



**Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial**

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS, PARA UNA
EMPRESA DE METAL MECÁNICA**

Vera Karina Pierri Gordillo

Asesorado por el Ing. Cristian Rodrigo Mosquera Saravia

Guatemala, junio de 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS, PARA UNA
EMPRESA DE METAL MECÁNICA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

VERA KARINA PIERRI GORDILLO

ASESORADO POR EL ING. CRISTIAN RODRIGO MOSQUERA SARAVIA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, JUNIO DE 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Milton De León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultán Mejía
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Inga. Karla Lisbeth Martínez Vargas
EXAMINADOR	Ing. Sergio Antonio Torres Mendez
EXAMINADOR	Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS, PARA UNA
EMPRESA DE METAL MECÁNICA,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, en mayo de 2008.

VERA KARINA PIERRI GORDILLO

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Que con su infinita bondad me ha permitido la culminación de mi carrera.
- Mis padres** Mario Pierri Fajardo e Ileana Gordillo de Pierri
Por su entrega, cariño, confianza, apoyo y ejemplo, gracias por guiarme en todo momento de mi vida, los admiro y los quiero mucho.
- Mis hermanas** Jackeline Pierri
Por su cariño, apoyo, por estar siempre conmigo y ser una persona especial en mi vida.
Lilian Vanesa Pierri †
Aunque no estés físicamente, siempre te llevo en el corazón y sé que eres un ángel.
- Mi novio** Leonel Paiz
Por su apoyo, cariño, por ser una persona especial en mi vida.
- Mis abuelitos** Enrique Gordillo Barascouth y Elva Alas de Gordillo
Celestina viuda de Pierri y Mario Pierri Soria †
Gracias por su cariño, confianza y por estar en cada momento especial de mi vida.
- Mis tíos** Lily, Any, Sandry y Hugo
Por su cariño, apoyo, por estar siempre conmigo, gracias por ser especiales.

Mis primos

Hugo y Mónica

Por su cariño y por estar siempre a mi lado.

Mis amigos

Con mucho cariño, gracias por compartir conmigo momentos especiales y por su apoyo.

AGRADECIMIENTOS A:

Tapametal de Guatemala, S.A.

Empresa que me dio la oportunidad de desarrollarme como profesional.

Mi asesor

Ing. Cristian Rodrigo Mosquera
Por su apoyo incondicional a lo largo de todo el camino.

La **Universidad de San Carlos de Guatemala**, especialmente a la Facultad de Ingeniería, por abrirme sus puertas y permitir hacer realidad este sueño.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
GLOSARIO.....	VII
RESUMEN.....	IX
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	XV
1. ANTECEDENTES GENERALES.....	1
1.1 Descripción de la empresa.....	1
1.1.1 Antecedentes históricos.	1
1.1.2 Ubicación.....	2
1.1.3 Misión.....	2
1.1.4 Visión.....	3
1.1.5 Descripción de los productos.	3
1.2 Gestión de inventarios.....	4
1.2.1 Inventarios.....	4
1.2.1.1 Tipos de inventarios.	5
1.2.2 Métodos para control de inventarios.....	8
1.2.2.1 Método de control de inventarios ABC.....	8
1.2.2.2 Pronóstico de venta.	10
1.2.2.3 Presupuesto de venta.	11
1.2.2.3.1 Presupuesto de producción.	11
1.2.2.3.2 Presupuesto de compras.	12
1.2.2.4 Planeación de requerimiento de materiales (MRP).....	12
1.2.2.4.1 Determinación del tamaño óptimo.	12
1.2.2.4.2 Explosión de materiales.	21

1.2.2.5 Métodos de valuación de inventarios.....	22
1.2.2.5.1 Método PEPS (primeras entradas, primeras salidas).....	22
1.2.2.5.2 Método UEPS (últimas entradas, primeras salidas).	22
1.2.2.5.3 Método promedio ponderado.....	23
1.2.3 Costos de inventario.	23
1.2.3.1 Costo por manejo de inventarios.	23
1.2.3.2 Costo por falta de existencia.....	24
1.2.3.3 Costo de almacenaje.	24
2. SISTEMA ACTUAL DE LOS INVENTARIOS EN LA EMPRESA.....	27
2.1 Control de inventarios de materia prima y producto terminado.....	27
2.1.1 Presupuesto de ventas.	27
2.1.2 Estimación del porcentaje de desperdicio.....	28
2.1.2.1 Materia prima.....	28
2.1.2.2 Producto en proceso.....	29
2.1.2.3 Producto terminado.....	29
2.1.3 Inventarios obsoletos.	29
2.1.4 Materiales agotados.....	30
2.1.4.1 Materia prima.....	30
2.1.5 Costos de almacenaje.....	31
2.1.6 Manejo de inventario por costos.	31
2.2 Método actual para solicitar materiales.....	32
2.2.1 Reporte de existencias.....	32
2.2.2 Explosión de materiales.	33
2.3 Método de evaluación de inventarios.....	34
2.4 Análisis de riesgos.....	34

3 PROPUESTA DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS.....	35
3.1 Método de control de inventario ABC.	35
3.2 Pronóstico de venta por producto.....	37
3.3 Presupuestos.....	43
3.4 Costo de almacenamiento.....	45
3.5 Planeación de requerimiento de materiales (MRP).	47
3.5.1 Determinar los materiales mínimos óptimos necesarios para la lámina	49
3.5.1.1 Modelo de lote óptimo de compra.....	49
3.5.1.2 Nivel de reorden.	55
3.5.1.3 Inventario de seguridad.	58
3.6 Análisis del cumplimiento de pronósticos, según lote económico de compra.....	60
3.7 Método de valuación de inventarios.....	63
3.8 Plan de contingencia.....	64
3.9 Metas y objetivos del sistema.....	65
4 IMPLEMENTACIÓN.....	67
4.1 Implementar en el sistema de gestión de inventarios.....	67
4.1.1 Pronósticos.....	68
4.1.2 Presupuestos.	68
4.1.3 Lote óptimo de compra.....	68
4.1.4 Inventario de seguridad para materia prima.	69
4.1.5 Factibilidad de los métodos propuestos.	69

4.1.6 Factibilidad del Sistema de Gestión de Inventarios (trazabilidad de los pedidos).	70
4.1.6.1 Órdenes de compra al día.	70
4.1.6.2 Órdenes de producción al día.....	70
5 MEJORA CONTINUA.....	73
5.1 Auditorías internas.....	74
5.1.1 Programa de auditoría.	74
5.1.2 Plan de auditoría.	74
5.1.3 Acciones correctivas, preventivas y de mejora.	75
5.2 Indicadores.....	75
5.2.1 Cumplimiento de objetivos y metas.....	75
5.3 Inventarios de seguridad.....	77
5.4 Inventarios obsoletos.....	77
5.4.1 Revisiones semanales.	78
5.5 Capacitación.....	78
5.5.1 Sistema de gestión de inventarios.	78
5.5.1.1 Importancia.	79
5.5.1.2 Utilidad.....	79
5.5.1.3 Ventajas.....	79
5.6 Monitoreo del plan de contingencia.....	79
CONCLUSIONES.....	81
RECOMENDACIONES.....	83
BIBLIOGRAFÍA.....	85
APÉNDICES.....	87

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

- 1 Ejemplo del gráfico ABC
- 2 Modelo de lote económico.
- 3 Modelo de reabastecimiento inmediato con faltantes.
- 4 Modelo de cantidad económico de pedido con tasa constante.
- 5 Modelo de cantidad económica de pedido con demanda que se puede volver a pedir.
- 6 Gráfico de la clasificación ABC de lámina por tipo de calibre y tipo de medida
- 7 Gráfico curva de tendencia de ventas de tapas de latitas medicinales
- 8 Gráfico curva de tendencia de ventas de cuerpo de pila seca R-20.
- 9 Gráfico curva de tendencia de ventas de fondos de latitas medicinales 18 ml.
- 10 Estructura de la planeación de requerimiento de materiales (MRP).
- 11 Gráfico del nivel de reorden para la demanda de cuerpo de pila seca R-20
- 12 Gráfico del nivel de reorden para la demanda de tapas y fondos de latitas medicinales 18 ml
- 13 Gráfico de pronóstico 2009 para cuerpo de pila seca R-20
- 14 Gráfico de pronóstico 2009 para tapa y fondo de latitas medicinales 18 ml
- 15 Gráfico de comparación pronóstico de cuerpo de pila seca R-20 2009 - lote económico de compra.
- 16 Gráfico de comparación pronóstico de tapa y fondo de latitas medicinales 18 ml 2009 - lote económico de compra.
- 17 Ciclo Deming.

TABLAS

- I. Clasificación ABC de lámina por tipo de calibre y tipo de medida
- II. Datos de ventas mensuales del año 2007 y año 2008 (Tapas de latitas medicinales)
- III. Cálculo de pronóstico de venta 2009 para tapas de latitas medicinales
- IV. Datos de ventas mensuales del año 2007 y año 2008 (Cuerpo de pila seca R-20).
- V. Cálculo de pronóstico de venta 2009 para cuerpo de pila seca R-20
- VI. Datos de ventas mensuales del año 2007 y año 2008 (Fondos de latitas medicinales 18 ml)
- VII. Cálculo de pronóstico de venta 2009 para fondos de latitas medicinales 18 ml.
- VIII. Resumen de datos para el cálculo de la tasa de almacenamiento
- IX. Tasa de almacenamiento en porcentaje del precio unitario por fardo.
- X. Costo anual de almacenamiento por fardo
- XI. Cantidad de producto por tipo de lámina según planos de la organización.
- XII. Porcentaje de desperdicio por corrida de producción.
- XIII. Total de fardos pronosticados para los productos de clasificación A
- XIV. Datos generales para determinar el lote óptimo de compra de la lámina
- XV. Resumen de los cálculos realizados para el cuerpo de pila seca R-20
- XVI. Lote económico simple de compra para productos de clasificación A
- XVII. Resumen de los cálculos realizados para la tapa y fondo latitas medicinales 18 ml
- XVIII. Resumen de nivel de reorden para productos clasificación A.
- XIX. Inventario de seguridad para cuerpo de pila seca R-20
- XX. Inventario de seguridad para tapas y fondos de latitas medicinales 18 ml
- XXI. Pronóstico 2009 productos clasificación A.

GLOSARIO

Layout	Diseño de un plano de especificaciones por presentación de cada producto troquelado en la organización, que sirven de guía para el proceso de producción.
Método ABC	Clasificación de inventarios, según su costo.
Lote económico de compra	Cantidad exacta de materia prima que se debe considerar al realizar un pedido.
Nivel de reorden	Es el punto de cantidad de existencia de inventario en el cual se debe realizar un nuevo pedido de materia prima.
Stock de seguridad	Cantidad de materia prima que se mantiene en inventario de bodega.
Auditoría de la documentación	Revisión de la documentación de la organización auditada.
Auditoría de la implementación	Auditoría <i>in situ</i> (de los procesos, en las ubicaciones físicas en donde se llevan a cabo).
Costo de pedido	Es el costo asociado con el reabastecimiento de un inventario, que es independiente del número de unidades pedidas.

RESUMEN

Tapametal de Guatemala, S.A. se dedica la fabricación de cuerpo de pila seca, latas para betún pasta y latas medicinales en diferentes presentaciones, el proceso consiste en imprimir el diseño sobre una lámina plana, para luego ser troquelada por las diferentes líneas de producción.

La clasificación del método de inventarios ABC, se realizó con base a especificaciones de materia prima, de las cuales se tomó el tamaño y calibre de lámina que menor desperdicio representa en cada corrida de producción; el porcentaje de materia prima para la clasificación A es de 64.05%, clasificación B es de 20.43% y clasificación C es de 15.52%. Por lo que la priorización de la materia prima está enfocada al tamaño y calibre de lámina para cuerpo de pila seca R-20 y tapa para latitas medicinales.

Según el historial de venta del año 2008, la tendencia de los productos de clasificación A, es cíclica; por lo que se elaboró el pronóstico de venta de cada uno de estos productos para el año 2009, por medio del método cíclico, para un dato más exacto se utilizó el historial de venta del año 2007.

Se propuso llevar a cabo dentro de la organización los presupuestos de requerimiento de materiales y de producción, los cuales permitirán mejorar el control de los inventarios, planificando con anticipación las actividades que se realizarán.

La planeación de requerimiento de materiales consiste en: enlazar los pronósticos de las demandas, presupuesto de ventas, explosión de materiales, presupuesto de producción, inventario de existencias; permitiendo controlar los pedidos que se deben realizar para cumplir con la producción.

Para lanzar una orden de compra en el tiempo y cantidades exactas es necesario apoyarse del método de nivel de reorden y el método de lote económico de compra, este último determina la cantidad necesaria de materia prima a solicitar para no incurrir en un costo elevado de inventario y evitar demora en la entrega de pedidos al cliente, para su cálculo fue necesario establecer el costo de almacenamiento, el cual se determina por medio de la suma de la tasa de interés que ofrece el banco anualmente, la tasa de almacenamiento físico, la tasa de seguros del material almacenado, la tasa de transporte, manipulación y la tasa de obsolescencia del material; así mismo se estableció el costo por pedido que se determina por medio de la suma de todos los costos en que se incurre en colocar una orden de compra como gastos administrativos, impuestos, entre otros, independientemente del tamaño del pedido.

Se fijó un formato de control de costos de inventario por medio del método PEPS (primero en entrar, primero en salir), ya que según la norma de contabilidad internacional NIC. En el año 2008 se estableció que no se debe utilizar el método UEPS (último que entra, primero en salir) en ninguna organización debido al alto crecimiento de precios.

Se determinó un stock de seguridad para la lámina de clasificación A, por medio de la división de la demanda planificada entre el ciclo de esta planificación multiplicada por la resta de la fijación de una política dentro de la empresa de entrega de pedidos, menos, el promedio de las estadísticas referentes a estas entregas; este resultado multiplicado por el nivel de confianza del 95% estadísticamente tomando como referencia $Z=1.64$.

Por último, se restableció el lote económico de compra con el fin de cumplir con la demanda pronosticada para el período del año 2009, así mismo se

realizó un análisis de costo de los inventarios, incluyendo en éste el costo de almacenamiento, el costo unitario y el costo por ordenar un pedido.

OBJETIVOS

GENERAL:

Proponer un sistema de gestión de inventarios en una empresa de metal mecánica.

ESPECÍFICOS:

1. Priorizar la materia prima a través del método de control de inventario ABC.
2. Fijar un método para pronosticar anualmente la demanda de productos.
3. Establecer el lote óptimo de compra para lámina.
4. Crear un inventario de seguridad para lámina.
5. Optimizar la inversión en inventarios.
6. Realizar un costeo de inventarios.
7. Determinar el nivel de reorden de inventario.

INTRODUCCIÓN

La gestión de inventarios es un proceso destinado a planificar, administrar y controlar los recursos disponibles dentro de la organización, permitiendo así el manejo apropiado de los mismos, este sistema de gestión de inventarios debe especificar cuándo se colocará la orden de un artículo y cuántas unidades se ordenarán; por consiguiente el control de inventarios es un aspecto crítico de la administración exitosa.

Los inventarios juegan un papel relevante en la economía de toda organización; el propósito fundamental de la gestión de inventarios es la reducción de costos, mejorar la eficiencia de los procesos de producción, mejorar el servicio al cliente.

La determinación del lote óptimo de producción, inventarios ABC, planeación de requerimiento de materiales son algunos de los métodos para el control de inventarios. Existen además factores importantes dentro de este sistema, entre ellos cantidad, tiempo y costos; cantidad, en cuanto a materia prima almacenada, tiempo, se refiere a la fecha indicada para solicitar materiales como el nivel de reorden y costeo de inventarios.

Este sistema facilita cumplir con la cantidad demandada de producto terminado, logrando la entrega de pedidos en el tiempo requerido, optimizar la compra de materia prima necesaria para dar cumplimiento a la producción planificada. La determinación del lote óptimo de producción incrementa la productividad de la empresa. La implementación de este sistema permite mantener la competitividad a nivel nacional e internacional.

La administración de inventarios es primordial dentro de un proceso de producción, ya que existen diversos procedimientos que va a garantizar como empresa, lograr la satisfacción para llegar a obtener un nivel óptimo de producción.

1. ANTECEDENTES GENERALES

En este capítulo se describe los aspectos generales de la empresa en la cual se implementará el sistema de gestión de inventarios y principales productos que se elaboran actualmente, así mismo se definen temas importantes para la elaboración de este trabajo, entre ellos los principales métodos para el control de inventarios, los métodos de valuación de inventarios, control de inventarios ABC, entre otros.

1.1 Descripción de la empresa

Tapametal de Guatemala, S.A. se encuentra localizada en un lugar estratégico, con fácil acceso a puertos en el océano Pacífico y Atlántico, que le permite atender clientes en cualquier parte del mundo de manera eficiente. Su actividad principal es el recubrimiento e impresión en láminas de metal, la fabricación de envases y partes de pilas secas. Los principales clientes son las industrias: farmacéutica, calzado y pilas para aparatos eléctricos.

Tapametal de Guatemala, S.A. exporta aproximadamente el 80% de sus ventas a más de 20 países; principalmente a Norte América, Centro América, Sur América, el Caribe y África, además de surtir el mercado local. Derivado de los procesos de globalización, se espera expandirse a otros países del mundo.

1.1.1 Antecedentes históricos.

Tapametal de Guatemala, S.A. fue fundada en Guatemala en marzo de 1974; cuando la empresa inició sus operaciones, contaba con 6 prensas de 14

toneladas, 6 prensas de 35 toneladas y 6 roscadoras, los primeros productos fueron las tapas para café soluble en distintas presentaciones como: 58mm/450milésimas de pulgada, 70mm/450milésimas de pulgada, 83mm/450milésimas de pulgada todas con glassinne (sello de garantía del café).

En los años 80, toda Villa Nueva conocía a la empresa como la corcholata, se elaboraba la tapa, Pilfer Proof (tapadera con sello de seguridad), la cual se exportaba a El Salvador, también se elaboraban protectores para tubos galvanizados y envases para betún. En los años 90, tapas medicinales, envases para crema facial cosmética y ya se iniciaba con la elaboración de pila seca. En el año 1996, la empresa se certificó con la norma ISO 9001:2000 por las instituciones certificadoras INTECO (Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica) y AENOR (Asociación Española de Normalización y Estandarización).

1.1.2 Ubicación.

Tapametal de Guatemala, S. A. se encuentra localizada en el kilometro 16.5 carretera CA2 al pacífico, Villa Nueva, al sur de la ciudad de Guatemala, ocupando una extensión de aproximadamente treinta y dos mil, ciento trece metros cuadrados (32,113 m²).

1.1.3 Misión.

Cumplir con nuestros objetivos y compromisos basándose en una eficaz comunicación y una permanente mejora integral.

1.1.4. Visión.

“Ser una organización líder por su agilidad y confiabilidad”.

1.1.5. Descripción de los productos.

Las principales materia primas utilizadas en la organización son: lacas, barnices, tintas, lámina en hojas, rollos o bobina de lámina; como material de empaque se utiliza corrugado, bolsas, bandejas plásticas y bandejas de madera.

Para la elaboración del producto existen 12 líneas de producción que son específicamente de troquelado; independientemente de una línea de preparación y dos de impresión.

Dentro de los productos elaborados en la organización, se pueden mencionar: fondo y tapa para pila seca, cuerpo de pila seca, latas medicinales de 18ml y 2.6ml, afiches de publicidad, latas para betún de 22ml, 48.5ml, 52ml, 96ml, 115ml, 142ml, 240ml y golosinas; así como las mariposas para abrir dichas latas.

La lámina impresa sin troquelar es llamada producto en proceso, ésta es almacenada en una bodega en el tiempo estipulado de espera antes de ser troquelada; la lámina impresa, se refiere, cuando ha pasado por un proceso de aplicación de barniz y laca (lámina preparada), y, la aplicación de tintas para la formación de artes y por último barniz final al pliego de lámina.

1.2. Gestión de inventarios.

La administración de inventarios implica la determinación de la cantidad de inventario que deberá mantenerse, la fecha en que deberán colocarse los pedidos y las cantidades de unidades a ordenar.

El inventario representa un costo para todo tipo de empresa, razón por la cual es fundamental controlar y evaluar el proceso de administración de inventarios. El objetivo primordial de la gestión de inventarios es brindar un buen servicio al cliente, mejorar la eficiencia de producción y determinar el nivel de inventario mínimo, máximo y de seguridad, en función de los parámetros de período operativo, consumo y demora.

Las empresas procuran minimizar los inventarios porque su mantenimiento es relativamente costoso, pero mantener un inventario a cero, es decir, trabajar sobre pedido significa limitar la capacidad para satisfacer de inmediato la demanda del cliente. Por ello es preciso determinar el nivel apropiado de inventarios en términos de la opción entre los beneficios que se esperan, no incurriendo en faltantes, y, el costo de mantenimiento del inventario que se requiere.

1.2.1 Inventarios.

El inventario enfocado al área de producción es el conjunto de bienes y productos destinados a la producción y venta. El inventario generalmente forma parte de uno de los activos más importantes de la empresa, ya que estos requieren de la inversión de gran cantidad de recursos para que la empresa funcione en óptimas condiciones.

Un inventario detallado permite generar órdenes de compra y producción en cantidades óptimas para que la empresa no genere pérdidas económicas en un período de tiempo, ya sea por falta de materiales o deterioro de ellos por almacenamiento inadecuado o extenso; así mismo, permite que no se genere un inventario obsoleto e inmovilizado debido al exceso de producción sin venta.

La palabra inventario proviene del latín “*inventarium*” que significa lista de lo hallado; la función del inventario comprende un grupo de operaciones que se ocupan de conservar y manipular los recursos de la empresa para que la producción sea continua.

1.2.1.1 Tipos de inventarios.

Los inventarios se clasifican dependiendo la función que estos cumplen dentro de la organización, existen tres categorías para clasificarlos:

- Según su función
- Según la etapa de procesamiento del bien material
- Según el tipo de demanda por la que se ven afectados

Los tipos de inventarios según su función, se clasifican en:

De fluctuación: se dan cuando la demanda del artículo inventariado no se puede conocer con certeza, no es constante; su fin es que los niveles de producción no tengan que cambiar drásticamente para enfrentar las variaciones aleatorias que presenta la demanda.

De anticipación: son los inventarios hechos con anticipación cuando conocemos de antemano la demanda del producto.

De tamaño de lote: son aquellos que se fabrican en un plan maestro de producción, generalmente es mayor a la demanda, pero se calcula según un estimado de ventas.

De protección: cuando la mercadería se caracteriza por fluctuar en sus precios y las empresas pueden obtener ahorros significativos comprando grandes cantidades cuando los precios están bajos.

Suministros: son artículos necesarios para la operación de la empresa que no tienen relación con el producto que se fabrica; dentro de estos se pueden mencionar repuestos, accesorios, papelería y útiles.

Los tipos de inventarios según la etapa de procesamiento del bien material, se clasifican en:

Materia prima: aquellos productos que son almacenados y esperan que, mediante un proceso productivo, puedan ser convertidos en productos terminados.

Productos en proceso: son productos parcialmente terminados que no son materia prima, pero, que se encuentran en una etapa intermedia del proceso productivo.

Productos terminados: son todos aquellos productos que han sido producidos o comprados por la empresa para ser comercializados.

Inventario en tránsito: se utilizan con el fin de sostener las operaciones para abastecer los conductos que ligan a la compañía con sus proveedores y sus clientes, respectivamente. Son necesarios porque el material debe moverse de un lugar a otro, y, mientras el inventario se encuentra en camino, no puede tener una función útil para las plantas o los clientes; existe exclusivamente durante el tiempo de transporte.

Inventario de seguridad: se utilizan para prevenir faltantes debido a fluctuaciones inciertas de la demanda; los tipos de inventarios según el tipo de demanda por la que se ven afectados se pueden clasificar en:

Inventarios de demanda independiente: que será aleatoria en función de las condiciones del mercado y no estará relacionada directamente con la de otros artículos.

Inventarios de demanda dependiente: tienen necesidad de otros artículos almacenados. Son componentes de productos complejos cuyo consumo dependerá del número de unidades a fabricar del producto final decidido en la planificación de la producción.

1.2.2 Métodos para control de inventarios.

El objetivo de los métodos de control de inventarios es determinar el nivel más económico de inventarios en cuanto a materia prima, productos en proceso y producto terminado; los objetivos de un buen servicio al cliente y de una buena producción eficiente deben ser satisfechos manteniendo los inventarios en un nivel mínimo.

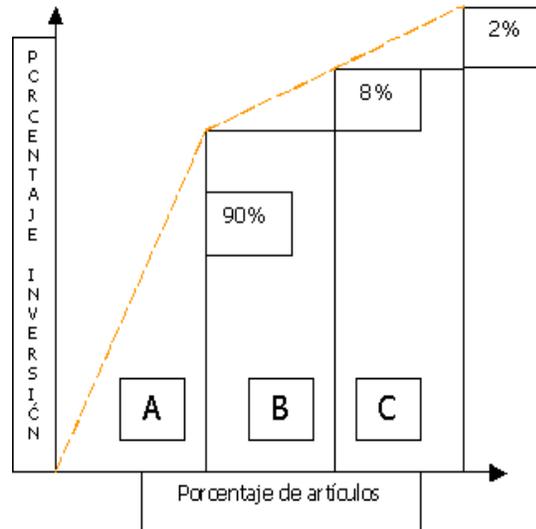
1.2.2.1 Método de control de inventarios ABC.

El método de control de inventarios ABC (por sus siglas en inglés Activity Based Costing es decir, costeo basado en actividades), es una herramienta que permite realizar la relación entre los productos o insumos, su precio unitario y la demanda; con el fin de determinar el valor de los artículos para priorizarlos de forma descendente, optimizando así la administración de los recursos de inventario y logrando mejorar la toma de decisiones.

La aplicación del inventario ABC en una empresa se empieza por la clasificación en grupos de artículos así:

- Los artículos "A" que son aquellos en los que la empresa tiene la mayor inversión, estos representan aproximadamente el 20% de los artículos del inventario que absorben el 90% de la inversión. Estos son los más costosos o los que rotan más lentamente en el inventario. Es importante evitar mantener inventarios altos de estos artículos.
- Los artículos "B" son aquellos que les corresponde la inversión siguiente en términos de costo. Consisten en el 30% de los artículos que requieren el 8% de la inversión. Es necesario aplicar un nivel de control administrativo medio.
- Los artículos "C" son aquellos que normalmente en un gran número de artículos correspondientes a la inversión más pequeña. Consiste aproximadamente el 50% de todos los artículos del inventario pero solo el 2% de la inversión de la empresa en inventario. Es importante asignar menos recursos para el manejo de estos artículos.

Figura 1. Ejemplo del gráfico ABC



Los principales beneficios de la aplicación de los inventarios ABC son:

- La participación monetaria de cada artículo en el valor total del inventario, logrando así la determinación exacta de dónde se originan los costos de almacenaje.
- Lograr optimizar los pedidos de los consumidores finales.
- Determinar el inventario óptimo de los artículos en el área de almacenaje.
- Obtener los costos de manejo y sus componentes.
- Eliminar costos innecesarios o minimizarlos al máximo.

1.2.2.2 Pronóstico de venta.

El pronóstico es la estimación anticipada de la demanda de un producto, lo cual es una herramienta muy útil para determinar la cantidad exacta a solicitar de materiales y el tiempo exacto para solicitar estos.

Existen dos métodos para pronosticar, método cualitativo se utiliza cuando los datos son escasos, como es el caso del lanzamiento de un nuevo producto, y, el método cuantitativo se utiliza para análisis de series de tiempo (análisis de tendencias), es básicamente encontrar un patrón del pasado o patrón total de los datos y proyectarlo al futuro.

Para elegir el método de pronósticos debemos tomar en cuenta factores tales como:

1. El contexto del pronóstico
2. La relevancia y disponibilidad de datos históricos
3. El grado de exactitud deseado
4. El período de tiempo que se va a pronosticar
5. El punto del ciclo de vida en que se encuentra el producto.

Existen tres tipos de tendencias de ventas que son significativas para propósito de predicción siendo estas:

- Tendencias seculares: son a largo plazo, se calculan trazando los datos de ventas sobre una base de promedio móvil.
- Tendencias cíclicas: reflejan la presión de los ciclos comerciales sobre las ventas.

- Tendencias estacionales: se determinan al trazar las ventas mensuales durante varios años.

1.2.2.3 Presupuesto de venta.

El presupuesto de ventas es la representación estimada del programa de ventas reales de una empresa. El presupuesto de ventas suministra datos para elaborar el presupuesto de producción, presupuesto de compra, presupuesto de gastos de venta y presupuesto de gastos administrativos.

La utilización de los presupuestos es eficaz para el buen manejo de inventarios, determina el ingreso que se desea obtener, los gastos que se van a producir y el destino de los recursos existentes en la empresa, es decir, que en ellos se evalúa y analiza ampliamente los costos en los que incurre la producción de un producto.

1.2.2.3.1 Presupuesto de producción.

El presupuesto de producción es el presupuesto de venta proyectado y ajustado por el cambio en el inventario, primero hay que determinar si la empresa puede producir las cantidades proyectadas por el presupuesto de venta, con la finalidad de evitar un costo exagerado en la mano de obra ocupada; es un estimado que relaciona los niveles de inventario deseados.

El presupuesto de producción elabora un programa de producción que consiste en estimar el tiempo requerido para desarrollar cada actividad, evitando un gasto innecesario en pago de mano de obra ocupada.

1.2.2.3.2 Presupuesto de compras.

El presupuesto de compras prevé las compras de materia prima y/o mercancías que se harán durante determinado período, con el fin de evitar retrasos en la producción por falta de estas. Generalmente se hacen en unidades y costos.

Es importante establecer un control exacto en la cantidad de materiales a comprar bajo condiciones normales de producción; mientras no se produzca una carencia de materiales o un exceso de estos, la cantidad se puede fijar bajo un estándar determinado para cada tipo de producto, la cantidad presupuestada debe responder a los requerimientos de producción.

1.2.2.4 Planeación de requerimiento de materiales (MRP).

El MRP (*Material Requirement Planning*) o planificador de las necesidades de material, es el sistema de planificación de materiales y gestión de stocks que responde a las preguntas cuánto y cuándo aprovisionarse de materiales. Es decir, este es un sistema que genera órdenes de compra derivados del proceso de planificación de necesidades de materiales.

1.2.2.4.1 Determinación del tamaño óptimo.

El Lote Económico es aquel pedido que optimiza los costos de pedido y almacenaje. El Lote Económico es aquella cantidad de unidades que deben solicitarse al proveedor en cada pedido, de manera que se logre minimizar el costo asociado a la compra y al mantenimiento de las unidades en inventario. El

objetivo básico que se persigue al determinar el Lote Económico es la reducción de costos.

Para determinar el tamaño óptimo de compra los modelos de inventarios se clasifican en:

- Si se conoce la demanda,
- Dependiendo de la forma en que se revisa el inventario.

Si se conoce la demanda, se clasifican en:

Modelo de demanda determinística: si se conoce la demanda para el período.

Modelo de demanda no determinística o aleatoria: si se trata de una variable aleatoria que tiene una distribución de probabilidad conocida.

Dependiendo de la forma en que se revisa el inventario, se clasifican en:

Modelo de revisión continua: se hacen los pedidos en el momento en que el inventario baja del punto de reorden que se determine.

Modelo de revisión periódica: se verifica el nivel del inventario en intervalos discretos, y solo en estos momentos se toman las decisiones de ordenar, aún cuando el nivel del inventario hubiera bajado del punto de reorden entre los tiempos de revisión.

Para efecto de este sistema de gestión de inventarios mencionaremos los modelos determinísticos de lote óptimo de compra, siendo estos:

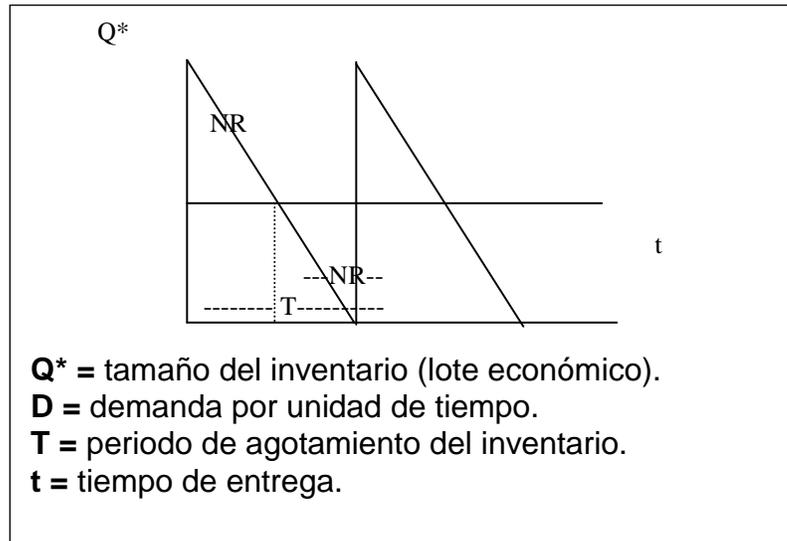
- Modelo de lote económico o modelo de la cantidad económica a ordenar (EOQ).
- Modelo de cantidad óptima de pedido cuando se permiten descuentos por volumen.
- Modelo de reabastecimiento inmediato con faltantes permitidos (con déficit).
- Modelo de cantidad económica de pedido con tasa constante ó cantidad de pedidos de producción (POQ).
- Modelo de cantidad económica de pedido con demanda que se puede volver a pedir.
- Modelo de cantidad de pedido con tasa constante cuando se permite escasez.

Modelo de lote económico o modelo de la cantidad económica a ordenar (EOQ). (Inventario de varios productos con demanda constante revisión continua y limitaciones de espacio de almacenamiento).

Es aquel en el que los niveles de existencias se reducen con el tiempo y después se reabastecen con la llegada de nuevas unidades. Entre sus características están:

- Demanda constante.
- El abastecimiento es inmediato.
- El tiempo de entrega es constante.
- Los costos son constantes.

Figura 2. Modelo de lote económico.



Análisis de la cantidad óptima de compra:

Co: costo de emisión de pedido = (D/Q)

Ch: costo de almacenamiento = $(Q/2)$

CT: costo total = $(Co D / Q^*) + Ch Q^* / 2$

Q*: tamaño óptimo del inventario = $\sqrt{2 Co D / Ch}$

No. de órdenes: D / Q^*

T: tiempo de agotamiento = Q^* / D

NR: nivel de reorden = $t * D$

Modelo de cantidad óptima de pedido cuando se permiten descuentos por volumen (Inventario de un solo producto con demanda constante, revisión continua y descuento en los precios).

Características:

- El costo (anual, mensual, diario) de compra depende del tamaño del pedido.
- El precio unitario del artículo depende del volumen del pedido.
- El costo de almacenamiento depende del proceso.

Cálculo de la cantidad óptima de pedidos:

Una forma de manejar descuentos por cantidad es tomando los tres siguientes pasos:

- Por cada costo unitario C , determine la cantidad de pedidos óptima en el intervalo asociado.
- Por cada costo unitario C , cálculo del costo anual total basándose en la cantidad de pedidos óptima determinada en el paso 1.
- Seleccione el costo unitario y la cantidad de pedidos asociada que resultan en el mínimo costo anual, según se calculó en el paso 2.

Es posible calcular la cantidad de pedidos óptimo por cada costo unitario de acuerdo con las siguientes reglas generales:

- Si la cantidad de pedidos Q determinada por el modelo EOQ está por arriba del límite superior del intervalo asociado con el costo unitario para este costo unitario.
- Si la cantidad de pedidos Q determinada por el modelo EOQ está dentro del intervalo asociado con el costo unitario, entonces Q es la mejor cantidad de pedidos para este costo unitario.
- Si la cantidad de pedidos Q determinada por el modelo EOQ está por debajo del límite inferior del intervalo asociado con el costo unitario, entonces el límite inferior del intervalo es la mejor cantidad de pedidos para este costo unitario.

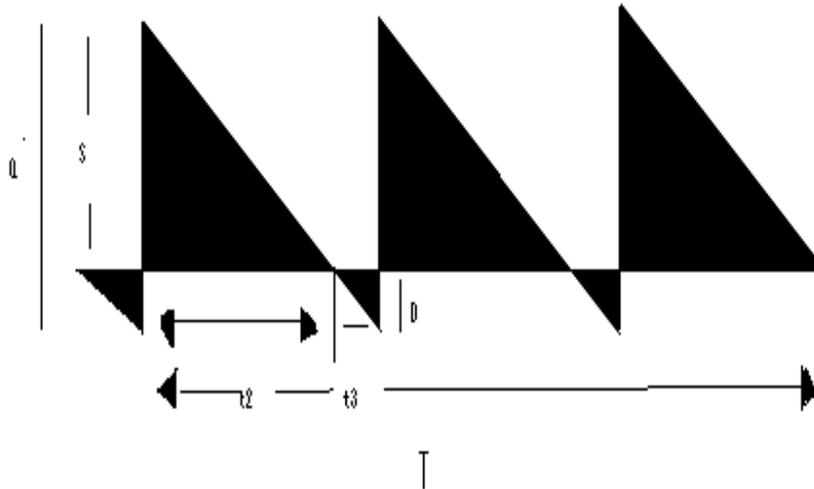
Modelo de reabastecimiento inmediato con faltantes permitidos (con déficit)

El modelo de compra que permite déficit tiene como base las siguientes suposiciones:

- La demanda se efectúa a tasa constante.
- El reemplazo es instantáneo (la tasa de reemplazo es infinita).
- Todos los coeficientes de costos son constantes.

En este modelo es posible diferir un pedido, de manera que una vez recibida la cantidad pedida desaparece el déficit, esto se representa claramente en el siguiente esquema.

Figura 3. Modelo de reabastecimiento inmediato con faltantes.



Q: cantidad óptima a pedir.

D: cantidad de unidades agotadas

S: inventario máximo.

t: período entre pedidos.

T: período de planeación.

t₂: tiempo en donde se cuenta con inventario.

t₃: tiempo en donde se cuenta con unidades agotadas.

Análisis de lote óptimo:

Co: costo de emisión de pedido = (D/Q)

Ch: costo de almacenamiento = $(Q/2)$

C1: costo unitario del producto.

CT: costo total = $(Co D / Q^*) + ((Ch D^2) / 2Q^*) + ((C1S^2) / 2Q) / 2$

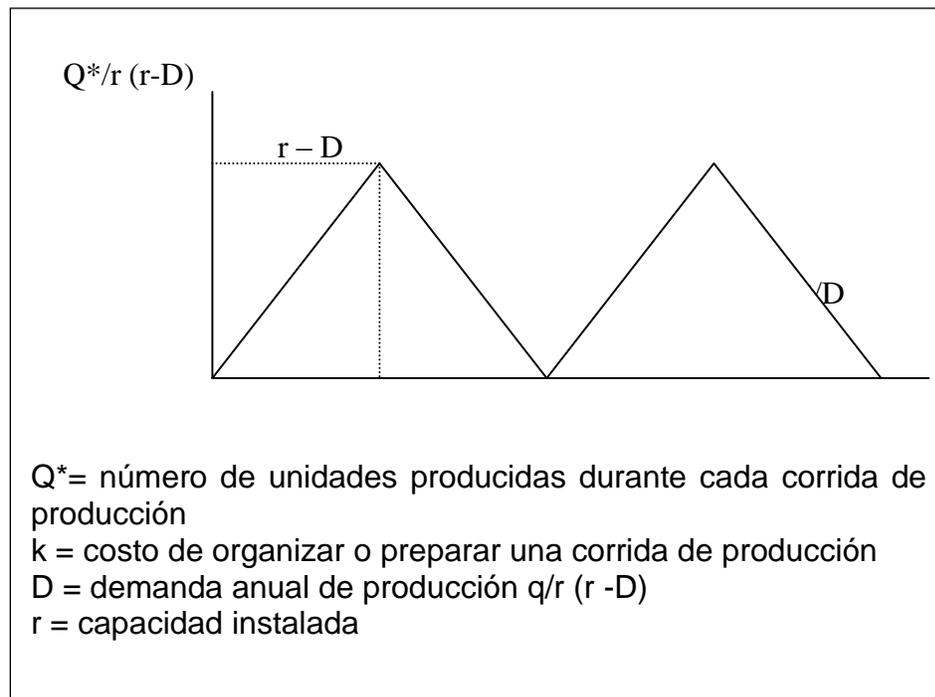
Q*: tamaño óptimo del inventario = $\sqrt{2 Co D / C1} * \sqrt{(C1+Co) / Ch}$

S: $Q^* - D$

Modelo de cantidad económico de pedido con tasa constante o de cantidad de pedidos de producción (POQ)

Es un modelo matemático usado como base de la administración de inventarios en el que la demanda y el tiempo guía son determinísticos, no se permiten déficits y el inventario se reemplaza continuamente en el tiempo a través de un proceso de producción.

Figura 4. Modelo de cantidad económico de pedido con tasa constante.



CT: $1/2 Ch(r-D) (q/r) + k (D/q) + (\text{Precio unitario} * D)$

Q*: $\sqrt{KD2r / Ch(r-D)}$

I: tasa de transferencia por período

Ch: $i * Ch$ = costo de conservación por unidad por período

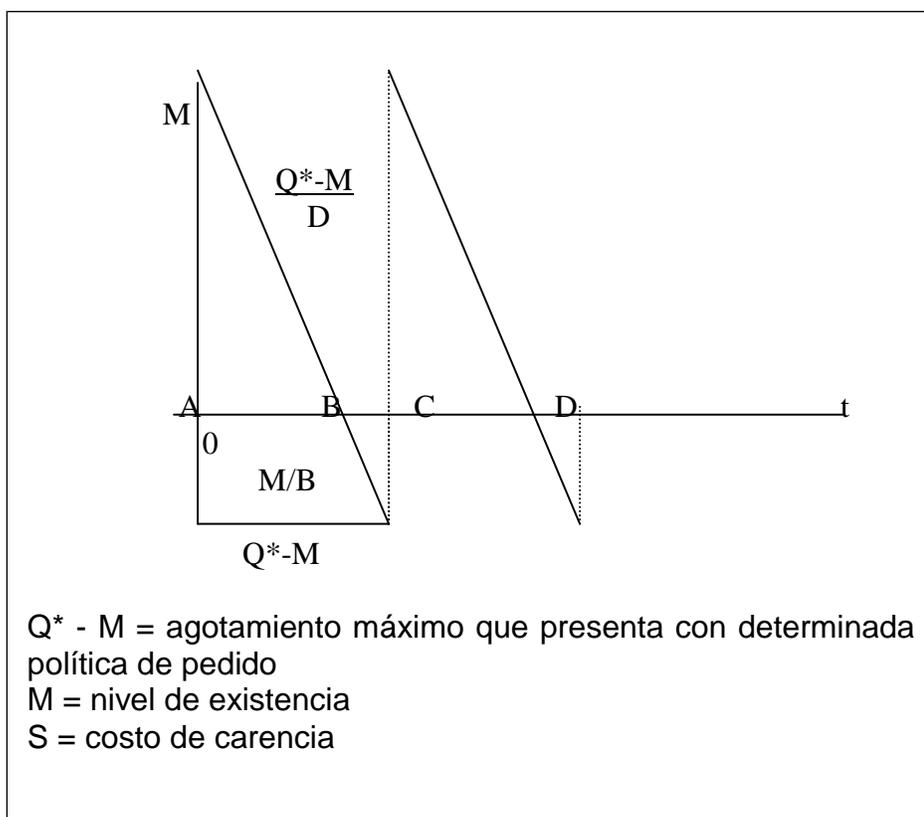
Número promedio de pedidos: (D / Q^*)

Tiempo de ciclo: tiempo durante el cual el inventario inicia en cero, llega a su valor máximo y disminuye nuevamente a cero.

Modelo de cantidad económica de pedido con demanda que se puede volver a pedir (Se permite escasez).

Un modelo en el que los niveles de inventario son comprobados continuamente para determinar el punto de nuevos pedidos.

Figura 5. Modelo de cantidad económica de pedido con demanda que se puede volver a pedir.



Costo almacenamiento por ciclo: $1/2 M (M/D) Ch D/Q^*$

Ciclo: son los períodos de O a B, y de B a D. El ciclo es el intervalo que transcurre entre la colocación de pedidos

Costo almacenar por año: $(M^2 h / 2Q^*)$

Costo ordenar: $(k D / Q^*)$

Costo escasez: $(Q^* - M)^2 S / 2Q^*$

Q*: $\sqrt{2kD (Ch+S) / (Ch S)}$

M*: $\sqrt{2kDS / [Ch (Ch + S)]}$

Carencia Máxima: $Q^* - M$

Modelo de cantidad de pedido con tasa constante cuando se permite escasez

Q*: $\sqrt{[2 k D r (Ch + S)] / [h (r-D) S]}$

M*: $[Q^* (r - D) / r] - \sqrt{2 k D(r-D) Ch / [S r (Ch + S)]}$

Agotamiento máximo: $S^* = \sqrt{[2 k D (r-D) Ch] / [S r (Ch + S)]}$

1.2.2.4.2 Explosión de materiales.

Es una parte estructural de la planeación de requerimiento de materiales que ejecuta su concepto fundamental: ligar la demanda dependiente con la independiente. Esto lo hace por medio de la lista de materiales de cada producto terminado, por medio de la cual todos los componentes de un artículo se relacionan en un orden lógico de ensamble para formar un producto

terminado. Así, cada requerimiento neto de un artículo de alto nivel genera requerimientos brutos para componentes de más bajo nivel.

1.2.3 Métodos de valuación de inventarios.

Estos métodos de valuación de inventarios son aquellos que determinan el orden más económico posible en el cual los materiales deben ir rotando periódicamente, con el fin de no incurrir en caducidad, costos demasiado altos según la competencia mundial, en muchas empresas el mejor método es el método PEPS que se describe seguidamente, es mas utilizado por empresas alimenticias u otras empresas que corren riesgo de que su materia prima caduquen en sus bodegas.

1.2.3.1 Método PEPS (primeras entradas, primeras salidas).

El método PEPS tiene como base que las existencias que primero entran al inventario son las primeras en salir del mismo. Esto es que las primeras materias primas adquiridas son las primeras que se entran al proceso o los primeros productos producidos son los primeros que se vende.

1.2.3.2 Método UEPS (últimas entradas, primeras salidas).

El método UEPS tiene como base que la última existencia en entrar es la primera en salir. Esto es que las últimas materias primas adquiridas son las primeras que se entran al procedo o los últimos productos producidos son los primeros que se vende.

1.2.3.3 Método promedio ponderado.

Este método consiste en hallar el costo promedio de cada material que hay en el inventario final cuando las unidades son idénticas en apariencia, pero no en el precio de adquisición, por cuanto se han comprado en distintas épocas y a diferentes precios.

1.2.4 Costos de inventario.

Uno de los aspectos a considerar dentro del manejo eficiente de inventarios son los costos que estos representan.

1.2.4.1 Costo por manejo de inventarios.

Es el costo que se genera al mantener y manejar los materiales almacenados y se calcula en base al costo por unidad por período de tiempo e incluye:

- Costo de oportunidad: por mantener el dinero inmóvil al tenerlo invertido en inventario, ya que no produce ningún tipo de rendimiento para la empresa.
- Costo de operación: los gastos que incurre la empresa por mantener la bodega funcionando esto incluye: el personal, el mantenimiento, la seguridad, etc.
- El costo de pedido: es el costo generado por las actividades efectuadas en una solicitud de reabastecimiento de inventario.

1.2.4.2 Costo por falta de existencia.

Estos son los costos que se generan al no tener inventario suficiente para satisfacer la demanda del producto en un momento determinado; esto influye negativamente en la calidad del servicio prestado y causa una mala imagen e insatisfacción en el cliente.

La falta de existencia de materiales provoca que se deban solicitar de emergencia los mismos provocando gastos extraordinarios de transporte o flete, tiempo, pago de horas extraordinarias de trabajo, variabilidad en la calidad y además si el proveedor no contara con el material se debe comprar a otro por un precio mas alto, por lo tanto la falta de existencias es uno de los puntos críticos que se debe cuidar en el control de inventarios.

1.2.4.3 Costo de almacenaje.

Es una medida financiera que calcula todos los costos asociados con sostener una unidad en almacenamiento; incluye costos fijos como personal, mantenimiento de almacén, vigilancia y seguridad, y, costos variables como energía, deterioro o estropeo, impuestos y depreciación.

Los costos de almacenaje dependen de dos variables, cantidad en existencias y tiempo de permanencia en existencias. Cuanto mayor es la cantidad y el tiempo de permanencia, mayores serán los costos de almacenaje.

El costo de almacenaje se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$I = Ta + Tb + Tc + Td + Te$$

Donde:

I=tasa de almacenamiento expresada en porcentaje del precio unitario.

Ta = tasa de almacenamiento físico.

Tb = tasa del retorno del capital detenido en existencias.

Tc = tasa de seguros del material almacenado.

Td = tasa de transporte, manipulación y distribución.

Te = tasa de obsolescencia del material.

2. SISTEMA ACTUAL DE LOS INVENTARIOS EN LA EMPRESA

En esta sección se describirá, la manera por la cual la empresa controla inventarios y analiza costos de estos, presupuesta y explosiona las cantidades requeridas para la producción y como analiza las variaciones en las que se incurre en cada corrida (desperdicio promedio por corrida) con respecto a la materia prima; así mismo se hará una breve descripción del manejo físico y monetario de los inventarios de materia prima, producto en proceso y producto terminado.

2.1 Control de inventarios de materia prima y producto terminado.

Mensualmente se compara el inventario físico versus el inventario teórico, para verificar que no exista alguna discrepancia; este control depende del movimiento que existe de materia prima y producto terminado.

2.1.1 Presupuesto de ventas.

Con base a la requisición de producto por parte de los clientes se genera el presupuesto de ventas, que es, un detalle de ventas fijo para tres meses y los próximos tres meses son proyectados a través de un historial de ventas o un informe del cliente.

A raíz del presupuesto de venta, se genera la orden de compra de los materiales, así como la orden de producción de los diferentes productos que se elaboran en la organización.

2.1.2 Estimación del porcentaje de desperdicio.

Este control se lleva a cabo con el fin de determinar un rango de variación entre la materia prima, éste se debe solicitar para no incurrir en falta.

2.1.2.1 Materia prima.

Se manejan varios tipos de inventario, siendo estos: inventario de desperdicio de materia prima en la línea de preparación que es el inventario de lámina recubierta solamente de laca y/o barniz, inventario de desperdicio de materia prima en la línea de impresión que es el inventario de lámina recubierta de tintas con un arte en específico, inventario de desperdicio o variaciones de lacas e inventario de desperdicio o variaciones de barnices.

Se elabora un reporte mensual, el cual incluye para lacas y barnices, un comparativo entre el consumo real y el consumo estándar, y, para láminas de preparación y láminas de impresión, un comparativo entre la producción real y la producción programada; la diferencia es el desperdicio que se genera en cada orden de producción, llevando así el control del porcentaje de desperdicio para cada uno de los inventarios, el porcentaje de desperdicio es el total de láminas desperdiciadas entre el total de lámina preparada o impresa.

Cada fin de mes el reporte de control de desperdicios es enviado al departamento de contabilidad, en donde se lleva a cabo la verificación de cantidades, las cantidades del reporte de control de desperdicios deben coincidir con el control de órdenes de producción de preparación.

Día a día se monitorea las láminas dañadas, este desperdicio es vendido como chatarra a otras empresas como parte de contribución al medio ambiente.

2.1.2.2 Producto en proceso.

En cada línea de producción existe un porcentaje de desperdicio por layout troquelado ya sea de latas para betún, latas medicinales y cuerpo de pila seca; el cual es monitoreado constantemente.

Tapametal de Guatemala, S.A. como toda organización busca optimizar los recursos de los que dispone, proponiendo mejoras en cuanto a la reducción del desperdicio que día a día se genera; este desperdicio es vendido como chatarra a otras empresas como parte de contribución al medio ambiente.

2.1.2.3 Producto terminado.

Generalmente el desperdicio se genera cuando el producto terminado se convierte en producto no conforme, el reporte de este producto incluye las cantidades no conformes y el problema que presenta este producto, y, este reporte es enviado al gerente de manufactura, para que decida si el producto se puede reprocesar o se vende como chatarra.

2.1.3 Inventarios obsoletos.

Muchas cantidades de producto se vuelven obsoletas dentro de los inventarios de producto en proceso o producto terminado, cuando, el cliente

decide cambiar la presentación de los productos o bien el cliente deja pasar mucho tiempo y no realiza pedido del producto ya elaborado.

Estas cantidades permanecen dentro del inventario de producto en proceso y producto terminado hasta que el cliente decide que hacer con el producto terminado, o bien se reprocesa el producto en proceso.

2.1.4 Materiales agotados.

Circunstancia en la que el inventario disponible es insuficiente para satisfacer la producción o la demanda, está se deriva de dos situaciones puntuales:

- Materiales que no se han solicitado para su compra.
- Materiales que están pendientes de venir, esto provoca tiempo de ocio y desbalances en los planes de producción.

2.1.4.1 Materia prima.

La falta de materia prima se presenta cuando existen problemas exteriores a la empresa, por ejemplo: el departamento de compras solicita materia prima para determinada fecha, suponiendo que esta llegará en el período de tiempo establecido; pero, puede surgir una serie de supuestos que afecten la entrega a tiempo, entre ellos podemos mencionar:

- Escasez de gasolina.

- Que el embarque en el que está nuestra mercadería quede detenido temporalmente.
- Problemas en los puertos de otros países.
- No se registre bien la mercadería.
- Accidentes de carretera.
- Problemas legales del embarque, transporte aéreo y transporte terrestre.
- Que el clima no permita el paso de transporte.
- Accidentes automovilísticos.
- Terremotos.
- Huracanes.
- Incendios.
- Robos con violencia.
- Alza de precios.

2.1.5 Costo de almacenaje.

Este costo no es analizado a profundidad por el departamento financiero, únicamente se lleva un control físico de los inventarios por medio de un sistema.

2.1.6 Manejo de inventarios por costos.

Actualmente el método que se utiliza en la empresa es el costo estándar y se rigen por las normas de contabilidad (NIC), por los principios de contabilidad generalmente aceptados (PCGA) y las normas internacionales de información financiera (NIF).

Este análisis costo estándar, consiste en detallar generalmente después de una serie de análisis financieros la cantidad monetaria por cada unidad de producción; esto incluye la mano de obra, material de empaque, materia prima y gastos de fábrica, así como el detalle del consumo teórico, la merma, el consumo estándar. Es decir un análisis general del costo de inventario.

2.2 Método actual para solicitar materiales.

Para solicitar materiales se toma como base el presupuesto de venta, seguidamente se elabora el análisis de explosión de materiales ya determinado la cantidad requerida de materiales, se compara con el reporte de existencias y se lanza la orden de compra.

2.2.1 Reporte de existencias.

Para llevar a cabo la explosión de materiales se procede a la elaboración de un reporte analítico (reporte de consumo y existencias), con el propósito de indicar las cantidades que se debe solicitar, este reporte se entrega mensualmente y en él se detalla:

a. Control de materia prima para 12 meses. (Qué cantidad de materia prima se consume mensualmente).

1. Cantidad mínima.
2. Cantidad media.
3. Cantidad máxima.

4. Promedio: se toman los 12 meses y con base en éste se puede considerar para cuánto tiempo alcanzará la materia prima. Es un tipo de alcance o referencia para la explosión de materiales.

b. Cantidad de materia prima en existencia. Para el control de éstas, se debe tomar en cuenta dos factores importantes:

1. Tránsito de importaciones.
2. Existencia en bodega.

El total de materia prima en existencia es la suma de lo que existe en tránsito de importaciones más la existencia en bodega. Éste también es tomado como un alcance o referencia para la explosión de materiales.

2.2.2 Explosión de materiales.

Los requerimientos necesarios para realizar la explosión de materiales son: presupuesto de ventas, mercadería en tránsito, tiempos de entrega, existencia en bodega.

Para proceder a realizar la explosión de materiales, se debe tener como referencia los inventarios al día, base de datos actualizada con los requerimientos de materiales por cada producto, disponibilidad total de inventario, tanto materia prima en existencia como mercadería en tránsito y, cantidades mínimas de producción bien definidas de los proveedores.

2.3 Método de evaluación de inventarios.

Se toma en cuenta el tránsito de importaciones; ocho días antes que ingrese la materia prima a la empresa, luego se envía la documentación, la misma incluye la factura y la lista de empaque, con base en la factura y lista de empaque se elabora una nota de entrada a bodega.

Los encargados de suministros realizan las solicitudes o requisiciones de materia prima, éstas se realizan con base en los requerimientos del programa de producción; el encargado de materia prima (Control del método de PEPS) revisa lo que los encargados de suministros solicitan para verificar que realmente sea lo correcto conforme al primero que entra primero que sale.

Existen excepciones como en toda empresa y ésto se debe a la caducidad de la materia prima, como lacas y tintas, pero ésta no sucede frecuentemente.

2.4 Análisis de riesgos.

El análisis de riesgo se refiere a una serie de supuestos que pueden afectar el abastecimiento de materiales antes mencionados, o bien aquellos que pueden afectar la materia prima dentro de las instalaciones.

La causa del deterioro de materia prima, producto en proceso y producto terminado, se puede deber a que el espacio de la bodega de inflamables, como lacas y barnices, no este preparada para futuras expansiones, y, el espacio asignado no sea el correcto para el manejo de estos, también, a que el espacio para el resto de materia prima y materiales, sea reducido, y no se le brinde la debida colocación.

3. PROPUESTA DEL SISTEMA DE GESTION DE INVENTARIOS

La propuesta consiste en obtener un manejo de inventario más estricto por medio de la priorización de materiales, con base al método de control de inventarios ABC, la utilización del método cíclico para pronosticar ventas futuras; así como el manejo efectivo y eficaz del presupuesto de requerimiento de materiales y presupuesto de producción; para detallar exactamente las necesidades en las órdenes de compra y órdenes de producción.

Se propone un control de requerimiento de materiales que detalle el momento preciso de la requisición de materiales, por medio de la determinación del punto de reorden y, la cantidad exacta a comprar, determinando el lote óptimo de compra , por medio del seguimiento de un plan detallado; se propone fijar cierta cantidad de fardos como inventario de seguridad, y, establecer una comunicación eficaz entre todos los departamentos de la empresa, fijando reuniones más consecutivas, para evaluar el cumplimiento de los objetivos propuestos, evaluar cambios en el entorno, y, si es necesario restablecer el plan de contingencia.

3.1 Método de control de inventarios ABC.

Efectuar un inventario mediante el conteo, colocando pedidos, recibiendo existencias, etc., requiere que el personal dedique tiempo, pero además representa costo para la organización, principalmente cuando estos recursos son limitados, lo mejor es utilizar los recursos disponibles para controlar inventarios de la mejor manera posible; es decir, concentrarse en los artículos más importantes del inventario.

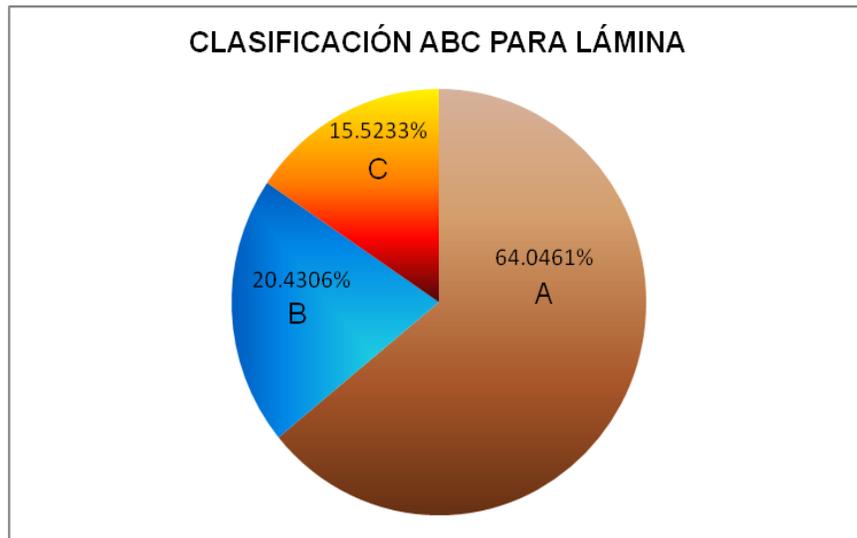
Se propone utilizar el método de control de inventario ABC o método de clasificación ABC para dar prioridad en cuanto a cantidad a solicitar y mantener en inventario desde el punto de vista monetario, es decir de mayor a menor costo:

- **A:** Alto volumen monetario.
- **B:** Volumen monetario medio.
- **C:** Bajo volumen monetario.

Tabla I. Clasificación ABC de lámina por tipo de calibre y tipo de medida.

PRODUCTO	Calibre de lámina	Medida de lámina	Cantidades producidas 2008	Costo de la lámina (Quetzales)	Porcentaje de utilización	Clasificación ABC
Tapas medicinales 18ml	Tipo A	G	103,408,787	11030270.61	12.9716%	A
Fondos medicinales 18ml	Tipo A	G	103,918,300	11084618.67	13.0356%	A
Cuerpo R-20	Tipo A	B	169,816,040	32345912.38	38.0389%	A
Cuerpo R-14	Tipo B	C	5,325	869.39	0.0010%	C
Tapas de betún pasta 22ml	Tipo A	A	6,477,098	1727226.13	2.0312%	B
Fondos de betún pasta 22ml	Tipo A	A	7,725,339	2060090.40	2.4227%	B
Tapas de betún pasta 48.5ml	Tipo A	A	23,172,235	4634447.00	5.4501%	B
Fondos de betún pasta 48.5ml	Tipo B	A	23,102,000	6160533.33	7.2448%	C
Tapas de betún pasta 115ml	Tipo C	D	15,832,933	6333173.20	7.4478%	C
Fondos de betún pasta 115ml	Tipo C	A	16,783,404	8951148.80	10.5266%	B
Tapas de betún pasta 240ml	Tipo D	E	352,925	376453.33	0.4427%	C
Fondos de betún pasta 240 ml	Tipo D	F	370,106	328983.11	0.3869%	C
Total			470,964,492	85033726.36	100%	

Figura 6. Gráfico de la clasificación ABC de lámina por tipo de calibre y tipo de medida.



3.2 Pronóstico de venta por producto.

En Tapametal de Guatemala, S.A. como se mencionaba anteriormente, el presupuesto de ventas se elabora con base en colocación de pedidos aproximadamente para tres meses y los próximos tres se basa en el análisis del historial de ventas, pero, para realizar este tipo de análisis no se cuenta con un método específico que ayude a determinar cantidades más exactas y proponerlas en el presupuesto de venta.

Para tener un mejor enfoque en la variante del mercado, se propone, para pronosticar con base en el historial de ventas que lleva la organización; utilizar de dos a tres años de ventas como mínimo, para determinar el tipo de tendencia de ventas.

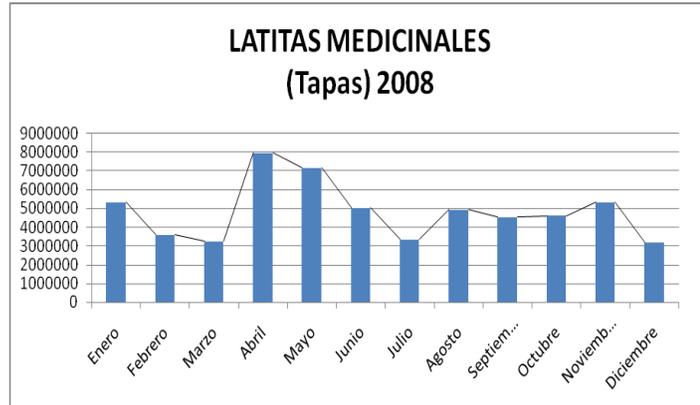
Para llevar a cabo el pronóstico de venta del año 2009 se necesita el historial de ventas de los años 2007 y 2008, con base en este historial se determinará el tipo de tendencia, para así trabajar el método de pronóstico que más se adecúe a este análisis; para efectos de este trabajo se llevará a cabo únicamente los pronósticos de venta de los productos de clasificación A.

Pronóstico 1, clasificación A (Tapas de latitas medicinales):

Tabla II. Datos de ventas mensuales del año 2007 y año 2008 (Tapas de latitas medicinales).

Latitas Medicinales (Tapas)		
Mes	2007	2008
Enero	3,003,060	5,299,980
Febrero	1,474,800	3,567,690
Marzo	2,871,240	3,241,290
Abril	2,985,540	7,943,700
Mayo	1,211,400	7,158,420
Junio	3,919,440	5,025,960
Julio	4,303,680	3,321,300
Agosto	5,005,440	4,941,960
Septiembre	3,947,220	4,512,240
Octubre	5,412,660	4,603,080
Noviembre	5,326,290	5,332,560
Diciembre	4,110,960	3,193,260

Figura 7. Gráfico curva de tendencia de ventas de tapas de latitas medicinales.



Según la tendencia de ventas del año 2008, el método de pronóstico para el año 2009 será el método cíclico, para el cual se utilizará los datos de ventas del año 2007.

Tabla III. Cálculo de pronóstico de venta 2009, para tapas de latitas medicinales.

2007	2008	Xh	i	Pronóstico 2009
3,003,060	5,299,980	4,151,520	0.97958288	5,191,770
1,474,800	3,567,690	2,521,245	0.59490703	2,122,444
2,871,240	3,241,290	3,056,265	0.72114909	2,337,453
2,985,540	7,943,700	5,464,620	1.28941886	10,242,757
1,211,400	7,158,420	4,184,910	0.98746151	7,068,664
3,919,440	5,025,960	4,472,700	1.05536776	5,304,236
4,303,680	3,321,300	3,812,490	0.89958616	2,987,796
5,005,440	4,941,960	4,973,700	1.17358254	5,799,798
3,947,220	4,512,240	4,229,730	0.99803713	4,503,383
5,412,660	4,603,080	5,007,870	1.18164521	5,439,207
5,326,290	5,332,560	5,329,425	1.25751857	6,705,793
4,110,960	3,193,260	3,652,110	0.86174327	2,751,770
Xv	4,238,048			60,455,071

Fórmulas:

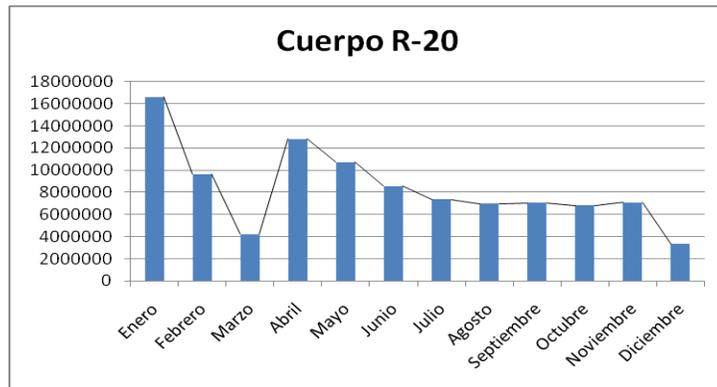
- $X_h = (\text{Ventas enero 2007} + \text{Ventas enero 2008})/2$
- $X_v = \sum(\text{Ventas 2007} + \text{Ventas 2008})/24$
- $i = (X_h/X_v)$
- **Pronóstico enero 2009** = $i * \text{Ventas del año 2008}$

Pronóstico 2, clasificación A (Cuerpo de pila seca R-20):

Tabla IV. Datos de ventas mensuales del año 2007 y año 2008 (Cuerpo de pila seca R-20).

Cuerpo R-20		
Mes	2007	2008
Enero	10,634,400	16,597,800
Febrero	9,808,200	9,629,400
Marzo	4,879,800	4,220,400
Abril	1,431,600	12,799,200
Mayo	8,483,400	10,738,800
Junio	9,169,800	8,527,200
Julio	7,813,800	7,357,800
Agosto	7,767,000	6,955,200
Septiembre	8,661,000	7,035,600
Octubre	14,400,600	6,806,400
Noviembre	13,742,400	7,071,600
Diciembre	13,214,400	3,308,400

Figura 8. Gráfico curva de tendencia de ventas de cuerpo de pila seca R-20.



Según la tendencia de ventas del año 2008, el método de pronóstico para el año 2009 será el método cíclico, para el cual se utilizará datos de ventas del año 2007.

Tabla V. Cálculo de pronóstico de venta 2009, para cuerpo de pila seca R-20.

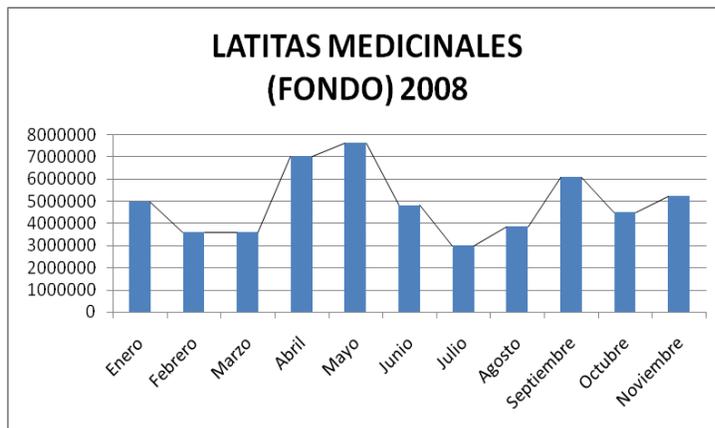
2007	2008	Xh	i	Pronóstico 2009
10,634,400	16,597,800	13,616,100	1.54835298	25,699,253
9,808,200	9,629,400	9,718,800	1.10517204	10,642,144
4,879,800	4,220,400	4,550,100	0.51741401	2,183,694
1,431,600	12,799,200	7,115,400	0.80912676	10,356,175
8,483,400	10,738,800	9,611,100	1.09292495	11,736,702
9,169,800	8,527,200	8,848,500	1.00620599	8,580,120
7,813,800	7,357,800	7,585,800	0.86261823	6,346,972
7,767,000	6,955,200	7,361,100	0.8370665	5,821,965
8,661,000	7,035,600	7,848,300	0.89246838	6,279,051
14,400,600	6,806,400	10,603,500	1.20577558	8,206,991
13,742,400	7,071,600	10,407,000	1.18343061	8,368,748
13,214,400	3,308,400	8,261,400	0.93944399	3,108,057
Xv	8,793,925			107,329,871

Pronóstico 3, clasificación A (Fondo de latitas medicinales 18 ml):

Tabla VI. Datos de ventas mensuales del año 2007 y año 2008 (Fondos de latitas medicinales 18 ml).

Latitas Medicinales (fondos)		
Mes	2007	2008
Enero	3,418,260	4,958,340
Febrero	1,141,260	3,585,240
Marzo	2,711,700	3,579,720
Abril	2,929,740	7,010,400
Mayo	1,501,440	7,602,420
Junio	3,576,960	4,809,300
Julio	3,763,260	2,979,420
Agosto	4,887,960	3,854,340
Septiembre	4,316,640	6,080,280
Octubre	5,198,460	4,483,620
Noviembre	4,062,720	5,199,840
Diciembre	4,607,820	2,126,580

Figura 9. Gráfico curva de tendencia de ventas de fondos de latitas medicinales 18 ml.



Según la tendencia de ventas del año 2008, el método de pronóstico para el año 2009 será el método cíclico, para el cual se utilizará datos de ventas del año 2007.

Tabla VII. Cálculo de pronóstico de venta 2009, para fondos de latitas medicinales 18 ml.

2007	2008	Xh	i	Pronóstico 2009
3,418,260	4,958,340	4,188,300	1.02168485	5,065,861
1,141,260	3,585,240	2,363,250	0.5764861	2,066,841
2,711,700	3,579,720	3,145,710	0.7673577	2,746,926
2,929,740	7,010,400	4,970,070	1.21238814	8,499,326
1,501,440	7,602,420	4,551,930	1.11038797	8,441,636
3,576,960	4,809,300	4,193,130	1.02286307	4,919,255
3,763,260	2,979,420	3,371,340	0.8223974	2,450,267
4,887,960	3,854,340	4,371,150	1.06628889	4,109,840
4,316,640	6,080,280	5,198,460	1.2681011	7,710,410
5,198,460	4,483,620	4,841,040	1.18091284	5,294,764
4,062,720	5,199,840	4,631,280	1.12974444	5,874,490
4,607,820	2,126,580	3,367,200	0.82138749	1,746,746
Xv	4,099,405			58,926,362

3.3 Presupuestos.

El presupuesto de producción se debe elaborar a raíz del presupuesto de venta, con el fin de prever la utilización de la mano de obra, tiempo de entrega del producto, tiempo de realización del producto y fecha de inicio de producción, generando finalmente las órdenes de producción; así mismo se debe elaborar el presupuesto de compra o presupuesto de requerimiento de materiales, con el fin de establecer un control exacto en la cantidad de materiales a comprar, (sin olvidar el porcentaje de desperdicio fijado en cada corrida de producción), costo

de los materiales y tiempo de entrega de los materiales, generando finalmente lo que son las órdenes de compra; el estudio de mercado, los pronósticos, el lote económico de compra, son base para la fijación del presupuesto de compra.

La organización deberá realizar el presupuesto de compra o presupuesto de requerimiento de materiales y el presupuesto de producción desde el punto de vista de un sistema total de administración, no determinado para cada seis meses sino determinarlo anualmente, lo que significa que todas las áreas como producción, compras, financiera, deben trabajar como una sola es decir trabajo en equipo como se conoce actualmente, y así fijar estos presupuestos como un plan de negocios, previendo los posibles riesgos que afectan a las ventas, siendo estos los siguientes factores:

- Inflación,
- Ingreso disponible,
- Condiciones económicas,
- Cambios en el mercado,
- Aparición de nuevos productos,
- Políticas de precio, etc.

Los presupuestos servirán como medio de comunicación de los planes de trabajo de toda la organización, proporcionará bases que permitirán evaluar la actuación de los distintos segmentos, o áreas de actividad de la empresa en un tiempo determinado, ya sea a corto o largo plazo.

3.4 Costo de almacenamiento.

El costo de almacenaje se determina como un costo de oportunidad, por ejemplo si se tiene determinada cantidad en existencia, sin rotación o por mantener estas cantidades no se cuenta con espacio suficiente, se pierde la oportunidad de aprovechar las ofertas actuales del mercado.

Como bien se sabe entre más se ahorre en el banco más intereses y beneficios se generan, lo que significa que el costo de almacenaje se determina con base a la tasa de interés más alta que ofrece el sistema bancario en nuestro país, por ejemplo si el inventario incurre arriba del millón de dólares, el costo de almacenaje es la tasa de interés por el millón de dólares, más otras tasas de mantenimiento, que se mencionan seguidamente.

El costo de almacenaje se calcula mediante la siguiente ecuación:

I=Tasa de almacenamiento expresada en porcentaje del precio unitario.

Donde:

$$I = Ta + Tb + Tc + Td + Te$$

Ta (tasa de almacenamiento físico) = (Costo por m² = US3.00 *12 meses)

$$Ta = (Q288.00/m^2) / (Q12, 800 / fardo / 10 fardos/m^2)$$

$$Ta = 0.225\%$$

Tb (tasa del retorno del capital detenido en existencias) = porcentaje anual del sistema bancario, se toma la tasa pasiva, según la publicación de tasas de

interés aplicadas a moneda nacional de las Instituciones Bancarias y Sociedades Financieras Privadas:

$$Tb = 4.25\%$$

Tc (tasa de seguros del material almacenado) = porcentaje de costo de seguros determinada por la organización por fardo:

$$Tc = 0.5\%$$

Td (tasa de transporte, manipulación y distribución) = porcentaje de manipulación determinada por la organización por fardo:

$$Td = 0.05\%$$

Te (tasa de obsolescencia del material) = porcentaje de obsolescencia estimada por fardo:

$$Te = 0.001\%$$

Tabla VIII. Resumen de datos para el cálculo de la tasa de Almacenamiento.

RESUMEN	
Tasa de almacenamiento físico	0.225%
Tasa del retorno del capital detenido en existencias	4.25%
Tasa de seguros del material almacenado	0.5%
Tasa de transporte, manipulación y distribución	0.05%
Tasa de obsolescencia del material	0.001%

Cálculo:

$$I = 0.225\% + 4.25\% + 0.5\% + 0.05\% + 0.001\%$$

Tabla IX. Tasa de almacenamiento en porcentaje del precio unitario por fardo.

<i>I (Tasa de almacenamiento)</i>	5.026%
-----------------------------------	---------------

$$\text{Costo anual de almacenamiento} = Q12,800 / \text{fardo} * 5.026\% = Q643.33$$

Tabla X. Costo anual de almacenamiento por fardo.

<i>Costo anual de almacenamiento</i>	Q643.33/fardo
--------------------------------------	----------------------

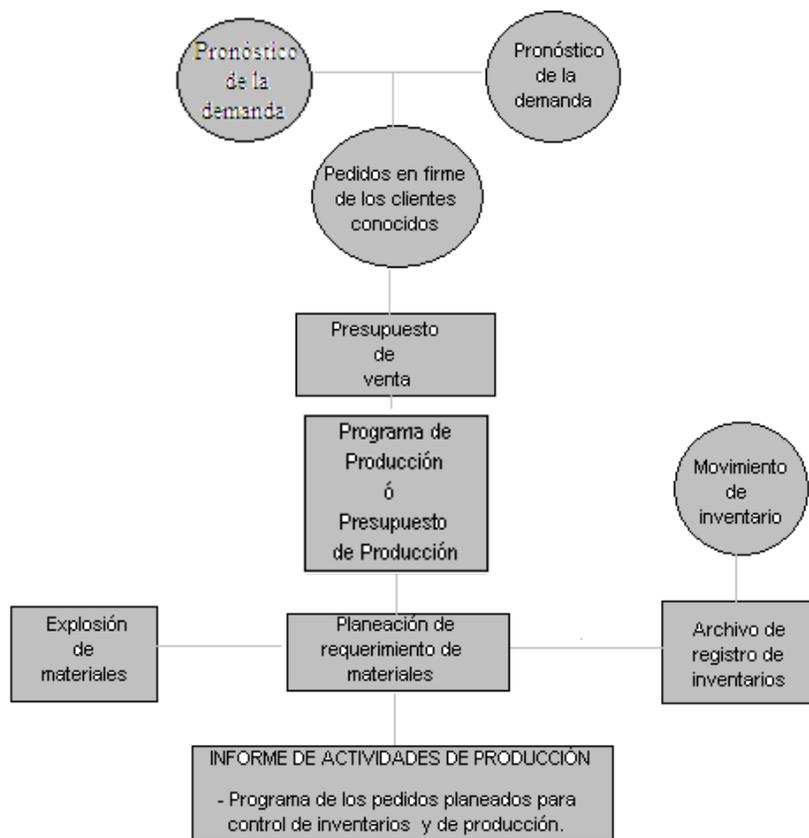
Nota: Aproximadamente el costo por lámina es de US2.00 y la cantidad de láminas tomadas por fardo es de 800 láminas.

3.5 planeación de requerimiento de materiales (MRP).

El propósito de la planeación de requerimiento de materiales es controlar los niveles de los inventarios, asignar a los bienes prioridades en la operación y planear la capacidad para cargar el sistema de producción; es decir “llevar los materiales indicados al lugar correcto en el momento oportuno”, es una de las mejores técnicas de administración en cuanto a control de las cantidades de pedidos y puntos de nuevos pedidos.

Se propone un control de requerimiento de materiales que detalle el momento preciso de la requisición de materiales y la cantidad exacta a comprar, por medio del seguimiento de un plan detallado que utilice el presupuesto de ventas, presupuesto de producción o programa de producción, la lista de materiales ya explosionados y el registro de inventario.

Figura 10. Estructura de la planeación de requerimiento de materiales (MRP).



3.5.1 Determinar los materiales mínimos óptimos necesarios para la lámina.

Determinar los materiales mínimos óptimos necesarios, ya que es importante que cuando se lance una orden de compra será con las cantidades que realmente se requieren para poder cubrir con la producción y con la demanda sin incurrir en un costo demasiado elevado, este costo es el costo de almacenaje, al mismo tiempo se podrá contar con espacio suficiente en las bodegas, al igual que, no se incurrirá en inventarios inflados o falta de materiales.

3.5.1.1 Modelo de lote óptimo de compra.

Como antes se menciona existen varios modelos para determinar el lote económico de compra, se propone la utilización del modelo llamado, modelo de lote económico o modelo de la cantidad económica a ordenar (EOQ) sin déficit, el cual nos sirve para determinar un inventario óptimo, el punto o tiempo de pedido y el tamaño de la compra.

Este modelo se utiliza cuando los niveles de existencias se reducen con el tiempo y después se reabastecen con la llegada de nuevas unidades. Es el mas semejante ya que si juntamos la elaboración de todos los productos en un periodo determinado por la alta gerencia y nos enfocamos únicamente a la materia prima como la lámina, la demanda sería constante, actualmente se revisa mensualmente los inventarios, pero en esta propuesta se revisará cada semana o cada dos semanas máximo, el tiempo de abastecimiento de la lámina está estipulado y su variación es poca, regularmente los costos suelen mantenerse en un rango establecido.

La ventaja de este modelo es la de poder establecer un control de inventarios por máximos y mínimos, como desventaja encontramos que para cada producto, es necesario llevar el procedimiento antes descrito.

Actualmente se utilizan tres tipos de calibre de lámina, la lámina se compra por tonelada métrica, la cantidad de latas/lámina, varía según la presentación que se trabaje, la cantidad cuerpos de pila seca/ lámina, también varía según la presentación que se trabaje.

Tabla XI. Cantidad de producto por tipo de lámina según planos de la organización.

Tamaño de la lata	Tapa Unidades/lámina	Fondo Unidades/lámina
2.6ml	200	202
18ml	150	150
22ml	60	60
48.5ml	80	60
52ml	80	60
96ml	40	30
115ml	40	30
142ml	20	20
240ml	15	18
Cuerpo de pila seca (R-20) 84 Cuerpos/lámina		
Cuerpo de pila seca (R-14) 98 Cuerpos/lámina		

Tabla XII. Porcentaje de desperdicio por corrida de producción.

Tamaño de la lata	Porcentaje de desperdicio por corrida de producción
2.6ml	20%
18ml	20%
22ml	20%
48.5ml	20%
52ml	20%
96ml	20%
115ml	20%
142ml	20%
240ml	20%
R-14	20%
R-20	20%

Cálculo del lote económico simple para productos clasificación A:

Según el presupuesto de venta elaborado para el año 2009, se determinó que la demanda de productos anual es de 107, 329, 871 unidades de cuerpo de pila seca R-20.

Como ya se sabe, las latas medicinales utilizan el calibre tipo A para el cuerpo de pila seca y según los planos de lámina, son 84 cuerpos por lámina y el porcentaje de desperdicio es de 20% del total del fardo que contiene 800 láminas aproximadamente.

Total de fardos (Cuerpo de pila seca R-20) = 107, 329, 871 unidades de tapas / 800 láminas por fardo / 84 cuerpos de pila por lámina = 1, 597 + (1, 597 * 0.20) = 1917 fardos requerido.

Tabla XIII. Total de fardos pronosticados para los productos de clasificación A.

Clasificación A	
Cuerpo R-20	1917
Tapa latas medicinales	605
Fondo de latas medicinales	589

Tabla XIV. Datos generales para determinar el lote óptimo de compra de la lámina.

Demanda de cuerpo de pila seca R-20	1, 917 fardos
Costo anual de almacenamiento por unidad	(Q12, 800 / fardo * 5.026%) Q643.33/ fardo
Costo de emisión de pedido (Desaduanaje (Aranceles + impuestos) + tramitador + transporte + gastos administrativos (servicios varios + depreciación + sueldos)	Q7, 825/ pedido

$$Q^* = \sqrt{2 * (1,917) * 7, 825) / (643.33)}.$$

$$Q^* = 216 \text{ fardos.}$$

$$\text{Núm. de órdenes} = D / Q^* = 1, 917 / 216 = 8.88 \text{ veces.}$$

$$\text{Tiempo de agotamiento} = Q^* / D = 216 / 1, 917 = 0.11 = 1.35 \text{ meses.}$$

$$\text{Costo total de los pedidos de un año} = ((D/Q) * \text{costo de pedido}) = (1, 917 / 216) * 7, 825 = 69, 455.99.$$

$$\text{Costo total de almacenamiento por un año} = ((Q/2) * \text{costo de almacenaje}) = (216/2) * 643.33 = 69, 455.99.$$

$$\text{Costo total de inventario según la NIC 2 (Normas Internacionales de Contabilidad)} = ((216 * 12, 800) + (69, 455.99) + (69, 455.99)) = 24, 671, 454.$$

Tabla XV. Resumen de los cálculos realizados para el cuerpo de pila seca R-20.

RESUMEN (CUERPO DE PILA SECA R-20)	
Núm. órdenes	8.87616459
Tiempo de agotamiento	0.11266127
C. total de pedido	69455.9879
C. total de almacenaje	69455.9879
Costo total	24671454

Según el procedimiento, para el cálculo del lote económico simple para cuerpo de pila seca R-20, el lote económico simple para los siguientes productos de clasificación A, en este caso tapas de latitas medicinales 18 ml y fondos para latitas medicinales 18 ml. (véase tabla XVI)

Tabla XVI. Lote económico simple de compra para productos de clasificación A.

LOTE ECONÓMICO SIMPLE DE COMPRA	
Producto	Cantidad
Cuerpo R-20	216
Tapa y fondo de latas medicinales	170

Tabla XVII. Resumen de los cálculos realizados para la tapa y fondo latitas medicinales 18 ml.

RESUMEN (TAPA Y FONDO DE LATITAS MEDICINALES 18 ML)	
Núm. órdenes	7.00531149
Tiempo de agotamiento	0.14274883
C. total de pedido	54816.5624
C. total de almacenaje	54816.5624
Costo total	15390456.6

3.5.1.2 Nivel de reorden.

Para el caso de Tapametal de Guatemala, S.A. no se debe olvidar que el nivel de reorden es aquel que indica que la existencia de determinado material ha llegado a cierto nivel y que debe hacerse un nuevo pedido; el punto debe ser aquel que le permita seguir produciendo mientras llega el otro pedido.

Para esto se debe tener presente algunos factores para determinar con exactitud el nivel de reorden, siendo estos:

- **Consumo diario:** es el promedio de dividir la demanda entre los días de cobertura de pedido para el cuerpo de pila seca R-20; el dato fue generado en el punto anterior para este caso es 5.25 fardos diarios.
- **Tiempo de envío de pedido:** es el tiempo que tarda el departamento de compras en cotización, negociar, y formular la orden de compra. Este tiempo no deberá exceder de dos a tres días.
- **Tiempo de surtido proveedor, transportación y entrega:** es el tiempo en que el proveedor recibe el pedido y ordena el surtido, facturación y embarque, el retardo que tenga en entregas anteriores, y, el tiempo que tarda en llegar la mercancía desde que sale de la bodega del proveedor a las instalaciones de la empresa. Este dato según el departamento de compras es aproximadamente de 90 días.

Matemáticamente para determinar el nivel de reorden se utiliza la siguiente fórmula:

Nivel de reorden = ((Promedio diario de consumo * tiempo de entrega) + existencia de seguridad).

Nivel de reorden = 5.25 fardos por día * 90 días = 473 fardos + existencia de seguridad.

Nivel de reorden = aproximadamente 8 días antes de que ingrese lámina de dos órdenes de compra anteriores, es el día en que se debe ingresar la orden de compra para el abastecimiento de los próximos 41 días, después de que ingrese la orden de compra anterior; por lo tanto ya se debe haber previsto cotizaciones, negociaciones y tener lista la orden de compra, únicamente para lanzarla.

Tabla XVIII. Resumen de nivel de reorden para productos clasificación A.

NIVEL DE REORDEN	
Producto	Cantidad
Cuerpo R-20	473 + inventario de seguridad
Tapa y fondo de latas medicinales	294 + inventario de seguridad

Figura 11. Gráfico del nivel de reorden para la demanda de cuerpo de pila seca R-20.

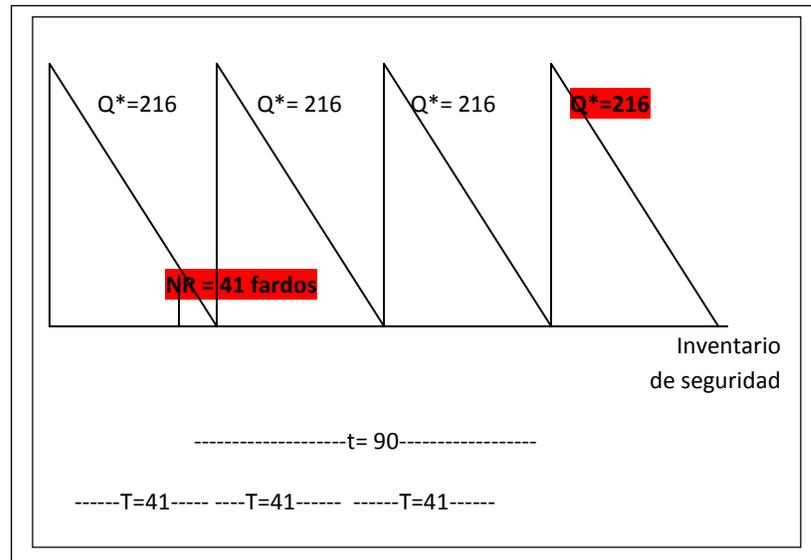
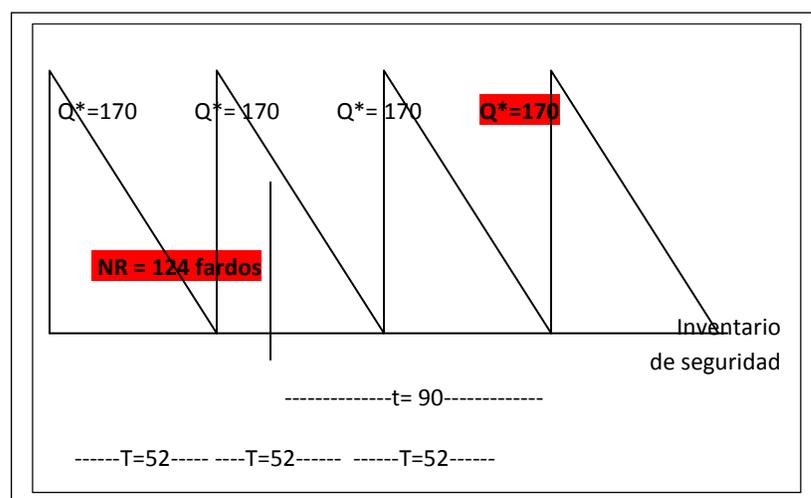


Figura 12. Gráfico del nivel de reorden para la demanda de tapas y fondos de latitas medicinales 18 ml.



3.5.1.3 Inventario de seguridad.

El inventario de seguridad se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$IS = \frac{\text{(planificado)}}{\text{(Ciclo)}} * \text{política}$$

Donde:

IS = inventario de seguridad.

Planificado = demanda anual 1, 917 fardos

Ciclo= 12 meses

Política = tiempo de entrega - promedio de tiempos de entrega.

Donde:

Tiempo de entrega = 3 meses

Promedio de tiempo de entrega = $(2.8 + 2.9 + 2.7 + 2.7) / 4 = 2.775$

(Datos según historial de entregas de materia prima).

$$\text{Política} = 3 - 2.775 = 0.225$$

$$IS = (1, 917 / 12 \text{ meses}) * 0.225$$

$$IS = 159.75 * 0.225 = 36 \text{ fardos}$$

Tabla XIX. Inventario de seguridad para cuerpo de pila seca R-20.

INVENTARIO DE SEGURIDAD PARA CUERPO DE PILA SECA R-20
36 fardos * 1.64 = 59 fardos 0.03% del total de la demanda

Tabla XX. Inventario de seguridad para tapas y fondos de latitas medicinales 18 ml.

INVENTARIO DE SEGURIDAD PARA TAPA Y FONDO DE LATITAS MEDICINALES 18 ML
22.38 fardos * 1.64 = 37 fardos 0.03% del total de la demanda

Nota: este enfoque sólo considera la probabilidad de quedarse sin existencias, no la cantidad de unidades que faltarían; para un nivel de confianza del 95% en el dato, se utiliza el valor de $Z=1.64$. Según el libro de administración de producción y operaciones, página 591.

3.6. Análisis del cumplimiento de pronósticos, según lote económico de compra.

Tabla XXI. Pronóstico 2009 productos clasificación A.

	Tapa 18 ml	Fondo 18 ml	Total Demando 2009 lámina calibre tipo A y tamaño tipo G	Cuerpo R-20
Enero	52	51	103	459
Febrero	21	21	42	190
Marzo	23	27	51	39
Abril	102	85	187	185
Mayo	71	84	155	210
Junio	53	49	102	153
Julio	30	25	54	113
Agosto	58	41	99	104
Septiembre	45	77	122	112
Octubre	54	53	107	147
Noviembre	67	59	126	149
Diciembre	28	17	45	56
Total	605	589	1194	1917

Figura 13. Gráfico de pronóstico 2009 para cuerpo de pila seca R-20.

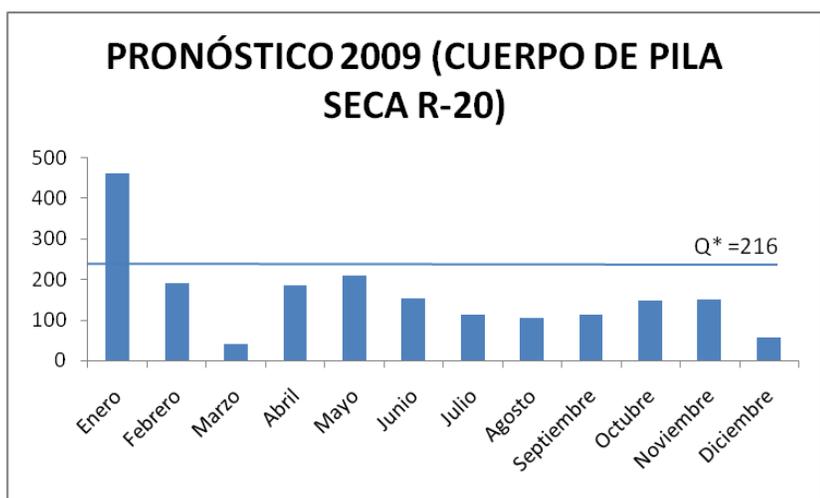
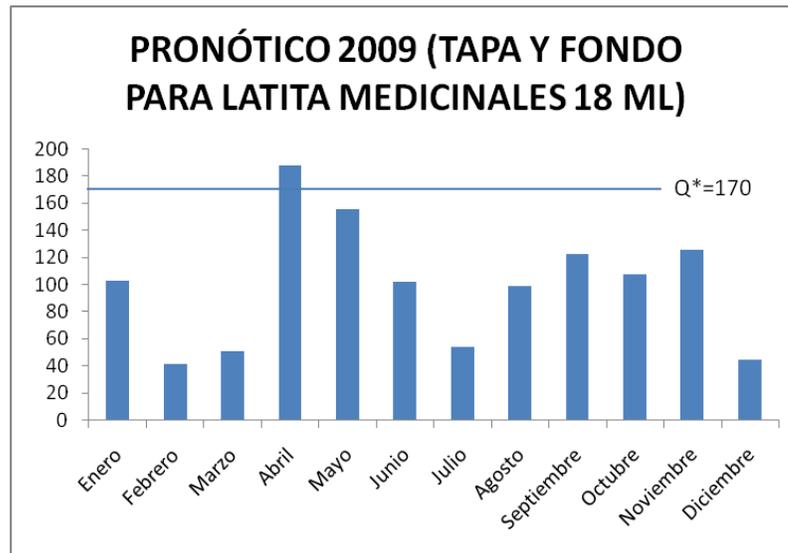


Figura 14. Gráfico de pronóstico 2009 para tapa y fondo de latitas medicinales 18 ml.



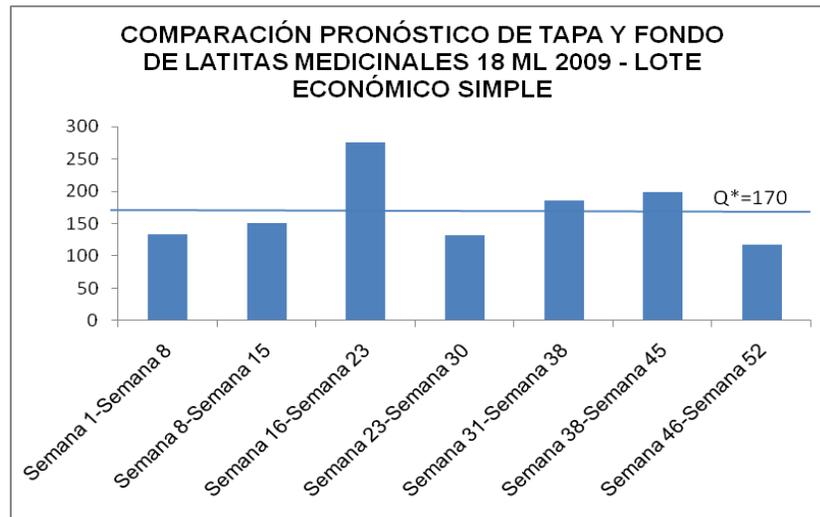
Como se puede observar en la figura 14 en la semana 1 – semana 6, no se cumple con los requerimiento, al igual que en la semana 13 – semana 18, y, semana 18 - semana 23, por lo tanto se propone en el formato de “Análisis del cumplimiento de pronósticos, según lote económico de compra (Cuerpo de pila seca R-20)” (Ver apéndice 2) una variación en la cantidad de lote económico de compra e inventario de seguridad, para cumplir con la demanda según pronósticos 2009.

Figura 15. Gráfico de comparación pronóstico de cuerpo de pila seca R-20 2009 - lote económico de compra.



Como se puede observar en la figura 15, en la semana 15 – semana 23, no se cumple con los requerimiento, al igual que en la semana 30 – semana 37, y, semana 38- semana 45, por lo tanto se propone en el formato de “Análisis del cumplimiento de pronósticos, según lote económico de compra (Tapa y fondo de latitas medicinales 18 ml)” (Ver apéndice 3) una variación en la cantidad de lote económico de compra e inventario de seguridad, para cumplir con la demanda según pronósticos 2009.

Figura 16. Gráfico de comparación pronóstico de tapa y fondo de latitas medicinales 18 ml 2009 - lote económico de compra.



3.7 Método de valuación de inventarios.

Para efectos del procedimiento de producción de la empresa, sin duda el mejor método es el método PEPS (Primero en Entrar, Primero en Salir); ya que utiliza siempre el mismo tipo de materia prima para todos los productos, independientemente que, según la Norma Internacional de Contabilidad (NIC) específicamente la NIC 2, en el año 2008. El Comité de Normas Internacionales de Contabilidad (IASC) estableció que ninguna empresa debe utilizar el método de valuación de inventarios UEPS (Último en Entrar, Primero en Salir), debido a la constante inflación.

El Comité de Normas Internacionales de Contabilidad (IASC) es la entidad privada independiente que tiene por objetivo lograr uniformidad en los principios

y normas de contabilidad que son utilizados por las distintas organizaciones en la información financiera alrededor del mundo.

Una de las formas para controlar el sistema PEPS es por medio de etiquetas de control que indiquen el estado actual de todas las materias primas, ordenar los productos en bodega conforme las entradas siempre previendo la caducidad de algunas materia prima y revisión periódica de todas las materia prima, se propone revisión de todas las materia prima cada semana o cuando ingrese un gran lote de materia prima.

Es importante independientemente de llevar un control físico de los inventarios, llevar un control en cuanto a costos, aunque ya se tenga claro qué método se utilizará, como se describió anteriormente, la empresa lleva este control por medio del costo estándar, que es un costeo general de cada producto, más que todo para definir costo de venta, pero la implementación de un formato que detalle el valor del inventario actual por cada materia prima es de gran utilidad para que este control que ayude a tomar grandes decisiones a nivel de alta gerencia. Ver apéndice 1, “Control de costeo en base al método PEPS”.

3.8. Plan de contingencia.

Existen diversos factores o una serie de supuestos que no permiten el flujo continuo y propuesto de la adquisición de recursos, por lo que se debe tener presente éstos: (escasez de gasolina. que el embarque en el que esta nuestra mercadería quede detenido temporalmente, problemas en los puertos de otros países, mal registro de la mercadería, accidentes de carretera, problemas legales del embarque, problemas legales con el transporte aéreo, problemas

legales con el transporte terrestre, mal clima, accidentes automovilísticos, Terremotos, huracanes, incendios, robos con violencia, y, alza de precios).

En este plan es importante establecer los máximos y mínimos del inventario, en este caso, el mínimo es nuestro inventario de seguridad, como antes se mencionaba es importante tener una comunicación eficaz en los departamentos dentro de la empresa, por lo que la elaboración de estos planes tanto de requerimiento de materiales como el plan de contingencia, se deberán revisar semanalmente, así cualquier disconformidad con lo establecido se comunica y corrige para un mejor control de los recursos de la empresa.

3.9 Metas y objetivos del sistema.

En todo proyecto, trabajo o diversas situaciones de la vida, se fijan metas, éstas son importantes para establecer claramente que se pretende alcanzar, para ello es necesario fijar una serie de objetivos que permitan su logro; es preciso tomar en cuenta que los objetivos deben ser medibles, alcanzables y reales.

La meta de este sistema es controlar la trazabilidad de los recursos de la empresa, con el fin de evitar demoras en la entrega de productos, costos elevados de almacenaje, pérdidas por deterioro o escasez de materia prima.

Los principales objetivos del sistema de gestión de inventarios son:

- Lanzar oportunamente una orden de compra, tomando en cuenta el nivel de reorden y el lote óptimo de compra.

- Verificar la funcionalidad del método propuesto de pronóstico, por medio de la comparación entre ventas reales versus ventas proyectadas, lo cual determinará su continuidad durante los próximos años.
- Mantener un stock de seguridad fijado.
- Cumplir con la demanda pronosticada analizando la cobertura de materia prima según el lote óptimo de compra fijado para cada período. (se deberá evaluar este cumplimiento constantemente comparando estos datos propuestos con la cantidad fijada por el cliente para cierto período).
- Calcular el costo de almacenaje de materias primas.
- Controlar los costos de inventario por cada tipo de lámina.

4. IMPLEMENTACIÓN

Se implementará el método cíclico para pronosticar las ventas del año 2009, este mismo ayudará a determinar con mayor exactitud el presupuesto de producción y el presupuesto de ventas, siendo estos fundamentales para el proceso de requerimiento de materiales.

Se implementará un formato de control de requerimiento de materiales detallando en este, el lote óptimo de compra y el punto de nuevo pedido siendo este muy importante para llevar un control más estricto; así mismo se implementará un control de costos para los productos de clasificación A, dicho control ayudará a determinar puntos críticos para la reducción de costos dentro de la organización.

En este capítulo se hace énfasis en la importancia del seguimiento estricto de las órdenes de compra para prever algún inconveniente que pueda alterar el flujo normal de la producción.

4.1 Implementar en el sistema de gestión de inventarios.

La implementación del sistema de gestión de inventarios fortalecerá a la organización en cuanto al control de cantidades a ordenar, determinación de existencias de seguridad y control de costos.

4.1.1 Pronósticos.

El buen manejo de los pronósticos ayudará a ser más eficientes y eficaces en la producción, los pedidos se tendrán listos en el momento preciso, no existirá retrasos o demoras en la entrega de productos al cliente, al mismo tiempo el control en cuanto al manejo de inventarios, será más estricto y planificado.

Se tomará en cuenta que el método más efectivo para pronosticar es el método cíclico, según tendencias de venta de la muestra tomada, en este caso los productos de clasificación A, como se describió en el punto 3.1.

4.1.2 Presupuestos.

El presupuesto de requerimiento de materiales será la cantidad de producto que la compañía decide fabricar en función de los pronósticos, comparación de pronósticos con el lote económico de compra y la capacidad instalada.

4.1.3 Lote óptimo de compra.

Se debe analizar dos factores muy importantes en cuanto al establecimiento del lote óptimo de compra, primero el costo y segundo el volumen de la cantidad requerida o almacenada.

Para determinar el lote óptimo de compra se debe seguir el procedimiento propuesto anteriormente para cada tipo de lámina y realizar la comparación del cumplimiento de pronósticos.

4.1.4. Inventarios de seguridad para materia prima.

El inventario permite reducir los costos a que da lugar la falta de continuidad en la producción, además es una protección contra aumento de precios y contra la escasez de materia prima.

Se implementará el método propuesto en el punto 3.5.1.3, estableciendo un porcentaje sobre la demanda total de cada producto, que deberá permanecer en bodega.

4.1.5 Factibilidad de los métodos propuesto.

La utilización del formato de planeación de requerimiento de materiales (ver apéndice 6) ayudará a controlar la existencia de la materia prima, determinando la cantidad requerida en el momento de colocar una orden de compra, y, ayudará a que el encargado de compras coloque esta orden en el tiempo exacto evitando así retrasos en la entrega de pedidos; este formato, se ayudará por medio de la determinación del lote óptimo de compra y el punto de nuevo pedido.

Lo más importante en toda organización es el control de costos, el cual se utiliza para determinar puntos críticos en la administración de inventarios y tomar decisiones en cuanto a reducción de estos; por lo que se implementará en la organización el “Costeo de inventario para cuerpo de pila seca R-20 (semanal)” (Ver apéndice 4), y, “Costeo de inventario para tapa y fondo de latitas medicinales (semanal)” (Ver apéndice 5), para lo que son productos de clasificación A.

4.1.6 Factibilidad del sistema de gestión de inventarios (trazabilidad de los pedidos).

4.1.6.1 Órdenes de compra al día.

Se debe verificar el inventario en existencia, la mercadería en tránsito, el lote óptimo de compra, la calificación de proveedores (para esto se debe realizar una encuesta a cada uno de los proveedores, ya sea por medio de INTECAP (Instituto Técnico de Capacitación y Productividad) o por programas diseñados para este fin), estadísticas de tiempos de entrega y evaluar el entorno para que la orden de compra se lance en el tiempo preciso. (Nivel de reorden).

Lo más importante de las órdenes de compra es el seguimiento que se les brinde a éstas, día con día, para verificar que la materia prima llegue cuando se requiera, para llevar a cabo este proceso, es conveniente que una sola persona se encargue de llevar el control.

4.1.6.2 Órdenes de producción al día.

Tomar en cuenta el inventario de seguridad, el tiempo exacto de entrega de materia prima, inventario en existencia y plazo de entrega de producto a los clientes para determinar las órdenes de producción.

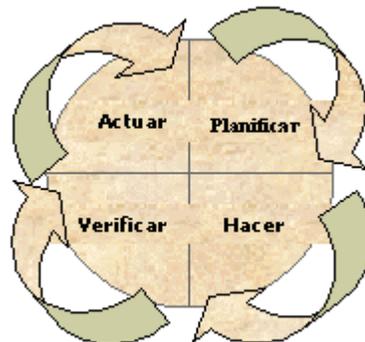
Para generar estas órdenes de producción se debe tomar como base el presupuesto de producción y tomar en cuenta la capacidad instalada de las líneas de producción, porcentajes de desperdicio por corrida de producción, esto significa que para determinar cada orden de producción se debe trabajar en equipo con el fin de determinar las cantidades exactas a fabricar, así se

estará cumpliendo con el cliente, lo que significa que el producto será entregado en el tiempo exacto.

5. MEJORA CONTINUA

En este capítulo se aplica lo que es el ciclo de la mejora continua, que es planear, hacer, verificar y actuar, bien conocido como círculo de Deming (ver figura 18); por lo que el proceso de auditorías es fundamental dentro de este círculo, ya que éstas ayudan a determinar bajo una serie de eventos si se cumple o no con los objetivos propuestos dentro del sistema de gestión de inventarios.

Figura 17. Ciclo Deming.



Se debe auditar este proceso cada tres meses como máximo e incluir dentro del plan de cada auditoría la revisión de todos los alcances propuestos dentro del sistema de gestión de inventarios y si no se cumple con algún punto al 100%, se debe proponer un plan de acción que corrija las deficiencias del sistema e implementar esta acción, que el sistema sea mejor cada vez.

Dentro de la mejora continua se establece que es muy importante incluir capacitaciones constantes en los DNC (detección de necesidades de capacitación) anuales, para cada miembro de la organización relacionado con el

sistema de gestión de inventarios, con el fin de desarrollar constantemente mejoras en este sistema.

5.1 Auditorías internas.

Se debe tener claro que todo lo propuesto ha quedado documentado en el sistema de gestión de calidad de la organización; por lo que el proceso de auditoría es más sencillo, ya que únicamente se debe corroborar que realmente se cumple o no con lo propuesto en este sistema de gestión de inventarios, por medio de la auditorías de la documentación y auditorías de la implementación.

5.1.1 Programa de auditoría.

El encargado de auditorías internas en este caso es el departamento de organización y métodos de la organización, el cual debe planificar por lo menos cada tres meses auditorías sobre el sistema de gestión de inventarios, organizando de manera efectiva cómo se llevará a cabo cada una de las auditorías.

5.1.2 Plan de auditoría.

Se debe definir las actividades necesarias para llevar a cabo el proceso de auditorías, con reuniones consecutivas del equipo auditor quince días antes de la auditoría, para detallar claramente los puntos a evaluar y así cubrir con la revisión de todos los puntos importantes del sistema.

5.1.3 Acciones correctivas, preventivas y de mejora.

Es importante que dentro de los siguientes cinco a ocho días después de llevar a cabo una auditoría y que en ésta se hayan encontrado puntos débiles del sistema, establecer un plan de acción para mejorar el sistema y que la fecha propuesta para finalizar la mejora no sea en un período de tiempo muy prolongado.

Si no se ha llevado a cabo la auditoría propuesta en el programa y se ha detectado una necesidad de mejora antes del tiempo de esta auditoría, se debe elaborar una acción de mejora detallando claramente el punto débil y la propuesta de mejora para el sistema de gestión de inventarios o bien se pretende evitar un error en la eficacia de algún punto en este sistema se debe elaborar una acción preventiva que indique claramente la acción o actividad que se llevara a cabo para evitar cualquier discrepancia en el sistema.

5.2 Indicadores.

La organización establece que mensualmente se publique en el sistema de gestión de calidad uno o varios indicadores de cumplimiento de metas y objetivos para cada departamento.

5.2.1 Cumplimiento de objetivos y metas.

Para efectos de mejorar el control en los objetivos propuestos en este sistema se establece el seguimiento semanalmente, quincenal o mensual de los siguientes indicadores:

- Porcentaje de cumplimiento de tiempo de entrega de los proveedores debe estar entre 90%-100%. Responsable directo, departamento de compras.
- Reducción de costos de almacenaje de materia prima. (Menor cantidad en bodega de materia prima), se debe comparar los costos de años anteriores con los actuales, y, establecer el porcentaje de reducción de estos. Responsable directo, departamento de compras y departamento de manufactura.
- Porcentaje de rotación de inventarios. (Para la determinación del porcentaje que ha rotado el material en el período establecido, se debe utilizar la siguiente fórmula: $\text{Rotación} = ((\text{Egreso o consumo de unidades} * 100) / \text{inventario total de existencias}))$, cada semana este porcentaje debe variar, este es un indicador clave de la calidad de desempeño del manejo de inventarios. Responsable directo, encargado de bodega de materia prima.
- 0% de materia prima obsoleta. Responsable directo, encargado de bodega de materia prima.
- 0% de producto terminado obsoleto. Responsable directo, encargado de bodega de producto terminado.
- Cumplimiento de las órdenes de compra; 0% en faltantes de materia prima, 100% en cumplimiento con el tiempo de entrega de materia prima, en el caso de la lámina no debe exceder de tres meses. Responsable directo, departamento de compras

- Cumplimiento de las órdenes de producción, 100% de cumplimiento en cuanto a la satisfacción del cliente, 0 paros en la producción por falta de materia prima. Responsable directo, departamento de producción y departamento de comercialización.
- Cumplimiento del pronóstico de ventas versus ventas reales, este porcentaje no debe disminuir del 90%. Responsable directo, departamento de comercialización.

5.3 Inventario de seguridad.

El establecimiento de la cantidad de inventario que debe mantenerse almacenada para que no se interrumpa la producción es un factor fundamental del control de inventarios, debido a que existe una serie de supuestos antes mencionados que afectan el flujo normal de importaciones, por lo que obstruyen el proceso de producción o bien una cantidad alta en existencia representa un costo elevado para la empresa.

5.4 Inventarios obsoletos.

Se debe cumplir con el indicador de 0% de materia prima obsoleta en la bodega de la organización, ya que esto representa un costo demasiado elevado en cuanto al control de los inventarios.

5.4.1 Revisiones semanales.

Se debe realizar una revisión semanal de cada materia prima físicamente, esto quiere decir llevar un control detalladamente de PEPS dentro de las bodegas de la organización y en cuanto a producto terminado, evitar tener un stock de seguridad, ya que los artes de cada producto con el tiempo se vuelven obsoletos.

5.5 Capacitación

Incluir en los DNC (detección de necesidades de capacitación) capacitaciones constantes referente a todo el sistema de gestión de inventarios para cada miembro de la organización, con el fin de adaptar mejor el sistema y que este tenga un mejor control y obtener una comunicación eficaz dentro de la organización.

5.5.1 Sistema de gestión de inventarios.

Toda la organización debe comprender la importancia de reducir costos por medio de la administración eficiente de inventarios y saber que cada uno de los colaboradores son parte del manejo y mejora de este sistema y que sin el trabajo, conocimientos y ayuda de cada uno de ellos no se cumpliría con las metas propuestas por la organización.

5.5.1.1 Importancia.

La organización debe comprender la importancia de mantener al mínimo los inventarios, de dar seguimiento a las órdenes de compra, de mejorar el control físico de los inventarios, cumplir con las órdenes de producción, de controlar constantemente el flujo de las materia prima, etc.

5.5.1.2 Utilidad.

La implementación de nuevos métodos para el control de inventarios y la constante capacitación sobre estos harán de la administración de inventarios algo fácil, ágil y eficiente para la organización.

5.5.1.3 Ventajas.

Una de las ventajas es la reducción de costos en cuanto a optimización del lote óptimo de producción y producción en continua.

5.6 Monitoreo del plan de contingencia.

Evaluar constantemente los cambios del mercado, las posibles causas de retrasos de materia prima, inflaciones, estados climáticos ayudaran a tomar decisiones más fácilmente y a modificar la producción para que nunca se generen problemas por falta de materia prima o retrasos en la entrega de producto terminado.

CONCLUSIONES

1. El porcentaje de materia prima para la clasificación A, según el método de inventarios ABC es de 64.05%, clasificación B es de 20.43% y clasificación C es de 15.52%. Por lo que la lámina utilizada para el cuerpo de pila seca R-20 y latitas medicinales es la que mayor volumen monetario representa para la organización.
2. Las proyecciones realizadas dentro de la organización varían del 5%-8% sobre las ventas reales, con el seguimiento del método propuesto para pronosticar ventas, se espera que al finalizar el año este porcentaje de variación reduzca a un 2%-3%.
3. La determinación del lote económico de compra permitirá la reducción de costos, igual que una producción continua; apoyándose del nivel de reorden fijado.
4. Cumplir con los requerimientos de los clientes tanto en calidad, costo y tiempo de entrega de los productos, aún cuando el pedido no está planificado, son factores que generan valor a la organización, por lo que es necesario implementar un stock de seguridad por calibre y tamaño de lámina, evitando retrasos en la producción por escasez de materia prima o uso de esta en mal estado.
5. La implementación del stock de seguridad evitará el uso de lámina con mayor desperdicio, incidiendo en el precio unitario de venta de cada producto.

6. En la organización no se lleva a cabo un control de costos referente a los inventarios de cada materia prima, este control es importante para determinar con mayor exactitud el precio de venta por unidad, de mayor rentabilidad; el costo total del inventario es la suma del costo de mantener en inventario la materia prima, más el costo unitario y el costo de colocar cada orden de compra de cada una de éstas.

7. El nivel de reorden es el punto que indica que se debe lanzar una nueva orden de compra, se propuso contratar una persona que se encargue del seguimiento de cada una de éstas, con el fin de evitar demoras en la recepción de la materia prima.

RECOMENDACIONES

1. Es importante controlar el plan de requerimiento de materiales semanalmente, para determinar si hubo variación en el dato propuesto, para fijar las cantidades exactas a solicitar.
2. Para no interrumpir el flujo normal de importaciones se debe evaluar constantemente a cada uno de los proveedores, ser exigentes con el tiempo de entrega de la materia prima y el estado en que ésta se recibe.
3. El formato de control de costos de inventarios PEPS propuesto, es funcional desde el punto de vista que es otra herramienta que ayuda a determinar el costo real de producción por cada unidad de producto.
4. Se debe analizar que el lote económico de compra de cada período cumpla con los requerimientos previstos para éste, si no cumpliera se debe reajustar el lote económico de compra, con el fin de cubrir con la demanda proyectada, fijando una nueva cantidad de pedido que no varíe o incurra en costos elevados.
5. Se debe controlar frecuentemente el nivel de existencia de inventario, así cuando este nivel llegue al nivel de reorden propuesto, se deberá lanzar una nueva orden de compra.

BIBLIOGRAFÍA

1. Chauvel. **Administración de la Producción**. Editorial MC Graw Hill.
2. Chase Aquilano, Jacobs. **Administración de producción y operaciones, manufactura y servicios**. 10^a ed. Editorial Mac Graw Hill.
3. Escalona, Iván. **Ingeniería Industrial**. UPIICSA-IPN.
4. González Delgado, Nelson Elías. Diseño de un control de inventarios de tipo ABC en la bodega del organismo legislativo. Trabajo de graduación de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, febrero 2003. (Pág. 101)
5. Hillier, F.S. y Lieberman. **Introducción a la investigación de operaciones**. G.J. (1991). Editorial Mc Graw Hill.
6. Miranda, Lidia Noemi. Implementación del control interno de inventarios de repuestos de una empresa procesadora de envases de metal. Universidad de San Carlos de Guatemala, octubre 2003.
7. Pérez Fernández, Edgar Estuardo. Análisis del control y propuesta de optimización de los inventarios en la bodega de materiales para una industria manufacturera de perfumes. Trabajo de graduación de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, marzo 2006. (Pág. 82)
8. Prawda. **Métodos y Modelos de Investigación de Operaciones**. Volumen I. Editorial Limusa.

APÉNDICE 2

ANÁLISIS DEL CUMPLIMIENTO DE PRONÓSTICOS SEGÚN LOTE ECONÓMICO SIMPLE (CUERPO DE PILA SECA R-20)											
MES	Semana	PRONÓSTICO 2009	LOTE			CANTIDAD DE PRODUCCIÓN	INVENTARIO FINAL	PROPUESTA	REQUERIMIENTO NETO	INVENTARIO FINAL	OBSERVACIONES
			PRONÓSTICO 2009	ECONÓMICO DE COMPRA	INVENTARIO FINAL						
Enero-Febrero	Semana 1- Semana 6	529	216	216	529	-313	Duplicar el lote económico de compra, evitando el último pedido para el mes de diciembre, y, duplicar el inventario de seguridad	491	-38	Aproximadamente el siguiente pedido debe ingresar 1 semana antes	
Febrero-Marzo	Semana 7- Semana 12	149	216	216	149	67		216	67	En este periodo restarian aproximadamente 29 fardos	
Abril-Mayo	Semana 13- Semana 18	218	216	216	218	-2		216	-2	Cubre con los sobrantes de la semana 12	
Mayo-Junio	Semana 18- Semana 23	260	216	216	260	-44	Trabajar con el inventario de seguridad	216	-44		
Junio-Julio	Semana 23- Semana 29	176	216	216	176	40		216	40	Este periodo repone el inventario de seguridad	
Agosto-septiembre	Semana 30- Semana 35	146	216	216	146	70		216	70		
Septiembre-Octubre	Semana 36- Semana 41	174	216	216	174	42		216	42		
Detubre-Noviembre	Semana 42- Semana 47	204	216	216	204	12	Reducir el lote económico simple a 100 fardos	130	-74	En este último pedido se completa el pronóstico de la demanda 2009	
Noviembre-Diciembre	Semana 48- Semana 52	61	216	216	61	155	Trabajar con restantes de meses anteriores		-61		

APÉNDICE 3

ANÁLISIS DEL CUMPLIMIENTO DE PRONÓSTICOS SEGÚN LOTE ECONÓMICO SIMPLE (TAPA Y FONDO DE LATITAS MEDICINALES 18 MIL)											
MES	Semana	PRONÓSTICO 2009	LOTE			CANTIDAD DE PRODUCCIÓN	INVENTARIO FINAL	PROPUESTA	REQUERIMIENTO NETO	INVENTARIO FINAL	OBSERVACIONES
			ECONÓMICO DE COMPRA	DE COMPRA	DE COMPRA						
Enero-Febrero	Semana 1- Semana 8	133	170	170	133	37		170	37		
Febrero-Marzo-Abril	Semana 8- Semana 15	151	170	170	151	19		170	19		
Abril-Mayo	Semana 16- Semana 23	275	170	170	275	-105	Aumentar el 32% el lote económico de compra, tomando este porcentaje del pedido del mes de diciembre	225	-50	El total de fardos restantes acumulados en este periodo es de 6 fardos	
Mayo-Junio-Julio	Semana 23- Semana 30	132	170	170	132	38		170	38		
Julio-Agosto	Semana 31- Semana 38	185	170	170	185	-15	Trabajar con restantes de meses anteriores	170	-15		
Agosto-Septiembre-October	Semana 38- Semana 45	199	170	170	199	-29	Aumentar el 68% el lote económico de compra, tomando este porcentaje del pedido del mes de diciembre	286	87	En este último pedido se completa el pronóstico de la demanda 2009	
Noviembre-Diciembre	Semana 46- Semana 52	118	170	170	118	52	Trabajar con restantes de meses anteriores		-118	Los fardos faltantes se toman del inventario de seguridad (18-37 fardos)	

APÉNDICE 4

COSTEO DE INVENTARIO PARA CUERPO DE PILA SECA R-20 (SEMANAL)									
SEMANA	REQUERIMIENTO NETO	CANTIDAD DE PRODUCCIÓN	INVENTARIO FINAL	COSTO DE ALMACENAJE (0.097% semanal) (Q)	COSTO POR ORDENAR (Q)	COSTO UNITARIO (Q)	COSTO DE INVENTARIO DE SEGURIDAD (59 UNIDADES)	COSTO TOTAL (Q)	
1	491	0	491	6096.26	7825.00	12800	755932.544	7054653.80	
1		88.22	403	5000.92		12800	755932.544	5916517.46	
2		88.22	315	3905.58		12800	755932.544	4786206.12	
3		88.22	226	2810.24		12800	755932.544	3655894.78	
4		88.22	138	1714.90		12800	755932.544	2525583.44	
5		88.22	50	619.56		12800	755932.544	1395272.10	
6		88.22	-38	475.78		12800	755932.544	-265912.33	
7	216	0	216	2681.86	7825.00	12800	755932.544	3531239.40	
7		24.76	191	2374.44		12800	755932.544	3206178.98	
8		24.76	166	2067.02		12800	755932.544	2888943.56	
9		24.76	142	1759.60		12800	755932.544	2571708.14	
10		24.76	117	1452.18		12800	755932.544	2254472.72	
11		24.76	92	1144.76		12800	755932.544	1937237.30	
12		24.76	67	837.34		12800	755932.544	1620001.88	
13	216	0	283	3519.19	7825.00	12800	755932.544	4395308.74	
13		36.41	247	3067.12		12800	755932.544	3920983.67	
14		36.41	211	2615.06		12800	755932.544	3454483.60	
15		36.41	174	2162.99		12800	755932.544	2987983.54	
16		36.41	138	1710.92		12800	755932.544	2521483.47	
17		36.41	101	1258.86		12800	755932.544	2054983.40	
18		36.41	65	806.79		12800	755932.544	1588483.34	

APÉNDICE 5

COSTEO DE INVENTARIO PARA TAPA Y FONDO DE LATITAS MEDICINALES 18 ML.(SEMANAL)									
SEMANA	REQUERIMIENTO NETO	CANTIDAD DE PRODUCCIÓN	INVENTARIO FINAL	COSTO DE ALMACENAJE (0.097% semanal)(Q)	COSTO POR ORDENAR (Q)	COSTO UNITARIO (Q)	COSTO DE INVENTARIO DE SEGURIDAD (37 UNIDADES)	COSTO TOTAL (Q)	COSTO TOTAL (Q)
1	170	0	170	2110.72	7825.00	12800	474059.39	2659995.11	
1		17.98	152	1887.48		12800	474059.39	2421802.87	
2		17.98	134	1664.24		12800	474059.39	2191435.63	
3		17.98	116	1441.00		12800	474059.39	1961068.39	
4		17.98	98	1217.76		12800	474059.39	1730701.15	
5		17.98	80	994.52		12800	474059.39	1500333.91	
6		17.98	62	771.28		12800	474059.39	1269966.67	
7		17.98	44	548.04		12800	474059.39	1039599.43	
8		7.45	37	455.54		12800	474059.39	944146.94	
8	170	0	207	2566.26	7825.00	12800	474059.39	3130082.66	
8		20.29	186	2314.34		12800	474059.39	2862293.73	
9		20.29	166	2062.42		12800	474059.39	2602329.81	
10		20.29	146	1810.50		12800	474059.39	2342365.89	
11		20.29	126	1558.58		12800	474059.39	2082401.97	
12		20.29	105	1306.66		12800	474059.39	1822438.05	
13		20.29	85	1054.74		12800	474059.39	1562474.13	
14		20.29	65	802.82		12800	474059.39	1302510.21	
15		8.52	56	697.03		12800	474059.39	1193348.43	
15	225	0	281	3490.63	7825.00	12800	474059.39	4083967.03	
16		37.10	244	3030.00		12800	474059.39	3600801.39	
17		37.10	207	2569.37		12800	474059.39	3125460.76	
18		37.10	170	2108.73		12800	474059.39	2650120.13	
19		37.10	133	1648.10		12800	474059.39	2174779.49	
20		37.10	96	1187.47		12800	474059.39	1699438.86	
21		37.10	59	726.83		12800	474059.39	1224098.22	
22		37.10	21	266.20		12800	474059.39	748757.59	
23		27.10	-6	-70.28		12801	474096.43	401572.49	

APÉNDICE 6

PLAN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES							
	SEMANAS						
	1	7	13	18	23	30	
Requerimiento	216 <i>fardos</i>	216 <i>fardos</i>	216 <i>fardos</i>	216 <i>fardos</i>	130 <i>fardos</i>	0 <i>fardos</i>	Tiempo de espera: 12 semanas (Cuerpo de pila seca R-20)
Colocación de pedido (lote óptimo fijado)	216 <i>fardos</i> 550 <i>Entrada</i>	216 <i>fardos</i> 216 <i>Entrada</i>	216 <i>fardos</i> 216 <i>Entrada</i>	216 <i>fardos</i> 216 <i>Entrada</i>	130 <i>fardos</i> 216 <i>Entrada</i>	0 <i>fardos</i> 216 <i>Entrada</i>	
	SEMANAS						
	1	8	16	23	31	38	
Requerimiento	225 <i>fardos</i>	170 <i>fardos</i>	170 <i>fardos</i>	286 <i>fardos</i>	0 <i>fardos</i>	0 <i>fardos</i>	Tiempo de espera: 12 semanas (Tapa y fondo de latitas medicinales 18 ml)
Colocación de pedido (lote óptimo fijado)	225 <i>fardos</i> 207 <i>Entrada</i>	170 <i>fardos</i> 170 <i>Entrada</i>	170 <i>fardos</i> 225 <i>Entrada</i>	286 <i>fardos</i> 170 <i>Entrada</i>	0 <i>fardos</i> 170 <i>Entrada</i>	0 <i>fardos</i> 286 <i>Entrada</i>	