivel de servicio, es decir, la probabilidad deseada de no quedarse sin inventario durante el ciclo de pedido, que comienza en el momento en que se coloca un pedido y termina cuando éste se recibe y los artículos solicitados llegan al inventario. Si se tiene un nivel de servicio del 90%, existe una probabilidad del 10% de que la demanda sea mayor que la oferta durante el tiempo de espera.

Para traducir esta política en un nivel específico de inventario de seguridad, es necesario saber cómo está distribuida la demanda durante el tiempo de espera. Si la demanda varía poco con respecto a su promedio, entonces el inventario de seguridad puede ser pequeño. A la inversa, si la demanda durante el tiempo de espera varía mucho de un ciclo de pedido al siguiente, el inventario de seguridad tendrá que ser grande. Krajewski Ritzman y Malhotra (2008).

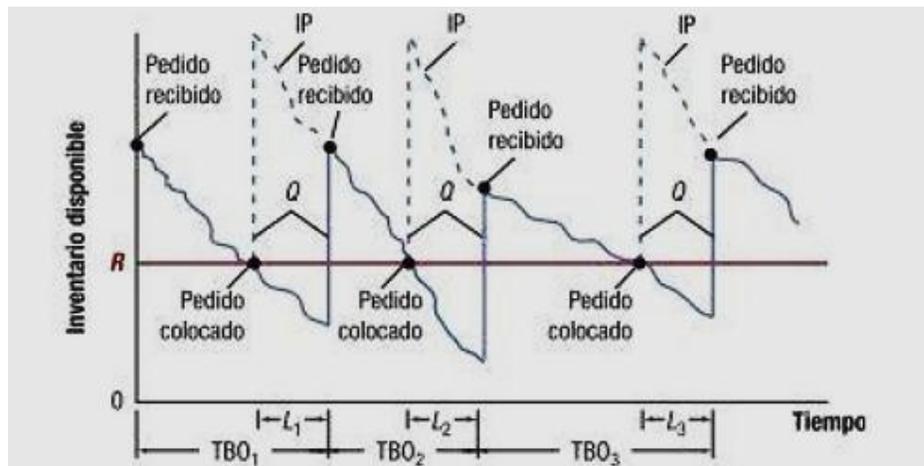


Ilustración 5 Sistema de revisión continua cuando la demanda es incierta

Fuente: Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008. P. 477

3.1.2. CÁLCULO DEL INVENTARIO DE SEGURIDAD

Al seleccionar el inventario de seguridad, es frecuente que el planificador del inventario suponga que la demanda se distribuye normalmente durante el tiempo de espera. La demanda promedio durante el tiempo de espera es la línea central del gráfico, quedando 50% del área bajo la curva a la izquierda y el otro 50% a la derecha. De este modo, si se seleccionara un nivel de servicio de ciclo de 50%, el punto de reorden R sería la cantidad representada por esta línea central. Como R es igual a la demanda promedio durante el tiempo de espera más el inventario de seguridad este último es 0 cuando R es igual a la demanda promedio. La demanda es inferior al promedio el 50% del tiempo, por lo cual el hecho de no tener inventario de seguridad solo será suficiente en el 50% del tiempo.

Para ofrecer un nivel de servicio por encima del 50%, el punto de reorden deberá ser mayor que la demanda promedio durante el tiempo de espera. Para calcular el inventario de seguridad se multiplica el número de desviaciones estándar con respecto a la media que se requiera para multiplicar el nivel de servicio de ciclo, z , por la desviación estándar de la demanda en la distribución de probabilidad, σL , durante el tiempo de espera:

$$\text{Inventario de Seguridad} = z * \sigma L$$

Cuanto más alto sea el valor de z , tanto más altos deberán ser el inventario de seguridad y el nivel de servicio de ciclo. Si $z=0$, no existe inventario de seguridad y habrá desabasto durante el 50% de los ciclos de pedido.

En la práctica, para encontrar el punto de re-orden y el inventario de seguridad apropiados es necesario estimar la distribución de la demanda durante el tiempo de espera. A veces, la demanda promedio durante el tiempo de espera y la desviación estándar de la demanda durante el tiempo de espera, σL , no pueden obtenerse

directamente y es necesario calcularlas combinando la información referente a la tasa de demanda con la información sobre el tiempo de espera. Suponga que se conoce la demanda promedio, d , así como la desviación estándar de la demanda σ_L , sobre algún intervalo de tiempo t , (por ejemplo, días o semanas), donde t no es igual al tiempo de espera. Suponga también que las distribuciones de probabilidad de la demanda para cada intervalo de tiempo t son idénticas e independientes unas de otras. Por ejemplo, si el intervalo de tiempo es de una semana, las distribuciones de probabilidad de la demanda serán las mismas cada semana (d y σ_L , idénticas), y la demanda total en una semana no afectará la demanda total en otra. Sea L el tiempo de espera constante, expresado como un múltiplo de t . Si t representa una semana y el tiempo de espera es de tres semanas, $L = 3$. Con estas suposiciones, la demanda promedio durante el tiempo de espera será la suma de los promedios correspondientes a cada una de las L distribuciones idénticas e independientes de la demanda. Krajewski Ritzman y Malhotra (2008)

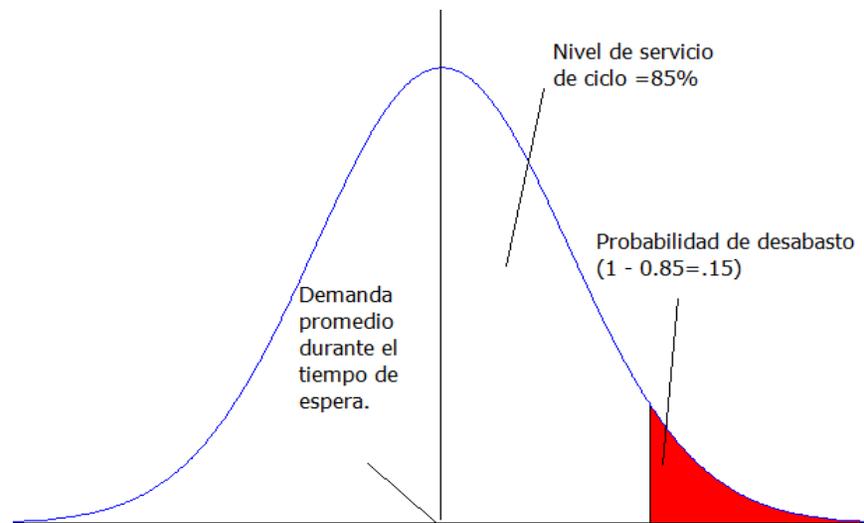


Ilustración 6 Nivel de servicio

Fuente: Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008. P. 478

3.2. SISTEMA DE REVISIÓN PERIÓDICA CUANDO LA DEMANDA ES INCIERTA

La posición de inventario de un artículo se revisa periódicamente y no en forma continua. Un sistema de ese tipo puede simplificar la programación de las entregas porque establece una rutina. Los nuevos pedidos se colocan siempre al final de cada revisión y el tiempo entre pedidos tiene un valor fijo de P . La demanda es una variable aleatoria, porque la demanda total entre revisiones es variable. En un sistema de revisión periódica, el tamaño del lote, puede cambiar de un pedido a otro pero el tiempo entre pedidos es fijo.

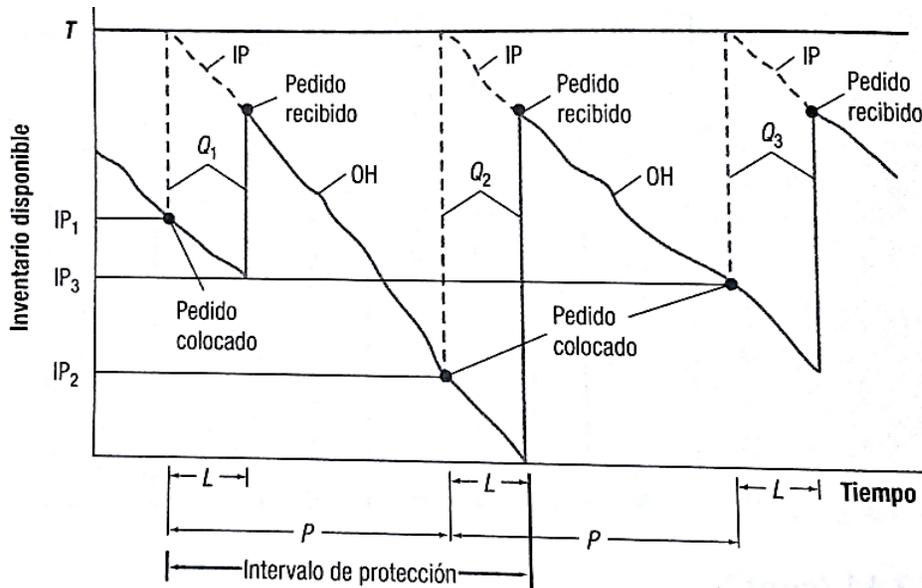


Ilustración 7 Sistema de revisión periódica con demanda incierta

Fuente: Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008. P. 485

3.2.1. SELECCIÓN DEL NIVEL OBJETIVO DE INVENTARIO

El pedido debe ser suficientemente grande para hacer que la posición de inventario, dure hasta después de la próxima revisión, la cual se encuentra a P períodos de tiempo de distancia. El revisor deberá esperar P períodos para revisar, corregir y restablecer la posición de inventario. Entonces se colocará un nuevo pedido, pero éste no llegará sino hasta que haya transcurrido el tiempo de espera L . Por lo tanto, se necesita un intervalo de protección de $P + L$ períodos porque los pedidos solamente se hacen a intervalos fijos y el inventario no se revisa sino hasta la próxima fecha designada para el efecto.

En un sistema P debemos desarrollar la distribución de la demanda para $P+L$ períodos. El nivel objetivo de inventario T deberá ser igual a la demanda esperada durante el inventario de protección de $P+L$ períodos, más el inventario de seguridad suficiente para protegerse contra la incertidumbre de la demanda durante ese mismo intervalo de protección. Aquí se aplicarán las mismas suposiciones estadísticas que se plantearon en el caso del sistema Q . Así, la demanda promedio durante el intervalo de protección es:

$$T = d(P + L) + \text{Inventario de seguridad para el intervalo de protección}$$

El inventario de seguridad para un sistema P se calcula de manera muy similar a como se hizo en el caso del sistema Q . Sin embargo, este inventario de seguridad tendrá que cubrir la incertidumbre de la demanda por un período de tiempo más largo. Cuando se usa una distribución de probabilidad normal, se multiplican las desviaciones estándar deseadas para implementar el nivel de servicio de ciclo, z , por la desviación estándar de la demanda en el curso del intervalo de protección, $\sigma(P+L)$. El valor de z es el mismo que en el caso de un sistema Q con el mismo nivel de servicio de ciclo. Por lo tanto:

$$\text{Inventario de seguridad} = z^* \sigma (P+L)$$

Aplicando la misma lógica que se empleó anteriormente para calcular σL , se sabe que la desviación estándar de la distribución de la demanda durante el intervalo de protección es:

$$\sigma P + L = \sigma \sqrt{P + L}$$

Por el hecho de que un sistema P requiere un inventario de seguridad para cubrir la incertidumbre de la demanda durante un período de tiempo más largo que un sistema de revisión continua, el sistema de revisión periódica requiere más inventario de seguridad.

3.3. DESCUENTOS POR CANTIDAD

Los descuentos por cantidad, que son incentivos de precio para que el cliente compre mayores cantidades, crean presión para mantener un inventario abundante. Por ejemplo un proveedor puede ofrecer un precio de \$ 4.0 por unidad para los pedidos entre 1 y 99 unidades; un precio de \$3.50 por unidad para pedidos entre 100 y 199 unidades, y un precio de \$3.0 por unidad para los pedidos de más de 200 unidades. El precio del artículo ya no se considera fijo como se suponía en la derivación de la EOQ; en cambio, si la cantidad de pedido aumenta lo suficiente, se obtiene un descuento en el precio. Por lo tanto, en este caso se requiere un nuevo método para encontrar el mejor tamaño del lote, es decir, un método que sopesa las ventajas de comprar materiales a precios más bajos y tener que hacer menos pedidos, frente a la desventaja que implica el incremento del costo por mantenimiento de un inventario mayor.

Por lo tanto, en la búsqueda del mejor tamaño de lote, se debe prestar atención solamente a las combinaciones factibles de precio y cantidad ilustradas con las líneas continuas en la siguiente ilustración.

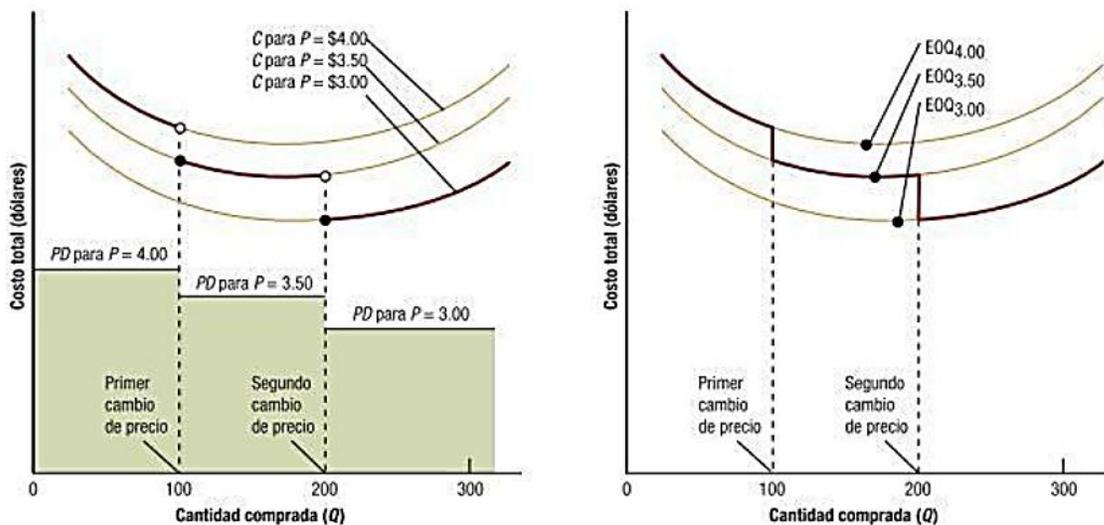


Ilustración 8 Descuentos por cantidad

Fuente: Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008. P. 511

Paso 1. A partir del precio más bajo de todos, calcule la EOQ para cada nivel de precio hasta que encuentre una EOQ factible. Sabrá que ésta es factible si se localiza en el rango correspondiente a su precio. Cada EOQ subsiguiente es más pequeña que la anterior porque P , y por lo tanto H , se vuelve cada vez más grande y porque esa H más grande está en el denominador de la fórmula de la EOQ.

Paso 2. Si la primera EOQ factible que encuentre, corresponde al nivel de precios más bajo, esta cantidad representará el mejor tamaño del lote. Si no es así, calcule el costo total correspondiente a la primera EOQ factible y a la mayor cantidad para el cambio de precio en cada nivel de precio más bajo. La cantidad con el costo total más bajo de todos será la óptima.

Capítulo 4 METODOLOGÍA

Para lograr realizar este trabajo de tesis fue necesario conocer cómo funciona el negocio, su dinámica y forma de trabajo.. Me enfoqué en la demanda de la línea de bandas industriales, para de esta forma, analizar su comportamiento, y así determinar el tipo de modelo de inventario que más se adecua a sus necesidades y así obtener sugerencias de mejora.

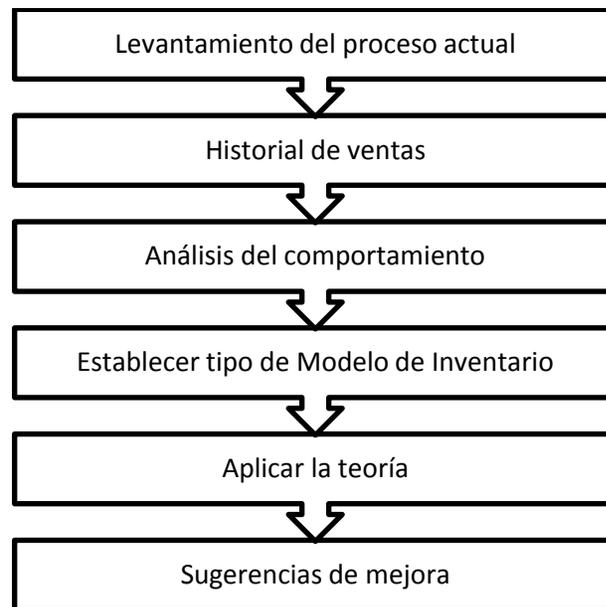


Ilustración 9 Metodología

Fuente: Elaboración propia, 2015

4.1. LEVANTAMIENTO DEL PROCESO ACTUAL

El desarrollo de esta tesis responde a una necesidad de la compañía REBAMISA, por lo cual hablé con el gerente de la empresa y pidió trabajar sobre una línea de productos enfocándome al sistema de inventarios. De tal modo que realicé una inspección del lugar, conociendo el funcionamiento del negocio e identificando la necesidad de mejorar el sistema de inventarios.

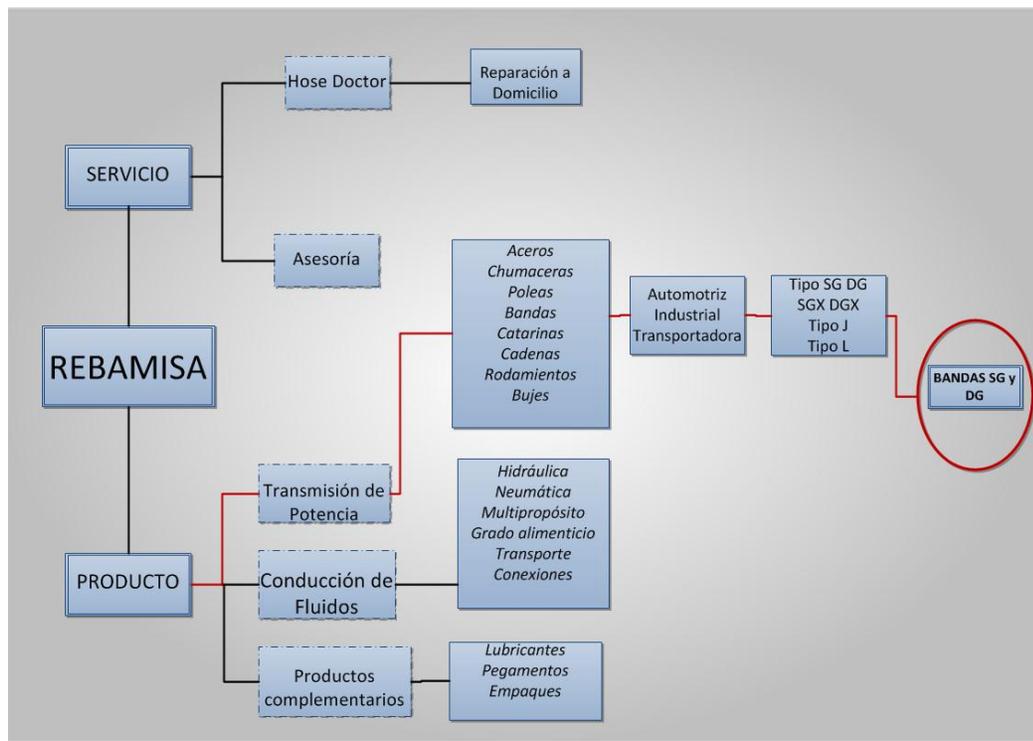


Ilustración 10 Enfoque del negocio

Fuente: Elaboración propia, 2015

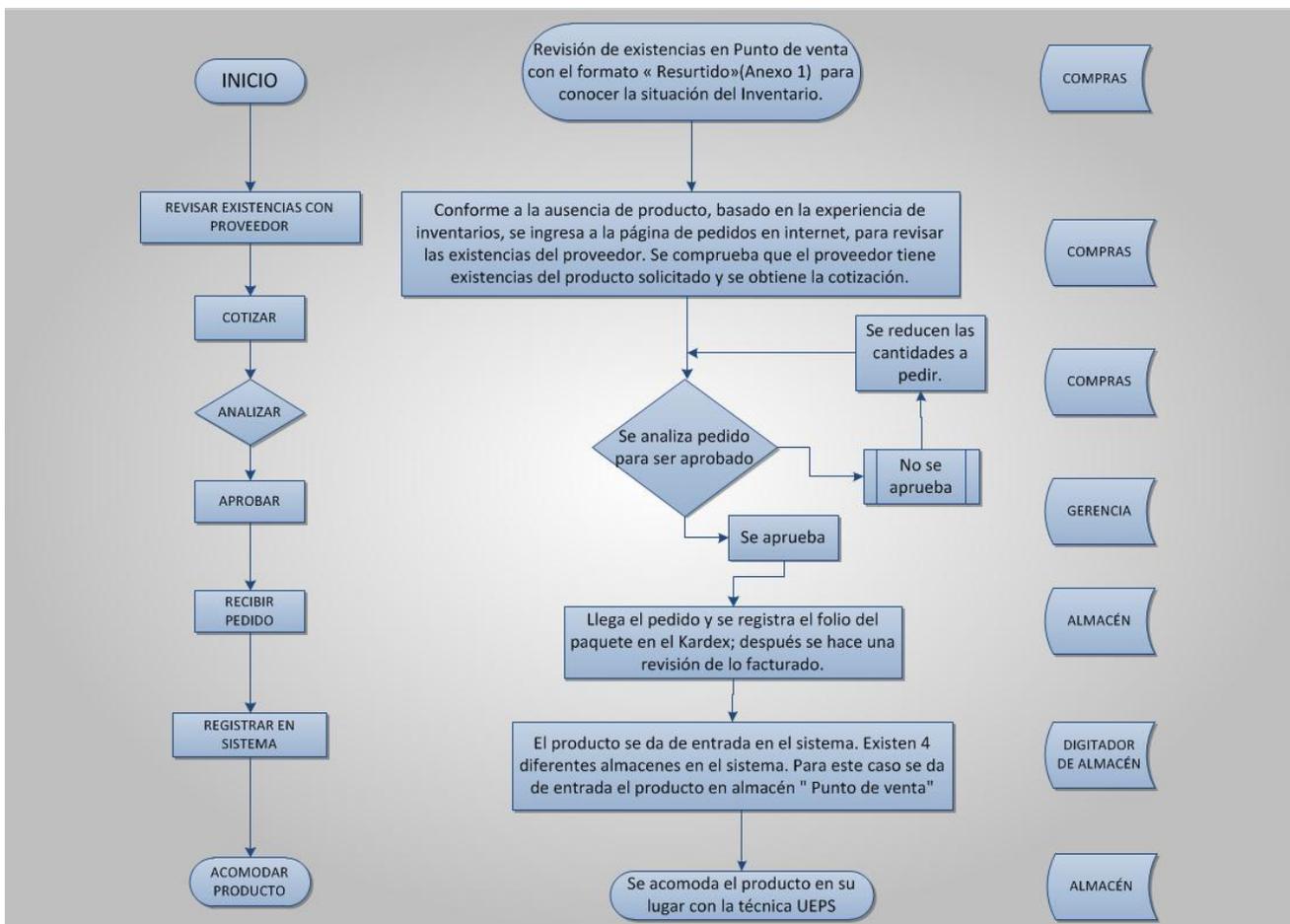


Ilustración 11 Proceso del negocio

Fuente: Elaboración propia, 2015

4.2. HISTORIAL DE VENTAS

Una vez conociendo el proceso del negocio y su funcionamiento, se accedió al sistema para recabar el historial de las ventas de la línea en los 24 meses pasados. (Anexo 2)

4.3. ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO

El tratamiento de ordenar, graficar y y analizar los datos me permitió identificar el tipo de tendencia y la manera como se comporta la demanda. Se observa en las ilustraciones 13 y

14 que las líneas SG y DG tienen una tendencia positiva, lo cual indica que la demanda va en aumento a lo largo del tiempo.

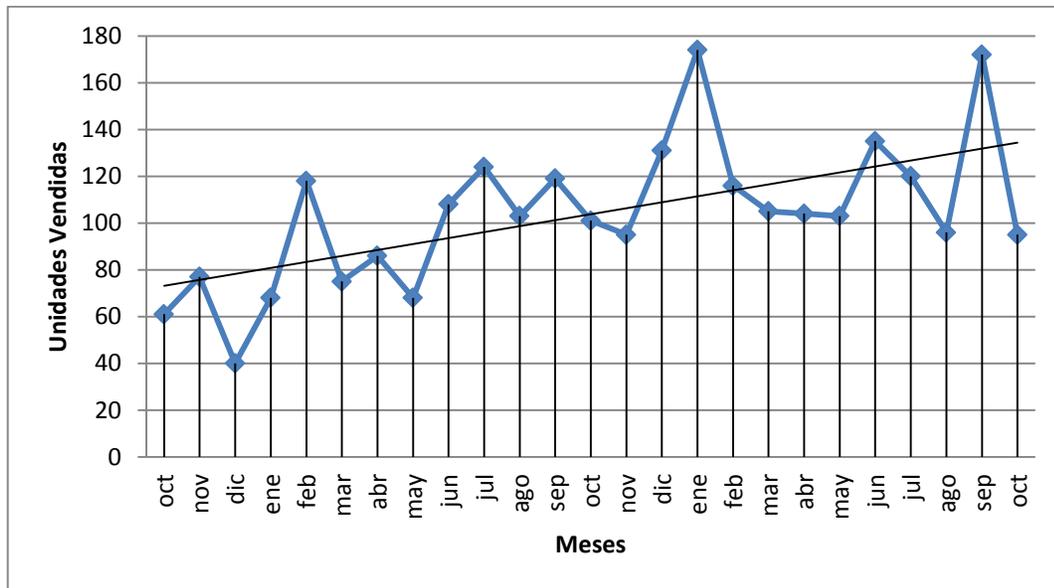


Ilustración 12 Tendencia en línea SG

Fuente: Elaboración propia, 2015

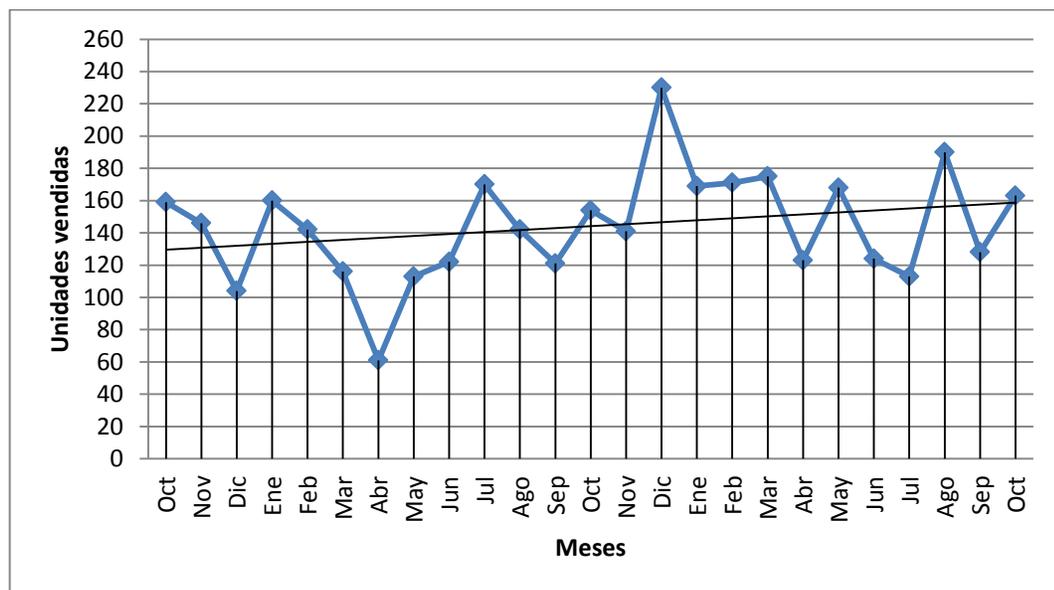


Ilustración 13 Tendencia en línea DG

Fuente: Elaboración propia, 2015

4.4. ESTABLECER EL TIPO DE MODELO DE INVENTARIO

Identifiqué que para el comportamiento de la demanda y debido a las necesidades del funcionamiento del negocio es conveniente trabajar con el sistema híbrido de inventarios, ya que de esta manera sólo se almacena lo que se necesita para un período determinado. Además identifiqué un producto en específico que trabaja con una tendencia estacional donde el proveedor maneja descuentos por cantidad.

4.5. APLICAR TEORÍA

Una vez conociendo el Sistema de Inventarios Híbrido y de descuentos por cantidad; se pasó a aplicar la teoría y de esta forma se obtuvieron los resultados. *Anexo 3.

4.6. SUGERENCIAS DE MEJORA COMO PRODUCTO DE ANÁLISIS DE RESULTADOS

Presento diferentes escenarios según los niveles de servicio aplicados en el inventario. El gerente del negocio eligió trabajar con el nivel de 85% pues es la que mejor se adecúa a las necesidades del negocio. Además menciono una serie de propuestas para implementarse en el negocio y así implementar una mejora continua.

Capítulo 5 RESULTADOS

5.1. COSTO MANTENIMIENTO DE INVENTARIO

Para obtener el costo total de mantenimiento de inventario (Tabla 5) fue necesario recopilar todos los costos que intervienen en el proceso de almacén; como lo es el costo de mobiliario y equipo (Tabla 2), los costos del inmueble (Tabla 3), el costo de los servicios que tienen que ver con el mantenimiento del inventario (Tabla 4), y el costo que genera el tiempo que dedica cada integrante de la empresa que interviene en el inventario (Tabla 1).

Tabla 1 Costo de mantenimiento de inventario					
<i>Personal que Interviene en Almacén</i>	mensual	quincena	hora	Hrs/día	Inversión mensual
Almacenista	\$5,014.00	\$2,507.00	\$55.71	8	\$5,014.00
Ayudante de almacén	\$2,894.00	\$1,447.00	\$32.16	8	\$2,894.00
Digitador de Almacén	\$6,322.00	\$3,161.00	\$70.24	3	\$2,370.75
Supervisor	\$14,454.00	\$7,227.00	\$160.60	2	\$3,613.50
Gerente	\$16,352.00	\$8,176.00	\$181.69	1	\$2,044.00
Total costos	\$45,036.00	\$22,518.00	500.40	TOTAL	\$15,936.25
					\$3,187.25
Fuente: Elaboración propia, 2015					

Tabla 2 Costo mobiliario y equipo		
Depreciación mobiliario y equipo		Valor en libros 5 años
Racks	\$ 9,500.00	\$ 4,500.00
Fuente: Elaboración propia, 2015		

Tabla 3 Costo del inmueble			
	Prorrateo	m2	Total
Renta del Inmueble	\$ 5,436.00	494	\$ 41,959.51
		32	\$ 2,718.02
Fuente: Elaboración propia, 2015			

Tabla 4 Servicios		
	Costo	Línea 20 %
Agua	\$ 986.00	\$ 197.20
Luz	\$ 4,403.00	\$ 880.60
Telecomunicaciones	\$ 8,176.00	\$ 1,635.20
Material de almacén	\$ 400.00	\$ 80.00
Total costos	\$ 13,965.00	\$ 2,793.00
Fuente: Elaboración propia, 2015		

Obteniendo un total de los costos del mantenimiento de inventario, se obtuvo que los gastos mensuales alcanzan una cantidad de \$13,198.27, lo cual representa el 11% del inventario máximo existente en la línea. Es importante mencionar que REBAMISA, cuenta con otras líneas de producto lo cual le beneficia para reducir sus gastos totales del mantenimiento de inventario.

Tabla 5 Costos totales	
Sueldos	\$ 3,187.25
Servicios	\$ 2,793.00
mobiliario	\$ 4,500.00
inmueble	\$ 2,718.02
Total gastos	\$ 13,198.27
Maximo en inv.	\$ 120,000.00
Porcentaje	11%
Fuente: Elaboración propia, 2015	

5.2. COSTO DE HACER PEDIDO

Para obtener el costo de hacer pedidos (Tabla 6) fue necesario reunir toda la información referente a la realización de un pedido. Se determinó el procedimiento que se lleva a cabo cada vez que se realiza un pedido y se registraron los tiempos que dedica el personal en este proceso.

Tabla 6 Costo de personal asociado a pedidos			
Actividades a desarrollar para generar un pedido	Tiempo min	Responsable	Costo tiempo invertido
Registrar faltantes físicamente	90	Analista	\$ 150.00
Cotizar resurtido con mínimo 3 proveedores	35	Analista	\$ 58.33
Aprobar pedido	15	Gerente	\$ 75.00
Enviar pedido	10	Analista	\$ 16.67
	Costo por pedido		\$ 300.00
	6 pedidos al mes		\$ 1,800.00

Fuente: Elaboración propia, 2015

5.3. INVENTARIO PROMEDIO

El modelo de cantidad de pedido fija y el modelo de período fijo tienen ecuaciones para calcular el inventario de seguridad requerido para una probabilidad determinada de que el inventario se agote. En ambos modelos, se supone que al pasar por un ciclo de pedido, la mitad del tiempo se necesita utilizar el inventario de seguridad y la otra mitad no. De modo que, en promedio, se espera que el inventario de seguridad esté disponible.

Para determinar el inventario promedio, al principio del intervalo, el inventario se encuentra en su punto máximo; al final del intervalo, antes de la llegada de un nuevo lote, el inventario baja a su nivel mínimo. Es decir, el inventario promedio es el promedio de esos dos valores extremos.

$$\text{Inventario Promedio} = \frac{(\text{Inv max})}{2} + \text{Inv seguridad}$$

$$\text{Inventario Promedio SG} = \frac{18,126.08}{2} + \$5,825.06 = \$14,888.10$$

$$\text{Inventario Promedio DG} = \left(\frac{\$49,583.31}{2} \right) + \$18,140.92 = \$42,932.58$$

$$\text{Inventario Promedio SG y DG} = \$57,820.68$$

5.4. CONTROL DE LA ROTACIÓN

Es importante que los gerentes se den cuenta de que la forma de manejar las piezas utilizando la lógica de control de inventarios se relaciona directamente con el desempeño financiero de la empresa. Una medida clave que se relaciona con el desempeño de la compañía es la rotación de inventarios. Recuerde que la rotación de inventarios se calcula:

Rotación de Inventarios

= *Costo de bienes vendidos / Valor promedio del inventario*

Rotación de inventarios = $(\$ 58,271.43 + \$158,177.65) / \$57,820.68$

=3.8 veces

En el periodo de Octubre 2013 a Octubre 2014, se obtuvo una rotación de 3.8 veces, lo cual indica que existe una rotación de inventario activa. Sin embargo, la gerencia me pidió enfocarme en esta línea para optimizar su sistema de inventarios. Considero que es posible incrementar la rotación de inventario un 33% si el proceso de surtido de pedidos se optimiza lo que permitiría reducir el inventario un 15% pues, de acuerdo con un inventario que realice a dos días de que se fincara un nuevo

pedido en Enero 2015, se tiene \$24,562.7 de inversión en producto en exceso tomando en cuenta que el objetivo es, acorde a mi propuesta, el abastecimiento de un mes de demanda. De igual forma, se tenían faltantes en productos de alto movimiento. Considero que con el sistema que propongo se logrará reducir el inventario y al mismo tiempo aumentar las ventas, al tener en existencia las cantidades necesarias de productos demandados acorde a los historiales de ventas proporcionados por la empresa.

5.5. DESCUENTOS POR CANTIDAD

En REBAMISA se maneja el producto Z que en cierto periodo del año se consume en gran medida, en comparación con el consumo normal anual. El proveedor les maneja ciertos descuentos si se compra por cantidad. El plan de precios del proveedor es de \$65 por unidad para pedidos de 300 Unidades en adelante. Un precio de \$68. Pesos por unidad para pedidos de 100 a 199 Piezas y de \$80.- Pesos por unidad para pedidos que cubran la cantidad de 1 a 99 piezas. El costo por hacer pedidos es de \$300 Pesos por pedido y el costo anual por mantenimiento de inventario representa el 20% del precio de compra por unidad anual. La demanda anual es de 270 unidades. Por lo cual determiné cuál es la mejor cantidad de compra.

Tabla 7 Datos en descuentos por cantidad		
	Pesos	Unidades
Paquete 1	\$80	1 a 99
Paquete 2	\$68	100 a 299
Paquete 3	\$65	>300
Costo de hacer pedidos (S)	\$300	N/A
Costo mantenimiento de inventario (H)	20% precio de compra	N/A
Demanda anual	N/A	270
Fuente Elaboración propia, 2015.		

Solución

Paso 1: A partir del precio más bajo de todos, calculé la EOQ para cada nivel de precio hasta que encontré una EOQ factible. Esta será factible, si se localiza en el rango correspondiente a su precio.

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 * D * S}{H}}$$

Tabla 8 Resultados en descuentos por cantidad		
Precio de compra	Resultado	Unidades óptimas
EOQ (\$65)	112	>300
EOQ (\$68)	109	100 a 199
EOQ (\$80)	100	1 a 99
Fuente: Elaboración propia, 2015.		

La EOQ (\$68) es factible, ya que se encuentra dentro del rango correspondiente a su precio.

Paso 2: Si La primera EOQ factible se encuentra en el nivel de precios más bajo, esta cantidad representará el mejor tamaño del lote. Si no es así, se calcula el costo total correspondiente a la primera EOQ factible y a la mayor cantidad para el cambio de precio en cada nivel de precio más bajo. La cantidad con el costo total más bajo será la óptima.

La primera EOQ factible de 109 no constituye el nivel de precios más bajo de todos, por lo tanto se tiene que comparar su costo total con las cantidades correspondientes al cambio de precio en el nivel de 300 unidades y el precio de \$65 por unidad.

$$C = \left(\frac{Q}{2}\right) * H + \frac{D}{Q} * S + (P * D)$$

$$C(109) = \$ 19,844.-$$

$$C(300) = \$21,720.-$$

Por lo tanto; el precio por unidad para el rango de 100 a 199 unidades de \$68 es conveniente. Solicitando la cantidad óptima de 109 unidades, pues se observa un ahorro en los costos totales de \$1,466; además de que se debe pedir a finales del mes de Noviembre analizando su demanda estacional, los meses de Diciembre, Enero y Febrero son los meses de mayor consumo. De lo contrario, si no se pide en el tiempo indicado, se tendrá alrededor de \$10,200 de producto sin movimiento durante el resto del año y, no será posible cubrir la demanda cuando es su temporada de demanda alta.

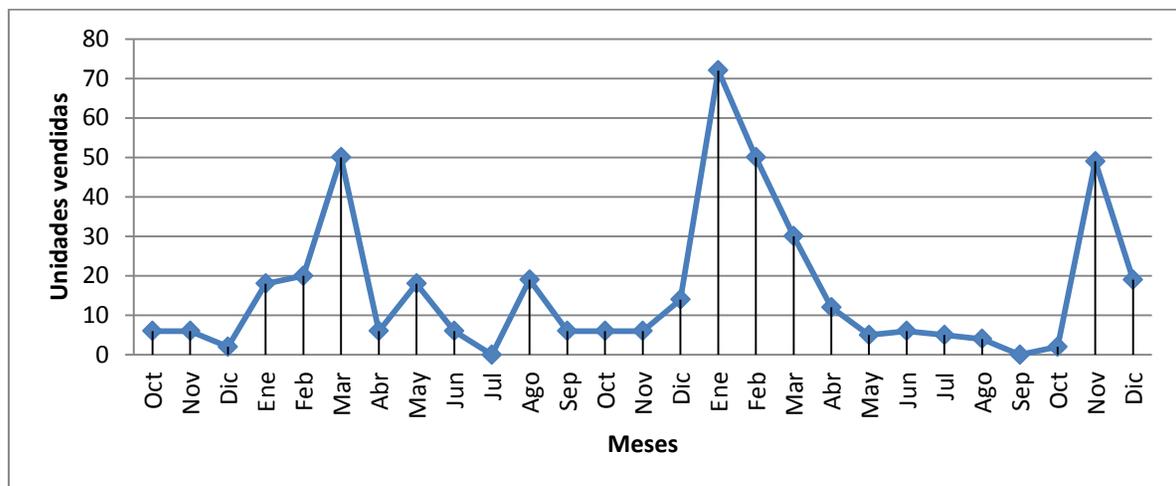


Ilustración 14 Producto Z Demanda Estacional

Fuente: Elaboración propia, 2015

5.6. MÁXIMOS Y MÍNIMOS

En REBAMISA se maneja el inventario de la línea de investigación con las siguientes características:

Ventas promedio: fluctuantes.

Costo del artículo: Varía según producto

Tiempo de entrega: 1 día

Días hábiles por año: 305

Obtuve los máximos y mínimos con 5 diferentes niveles de servicio, como mencioné anteriormente, así como el impacto que cada uno tiene en la inversión en pesos. En la Tabla 9 se muestra dicha información.

Tabla 9 Niveles de servicio	
Nivel de Servicio	Z
85%	1.039
90%	1.3
95%	1.65
97%	1.9
99%	2.37
Fuente: Ing. Tomás A. R. Fucci - Lic. Elda Monterroso. Agosto, 2004	

Para un nivel de servicio del 85% se requiere un factor de seguridad de $Z = 1.039$, según la tabla de distribución normal de la demanda; entonces se tiene: (anexo 4)

$$\text{Cantidad Mínima} = \bar{D} * L + z * \sigma(L)$$

$$\text{Cantidad Máxima} = \bar{D} (P + L) + z * \sigma(P + L)$$

Tabla 10 Datos del sistema híbrido		
\bar{D}	Demanda promedio	5
L	Tiempo de envío	1 día

σ	Desviación estándar	3.558
P	Tiempo entre pedidos	72 días
Fuente: Elaboración propia, 2015		

Nivel Servicio	Z	Costo unitario	Días	σ	Đ	Min	Max	Inversión
85%	1.039	\$28.89	0.033	3.558	5	4	33	\$939.08
90%	1.3	\$28.89	0.033	3.558	5	5	40	\$1,166.73
95%	1.65	\$28.89	0.033	3.558	5	6	51	\$1,472.01
97%	1.9	\$28.89	0.033	3.558	5	7	59	\$1,690.07
99%	2.37	\$28.89	.0333	3.558	5	9	73	2,100.02
Fuente: Elaboración propia, 2015								

Siguiendo el mismo razonamiento para todos los ítems, se tendrá:

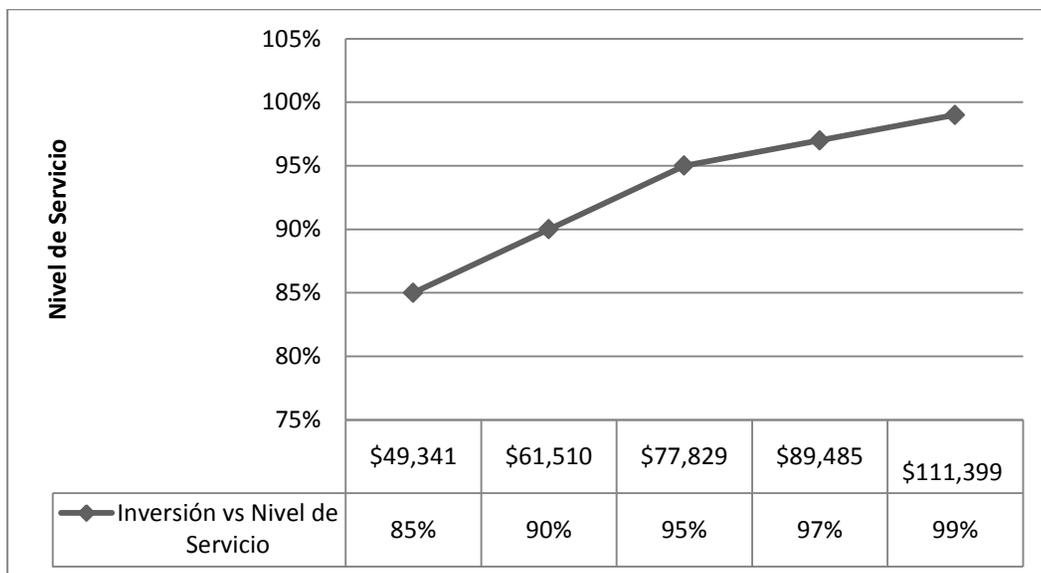


Ilustración 15 Inversión total vs nivel de servicio (línea SG) 72 días

Fuente: Elaboración propia, 2015

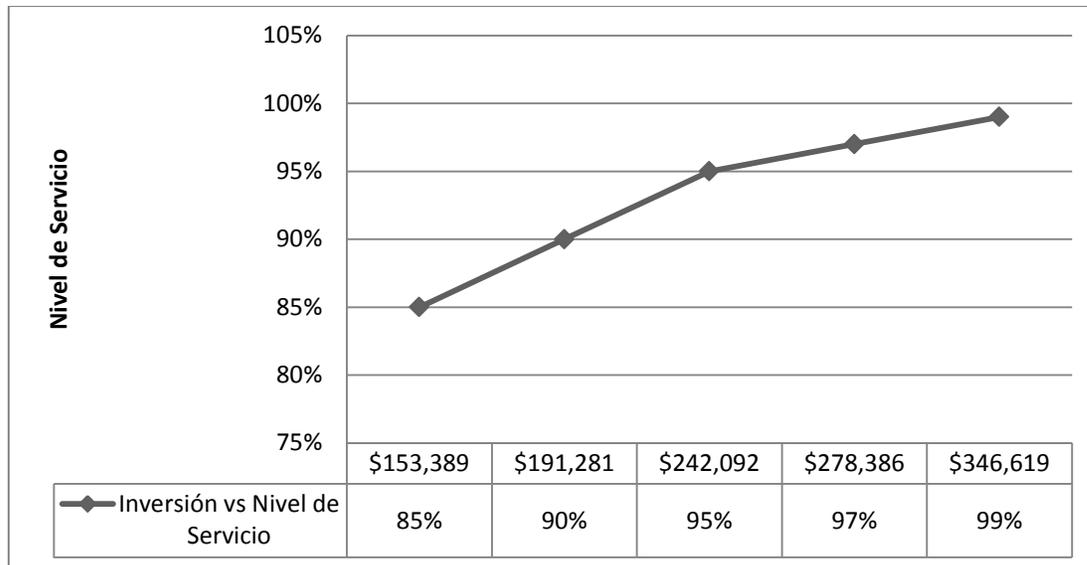


Ilustración 16 Inversión total vs nivel de servicio (Línea DG) 72 días

Fuente Elaboración propia, 2015

Se observa que se necesitan niveles de inventarios ascendentes para niveles de servicios más altos, lo que es congruente con la teoría. Una vez que el nivel de servicio llega al 100%, se requieren cantidades de inventarios mucho mayores. De acuerdo a lo analizado, puede deducir que para brindar un servicio óptimo al cliente; un nivel de servicio del 85%, que fue el solicitado por el Gerente, con un tiempo entre pedidos de 72 días es excelente. Ya que el proveedor ofrece un crédito de 3 meses, esto con el fin de tener las cantidades necesarias sin negar producto al cliente y sin tener cantidades excesivas de inventario. Pues tener más inventario no significa que se pueda atender mejor a la demanda.

Si la demanda de un artículo llega a su nivel mínimo antes del período de 72 días, se optará por pedir aquellos artículos que se encuentran en su punto mínimo y se pedirán cantidades basadas en un análisis para 24 días de suministro. Esto con el objetivo de abastecer el inventario antes de hacer el pedido fuerte para 72 días. Según los resultados se obtiene que con un nivel de servicio del 85% y un tiempo entre pedidos de 72 días, se tendrá una inversión de \$202,730 en la línea SG y DG. Con el sistema que propongo se puede medir la productividad, costo y el tiempo entre pedidos y sustituiría al sistema de inventarios con el que trabaja actualmente

REBAMISA en el que, se hace un pedido cuando la mercancía se comienza a negar ó cuando el jefe de compras se percata que ya no hay producto en el anaquel, lo que provoca la necesidad de realizar varios pedidos pequeños al mes

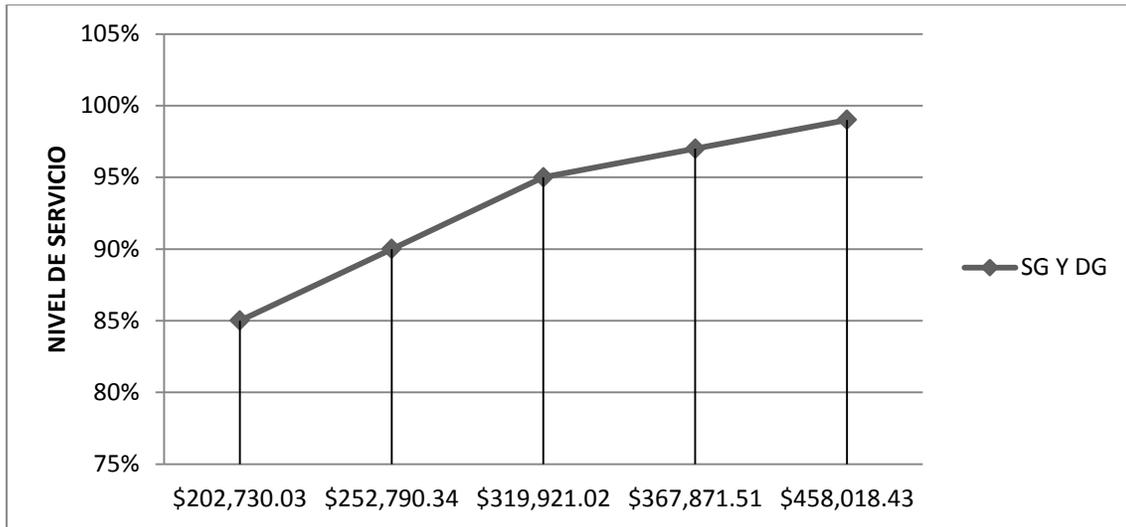


Ilustración 17 Nivel de servicio SG y DG

Fuente: Elaboración propia

Capítulo 6 CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

Durante la investigación realizada y observando la forma de trabajo en la empresa sugiero lo siguiente:

6.1. IMPLEMENTAR MÁXIMOS Y MÍNIMOS

Implementar un sistema de inventarios, utilizando el sistema de máximos y mínimos debido a la gran cantidad de artículos que se manejan en la línea y al tipo de demanda obtenida en los datos de los diferentes artículos. Este sistema híbrido, genera la necesidad de dar una prioridad a la gestión de inventarios estableciendo un periodo de revisión, un punto de re-orden, un nivel máximo de resurtido y un nivel de servicio al cliente. Donde con un nivel de servicio del 85% y un tiempo entre pedidos de 72 se tendrá la cantidad de producto óptima cuatrimestralmente en el inventario en base a la demanda registrada.

6.2. REALIZAR UN RESURTIDO SISTEMÁTICO

Realizar el resurtido en base al formato de máximos y mínimos obtenido y tomando en cuenta la experiencia del gerente de compras. El formato de resurtido debe tener el mismo orden de como está acomodado el producto en la estantería esto para evitar errores al momento de resurtir. Ver anexo 5 “formato de resurtido”

6.3. INVENTARIO SEMESTRAL

Llevar a cabo un inventario semestral en la línea analizada para auditar y en su caso conciliar existencias en el sistema

6.4. ACTUALIZAR MÁXIMOS Y MÍNIMOS

Actualizar los máximos y mínimos anualmente posterior a un análisis de la demanda recabada en ese período.

6.5. FORMATO POSIBLES VENTAS A CUBRIR

Incentivar al trabajador a tener el hábito de registrar todo producto que se niega al cliente. Ya que las ventas perdidas son un costo difícil de evaluar y representan un costo de oportunidad. Esta información deberá ser tomada en cuenta para la actualización de los máximos y mínimos en el siguiente semestre. Ver anexo 6 “posibles ventas a cubrir”

6.6. REACOMODO DE PRODUCTO

Reacomodar el producto de forma que no se saturen los anaqueles debido a los máximos obtenidos así como colocar etiquetas de identificación que contengan el código de artículo y su máximo y mínimo que sean visibles y claros para el personal. Ver anexo 7 “etiqueta”

6.7. PRUEBA PILOTO

Realizar una prueba piloto con una duración de 3 meses en la línea y una vez revisado y aprobado el sistema de Inventarios, implementar en las otras líneas que se manejan en la empresa y en las sucursales.

6.8. BENCH MARKING

Realizar juntas mensuales con los gerentes y los directivos de las sucursales dónde se realice “Benchmarking” con el objetivo de mejorar las prácticas administrativas en la empresa y encontrar áreas de oportunidad.

6.9. FORMATO CAMBIO FÍSICO DE MERCANCÍA

Registrar todo cambio físico de mercancía que se realiza en la devolución de un producto y registrarlo en el sistema diariamente. Ver anexo 8 “cambio físico de mercancía”.

6.10. FORMATO TRASPASO DE MERCANCÍA

Registrar todo traspaso que se realice al solicitar un artículo de un almacén a otro y registrar diariamente en el sistema. Ver anexo 9 “traspaso de mercancía”

6.11 CAPACITACIÓN ANUAL

Implementar y brindar al equipo de trabajo una capacitación anual acerca del servicio al cliente y de la importancia del sistema de inventarios que se maneja en la empresa dónde toquen los puntos:

- Responsabilidades de cada trabajador
- Importancia de registrar el producto negado y cambios de mercancía.
- Realizar los inventarios semestrales en cada línea asignada
- Importancia del servicio al cliente.

BIBLIOGRAFÍA

- Buffa, E., & Taubert, W. (1975). *Sistemas de Producción e Inventario: Planeación y Control*. DF: Limusa.
- Chase, R., Jacobs, R., & Aquilano, N. (2009). *Administración de Operaciones. Producción y Cadena de Suministros*. DF: McGraw-Hill.
- Fogarty, D., Blackstone, J., & Hoffmann, T. (2009). *Administración de la Producción e Inventarios*. Mexico: Grupo Editorial Patria.
- Fucci, & Monterroso. (2004). *Administración de inventarios*. 1-6.
- Hopeman, R. (2007). *Administración de Producción y Operaciones*. México: Grupo Editorial Patria.
- Krajewski, L., Ritzman, L., & Malhotra, M. (2008). *Administración de Operaciones. Procesos y cadenas de valor*. Mexico: Pearson.
- Martinez Mojica, D. (2014). Modelo económico para pedidos de embalajes en cartón Plast en DirecTV, Colombia LTDA. *Universidad Militar Nueva Granada*, 1-20.
- Montaño, A. (2004). *Administración de la Producción*. Mexico: Editorial Pac.
- Riggs, J. (2006). *Sistemas de Producción*. Mexico: Limusa.

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1 Modelo básico de cantidad de pedido fijo	11
Ilustración 2 Modelo de inventario de período fijo	12
Ilustración 3 Cantidad económica de pedido	13
Ilustración 4 Sistema ABC	14
Ilustración 5 Sistema de revisión continua cuando la demanda es incierta.....	22
Ilustración 6 Nivel de servicio	24
Ilustración 7 Sistema de revisión periódica con demanda incierta	25
Ilustración 8 Descuentos por cantidad	28
Ilustración 9 Metodología	30
Ilustración 10 Enfoque del negocio	31
Ilustración 11 Proceso del negocio	32
Ilustración 12 Tendencia en línea SG	33
Ilustración 13 Tendencia en línea DG	33
Ilustración 14 Producto Z Demanda Estacional	41
Ilustración 15 Inversión total vs nivel de servicio (línea SG) 72 días	43
Ilustración 16 Inversión total vs nivel de servicio (Línea DG) 72 días	44
Ilustración 17 Nivel de servicio SG y DG.....	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Costo de mantenimiento de inventario	35
Tabla 2 Costo mobiliario y equipo	35
Tabla 3 Costo del inmueble	36
Tabla 4 Servicios	36
Tabla 5 Costos totales	36
Tabla 6 Costo de personal asociado a pedidos.....	37
Tabla 7 Datos en descuentos por cantidad.....	39
Tabla 8 Resultados en descuentos por cantidad	40
Tabla 9 Niveles de servicio.....	42
Tabla 10 Datos del sistema híbrido	42
Tabla 11 Máximos y mínimos con periodo de abastecimiento de 72 días	43

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Inventario: Existencias de una pieza en una organización.

Cadena de suministro: La cadena de suministro engloba los procesos de negocio, las personas, la organización, la tecnología y la infraestructura física que permite la transformación de materias primas en productos y servicios intermedios y terminados que son ofrecidos y distribuidos al consumidor.

Artículos perecederos: Cualquier producto que degrade su calidad con el tiempo se considera artículo perecedero.

Productividad: Una medida de que tan bien se utilizan los recursos.

Pronóstico: Formulación de un conocimiento probable sobre un evento futuro.

Materia prima: Sustancia natural o artificial que se transforma industrialmente para crear un producto.

Demanda dependiente: La necesidad de cualquier pieza es resultado directo de la necesidad de otro, casi siempre un producto del que forma parte.

Demanda independiente: Demanda de piezas que no tienen relación entre si.

Oferta: Cantidad de bienes o servicios que los productores están dispuestos a vender a los distintos precios del mercado.

Administración de Inventarios: La planificación y control de los inventarios para cumplir las prioridades competitivas de la organización.

Sistema de Revisión Continua: Modelo de control de inventario en el que la cantidad requerida es fija y el pedido real se basa en la reducción del inventario a un nivel específico.

Sistema de Revisión Periódica: Modelo de control de inventario que especifica el inventario pedido al final de un periodo predeterminado. El intervalo entre pedidos es fijo y la cantidad pedida varía.

Punto de Reorden: Nivel mínimo predeterminado que una posición de inventario debe alcanzar para pedir una cantidad fija de cierto artículo.

Inventario de Seguridad: Cantidad de inventario que se maneja además de la demanda esperada.

Inventario de ciclo: Porción del Inventario total que varía en forma directamente proporcional al tamaño del lote

Inventario en tránsito: Inventario que se mueve de un punto a otro en el sistema de flujo de materiales

Sistema ABC: Proceso que consiste en dividir los artículos en tres clases de acuerdo con el valor de su consumo, de modo que los gerentes puedan concentrar su atención en los que tengan el valor monetario más alto.

Costo por hacer pedido: Costo de preparar una orden de compra para un proveedor.

Costo por mantenimiento de inventario: Suma del costo de capital más los costos variables que se pagan por tener artículos a la mano, como los costos de almacenamiento y manejo y los impuestos, seguros y mermas.

Descuento por cantidad: Reducción del precio unitario cuando el pedido es suficientemente grande.

Cantidad Económica de Pedido: Tamaño de lote que permite minimizar los costos totales anuales por mantenimiento de inventario de ciclo y hacer pedidos.

Tiempo entre pedidos: Tiempo promedio que transcurre entre la recepción o colocación de dos pedidos de reabastecimiento de cierta cantidad de unidades para un tamaño de lote en particular.

Nivel de Servicio: Probabilidad deseada de no quedarse sin inventario durante el ciclo de pedido, que comienza en el momento en que se coloca un pedido y termina cuando éste se recibe.

Método UEPS: Método que consiste en dar salida a los productos que entraron primero al almacén, con el objetivo de que en el inventario final queden aquellos productos que se compraron primero.

Cadena de suministro: Red de servicios, materiales y flujos de información que vincula los procesos de relaciones con los clientes, surtido de pedidos y relaciones con los proveedores de una empresa con los procesos de sus proveedores y clientes.

ANEXO 1 FORMATO DE RESURTIDO

HOJA DE RESURTIDO									
									
Pieza	MAX	MIN	FECHA						
SG 134	33	4							
SG127	22	3							
SG 152	35	4							
SG 142	27	3							
SG 138	22	3							
SG 128	27	3							
SG 151	27	3							
SG 132	29	3							
SG 144	18	2							
SG 145	16	2							
SG 147	17	2							
SG 130	18	2							
SG 125	25	3							
SG 137	16	2							
SG 193	20	2							
SG 192	18	2							
SG 126	25	3							
SG 123	21	2							
SG 143	17	2							
SG 135	18	2							
SG 160	33	4							
SG 150	16	2							
SG 136	18	2							
SG 146	20	2							
SG 148	20	2							
SG 129	19	2							
SG 121	22	3							
SG 158	18	2							
SG 167	14	2							
SG 131	12	1							
SG 141	13	2							
SG 133	18	2							
SG 194	14	2							
SG 140	15	2							
SG 122	14	2							
SG 153	12	1							
SG 124	10	1							
SG 162	13	2							
SG 155	15	2							
SG 149	12	1							
SG 178	22	3							
SG 170	12	1							
SG 165	13	2							
SG 100	11	1							

ANEXO 2 DEMANDA EN LA LÍNEA SG Y DG

Pieza	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	Total	
	2012			2013												2014											
LINEA SG																											
SG 134	2	0	5	4	7	4	6	0	5	3	4	0	9	5	1	7	5	8	6	4	13	5	5	14	1	123	
SG127	2	2	5	1	0	6	5	1	7	4	3	4	1	1	3	7	7	2	3	8	5	6	1	0	4	88	
SG 152	5	1	5	0	3	0	5	0	1	0	1	6	0	2	5	13	9	13	5	2	0	1	0	6	0	83	
SG 142	0	0	1	2	2	6	0	10	5	6	4	6	0	1	5	10	1	4	5	5	4	1	0	3	0	81	
SG 138	3	2	0	6	2	0	1	2	0	0	5	6	2	5	4	5	6	7	0	4	1	4	1	7	5	78	
SG 128	3	1	0	1	10	2	3	1	1	8	3	2	0	1	1	6	4	2	0	9	5	3	1	8	0	75	
SG 151	0	4	0	6	6	2	0	2	2	2	7	0	5	8	2	4	0	3	0	1	1	4	4	0	11	74	
SG 132	0	3	0	0	3	0	1	0	1	12	0	2	1	2	11	5	2	1	7	4	3	1	0	4	0	63	
SG 144	3	1	4	0	2	0	0	1	1	0	3	0	5	1	3	7	4	5	3	3	3	3	0	0	3	55	
SG 145	0	2	2	1	0	5	2	2	7	2	2	2	0	4	5	0	3	1	4	1	1	3	1	0	2	52	
SG 147	1	1	0	1	0	1	1	2	6	3	4	5	3	0	1	3	5	0	5	1	0	3	4	0	1	51	
SG 130	1	0	2	1	2	1	5	0	3	0	1	2	0	6	1	8	2	3	4	1	0	0	3	3	2	51	
SG 125	0	3	0	1	6	4	0	1	0	0	1	2	5	4	8	0	1	0	2	0	0	2	1	10	0	51	
SG 137	4	2	2	2	0	2	0	0	2	4	6	0	3	3	4	0	2	0	0	4	4	2	0	3	1	50	
SG 193	0	5	0	1	1	2	0	2	0	1	7	2	9	2	2	2	0	0	2	1	1	1	2	3	3	49	
SG 192	0	1	0	0	1	4	0	0	6	2	4	0	2	2	0	6	2	2	0	0	2	2	3	4	6	49	
SG 126	0	0	0	0	8	2	7	4	0	9	1	5	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	5	4	48	
SG 123	0	2	2	2	7	0	5	0	0	1	3	8	2	0	3	3	1	3	0	0	5	0	1	0	0	48	
SG 143	0	1	1	3	0	0	2	5	0	0	2	4	3	1	6	2	7	0	0	1	2	2	2	1	2	47	
SG 135	0	0	0	2	2	0	2	0	0	4	1	8	2	0	0	2	0	2	4	3	0	5	3	3	4	47	
SG 160	0	0	0	0	10	0	0	0	3	0	2	0	0	0	1	6	15	0	2	0	0	1	0	5	0	45	
SG 150	0	3	0	2	4	0	1	3	0	1	0	2	1	0	1	3	2	2	3	2	0	8	2	2	3	45	
SG 136	2	6	1	0	0	0	1	2	0	1	1	0	0	2	0	5	2	2	0	3	3	2	3	8	1	45	
SG 146	0	0	0	0	2	1	6	2	0	0	1	0	3	2	0	1	2	0	0	8	0	4	4	6	2	44	
SG 148	2	0	0	1	1	8	0	0	0	0	1	4	3	0	5	3	0	0	0	1	3	0	3	6	1	42	
SG 129	0	1	0	0	2	0	0	0	0	4	3	4	0	0	9	3	2	0	5	0	1	1	1	2	2	40	
SG 121	0	2	0	0	0	0	2	0	5	0	0	3	0	0	2	0	0	0	0	6	8	6	4	0	0	38	
SG 158	0	0	0	0	1	1	0	1	0	2	2	2	2	1	1	3	2	0	3	0	0	0	1	9	4	35	
SG 167	1	0	0	3	0	0	4	0	2	1	0	0	1	0	1	1	2	4	4	1	2	1	1	5	0	34	
SG 131	1	1	0	0	2	0	1	0	3	3	3	1	0	5	1	2	1	0	2	1	3	3	0	1	0	34	
SG 141	2	0	0	3	1	0	0	2	1	0	2	1	2	0	3	1	2	1	1	0	0	3	6	2	0	33	
SG 133	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	5	5	2	2	4	1	1	2	0	0	0	2	7	0	0	33	
SG 194	3	2	0	0	0	1	5	1	3	3	0	5	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2	1	3	0	31	
SG 140	0	0	2	1	0	0	1	1	0	0	0	2	4	2	6	5	0	0	1	0	0	1	0	3	2	31	
SG 122	0	5	0	0	0	2	3	0	0	1	1	2	0	0	1	0	1	0	3	1	3	5	0	1	1	30	
SG 153	1	3	0	2	1	0	0	4	2	0	4	0	1	0	2	1	3	0	2	0	0	0	3	0	0	29	
SG 124	0	2	0	3	3	2	1	0	0	1	1	0	3	0	0	3	1	0	1	2	1	1	2	1	1	29	
SG 162	0	0	0	0	0	2	1	0	3	4	2	0	2	0	0	4	0	2	0	2	3	0	0	3	0	28	
SG 155	0	1	1	0	0	0	1	6	4	1	0	2	1	0	0	1	0	1	1	0	1	5	0	0	0	26	
SG 149	0	2	0	0	1	0	3	0	0	1	0	2	0	0	0	4	3	0	4	0	3	1	0	0	1	25	
SG 178	0	0	0	0	0	0	0	1	2	12	0	0	2	0	0	0	0	3	0	0	0	1	1	0	1	23	
SG 170	0	0	0	0	0	4	0	0	2	5	1	0	0	1	0	3	2	1	1	2	1	0	0	0	0	23	
SG 165	0	0	0	3	0	0	2	2	2	0	0	0	0	1	0	3	0	0	2	0	0	1	1	0	6	23	

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Total		
Pieza	Consumo 2012			Consumos 2013												Consumos 2014												
	LINEA DG																											
DG 187	4	2	6	6	6	11	0	2	3	0	0	2	0	6	6	24	6	0	0	5	0	12	0	2	0	103		
DG 1103	4	18	6	2	0	1	0	10	8	2	5	0	0	0	2	4	0	3	2	2	6	0	2	5	11	93		
DG 151	3	2	5	4	1	2	1	1	0	9	2	8	5	1	4	1	10	6	0	2	3	1	3	0	6	80		
DG 140	4	5	0	4	0	8	2	1	0	9	2	8	5	10	2	4	6	0	3	0	3	0	3	0	0	79		
DG 158	0	2	0	4	5	2	1	0	2	0	4	6	2	5	10	3	7	5	2	2	4	6	2	1	3	78		
DG 164	0	0	1	0	3	0	0	0	4	3	0	2	0	4	10	6	4	0	4	4	0	4	7	14	8	78		
DG 132	5	4	0	1	11	0	0	2	2	4	3	4	1	7	1	4	6	7	0	5	3	0	3	0	1	74		
DG 1128	0	0	0	4	2	8	2	6	0	2	2	3	0	4	8	4	2	4	6	0	6	0	0	2	2	67		
DG 175	2	5	0	3	0	0	4	3	0	8	12	2	0	3	3	2	3	3	0	5	3	6	0	0	0	67		
DG 1148	2	0	0	9	0	4	0	0	14	3	0	0	1	8	0	8	0	0	0	3	0	0	8	0	5	65		
DG 138	0	4	4	9	0	0	0	4	0	0	3	0	2	5	4	3	7	10	0	6	0	2	0	1	0	64		
DG 156	6	0	2	3	4	0	6	4	0	0	2	1	1	0	0	3	4	7	4	8	1	1	3	1	1	62		
DG 154	3	5	0	0	3	0	0	0	1	6	3	1	1	4	0	4	7	2	0	1	3	1	5	5	7	62		
DG 160	3	3	0	3	2	3	1	2	0	6	0	2	0	1	3	1	1	4	0	3	4	5	6	4	2	59		
DG 1124	0	0	0	0	1	4	4	2	3	0	3	0	0	0	8	7	3	9	2	0	0	0	12	0	0	58		
DG 165	0	0	5	0	0	0	0	7	5	4	10	2	0	0	0	2	3	2	1	7	4	0	3	0	3	58		
DG 130	2	1	0	1	0	0	2	0	0	4	6	4	6	6	5	3	2	4	0	1	3	3	2	1	1	57		
DG 177	8	0	4	0	0	4	0	0	2	0	3	1	6	0	4	2	3	2	0	3	0	6	5	0	2	55		
DG 152	2	0	1	2	6	0	0	0	0	0	4	5	0	1	1	4	3	3	3	5	2	2	7	0	4	55		
DG 153	1	0	0	0	2	0	0	0	2	2	0	2	11	0	4	3	5	0	0	0	4	4	0	13	0	53		
DG 196	0	0	0	2	0	5	0	2	4	8	0	0	12	0	0	0	4	0	2	0	3	0	4	3	0	49		
DG 163	4	3	1	1	0	3	2	0	0	2	7	0	7	0	3	0	4	2	1	2	0	0	5	0	2	49		
DG 129	0	0	2	2	3	2	2	0	0	2	6	1	2	1	1	2	4	2	0	2	0	2	6	0	6	48		
DG 176	2	0	0	0	5	0	0	2	0	9	1	3	1	0	4	0	2	0	2	0	4	4	6	0	2	47		
DG 127	2	0	0	0	5	2	1	1	2	0	1	0	2	2	5	2	4	6	0	2	2	1	0	2	5	47		
DG 173	9	0	3	0	0	1	0	0	2	2	7	0	2	0	2	2	3	4	2	0	0	0	0	4	2	45		
DG 155	5	5	0	0	2	0	0	0	0	4	0	4	0	1	6	0	0	0	0	0	5	3	7	1	1	44		
DG 144	4	3	1	0	0	4	1	2	10	1	0	0	0	0	6	0	0	3	1	2	0	0	5	0	1	44		
DG 145	0	0	4	3	0	0	0	0	8	1	3	0	2	6	2	3	2	2	2	2	0	2	0	2	0	2	44	
DG 157	0	10	0	0	0	6	0	4	0	1	1	0	4	10	2	2	1	0	0	0	0	0	0	2	0	43		
DG 168	0	2	1	3	0	1	0	0	0	1	0	0	3	0	25	0	0	1	0	1	0	3	2	0	0	43		
DG 142	4	3	1	1	10	0	0	0	0	0	1	3	7	0	1	1	0	1	3	4	0	0	1	0	0	41		
DG 150	0	0	2	1	0	0	1	0	0	4	9	3	3	2	1	3	0	0	2	3	1	0	1	3	1	40		
DG 174	0	3	6	0	3	2	0	0	4	1	1	6	0	2	0	1	0	4	0	6	0	1	0	0	0	40		
DG 1195	0	0	0	0	5	0	3	2	0	5	0	0	0	0	8	0	3	6	0	0	3	0	4	0	0	39		
DG 198	0	5	0	0	0	3	1	0	0	5	0	0	0	1	4	5	0	5	0	5	0	2	2	0	1	39		
DG 1140	1	0	0	1	0	0	2	0	0	2	0	0	8	5	8	3	1	1	2	0	2	0	2	0	0	38		
DG 1162	0	0	0	2	0	3	0	4	0	0	0	0	2	0	7	8	3	0	2	0	2	0	4	0	0	37		
DG 1112	0	0	0	0	0	3	0	3	6	4	0	0	0	2	0	0	0	0	0	10	0	3	6	0	0	37		
DG 146	0	0	0	1	0	0	0	0	2	2	3	4	2	0	2	9	0	4	1	2	0	0	4	0	0	36		
DG 192	0	1	2	0	2	3	0	0	0	0	0	2	2	0	0	3	5	0	2	1	0	6	0	2	5	36		
DG 131	6	2	0	0	0	2	0	0	0	0	2	2	4	0	0	3	1	1	3	1	4	0	0	0	3	36		
DG 185	0	0	0	24	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	2	0	0	0	0	0	2	0	0	35		
DG 1158	0	0	0	0	6	6	5	0	2	0	0	3	0	1	0	2	0	2	2	0	0	0	0	6	0	35		
DG 162	2	2	4	0	2	0	0	0	2	4	2	0	3	0	0	1	0	0	1	2	0	6	0	0	4	35		
DG 178	0	0	0	0	3	0	3	7	0	0	0	2	0	0	0	0	4	4	0	2	1	0	1	2	6	35		
DG 149	0	1	0	0	0	2	0	4	2	6	2	1	2	1	1	0	2	1	1	0	1	2	0	4	2	35		
DG 166	3	5	0	2	0	2	0	1	0	0	0	0	0	5	5	5	2	2	0	0	0	0	2	0	0	34		
DG 1120	0	0	0	9	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	5	0	0	0	2	2	2	0	3	33		
DG 1105	0	0	1	0	0	0	0	0	5	0	0	0	6	2	2	0	4	2	0	0	2	0	2	3	4	33		
DG 128	0	0	6	0	3	2	0	0	2	1	1	0	0	1	0	0	1	0	2	4	0	5	0	0	5	33		
DG 148	1	0	2	2	3	5	0	0	1	5	2	2	0	0	0	0	1	2	0	2	3	0	0	0	2	33		
DG 188	3	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	2	0	8	4	1	0	0	0	0	2	32		
DG 184	6	4	0	2	2	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	4	0	0	3	0	0	32		
DG 1130	0	0	0	3	2	0	0	2	4	0	0	0	0	0	8	0	0	0	5	2	2	0	0	4	0	32		
DG 135	3	1	0	0	13	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4	1	0	1	0	5	0	31		
DG 183	1	1	0	0	2	0	2	0	0	0	0	3	0	3	2	0	3	0	3	0	3	0	1	5	1	30		

ANEXO 3 MÁXIMOS Y MÍNIMOS

Pieza	85%		Inversión		90%		95%		97%		99%				
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max			
	3 MESES														
SG 134	4	33	\$ 939.08	5	40	\$ 1,166.73	6	51	\$ 1,472.01	7	59	\$ 1,690.07	9	73	\$ 2,100.02
SG127	3	22	\$ 562.41	3	27	\$ 698.49	4	35	\$ 880.98	5	40	\$ 1,011.33	6	49	\$ 1,256.39
SG 152	4	35	\$ 1,333.79	5	44	\$ 1,661.50	7	55	\$ 2,100.96	7	63	\$ 2,414.85	9	79	\$ 3,004.98
SG 142	3	27	\$ 908.41	4	34	\$ 1,130.31	5	43	\$ 1,427.87	6	49	\$ 1,640.42	7	61	\$ 2,040.00
SG 138	3	22	\$ 700.47	3	27	\$ 870.64	4	34	\$ 1,098.84	5	39	\$ 1,261.84	6	49	\$ 1,568.28
SG 128	3	27	\$ 700.53	4	34	\$ 872.01	5	43	\$ 1,101.96	6	49	\$ 1,266.22	7	61	\$ 1,575.01
SG 151	3	27	\$ 1,003.13	4	33	\$ 1,248.64	5	42	\$ 1,577.86	6	48	\$ 1,813.02	7	60	\$ 2,255.12
SG 132	3	29	\$ 826.43	4	37	\$ 1,029.91	5	46	\$ 1,302.79	6	53	\$ 1,497.70	8	66	\$ 1,864.14
SG 144	2	18	\$ 602.67	3	22	\$ 749.68	3	28	\$ 946.83	4	32	\$ 1,087.65	5	39	\$ 1,352.39
SG 145	2	16	\$ 573.34	2	20	\$ 713.14	3	26	\$ 900.60	3	30	\$ 1,034.50	4	37	\$ 1,286.24
SG 147	2	17	\$ 618.00	3	21	\$ 769.00	3	27	\$ 971.50	4	31	\$ 1,116.14	5	39	\$ 1,388.06
SG 130	2	18	\$ 502.51	3	23	\$ 625.51	3	29	\$ 790.44	4	33	\$ 908.26	5	41	\$ 1,129.74
SG 125	3	25	\$ 576.82	4	31	\$ 718.94	5	39	\$ 909.52	5	44	\$ 1,045.64	7	55	\$ 1,301.56
SG 137	2	16	\$ 472.75	2	20	\$ 588.02	3	25	\$ 742.59	3	28	\$ 853.00	4	35	\$ 1,060.58
SG 193	2	20	\$ 1,239.98	3	25	\$ 1,544.32	4	31	\$ 1,952.44	4	36	\$ 2,243.96	5	44	\$ 2,792.01
SG 192	2	18	\$ 1,138.37	3	23	\$ 1,417.28	3	29	\$ 1,791.30	4	33	\$ 2,058.45	5	41	\$ 2,560.70
SG 126	3	25	\$ 628.54	4	32	\$ 783.69	5	40	\$ 991.74	5	46	\$ 1,140.35	7	58	\$ 1,419.73
SG 123	2	21	\$ 468.95	3	26	\$ 584.21	4	33	\$ 738.79	4	37	\$ 849.20	5	46	\$ 1,056.77
SG 143	2	17	\$ 595.69	3	22	\$ 741.59	3	27	\$ 937.25	4	31	\$ 1,077.00	5	39	\$ 1,339.73
SG 135	2	18	\$ 548.35	3	23	\$ 682.86	3	29	\$ 863.24	4	33	\$ 992.08	5	42	\$ 1,234.30
SG 160	4	33	\$ 1,364.84	5	41	\$ 1,703.34	6	52	\$ 2,157.28	7	60	\$ 2,481.52	9	74	\$ 3,091.09
SG 150	2	16	\$ 607.94	2	20	\$ 756.71	3	25	\$ 956.22	3	29	\$ 1,098.72	4	36	\$ 1,366.63
SG 136	2	18	\$ 553.27	3	23	\$ 689.12	3	29	\$ 871.29	4	33	\$ 1,001.41	5	41	\$ 1,246.04
SG 146	2	20	\$ 720.47	3	25	\$ 897.84	4	32	\$ 1,135.68	4	37	\$ 1,305.58	5	46	\$ 1,624.97
SG 148	2	20	\$ 714.19	3	25	\$ 890.07	4	31	\$ 1,125.92	4	36	\$ 1,294.38	5	44	\$ 1,611.09
SG 129	2	19	\$ 516.04	3	24	\$ 643.21	4	31	\$ 813.74	4	35	\$ 935.54	5	44	\$ 1,164.53
SG 121	3	22	\$ 467.26	3	27	\$ 582.74	4	34	\$ 737.59	5	39	\$ 848.19	6	49	\$ 1,056.14
SG 158	2	18	\$ 711.30	3	22	\$ 886.69	3	28	\$ 1,121.89	4	32	\$ 1,289.89	5	40	\$ 1,605.74
SG 167	2	14	\$ 619.81	2	17	\$ 771.96	3	22	\$ 975.98	3	25	\$ 1,121.71	4	31	\$ 1,395.68
SG 131	1	12	\$ 338.83	2	15	\$ 421.75	2	19	\$ 532.96	3	22	\$ 612.39	3	27	\$ 761.72
SG 141	2	13	\$ 434.24	2	16	\$ 540.76	2	20	\$ 683.59	3	23	\$ 785.62	3	29	\$ 977.43
SG 133	2	18	\$ 499.13	3	22	\$ 622.33	3	28	\$ 787.55	4	32	\$ 905.56	5	40	\$ 1,127.41
SG 194	2	14	\$ 848.88	2	18	\$ 1,057.85	3	23	\$ 1,338.08	3	26	\$ 1,538.24	4	32	\$ 1,914.54
SG 140	2	15	\$ 497.23	2	19	\$ 619.78	3	24	\$ 784.12	3	28	\$ 901.51	4	34	\$ 1,122.19
SG 122	2	14	\$ 307.04	2	17	\$ 382.62	3	22	\$ 483.97	3	25	\$ 556.36	4	31	\$ 692.45
SG 153	1	12	\$ 477.20	2	15	\$ 594.48	2	20	\$ 751.75	3	22	\$ 864.08	3	28	\$ 1,075.28
SG 124	1	10	\$ 223.73	1	12	\$ 278.38	2	15	\$ 351.66	2	17	\$ 404.00	3	22	\$ 502.40
SG 162	2	13	\$ 537.87	2	16	\$ 670.26	2	20	\$ 847.79	3	23	\$ 974.60	3	29	\$ 1,212.99
SG 155	2	15	\$ 573.52	2	18	\$ 715.21	3	23	\$ 905.21	3	26	\$ 1,040.93	4	33	\$ 1,296.07
SG 149	1	12	\$ 455.05	2	16	\$ 567.24	2	20	\$ 717.68	3	23	\$ 825.14	3	28	\$ 1,027.16
SG 178	3	22	\$ 1,052.95	3	27	\$ 1,314.88	4	34	\$ 1,666.12	5	40	\$ 1,917.01	6	49	\$ 2,388.67
SG 170	1	12	\$ 577.81	2	15	\$ 720.47	2	20	\$ 911.78	3	22	\$ 1,048.43	3	28	\$ 1,305.32
SG 165	2	13	\$ 573.27	2	16	\$ 714.96	2	21	\$ 904.96	3	24	\$ 1,040.67	4	30	\$ 1,295.81
SG 100	1	11	\$ 727.69	2	13	\$ 907.04	2	17	\$ 1,147.56	2	20	\$ 1,319.36	3	24	\$ 1,642.33
SG 186	1	9	\$ 513.77	1	11	\$ 640.02	2	14	\$ 809.31	2	16	\$ 930.24	2	20	\$ 1,157.58
SG 157	1	12	\$ 493.31	2	15	\$ 615.28	2	19	\$ 778.84	3	22	\$ 895.67	3	28	\$ 1,115.31
SG 156	1	10	\$ 407.59	2	13	\$ 508.04	2	16	\$ 642.74	2	19	\$ 738.96	3	23	\$ 919.85
SG 139	1	10	\$ 317.95	1	12	\$ 396.26	2	16	\$ 501.27	2	18	\$ 576.28	3	22	\$ 717.30
SG 120	1	11	\$ 238.87	2	14	\$ 297.87	2	18	\$ 376.97	2	21	\$ 433.48	3	26	\$ 539.71
SG 174	2	19	\$ 882.08	3	24	\$ 1,101.53	4	30	\$ 1,395.81	4	35	\$ 1,606.02	5	44	\$ 2,001.20
SG 168	1	12	\$ 525.70	2	14	\$ 655.64	2	18	\$ 829.90	2	21	\$ 954.37	3	26	\$ 1,188.37

ANEXO 4 DISTRIBUCIÓN NORMAL

(Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008)

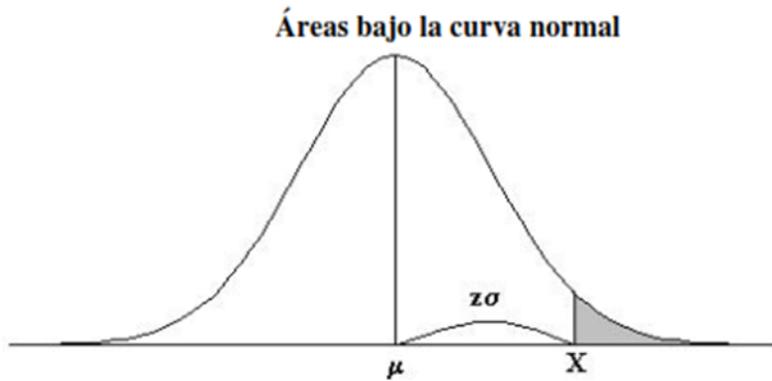
Desv. normal x	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.4960	0.4920	0.4880	0.4840	0.4801	0.4761	0.4721	0.4681	0.4641
0.1	0.4602	0.4562	0.4522	0.4483	0.4443	0.4404	0.4364	0.4325	0.4286	0.4247
0.2	0.4207	0.4168	0.4129	0.4090	0.4052	0.4013	0.3974	0.3936	0.3897	0.3859
0.3	0.3821	0.3783	0.3745	0.3707	0.3669	0.3632	0.3594	0.3557	0.3520	0.3483
0.4	0.3446	0.3409	0.3372	0.3336	0.3300	0.3264	0.3228	0.3192	0.3156	0.3121
0.5	0.3085	0.3050	0.3015	0.2981	0.2946	0.2912	0.2877	0.2843	0.2810	0.2776
0.6	0.2743	0.2709	0.2676	0.2643	0.2611	0.2578	0.2546	0.2514	0.2483	0.2451
0.7	0.2420	0.2389	0.2358	0.2327	0.2296	0.2266	0.2236	0.2206	0.2177	0.2148
0.8	0.2119	0.2090	0.2061	0.2033	0.2005	0.1977	0.1949	0.1922	0.1894	0.1867
0.9	0.1841	0.1814	0.1788	0.1762	0.1736	0.1711	0.1685	0.1660	0.1635	0.1611
1.0	0.1587	0.1562	0.1539	0.1515	0.1492	0.1469	0.1446	0.1423	0.1401	0.1379
1.1	0.1357	0.1335	0.1314	0.1292	0.1271	0.1251	0.1230	0.1210	0.1190	0.1170
1.2	0.1151	0.1131	0.1112	0.1093	0.1075	0.1056	0.1038	0.1020	0.1003	0.0985
1.3	0.0968	0.0951	0.0934	0.0918	0.0901	0.0885	0.0869	0.0853	0.0838	0.0823
1.4	0.0808	0.0793	0.0778	0.0764	0.0749	0.0735	0.0721	0.0708	0.0694	0.0681
1.5	0.0668	0.0655	0.0643	0.0630	0.0618	0.0606	0.0594	0.0582	0.0571	0.0559
1.6	0.0548	0.0537	0.0526	0.0516	0.0505	0.0495	0.0485	0.0475	0.0465	0.0455
1.7	0.0446	0.0436	0.0427	0.0418	0.0409	0.0401	0.0392	0.0384	0.0375	0.0367
1.8	0.0359	0.0351	0.0344	0.0336	0.0329	0.0322	0.0314	0.0307	0.0301	0.0294
1.9	0.0287	0.0281	0.0274	0.0268	0.0262	0.0256	0.0250	0.0244	0.0239	0.0233
2.0	0.0228	0.0222	0.0217	0.0212	0.0207	0.0202	0.0197	0.0192	0.0188	0.0183
2.1	0.0179	0.0174	0.0170	0.0166	0.0162	0.0158	0.0154	0.0150	0.0146	0.0143
2.2	0.0139	0.0136	0.0132	0.0129	0.0125	0.0122	0.0119	0.0116	0.0113	0.0110
2.3	0.0107	0.0104	0.0102	0.0099	0.0096	0.0094	0.0091	0.0089	0.0087	0.0084
2.4	0.0082	0.0080	0.0078	0.0075	0.0073	0.0071	0.0069	0.0068	0.0066	0.0064
2.5	0.0062	0.0060	0.0059	0.0057	0.0055	0.0054	0.0052	0.0051	0.0049	0.0048
2.6	0.0047	0.0045	0.0044	0.0043	0.0041	0.0040	0.0039	0.0038	0.0037	0.0036
2.7	0.0035	0.0034	0.0033	0.0032	0.0031	0.0030	0.0029	0.0028	0.0027	0.0026
2.8	0.0026	0.0025	0.0024	0.0023	0.0023	0.0022	0.0021	0.0021	0.0020	0.0019
2.9	0.0019	0.0018	0.0018	0.0017	0.0016	0.0016	0.0015	0.0015	0.0014	0.0014
3.0	0.0013	0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	0.0011	0.0011	0.0011	0.0010	0.0010

ANEXO 5 FORMATO RESURTIDO

HOJA DE RESURTIDO									
									
Pieza	MAX	MIN	FECHA						
SG 134	33	4							
SG127	22	3							
SG 152	35	4							
SG 142	27	3							
SG 138	22	3							
SG 128	27	3							
SG 151	27	3							
SG 132	29	3							
SG 144	18	2							
SG 145	16	2							
SG 147	17	2							
SG 130	18	2							
SG 125	25	3							
SG 137	16	2							
SG 193	20	2							
SG 192	18	2							
SG 126	25	3							
SG 123	21	2							
SG 143	17	2							
SG 135	18	2							
SG 160	33	4							
SG 150	16	2							
SG 136	18	2							
SG 146	20	2							
SG 148	20	2							
SG 129	19	2							
SG 121	22	3							
SG 158	18	2							
SG 167	14	2							
SG 131	12	1							
SG 141	13	2							
SG 133	18	2							
SG 194	14	2							
SG 140	15	2							
SG 122	14	2							
SG 153	12	1							
SG 124	10	1							
SG 162	13	2							
SG 155	15	2							
SG 149	12	1							
SG 178	22	3							
SG 170	12	1							
SG 165	13	2							
SG 100	11	1							

ANEXO 10 ÁREAS BAJO LA CURVA

(Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008)



Ejemplo:

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

$$P[Z > 1] = 0.1587$$

$$P[Z > 1.96] = 0.0250$$