



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

**DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DE UN MODELO DE CONTROL DE INVENTARIOS  
PARA OPTIMIZAR EL ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS EN UNA EMPRESA DE  
COMIDA RÁPIDA**

**Erik Renato Gamboa**

Asesorado por el Ing. César Orlando Son López

Guatemala, junio de 2013

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DE UN MODELO DE CONTROL DE INVENTARIOS PARA  
OPTIMIZAR EL ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS EN UNA EMPRESA DE COMIDA  
RÁPIDA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**ERIK RENATO GAMBOA**

ASESORADO POR EL MA. ING. CÉSAR ORLANDO SON LOPEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, JUNIO DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

|            |                                     |
|------------|-------------------------------------|
| DECANO     | Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos     |
| VOCAL I    | Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno |
| VOCAL II   | Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  |
| VOCAL III  | Inga. Elvia Miriam Rubayos Samayoa  |
| VOCAL IV   | Br. Walter Rafael Véliz Muñoz       |
| VOCAL V    | Br. Sergio Alejandro Donis Soto     |
| SECRETARIO | Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez     |

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

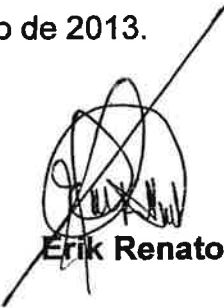
|             |  |
|-------------|--|
| DECANO      | Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos            |
| EXAMINADOR  | Ing. César Augusto Akú Castillo            |
| EXAMINADOR  | Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel        |
| EXAMINADORA | Inga. Rossana Margarita Castillo Rodríguez |
| SECRETARIO  | Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez            |

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DE UN MODELO DE CONTROL DE INVENTARIOS  
PARA OPTIMIZAR EL ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS EN UNA EMPRESA DE  
COMIDA RÁPIDA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería, con fecha marzo de 2013.



**Erik Renato Gamboa**

**Universidad de San Carlos  
de Guatemala**



**Escuela de Estudios de Postgrado  
Facultad de Ingeniería  
Teléfono 2418-9142**

**AGS-MGIPP-0059-2013**

Guatemala, 02 de marzo de 2013.

Director  
César Ernesto Urquizú Rodas  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Presente.

Estimado Director:

Reciba un atento y cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado los cursos aprobados del primer año y el Diseño de Investigación del estudiante **Erick Renato Gamboa** carné número **2004-12424**, quien optó la modalidad del **"PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO"**. Previo a culminar sus estudios en la **Maestría de Gestión Industrial**.

Y si habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Decimo, Inciso 10.2, del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Sin otro particular, atentamente,  
Aéreo

"Id y enseñad a todos"

**César Akú Castillo MSc.**  
INGENIERO INDUSTRIAL  
COLEGIADO No. 4,073

Msc. Ing. César Orlando Son López  
Asesor (a)

*Cesar Orlando Son López*  
INGENIERO MECANICO  
Colegiado No. 535

Msc. Ing. César Augusto Akú Castillo  
Coordinador de Área  
Gestión y Servicios

*[Firma]*  
Dra. Mayra Virginia Castillo Montes  
Directora  
Escuela de Estudios de Postgrado

Cc: archivo  
/la



REF.DIR.EMI.158.013

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación en la modalidad Estudios de Postgrado titulado **DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DE UN MODELO DE CONTROL DE INVENTARIOS PARA OPTIMIZAR EL ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS EN UNA EMPRESA DE COMIDA RÁPIDA**, presentado por el estudiante universitario **Erik Renato Gamboa**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
DIRECTOR  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, junio de 2013.

/mgp

Universidad de San Carlos  
de Guatemala

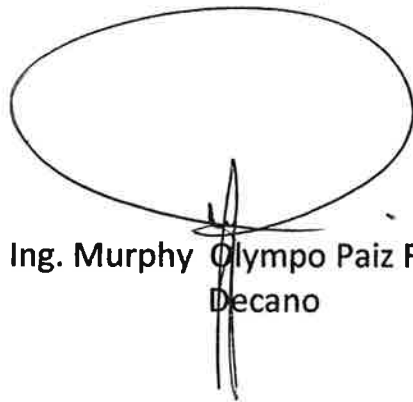


Facultad de Ingeniería  
Decanato

DTG. 407 .2013

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DE UN MODELO DE CONTROL DE INVENTARIOS PARA OPTIMIZAR EL ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS EN UNA EMPRESA DE COMIDA RÁPIDA**, presentado por el estudiante universitario **Erik Renato Gamboa**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, 14 de junio de 2013

/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **Dios**

Por darme la vida, la oportunidad y la capacidad de concluir esta etapa. Por ser mi fuente de fuerzas, provisión y esperanza ante cualquier circunstancia.

### **Mi madre**

Ana Patricia Gamboa Milián, por ser un ejemplo ante las circunstancias difíciles y motivarme a ser mejor cada día. Por creer en mí a lo largo de estos años, por estar conmigo en los momentos buenos y malos, y darme su amor incondicional.

### **Mi abuela**

Zoila Yolanda Milián Valiente, por ser mi segunda madre, mi consejera y un gran ejemplo de superación y valentía. Por darme su cariño, su compañía, su corrección y sobre todo por alentarme en cada momento.



## **AGRADECIMIENTOS A:**

|  |  |
|--|--|
| <b>La Universidad de San Carlos de Guatemala</b> | Por ser mi casa de estudios.   |
| <b>Facultad de Ingeniería</b>                    | Por darme los conocimientos esenciales para desempeñarme en mi vida laboral.                 |
| <b>Mi mamá</b>                                   | Por su amor, cuidados, paciencia, comprensión y ejemplo para mi vida.                        |
| <b>Mi abuela</b>                                 | Por sus consejos, amor, tiempo, paciencia y ejemplo para mi vida.                            |
| <b>Mis hermanos</b>                              | Por su amistad, compañía, y motivación.  |
| <b>Mi novia</b>                                  | Por motivarme y darme el impulso a finalizar esta etapa, por su amor y alegría.              |
| <b>Mis tíos</b>                                  | Elsa y René Funes, por haberme apoyado y a pesar de la distancia.                            |
| <b>Mis tíos</b>                                  | Silvia y Juan Francisco O'Connell por su ayuda de una u otra forma a lo largo de mi carrera. |
| <b>Mis compañeros</b>                            | Por su amistad y apoyo.  |

## ÍNDICE GENERAL

|   |     |
|---|-----|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....                                      | III |
| LISTA DE SÍMBOLOS .....   | V   |
| GLOSARIO .....  | VII |
| RESUMEN.....  | IX  |
| <br>  |     |
| 1. INTRODUCCIÓN .....   | 1   |
| 2. ANTECEDENTES .....   | 5   |
| 3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....                             | 11  |
| 4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....                         | 13  |
| 4.1. Viabilidad del estudio.....                                  | 15  |
| 5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....                               | 17  |
| 5.1. Causas .....   | 18  |
| 5.2. Efectos.....   | 19  |
| 5.3. Cuestionamientos a resolver .....                            | 20  |
| 6. ALCANCES Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO.....                       | 21  |
| 7. MARCO TEÓRICO.....   | 23  |
| 7.1. Cadena de suministros - abastecimiento.....                  | 23  |
| 7.1.1. Logística .....  | 24  |
| 7.1.2. Elementos de la logística.....                             | 25  |
| 7.1.2.1. Transportación.....                                      | 25  |
| 7.1.2.2. Administración del inventario.....                       | 25  |
| 7.1.2.3. Flujo de información y procesamiento<br>de pedidos ..... | 26  |
| 7.1.3. Objetivos y metas de la logística .....                    | 28  |
| 7.1.4. Planificación y control de la producción.....              | 28  |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 7.1.5. | Gestión de inventarios.....  | 29 |
| 7.2.   | Administración de inventarios. ....  | 30 |
| 7.2.1. | Tipos de inventarios .....   | 31 |
| 7.2.2. | Costos de inventarios.....   | 31 |
| 7.2.3. | Modelos determinísticos.....   | 32 |
| 7.2.4. | Modelos probabilísticos.....   | 34 |
| 7.2.5. | Rotación de inventarios.....   | 42 |
| 7.3.   | Modelación de inventarios.....   | 43 |
| 7.3.1. | Objetivos .....  | 43 |
| 7.3.2. | Modelización .....   | 44 |
| 8.     | HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN.....  | 47 |
| 9.     | CONTENIDO .....  | 49 |
| 10.    | MÉTODOS Y TÉCNICAS .....   | 53 |
| 10.1.  | Evaluación de las variables y sus indicadores .....                                  | 53 |
| 10.2.  | Revisión de puntos críticos .....  | 55 |
| 10.3.  | Selección del modelo .....   | 55 |
| 10.4.  | Construcción del instrumento.....  | 56 |
| 10.5.  | Prueba piloto.....   | 57 |
| 10.6.  | Elaboración de la versión final del sistema y su<br>procedimiento de aplicación..... | 57 |
| 11.    | RESULTADOS ESPERADOS .....   | 59 |
| 12.    | CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....   | 61 |
| 13.    | RECURSOS NECESARIOS .....  | 63 |
| 14.    | BIBLIOGRAFÍA.....  | 65 |

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1. Organigrama área de restaurantes .....9
2. Diagrama de flujo de abastecimiento a tiendas, parte 1 .....27
3. Diagrama de flujo de abastecimiento a tiendas, parte 2.....27

### TABLAS

- I. Recursos necesarios para la investigación .....63



## LISTA DE SÍMBOLOS

| <b>Símbolo</b>       | <b>Significado</b>           |
|----------------------|------------------------------|
| <b>q*</b>            | Cantidad a pedir             |
| <b>c</b>             | Costo                        |
| <b>K</b>             | Costo de ordenar             |
| <b>c<sub>0</sub></b> | Costo de sobreabastecimiento |
| <b>c<sub>u</sub></b> | Costo de subabastecimiento   |
| <b>D</b>             | Demanda                      |
| <b>p(d)</b>          | Distribución de probabilidad |
| <b>f(d)</b>          | Función de densidad          |
| <b>y(s)</b>          | Inventario residual          |
| <b>r</b>             | Precio de venta              |
| <b>L</b>             | Tiempo de entrega            |



## GLOSARIO

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Abastecimiento</b>       | Actividad económica encaminada a cubrir las necesidades de consumo de una unidad económica en tiempo, forma y calidad en una empresa.  |
| <b>Costo de oportunidad</b> | Se refiere a aquello de lo que un agente se priva o renuncia cuando hace una elección o toma una decisión.   |
| <b>Costo fijo</b>           | Costos que no son sensibles a pequeños cambios en los niveles de actividad de una empresa, sino que permanecen invariables ante esos cambios.  |
| <b>Demanda</b>              | Cantidad y calidad de bienes y servicios que pueden ser adquiridos en los diferentes precios del mercado por un consumidor o por el conjunto de consumidores, en un momento determinado. |
| <b>Flujo de caja</b>        | Son los flujos de entradas y salidas de caja o efectivo, en un período dado.   |
| <b>Franquicia</b>           | Concesión de derechos de explotación de un producto, actividad o nombre comercial, otorgada por una empresa a una o varias personas en una zona determinada.                             |



|                                |  |
|--------------------------------|--|
| <b>Inventario</b>              | Lo constituyen las materias que entran en la manufactura, fabricación o construcción de los artículos que se producen. |
| <b>Producto complementario</b> | Materia que se utiliza en el proceso de producción y venta, pero que no es indispensable.                              |
| <b>Producto crítico</b>        | Materia que es indispensable para el proceso de producción y venta del establecimiento.                                |
| <b>Proveedor</b>               | Entidad que provee o abastece a otra, de lo necesario o conveniente para un fin determinado.                           |
| <b>Rotación</b>                | Mide el número de veces que una magnitud es renovada a lo largo de un periodo.   |
| <b>Stakeholders</b>            | Cualquier persona o entidad que es afectada o concernida por las actividades o la marcha de una organización.          |
| <b>Stock</b>                   | Todo lo referente a los bienes que una persona u organización posee y que sirven para la realización de sus objetivos. |

## RESUMEN

La gestión de los inventarios es uno de los grandes retos logísticos en las empresas, debido a los factores que inciden en ellos, los cuales son complejos en su mayoría y cambian significativamente en cada empresa. El estudio del modelo de inventarios en este trabajo se basa en una empresa de alimentos que cuenta con unidades de producción en su punto de venta.

La investigación en este trabajo se centra en encontrar un modelo de gestión de inventarios para cada punto de venta que considere todas las variables propias de los restaurantes, y que sea funcional ante los constantes cambios que tiene la cadena de restaurantes en promociones y productos nuevos. Inicialmente se presenta la teoría en que se sustenta este estudio, haciendo una comparación entre los sistemas determinísticos y los probabilísticos, y por medio de ello tomarlo como referencia para trabajar el modelo propio.

Después de la revisión de literatura se procede a describir la metodología propia para realizar el desarrollo del modelo. El primer paso es una evaluación de las variables y los indicadores que se utilizarán para realizar la medición. La segunda fase es una revisión de puntos críticos dentro de los cuales está la proyección de ventas y la estimación de la demanda de los productos más vendidos. Teniendo las proyecciones se selecciona el modelo a utilizar, luego se realiza la construcción del instrumento en base al historial de datos que se tienen. Como quinto paso se tiene estimado hacer una prueba piloto en 4 restaurantes y ya teniendo validado el modelo, como último paso se elabora la versión final del sistema y se detalla el procedimiento de aplicación.



# 1. INTRODUCCIÓN

La empresa en que se basa el estudio, es un negocio guatemalteco de comida rápida, enfocada principalmente en la venta de hamburguesas. Es líder en el segmento de mercado, en el que se encuentra y tiene presencia en la mayoría de departamentos del país, principalmente en la ciudad capital.

Cada uno de los restaurantes tiene un centro de producción, en el cual la empresa se ha caracterizado por preparar los productos en el momento en que los solicita el cliente, a diferencia de otras cadenas de hamburguesas con fuerte presencia en el país, las cuales ya tienen preparada la comida basándose en estadísticas; lo anterior es una de las diferencias más grandes entre los negocios, ya que en esta empresa se considera hacer la comida en el momento que llega el cliente y con los ingredientes que desee.

Dentro de las operaciones de la empresa, se detectó un problema que ha sido recurrente desde hace algunos años y que tiene repercusión en diversas áreas de la empresa, las cuales son: compras, almacenamiento, finanzas, transporte, producción, y supervisión de ventas. El problema consiste en que actualmente la empresa tiene un control de inventarios en el cual se monitorean las cantidades de producto con que cuenta cada uno de los restaurantes de manera semanal, a pesar de esto, no se ha logrado que los restaurantes cuenten con la cantidad óptima que utilizarán en el intervalo de tiempo establecido, hasta que se les vuelva a abastecer.

Esta investigación responde a la necesidad de la realización de un modelo de inventarios, el cual aporte una solución a los problemas que tiene la empresa debido a la falta del mismo. El trabajo se piensa realizar por medio de la recopilación de información en cada uno de los restaurantes y por medio de ella realizar las explosiones de materiales, proyección de consumo, proyección de ventas y tendencia de productos más vendidos. Habiendo recopilado la información crítica, se procede a realizar un modelo de inventarios que se adecúe a las necesidades y las características de las operaciones, especialmente utilizando métodos estadísticos especialmente de investigación de operaciones.

El desarrollo del trabajo de investigación, será presentado en cinco (5) capítulos, los cuales serán descritos a continuación:

Capítulo I. El problema. En éste se encontrará la definición del problema que pretende resolver este estudio, así como los antecedentes que preceden esta investigación, tanto en el ámbito nacional como internacional.

Capítulo II. Marco teórico. En éste se encuentran las definiciones de los 3 temas en que se sustenta este estudio: cadena de suministros, administración de inventarios y modelación de inventarios.

Capítulo III. Marco metodológico. En éste se describen los aspectos específicos que se utilizarán para la construcción del modelo de control de inventarios y su procedimiento para la aplicación.

Capítulo IV. Análisis de resultados. En éste se evalúa el funcionamiento del modelo, en base a los datos semanales que se obtienen de cada restaurante y de esta manera medir su funcionalidad.

Capítulo V. Conclusiones y futuras investigaciones. Aquí se presentan las conclusiones del diseño de inventarios propuesto, así como recomendaciones para futuras investigaciones.



## 2. ANTECEDENTES

En 2008, llegó a la empresa un grupo que le brindó asesoría en gran parte de las áreas que la conforman (ventas, operaciones, administración, finanzas, logística); dentro de sus aportes está la creación de varios indicadores de gestión, los cuales han permitido llevar controles y mejorar en cada una de las áreas, de acuerdo a las metas trazadas por la dirección general.

En el área de restaurantes, se implementaron procedimientos e indicadores para el control de ventas, productos adicionales, consumo de clientes, inventarios, pedidos, entre otros. La mayor parte de los procedimientos y herramientas que desarrollaron aún son funcionales, pero aún hay un vacío en lo que respecta al área de control de inventarios de los restaurantes, ya que no hay nada que enlace las ventas proyectadas, los inventarios por restaurante, los productos terminados que se esperan vender y los pedidos.

Dentro del ámbito de la competencia, ya sea a nivel nacional o internacional, la mayoría de cadenas de restaurantes de comida rápida cuentan con sistemas de Planificación de Requerimientos de Materiales (MRP) en los cuales programan las adquisiciones a proveedores en función de la producción programada. Actualmente la mayoría de restaurantes de comida rápida, ha crecido gracias a la modalidad de franquicias; para el control de inventarios, las franquicias exitosas tienen como bases los siguientes puntos:

- Existencia de un manual técnico de productos y servicios que facilita la gestión y manejo de los mismos.



- Los materiales se piden una vez a la semana al centro de aprovisionamiento respectivo.
- Son propiedad del franquiciante los centros, y son jurídicamente diferentes de las tiendas franquiciadas.
- Todos los días se revisan los inventarios, esencialmente los productos críticos que son aquellos perecederos, con el fin de tener control de los materiales que se están consumiendo y saber si existe armonía y ritmo en las entradas, procesos y salidas.
- Se realiza un inventario semanal, que constituye la base para hacer los nuevos pedidos; para determinar el abastecimiento de los insumos en general, se hace un inventario mensual, el cual incluye bienes perecederos y no perecederos, y productos de limpieza.
- Las franquicias de comida, cuentan con un depósito donde se almacenan productos secos, un depósito de refrigerio para las verduras y un congelador para carnes y pollos. Todos los materiales tienen una durabilidad medida en días y horas en función de la calidad del producto.
- Si por cualquier causa se llega a quedar algún producto, debe ser desechado en atención de la calidad.
- Se efectúa un monitoreo constante de los productos vendidos, lo que permite ser competitivo entre las diferentes franquicias de comida rápida. Con esa información se establecen los estándares en cuanto al tamaño, composición, empaque y presentación de los productos para lograr un control cuantificable de los mismos.

- El tiempo estándar establecido para la preparación del servicio, es uno de los elementos que define el éxito de la franquicia e incide en la administración de los inventarios, los cuales son diariamente monitoreados. Para controlar el agotamiento del inventario, se aplica el índice de rotación, el cual refleja cuán a menudo los pedidos no son cumplidos como consecuencia de no tener materiales en inventario.
- Una meta clave en la administración de inventarios, es maximizar la rotación mientras se minimiza el agotamiento, que es el factor más importante de los procesos de producción de manufactura para disminuir el tiempo, sin valor agregado, que se asocia a la terminación de un producto y, por lo tanto, para reducir el nivel de inventarios.
- El sistema de registro del inventario que se utiliza, es el perpetuo o permanente, que es aquel en donde el negocio mantiene un registro continuo de cada artículo del inventario. De esta manera, pueden mostrar las existencias disponibles en cualquier momento, además son útiles para preparar los estados financieros mensuales o en cualquier período.

Dentro de los estudios sobre la modelación de inventarios a nivel internacional, se cuenta con los siguientes:

- Determinación de una política de inventarios para manejo de flujo de efectivo, Nayelli Manzanares Gómez, México 2009. En este estudio se evalúa cómo los pronósticos pueden proporcionar una buena estimación de la demanda futura de cierto producto y para el establecimiento de un sistema de inventarios, es muy importante, ya que esto permite al encargado de la toma de decisiones, prever el momento de

reabastecimiento, así como la cantidad que se debe mandar para satisfacer las necesidades de los clientes.

- La metodología a utilizar para poder evaluar una correcta política de inventarios, inicialmente se basa en determinar el problema específico que se tiene, luego de haberlo definido, se debe recopilar la información, en base a esto, se debe realizar el manejo de los pronósticos y con toda la información anterior ya se puede tener un mejor manejo de los inventarios.
- Otro estudio, es gestión de inventario. Relación con los proveedores en franquicias de comida rápida, presentada por Alirio Vílchez Gil. En este estudio se hace un análisis de los controles administrativos y operativos en la gestión de inventarios para las cadenas de comida rápida que están franquiciadas, en los cuales se notan factores clave como los manuales para compras, el uso de las herramientas de control y los niveles de rotación.

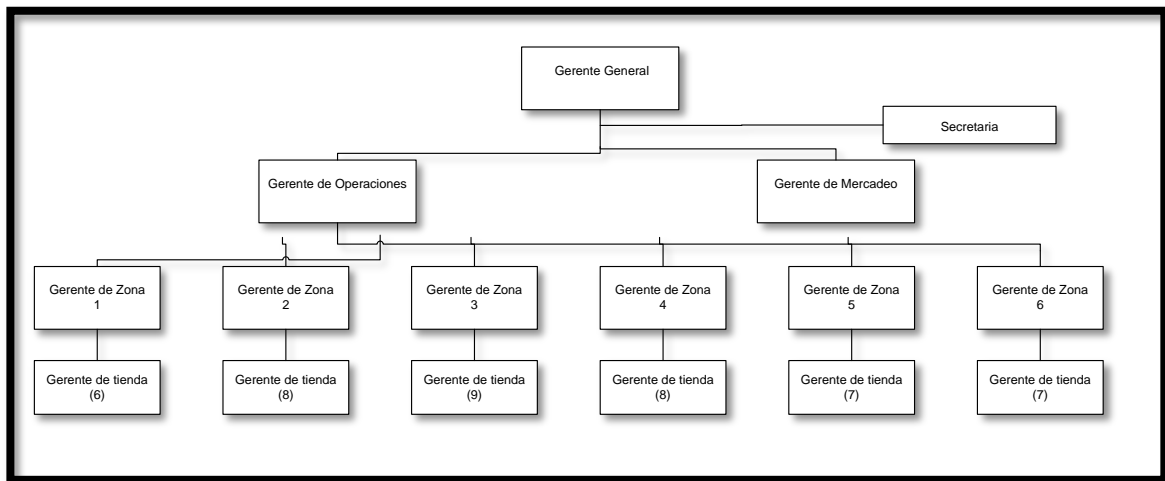
El estudio Aplicación de Modelos de Inventarios en una Cadena de Abastecimiento de Productos de Consumo Masivo con una Bodega y  $N$  Puntos de Venta, presentado por Carlos Julio Vidal Holguín; en él se presenta el caso de los sistemas reales de una bodega y “ $n$ ” detallistas se caracterizan por complejidades como distribuciones de demanda, diferentes a la de Poisson, clasificación ABC diferenciada por bodega y detallistas; deben aplicarse métodos heurísticos y prácticos de administración de inventarios, con sistemas de control y de pronósticos propios. Por medio del estudio se analiza la aplicación del modelo de acuerdo al tipo de negocio específico.

La Tesis de Martha Alejandra Saavedra Prudencio, titulada Designing of a Manufacturing Planning and Control System for a Fast Food Chain, se enfoca

en el diseño de un sistema de control de planificación de requerimiento de materiales, resolviendo algunos de los problemas que han tenido por la falta del mismo en las áreas de producción, bodega, transporte y finanzas.

En el ámbito nacional, se han hecho estudios sobre modelos de inventarios para empresas comercializadoras, tiendas de conveniencia, supermercados, entre otras, pero hasta el momento no hay una que esté directamente relacionada con la modelación de inventarios en una cadena de comida rápida.

Figura 1. **Organigrama área de restaurantes**



Fuente: Manual de Procedimientos.



### 3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

#### **General**

Formular el diseño de un modelo de control de inventarios que se adapte a las características de las operaciones, por medio del cual se optimice la distribución de materias primas disponibles en la empresa de comida rápida.

#### **Específicos**

1. Identificar el tipo de modelo que se adapta particularmente a las características propias de la empresa de comida rápida.
2. Establecer un proceso más eficiente de abastecimiento a restaurantes, el cual permita que cada uno cuente con un *stock* ideal de productos críticos para cumplir con sus ventas diarias.
3. Aumentar en un 10 por ciento la rotación de las materias primas principales con que se cuenta en restaurantes al identificar correctamente la demanda.
4. Describir indicadores que permitan evaluar oportunamente la eficiencia del modelo de inventarios.



## 4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño y aplicación de un modelo de inventarios que se adapte a la empresa y que sea funcional para cada uno de los restaurantes, es de gran importancia, ya que traerá consigo mejoras en el área de ventas al no dejar pasar el costo de oportunidad, financiera porque el flujo de caja no se ve afectado al realizar desembolsos, especialmente de compras que no son necesarias; y logística porque tanto en el almacenamiento como el transporte, se podrá trabajar de acuerdo a la forma en que se planifica.

Debido a que no se ha podido controlar de manera eficiente, los inventarios generan muchos problemas tanto en los restaurantes como administrativamente:

- Se tienen en restaurantes, más productos de los necesarios para el tiempo en que deben ser utilizados.
- Se tienen menos productos de los necesarios, por lo que deben buscarse formas inmediatas de abastecerlos con los productos necesarios.
- No se cuenta con una correcta mezcla de productos, por lo cual hacen falta algunos productos críticos para poder efectuar el proceso de producción y posterior venta de manera apropiada.
- Capacidad limitada para almacenar los productos que no son necesarios o que tienen de más.



- Gastos innecesarios de transporte por entregas de productos no programados.
- Compras innecesarias de productos que se encuentran mal distribuidos en otros restaurantes.

El diseño del modelo, pretende evitar que los restaurantes cuenten con un inventario arriba de los estándares, de acuerdo al número de días con que deben de tener, 5 días de cobertura para los restaurantes de la capital y 3 días de cobertura para los restaurantes del interior, y también que cuenten con una mezcla adecuada de productos. Si los restaurantes solicitan cantidades más elevadas de lo que realmente necesitan, el Departamento de Compras; solicita a los proveedores lleven a la Bodega Central, productos o cantidades que no son realmente necesarios y que al final repercuten en el flujo de caja.

El modelo se determinará en base a los a los resultados obtenidos de la estimación de la demanda, y el estimado de ventas en el cual se determinará si procede un modelo probabilístico o determinístico. El modelo también pretende facilitar herramientas funcionales que proporcionen información útil a los encargados de restaurantes y a los supervisores de los mismos; esta información les servirá para realizar sus requisiciones de materias primas y material de empaque y para determinar capacidades máximas de ventas de acuerdo al almacenaje disponible en función de las promociones vigentes. Una ventaja adicional, es que el modelo se pueda adaptar para cada uno de los restaurantes y sea de fácil aplicación.

#### **4.1. Viabilidad del estudio**

La realización del modelo, es bastante asequible, ya que no necesita de grandes recursos para poder realizarse. A continuación el detalle de los recursos a utilizar:

- Recursos humanos: el personal que se verá involucrado en el desarrollo del modelo de inventarios, serán los encargados de restaurantes, supervisores, gerentes regionales y el gerente administrativo.
- Recursos informáticos: información facilitada por los supervisores de cada uno de los restaurantes; esta información comprende los rubros de ventas, número de transacciones por restaurante, cantidad de productos vendidos e inventarios. También se utilizarán los datos obtenidos del sistema de cómputo con que se cuenta.
- Tiempo disponible y participación de los sujetos de la investigación: la participación y la dedicación del tiempo, es segura debido a que ya se lleva un control empírico de los inventarios, cada una de las áreas involucradas tienen dedicado cierto tiempo al control de los inventarios de los restaurantes; en 4 días de la semana, hacen sus requisiciones de materias primas y empaque y 1 día a la semana se dedican a realizar sus inventarios generales.
- Factibilidad de realizar el estudio con la metodología seleccionada: en las grandes cadenas de comida rápida cuentan con manuales definidos para iniciar operaciones y para continuar con las mismas, esto debido a los volúmenes de ventas y las estadísticas que han recopilado a través de los años (Vílchez; 2003). En la empresa se pretende utilizar la información

recopilada en los últimos años y diseñar un modelo eficiente en la empresa, el cual considere los comportamientos probabilísticos y determinísticos de la demanda de acuerdo a los productos que se vendan y las promociones que estén vigentes en ese momento.

## 5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El problema principal que se detectó, es que los restaurantes cuentan con una mezcla inadecuada de productos en sus bodegas, principalmente que no están distribuidas las materias primas para la producción de los productos por vender, lo cual tiene un impacto grande en áreas importantes de la empresa como: la bodega, el área de compras, logística y el área de ventas principalmente.

Dentro de los productos se puede hacer una clasificación, entre críticos y complementarios, dándole principal notoriedad a los primeros. Los productos críticos son indispensables para la preparación de los alimentos y también su peso económico es relevante; dentro de estos se pueden mencionar los siguientes:

- Tortitas de carne
- Papa congelada
- Gaseosas
- Queso procesado amarillo
- Pan
- Huevos
- Aderezos
- Vegetales (lechuga, tomate, cebolla)

Se han logrado identificar los principales causantes de la mala distribución de materias primas en los restaurantes, así como los efectos que tienen en las áreas antes mencionadas.

## 5.1. Causas

Información incorrecta. Las causas son de diversos tipos, pero que generan grandes efectos en las operaciones de la empresa. Una de las causas principales, es que el Departamento de Compras no obtiene la información pertinente por parte del Departamento de Ventas para poder realizar sus pedidos a tiempo, esto se debe a que la información muchas veces no se tiene a tiempo por parte de cada uno de los supervisores de los restaurantes, pero principalmente porque el sistema por medio del cual se hace la requisición de materiales de cada restaurante, es bastante anticuado.

Priorización de productos. La inadecuada priorización de productos y proveedores, ya que muchas veces las compras se enfocan en productos que no son tan importantes como otros que sí lo son; esto se debe muchas veces a que no conocen los proyectos nuevos y el enfoque de las estrategias que se tienen.

Solicitud de materiales. Otra de las causas, es que el mecanismo incorrecto en que se solicita materia prima y empaque; en este sentido se detectó que principalmente hay fallas en el personal que lo revisa, pero sucede muchas veces porque el personal tiene muchas actividades asignadas.

Incorrecta planificación de compras. Esto se da por 2 causas principales: pronósticos inadecuados y porque se sacan promociones continuamente y sin planificación; dentro de los problemas con los pronósticos, se observa que suceden porque el historial de ventas es variable, los métodos que se utilizan para calcularlos no son los más adecuados, y aparte hay cambios constantes en la demanda.

## **5.2. Efectos**

Compras erradas. Esto sucede cuando se compran productos que no son necesarios, lo cual afecta el flujo de caja, ya que se salen de la programación de pagos que se realiza mensualmente y a la bodega por el espacio limitado con que se cuenta; el otro caso que se da, es cuando no se compran los productos que si son críticos y se deja de abastecer creando problemas y descontrol en los restaurantes.

Mezcla inadecuada de productos. Esto sucede debido a que no se les abastece de manera correcta, y a su vez provoca que se pierdan ventas por no tener producto, generando clientes insatisfechos. Esto incluso genera que se pierda estandarización de los productos terminados al prepararlos sin seguir la receta como deberían, por no contar con las materias primas necesarios.

Utilización incorrecta de recursos. Esto sucede al reabastecer a los restaurantes con las materias primas que les hacían falta, lo cual genera que los supervisores no se enfocan en sus labores, provocando que los productos no se transportan adecuadamente y tiempo desperdiciado en actividades que no les corresponden.

Entregas tardías por parte de proveedores. Esto principalmente porque el margen de tiempo, es muy limitado para que reaccionen cuando se les hace el pedido. Se observó que uno de los efectos de que suceda esto, es que haya un abastecimiento fuera de los plazos normalmente establecidos, usualmente generando gastos extras, ya sea al Departamento de Logística o al de Ventas.

### **5.3. Cuestionamientos a resolver**

Dentro de la investigación, surgen cuestionamientos específicos, a los cuales se pretende darles solución:

¿Qué características debe tener el diseño del modelo de control de inventarios, para que se optimice la distribución de materias primas?

¿Cómo se puede mejorar el funcionamiento actual de la cadena de abastecimiento?

¿Qué impacto financiero tendrá el modelo de inventarios en la empresa?

¿Bajo qué parámetros se puede medir la eficiencia del modelo de inventarios?

## **6. ALCANCES Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO**

La realización de este estudio, tiene como alcance principal; la elaboración del diseño de un modelo de inventarios, pretendiendo dejar para una posterior investigación la implementación del mismo.

El diseño del modelo, se limita solo a cada una de las bodegas de los restaurantes, sin incluir el almacén central ubicado en la planta y centro de distribución. También se reduce a los inventarios de materia prima y material de empaque de los restaurantes que se encuentran ubicados en la capital y su perímetro. Esto debido a las restricciones actuales de transporte que se poseen por parte de la empresa, ya que solo se distribuyen los productos solicitados en días específicos.

El estudio se enfoca principalmente en los productos críticos de acuerdo a la escala de clasificación ABC (Ballou; 2001). Esto debido a que son los que tienen un peso muy grande financieramente para la empresa, y que por consiguiente son los que más rotación tienen.





## 7. MARCO TEÓRICO

### 7.1. Cadena de suministros – abastecimiento

La cadena de suministros, es definida por Stock y Lambert (2001), como la integración de las funciones principales del negocio, desde el usuario final a través de proveedores originales que ofrecen productos, servicios e información que agregan valor para los clientes y otros interesados (*stakeholders*).

La cadena de suministro cuenta con 3 elementos: los procesos, componentes y la estructura. Los procesos se refieren a las actividades que se realizan por los miembros dentro de la cadena, los componentes se refieren a la integración y el manejo que debe existir entre los procesos y la estructura se refiere a los miembros con los que existe una unión entre los procesos. (Stock y Lambert, 2001)

Las cadenas de suministros, son una secuencia de procesos y flujos que tienen lugar dentro y fuera de la empresa y entre diferentes etapas que se combinan para satisfacer las necesidades de los clientes. En el enfoque de ciclos, los procesos se dividen en serie de ciclos, cada uno se realiza entre 2 etapas sucesivas de una cadena de suministros, como por ejemplo; clientes y almacenes. El enfoque del proceso de empuje y tirón, depende, de si los procesos son ejecutados en respuesta a un pedido del cliente o en anticipación a éste. Según sea la empresa, se utilizan diferentes combinaciones de enfoque en los procesos para la cadena de abastecimiento (Chopra & Meindl, 2009).

De acuerdo a Ballou (2003), el manejo de la cadena de suministros “enfatisa las interacciones de la logística que tienen lugar entre las funciones de *marketing*, logística y producción en una empresa, y las interacciones que se llevan a cabo entre empresas independientes legalmente dentro del canal de flujo del producto.”

De acuerdo a Mentzer, “la administración de la cadena de suministros se define como la coordinación sistemática y estratégica de las funciones tradicionales del negocio y de las tácticas a través de estas funciones empresariales, dentro de una compañía en particular, y a través de las empresas que participan en la cadena de suministros con el fin de mejorar el desempeño a largo plazo de las empresas individuales y de la cadena de suministros como un todo”.

### **7.1.1. Logística**

De acuerdo al Consejo de Dirección Logística (CLM, por sus siglas en inglés), la logística se define como “parte del proceso que planea, lleva a cabo y controla el flujo de bienes y servicios, así como la información del punto de origen hasta el punto de consumo, con el fin de cumplir con los requerimientos del cliente”.

Se puede decir que la misión de la logística, es proveer los productos y servicios a los consumidores de acuerdo a sus necesidades y requerimientos, de la manera más eficiente posible.

## **7.1.2. Elementos de la logística**

Hay 3 elementos fundamentales que comprende la logística, los cuales son transportación, administración de inventarios y flujo de información y procesamiento de pedidos.

### **7.1.2.1. Transportación**

Ballou (2004), explica que “la transportación, es la más importante de las actividades logísticas, simplemente porque absorbe aproximadamente en promedio de un tercio a dos tercios de los costos logísticos. La transportación se refiere a los distintos métodos para mover el producto de un punto a otro, esto incluye escoger el método de transportación, la utilización de su capacidad y la creación de las rutas. Ninguna empresa puede operar sin proveer este servicio.”

Dentro de las actividades clave en el área de transporte, está la selección del modo y servicio de transporte, rutas del transportador, selección del equipo, procesamiento de quejas y auditorías de tarifas.

### **7.1.2.2. Administración del inventario**

Ballou explica que esta actividad se da porque usualmente no es posible proveer instantáneamente la producción al cliente, además proporciona un cierto grado de disponibilidad del producto entre el proveedor y demandante, este punto también es importante porque puede resultar de un tercio a dos tercios de los costos logísticos, mientras la transportación añade valor de lugar al producto, el inventario le añade valor de tiempo.

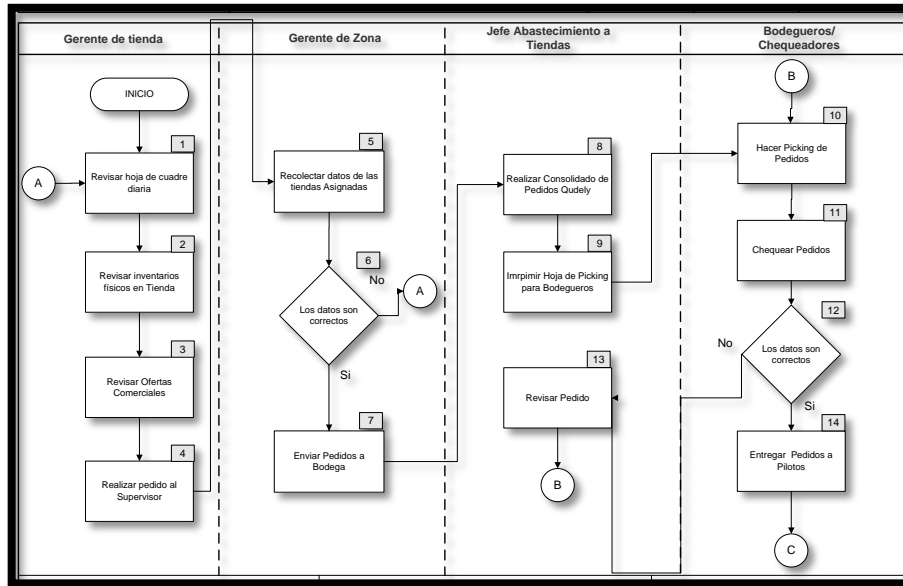
Dentro de las actividades del manejo de inventarios, se deben considerar políticas de almacenamiento de materias primas; estimación de ventas a corto plazo; mezcla de producto en los centros de aprovisionamiento.

### **7.1.2.3. Flujo de información y procesamiento de pedidos**

Ballou (2004) explica que los costos en esta actividad, suelen ser menores comparados con los de la transportación o mantenimiento de inventario, pero aún así es considerada una actividad principal; esta actividad es esencial, porque es un elemento crítico al entregar los productos al cliente, también es una actividad que une al movimiento del producto con la entrega, su operación es entregar el producto al cliente en el lugar y tiempo adecuado.

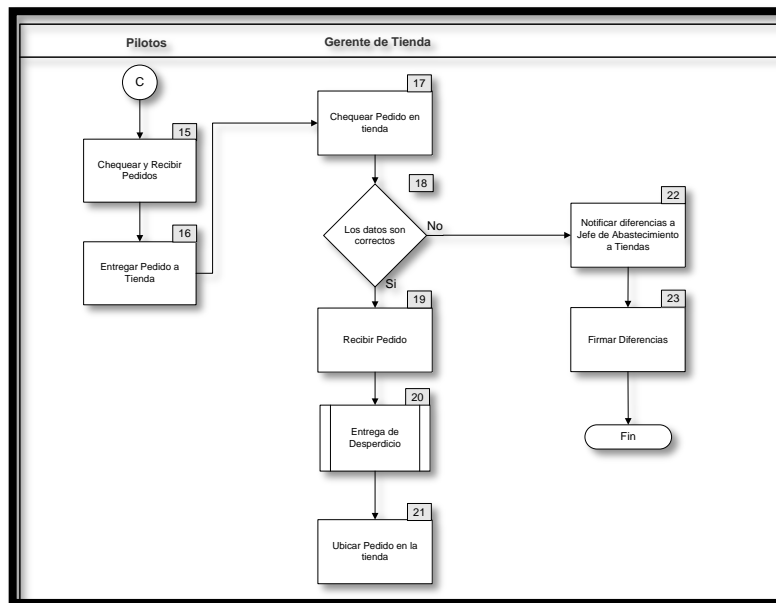
Dentro de las actividades de apoyo que menciona Ballou (2003), se encuentra el almacenamiento, manejo de materiales, compras, embalaje de protección, cooperación con producción y operaciones, y el mantenimiento de la información.

Figura 2. Diagrama de flujo de abastecimiento a tiendas, parte 1



Fuente: Manual de operaciones

Figura 3. Diagrama de flujo de abastecimiento a tiendas, parte 2



Fuente: Manual de operaciones

### **7.1.3. Objetivos y metas de la logística**

De acuerdo a Pau i Cost (2002), a nivel conceptual, los objetivos de la logística se pueden definir como: responder a la demanda, obteniendo un óptimo nivel de servicio al menor costo posible. Los otros objetivos que se pueden mencionar son:

- Hacer prioritarias las necesidades del cliente.
- Introducir la flexibilidad necesaria en la distribución para satisfacer las necesidades de un mercado cambiante.
- Reaccionar rápidamente ante los pedidos del cliente.
- Eliminar todos los *stocks* innecesarios haciendo que en los pedidos del cliente “tiren” del proceso productivo.

Hay dos dimensiones para desarrollar, una mezcla de actividades de logística que permita un mayor rendimiento sobre la inversión:

- Impacto del diseño del sistema de logística en la contribución de los ingresos.
- El costo de operación y los requerimientos de capital para ese diseño.

### **7.1.4. Planificación y control de la producción**

De acuerdo a Ballou, la planeación logística trata de responder las preguntas; qué, cuándo, y cómo, y tiene lugar en 3 niveles: estratégica, táctica y operativa. La planeación estratégica se considera de largo alcance, donde el horizonte de tiempo es mayor de un año. La planeación táctica implica un horizonte de tiempo intermedio, por lo general menor de un año. La planeación operativa, es una toma de decisiones de corto alcance, con decisiones que con frecuencia se toman sobre la base de cada hora o a diario.

Para realizar una correcta planificación, se debe contar con estimaciones de los productos a producir y/o comprar. Para series de tiempo y de pronóstico (cíclicos, secular, estacional, irregular)

#### **7.1.5. Gestión de inventarios**

La definición de inventario de acuerdo a Taha (2005), es que los inventarios están relacionados con el mantenimiento de cantidades suficientes de bienes que garanticen una operación fluida en un sistema de producción, o en una actividad comercial. Además considera el autor, que los inventarios se han considerado tradicionalmente en el comercio y la industria, como un mal necesario: muy poca reserva puede ocasionar costosas interrupciones en la operación del sistema y demasiada reserva puede arruinar la ventaja competitiva y el margen de ganancia del negocio. Desde este punto de vista, la única manera efectiva de manejar los inventarios, es minimizar su impacto adverso, encontrando un “punto medio” entre los 2 casos extremos.

Se puede decir que mantener bienes o no en inventario, es una decisión de orden estratégico, pues dicha decisión puede comprometer el buen desempeño y funcionamiento de una organización. Esta premisa lleva a mirar los argumentos expuesto por Ballou en su texto sobre; logística en los negocios y la Gerencia de la Cadena de Suministro (Ballou, 2004).

Los 2 argumentos que tienen más peso para mantener inventarios son los siguientes:

- Mejorar el servicio al cliente: la operación de las compañías puede no estar diseñada para responder a los requerimientos de los clientes de un producto, o servicio de forma instantánea. Entonces los inventarios



proveen un nivel de disponibilidad de productos o servicios, y cuando éstos se encuentran localizados cerca del cliente, puede satisfacer altas expectativas de disponibilidad de productos. La disponibilidad de estos inventarios para los clientes, puede no solamente mantener las ventas, también puede incrementarlas.

- Reducción de costos: aunque mantener inventarios tiene un costo asociado, su uso puede indirectamente reducir los costos de operación, en otras actividades de la cadena de suministro que pueden más que compensar los costos de mantener el inventario. En primer lugar los costos de mantener inventario, pueden alentar economías de producción permitiendo la fabricación de corridas más extensas (lotes de tamaño mayor). Las salidas de producción pueden no estar alineadas con las variaciones de los requerimientos de la demanda y cuando los inventarios existen, pueden actuar como amortiguador entre ambos.

## **7.2. Administración de inventarios**

La administración de inventarios, comprende una fase de la administración general, mediante la cual se recopilan datos significativos, analizan, plantean, controlan y evalúan para tomar decisiones acertadas con la coordinación de elementos de una empresa, para maximizar su patrimonio y reducir el riesgo de una crisis de producción y ventas, mediante el manejo óptimo de niveles de existencias de materia prima, productos en proceso y productos terminados.

### **7.2.1. Tipos de inventarios**

Según Munich y García (2001), establecen los siguientes tipos de inventarios:

- **Materias primas:** son aquellas que no han sufrido ningún cambio previo al proceso de producción y son utilizados directamente en la fabricación o producción del mismo.
- **Materiales en proceso:** son los que se emplean en la elaboración del producto, haciendo que su aspecto cambie debido al proceso.
- **Productos terminados:** son los cuales, se encuentran listos para su respectivo almacenamiento y posterior negociación.
- **Partes de la maquinaria y/o herramientas:** no forman parte del producto, pero son piezas fundamentales para el buen funcionamiento de las máquinas. Este es un material importante, debido a que representa la garantía de continuidad en la utilización de las máquinas durante el proceso de producción.

### **7.2.2. Costos de inventarios**

Según Schoeder (1983), los inventarios comprenden los siguientes tipos de costos:

- **Costos del artículo:** es el que se deriva de comprar o producir el artículo, se expresa generalmente con un costo por unidad, multiplicado por la cantidad producida.

- Costo de ordenar: es el que se asocia con hacer un pedido de un producto o de un lote de artículos. Se puede tomar este costo como los llamados costos fijos que se toman en contabilidad.
- Costo de mantener inventarios: es aquel que se asocia con la conservación de los artículos en un inventario durante un período de tiempo, es decir los costos de capital, de almacenamiento y de obsolescencia, deterioro o pérdida

### **7.2.3. Modelos determinísticos**

Este tipo de modelo de inventarios tiene por característica principal que se conoce con certeza, la demanda de los artículos, por lo que se centra en dos premisas principales; ¿cuánto pedir? y ¿cómo pedir?. Para poder contestar las preguntas anteriores, se deben considerar ciertos aspectos como faltantes, descuentos, demanda variable, entre otros.

- Modelo EOQ (cantidad económica de pedido).

Este modelo de inventario o de compra, es el más sencillo, puede ser aplicado a cualquier establecimiento de comercio; por ejemplo un supermercado pide a intervalos fijos una cantidad determinada de productos, en el momento que se agotan estos productos, llega otra orden y así sucesivamente (Anderson, Williams y Sweeney, 2004).

Este modelo de inventarios tiene los siguientes supuestos:

- Demanda constante
- Los tiempos de reposición son instantáneos, implica:
  - Tiempo de llenado muy pequeño

- El pedido llega completo, no hay entregas parciales
  - Costos constantes; hay 2 clases de costos:
    - Costo de pedir
    - Costo de mantener
  - No se admite faltantes
  - Cantidad a pedir es constante
  - Relación directa costo- volumen, no hay descuento por volumen.
  - Costo de pedir es diferente de cero
- Modelo EOQ con faltante

En este modelo se trabaja con la hipótesis de escasez, es la única condición que cambia respecto al modelo de EOQ (cantidad económica de pedido). Si se toma el ejemplo de un supermercado, éste podría efectuar venta de productos, aunque su *stock* sea 0, entregará esas mercancías cuando llegue un nuevo pedido.

- Modelo LEP (lote económico de producción)

Este modelo está basado principalmente en gestiones, cuando se dedican a la producción de un bien. El lote económico es la cantidad de inventario que debe de producirse, para satisfacer una demanda futura, de tal manera que el costo total en que se incurre por: fabricar, mantener el inventario y por pedidos pendientes sea el mínimo posible.

Los supuestos de este modelo son los mismos que el modelo EOQ con la siguiente variante: la empresa puede producir  $R$  unidades por unidad de tiempo. En cualquier instante la cantidad producida es  $R \cdot t$ .

- Modelo LEP con faltante

Este modelo de fabricación, admite déficit, con tasa de producción o fabricación mayor que la demanda.

Modelo de descuento por cantidad. Es habitual que cuando se adquieren mayores cantidades de un bien, los proveedores realicen descuentos en el valor de la unidad comprada. Para determinar el lote a comprar, se deben tener en cuenta las restricciones que tendrá el comprador de acuerdo a los rangos impuestos por el vendedor.

- Modelo EOQ con demanda variable

En este modelo, la demanda varía y el comportamiento de esta se distribuye normal. Es decir que para resolver este modelo y encontrar la cantidad óptima, se utiliza la distribución normal.

#### **7.2.4. Modelos probabilísticos**

Son modelos matemáticos apropiados para situaciones reales en condiciones específicas, son importantes porque ayudan a predecir la conducta de futuras repeticiones de un experimento aleatorio. Los modelos pueden ser discretos o continuos.

Los modelos o distribuciones discretas más comunes son: la uniforme, binomial, Poisson y la hipergeométrica. El modelo por medio de la distribución binomial, es base para definir los tamaños muestrales y la Poisson, de gran utilidad en teoría de colas o fenómenos de espera. Además, la hipergeométrica en muchos casos ( $n$  grande) se aproxima con el modelo binomial.

En cuanto a las continuas, se utilizan fundamentalmente las siguientes: Z de la normal, T de *Student*, F de *Snedecor* y la Ji cuadrado.

- Modelo de inventarios de artículos con demanda discreta

Este tipo de modelos, se aplica a situaciones como la de un vendedor de periódicos o empresas que tienen la siguiente sucesión de eventos:

- La empresa decide cuántas unidades pedir o producir,  $q^*$ .
- La demanda es estocástica, pero se conoce su distribución de probabilidad  $p(d)$ .
- Dependiendo de  $d$  y  $q$ , se incurre en el costo  $c(d,q)$ .

Método utilizado:

Empleando el análisis marginal para un problema tipo vendedor de periódicos, cuando la demanda es una variable aleatoria discreta y  $c(d,q)$  tiene la forma:

$$c(d,q) = c_0q + (\text{términos sin } q) \quad (d \leq q)$$
$$c(d,q) = -c_u q + (\text{términos sin } q) \quad (d \geq q + 1)$$

En donde,  $c_0$  es el costo unitario de comprar o producir demasiado, sobreabastecimiento. Por lo tanto,  $c_0$  es el costo debido a tener una unidad de excedente, de tal manera que a  $c_0$  se le suele llamar costo de sobreabastecimiento. Similarmente,  $c_u$  es el costo unitario de tener faltantes y se le llama costo de subabastecimiento.

- Modelo de inventarios de artículos con demanda continua

Este tipo de modelos, son del tipo del vendedor de periódicos, pero con demanda  $D$  variable aleatoria continua y función de densidad  $f(d)$ . De forma similar que en el caso discreto, se obtiene una expresión con la que se puede calcular el valor óptimo de  $q^*$ , pero a diferencia del caso discreto en el continuo se obtiene mediante una igualdad. Es decir,  $E(q)$  será reducido al mínimo por el valor mínimo de  $q$  (denotado  $q^*$ ) que satisface a:

$$P D \leq q^* = \frac{c_u}{c_o + c_u}$$

De tal forma que lo óptimo es pedir unidades hasta el punto en el que la última unidad que se pida tenga probabilidad de venderse.

$$P D \geq q^* = \frac{c_o}{c_o + c_u}$$

- Modelo estocástico de revisión continua

Estos modelos se caracterizan por lo siguiente:

- La demanda no se conoce con certeza, se estima una distribución de probabilidad que describe su comportamiento.
- El tiempo de entrega  $L$ , es distinto de cero.
- Los mayores problemas en estos modelos, se presentan durante el tiempo de entrega, por lo que se trabaja con la distribución de probabilidad que describe la demanda durante el tiempo de entrega  $f_L(u)$ .

El mínimo se obtiene cuando la función de distribución acumulada está dada por:

$$F_L s = \int_0^s f_L u \, du = \frac{p \frac{d}{q}}{h + p \frac{d}{q}}$$

- Modelos de ventas pendientes

Si el costo por ordenar  $K$  es significativo, se usa la política  $(s, q)$ , esto es, se pide una orden de tamaño  $q$ , cada vez que el nivel de inventario es  $s$ . Cuando la demanda no se satisface, se convierte en ventas pendientes, el nivel de inventario,  $y(q, s)$ , depende de  $q$  y  $s$ , y se estima a partir del inventario residual  $y(s)$ , más la mitad de la cantidad promedio añadida al almacén cuando se recibe la orden  $q$ -  $y_d(s)$

Después de optimizar los costos con respecto a  $q$  y  $s$  se obtiene:

$$q = \frac{\sqrt{2dK + py_d s}}{h}$$

$$F_L s = \frac{p \frac{d}{q} - \frac{h}{2}}{p \frac{d}{q} + \frac{h}{2}}$$

Se recomienda seguir los 4 pasos siguientes:

- Paso 1: suponer  $y_d(s) = 0$  y encontrar el valor de  $q$  con,

$$q = \frac{\sqrt{2dK + py_d s}}{h}$$



- Paso 2: con el valor más reciente de  $q$  encontrar  $s$ , empleando la expresión con su distribución correspondiente.
  - Paso 3: con el último valor de  $s$ , encontrar  $y_d(s)$  empleando  $y_d(s) = \int_s^{\infty} u - s f_L(u) du$  con su distribución correspondiente.
  - Paso 4: con el último valor de  $s$  y  $y_d(s)$ , regresar al paso 1 y calcular  $q$ . Repetir hasta que 2 valores sucesivos de  $q$  estén suficientemente cercanos, de modo que una iteración más no proporcione una mejora apreciable.
- Modelo con ventas desaprovechadas

En estos modelos el nivel esperado de existencias, se estima mediante:

$$y_{q,s} = y_s + \frac{q}{2}$$

Por consiguiente, el costo total se calcula con:

$$CT_{q,s} = K \frac{d}{q} + h y_{q,s} + (p + r - c) y_d(s) \frac{d}{q}$$

Donde el costo por déficit ( $p - r - c$ ), incluye la ganancia pérdida,  $r$  precio de venta y  $c$  su costo. Se va a obtener el lote económico  $q$  y la probabilidad de tener un nivel de inventario  $s$ , de tal forma que optimizando el costo con respecto a  $q$  y  $s$ , resultarán los valores óptimos:

$$q = \frac{2K + (p + r - c) y_d(s) d}{h}$$

$$F_{L s} = \frac{(p + r - c) \frac{d}{q}}{p + r - c \frac{d}{q} + h}$$

- Modelo estocástico con déficit convertido en combinación de ventas pendientes y pérdidas

En la práctica, es frecuente que una fracción  $\alpha$  de los clientes que aparecen cuando se ha agotado la existencia, acepte esperar a que se surta su pedido, y el resto  $1 - \alpha$ , de estos clientes prefieran buscar la satisfacción de la demanda con otro proveedor.

El modelo es una combinación de los 2 últimos modelos, por tales razones se usa el mismo razonamiento que en ellos, después de optimizar los costos, se obtiene que los parámetros correspondientes al mínimo costo son:

$$q = \frac{2 K + p + 1 - \alpha r - c y_d s d}{h}$$

$$F_s = \frac{p + 1 - \alpha (r - c) \frac{d}{q} - \frac{h}{2} \alpha}{p + 1 - \alpha (r - c) \frac{d}{q} + h - \frac{h}{2} \alpha}$$

En donde las variables se explican en los 2 modelos anteriores, y su solución también sigue la misma mecánica que ellos.

- Cantidad económica de pedido con demanda incierta

En la práctica, generalmente resulta difícil determinar el costo de oportunidad, por lo cual frecuentemente se decide controlar la escasez al

cumplir con un nivel de servicio especificado. Por tal razón, resulta tener una importancia relativa, a la medición del nivel de servicio especificado, el cual se puede cuantificar por medio de dos medidas.

Medida 1 del nivel de servicio *SLM1*: fracción esperada (expresada generalmente como porcentaje) de toda la demanda que se satisface a tiempo.

*SLM1* = el porcentaje de demanda que se satisface oportunamente.

Medida 2 del nivel de servicio *SLM2*: número esperado de ciclos por año, durante el cual hay escasez.

*SLM2* = número esperado de ciclos por año con déficit.

En esta parte se supondrá que la escasez se acumula.

- Modelos con clasificación ABC

Muchas empresas deben elaborar políticas de existencias para miles de artículos. En este caso, una empresa no puede dedicar mucha atención para determinar una política óptima de inventarios para cada artículo.

De tal forma que la clasificación ABC, inventada en General Electric durante los años 50, ayuda a que una empresa identifique un pequeño porcentaje de sus artículos que alcanzan un alto porcentaje del valor en dinero de las ventas anuales. A estos artículos se les llaman artículos tipo A. Como la mayor parte de la inversión de la empresa en inventarios, es para artículos tipo A, la concentración de esfuerzos en la creación de políticas efectivas de control de existencias para esos artículos, debe producir ahorros sustanciales.

- Clasificaciones

- Clasificación A: se obtiene del 5 al 20 por ciento de los artículos que producen, del 55 al 65 por ciento del ingreso (ventas) y representan la mayor parte de la inversión. Como la mayor parte de la inversión en inventario, está en los artículos tipo A, altos niveles de servicio para ellos darán como resultado enormes inversiones en reservas de seguridad. Por lo tanto la reserva de seguridad, SLM1 debe estar, sólo entre el 80 y 85 por ciento de los artículos tipo A.
- Clasificación B: se obtiene del 20 al 30 por ciento de los artículos que producen, del 20 al 40 por ciento del ingreso (ventas). Para estos artículos la reserva de seguridad, SLM1, se establezca debe ser de 95 por ciento. Se controla por computadora, la revisión de los parámetros menos frecuente. Los parámetros de los artículos tipo B se deben revisar con menos frecuencia que los de tipo A.
- Clasificación C: se obtiene del 50 al 75 por ciento de los artículos que producen, del 5 al 25 por ciento del ingreso (ventas). Para los artículos tipo C, en general es adecuado el sistema sencillo de 2 lugares. La demanda de los artículos tipo C, se puede pronosticar mediante métodos simples de extrapolación. Se recomienda un alto valor de la reserva de seguridad, SLM1, en general debe estar entre el 98 y 99 por ciento. Se requerirá de poca inversión adicional en reserva de seguridad para mantener estos altos niveles de servicio.

- Modelo con ordenación coordinada

En el caso de varios artículos, el costo por ordenar es importante, por consiguiente es conveniente coordinar la ordenación para ahorrar.

Pasos a seguir para la obtención del costo:

- Paso1: estimar la duración de cada ciclo a partir de  $\tau_j = \frac{2k}{h_j d_j}$
- Paso2: determinar  $\alpha_j = \frac{\tau_j}{\tau_1}$  donde Tau 1 es el ciclo de menor duración.
- Paso 3: definir  $\beta_j = \alpha_j$  entero más próximo a  $\alpha_j$ .
- Paso 4: calcular  $t_1$  como la duración del menor ciclo que minimiza el costo por controlar el inventario.

Donde se utiliza  $q = DT$ .

$$t_1 = \frac{2k + \sum_{j=1}^n \frac{k_j}{\beta_j}}{\sum_{j=1}^n h_j d_j \beta_j}$$

$$t_j = \alpha_j t_1$$

### 7.2.5. Rotación de inventarios

Redondo (2002), afirma que la rotación de inventario indica el número de veces que dichos inventarios han sido vendidos y reemplazados dentro de un determinado período económico. La rotación de inventarios representa un índice que permite conocer las veces que el inventario promedio se vendió en el año.

En general, se puede decir que si el índice de rotación de inventarios es mayor, menor será el capital de trabajo requerido en el negocio, y mayor será su rendimiento porcentual en situaciones normales.

### **7.3. Modelación de inventarios**

La modelación de un sistema o herramienta de control de inventarios, consiste en identificar los puntos que afectan el inventario de los restaurantes y en base a ello, desarrollar una herramienta que unifique la información de estos puntos con el fin de obtener una mezcla correcta de productos críticos en los restaurantes.

#### **7.3.1. Objetivos**

- Minimizar costos

La gestión de costos, implica supervisar los procesos de desarrollo, producción y venta de productos o servicios de buena calidad, al tiempo que trata de reducir los costos o mantenerlos a niveles objetivos.

La reducción de costos en la empresa, es el producto de diversas actividades que lleva a cabo la gerencia. Lamentablemente en muchas empresas tratan de reducir los costos sólo mediante el recorte de gastos; encontrándose entre las acciones típicas el despido de personal, la reestructuración y la disminución de proveedores. En este caso puntual se pueden reducir costos comprando menos, almacenando menos, transportando menos, no teniendo compras a última hora que aumenten los precios.

- Maximizar ganancias

Para que una empresa genere utilidades, necesita tener estrategias o tomar decisiones encaminadas a obtener los propósitos propuestos por la misma, el comportamiento de la empresa va a depender de las decisiones tomadas. Estas decisiones son tomadas conforme la intuición, el sentido común, o en algunos casos la experiencia, las decisiones se obtienen mayoritariamente por la información acumulada y actualizada.

Para tomar buenas decisiones a corto o a largo plazo, se necesita estar bien informado de cómo se encuentra el entorno externo e interno de la empresa. Con respecto a la información interna se tiene que saber cómo se encuentra la empresa en el área administrativa, productiva o de recursos humanos, también se necesita saber la información externa para saber que acciones o decisiones tomar con respecto a la competencia, el mercado que se quiere llegar e impregnar el producto, o saber el comportamiento del los compradores y los proveedores.

En este caso específico, la forma de maximizar las utilidades, es obtener el mayor provecho a los productos del inventario con los que se cuenta y con ello obtener las mayores utilidades posibles.

### **7.3.2. Modelización**

Para el logro de los objetivos y diseño del modelo, se siguen los 5 pasos del libro "*Strategic modeling and business dynamics: a feedback approach*". Los pasos se definen como:

- Paso 1. Articulación del problema. Es el paso más importante, debido a que en él se realiza un estudio completo para identificar el problema a resolver.
- Paso 2. Hipótesis del modelo. El modelador realiza un diseño preliminar de todas las variables que pueden llegar a interactuar en el problema.
- Paso 3. Formulación. En este paso se transforma la hipótesis en un modelo real con todos sus procesos y respectivas ecuaciones.
- Paso 4. Prueba. Aquí se realiza la simulación para saber si el modelo funciona correctamente y, si hay alguna inconsistencia, se corrigen los errores para así obtener el modelo integral.
- Paso 5. Políticas de evaluación y formulación. Se da por sentado que el modelo es capaz de identificar los problemas, por lo tanto, se ensayan nuevas políticas y se simulan para observar cómo se comportan. Se debe tener en cuenta que todos los pasos tienen influencia sobre los otros, por lo tanto, cualquier cambio realizado en alguno de estos pasos puede afectar algún paso anterior o siguiente.





## 8. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

- Hipótesis y variables

Hipótesis:

A través de la realización de un modelo de inventarios se mejorará significativamente la mezcla, rotación y la cobertura de productos en los restaurantes.

Variables:

- Variables dependientes
  - Cantidad de compra
  - Rotación de inventarios
  - Ventas
- Variables independientes
  - Demanda por parte de los clientes



## 9. CONTENIDO

El contenido general del presente trabajo, se concentra en realizar un diseño de modelo de inventarios, el cual optimice la distribución de materias primas disponibles en cada uno de los restaurantes.

GLOSARIO

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA
  - 1.1. Antecedentes
  - 1.2. Planteamiento del problema
    - 1.2.1. Cuestionamientos a resolver
    - 1.2.2. Causas
    - 1.2.3. Efectos
  - 1.3. Objetivos
  - 1.4. Justificación
  - 1.5. Alcances y limitaciones del estudio
  - 1.6. Viabilidad del estudio
  
2. MARCO TEÓRICO
  - 2.1. Cadena de suministros – abastecimiento
    - 2.1.1. Definición
    - 2.1.2. Logística
    - 2.1.3. Elementos de la logística

- 2.1.3.1. Transportación
    - 2.1.3.2. Administración de inventario
    - 2.1.3.3. Flujo de información y procesamiento de pedidos
  - 2.1.4. Objetivos y metas de la logística
  - 2.1.5. Planificación y control de la producción
  - 2.1.6. Gestión de inventarios
- 2.2. Administración de inventarios
  - 2.2.1. Definición
  - 2.2.2. Tipos de inventarios
  - 2.2.3. Costos de inventarios
  - 2.2.4. Modelos determinísticos
  - 2.2.5. Modelos probabilísticos
  - 2.2.6. Rotación de inventarios
- 2.3. Modelación de inventarios
  - 2.3.1. Definición
  - 2.3.2. Objetivos
  - 2.3.3. Modelización

### 3. MARCO METODOLÓGICO

- 3.1. Hipótesis de investigación
- 3.2. Evaluación de las variables y sus indicadores
- 3.3. Revisión de puntos críticos
- 3.4. Selección del modelo
- 3.5. Construcción del instrumento
- 3.6. Prueba piloto
- 3.7. Elaboración de la versión final del sistema y su procedimiento de aplicación

#### 4. ANÁLISIS Y RESULTADOS

- 4.1. Análisis de funcionalidad del modelo
- 4.2. Análisis de la rotación de materias primas
- 4.3. Indicadores
- 4.4. Validación

#### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

CONTENIDO



## 10. MÉTODOS Y TÉCNICAS

De acuerdo a los objetivos que se pretenden lograr al desarrollar, el modelo de inventarios adecuado, el procedimiento para diseñar uno que se adapte a las necesidades de la empresa consta de 6 fases:

### 10.1. Evaluación de las variables y sus indicadores

De acuerdo a los objetivos específicos se han determinado las variables, sub-variables, indicadores e instrumentos de medición:

- Aumentar la rotación de productos con que se cuenta en restaurantes al identificar correctamente la demanda.
  - Variables
    - Rotación de productos
      - ✓ Sub-variables: tiempo de almacenaje, cantidades compradas, inventario en restaurantes.
      - ✓ Indicadores: control de inventarios, valor y cobertura del inventario.
      - ✓ Instrumentos: hojas de control de inventarios, ventas de restaurantes.
    - Identificación de la demanda
      - ✓ Sub-variables: tendencia de ventas, tendencia general del mercado, consideración de la temporada.



- ✓ Indicadores: proyección de ventas, Indicador de adicionales, Indicador de ticket promedio.
  - ✓ Instrumentos: hojas de cálculo.
- Disminuir el desperdicio de productos en un 10 por ciento con respecto a los años anteriores en el mismo período
  - Variables
    - Desperdicio de materia prima
      - ✓ Sub-variables: condiciones de almacenaje, rotación PEPS, condiciones de transporte, fabricación en planta
      - ✓ Indicadores: Indicador de desperdicio
      - ✓ Instrumentos: *data logger* en equipo de transporte, termómetros especiales del equipo de control de calidad, hojas de cuadro, hojas de control de desperdicio.
- Establecer un proceso más eficiente de abastecimiento a restaurantes, el cual permita que cada uno cuente con un *stock* ideal de productos críticos para cumplir con sus ventas diarias.
  - Variables
    - Mezcla de productos críticos
      - ✓ Sub-variables: cantidad de pedido, capacidad de almacenaje, productos vendidos, productos almacenados.
      - ✓ Indicador: indicador de inventarios, indicador de adicionales, proyección de ventas.
      - ✓ Instrumentos: hojas de cálculo.

## **10.2. Revisión de puntos críticos**

Identificación de la demanda: en esta primera fase, se tomarán las ventas correspondientes a los 3 últimos períodos y a los meses anteriores para analizar la tendencia que se ha tenido con el tiempo, considerando las promociones vigentes, y así determinar si la demanda corresponde a una tendencia cíclica, secular, estacional o irregular.

Generación de estimado de ventas: las proyecciones de ventas son un eslabón muy importante en el correcto funcionamiento de la empresa, ya que en base a ello es que se proyectan pagos, aperturas, cierres, inversiones o alguna otra actividad que pueda ser de interés para la empresa. En esta fase lo que se hará es afinar las proyecciones vigentes e ir las ajustando cada semana conforme a la tendencia presentada los días anteriores.

Esto debido a que las proyecciones de ventas del total de la cadena se realizan una vez al mes y en la mayoría de los casos se toma como que fueran tendencias lineales. Además las proyecciones de cada restaurante se hacen semanalmente en base al total proyectado pero siempre hay desfases; si se toma una mejor proyección, se puede tener mejor certeza de lo que se espera y preparar estrategias anticipadamente.

## **10.3. Selección del modelo**

El modelo se realizará como continuación de los indicadores ya existentes de; control de inventarios, valor y cobertura, adicionales y pedidos. El tipo de modelo ya sea determinístico o probabilístico se definirá a partir de los cálculos que se obtengan de la identificación de la demanda y la corrección de las proyecciones de ventas.

#### 10.4. Construcción del instrumento

Para la construcción del modelo, se cumplirán los siguientes pasos:

- Levantamiento y análisis de datos: se busca obtener la información relacionada a ventas de los últimos 2 años.
- Análisis de la demanda de productos críticos: se estudiará el comportamiento de las ventas de acuerdo a las ofertas, promociones y temporadas y cómo influyen en el consumo de los productos críticos.
- Evaluación de métodos de pronósticos: al obtener el historial de las ventas y el de la demanda, se evaluarán los diferentes tipos de pronósticos (lineal, estacional, cíclico, variable) y así determinar cuál es el que mejor se adapta a los datos.
- Proyección de ventas: al haber obtenido el tipo de pronóstico más confiable, se procede a realizar la proyección de ventas y cotejarla contra la realizada con anterioridad y de esta manera determinar con un mejor margen de confiabilidad las ventas de los siguientes meses.
- Selección del modelo a utilizar: al determinar las ventas, se procede a seleccionar el modelo, ya sea probabilístico o determinístico y en base a ello trabajar la herramienta que enlace las ventas con los pedidos, los inventarios y la mezcla de productos que se venden.
- Desarrollo de la cantidad del pedido económico (CPE); luego de seleccionar el modelo y tener la herramienta, se procede a obtener las

cantidad de pedido económico correspondiente a los productos críticos de cada uno de los restaurantes.

- Prueba de la confiabilidad del modelo: se determinará de acuerdo a simulaciones con datos de semanas anteriores y será válido hasta que tenga un 95 por ciento de confiabilidad.

### **10.5. Prueba piloto**

La prueba inicial, se realizará en 4 restaurantes con diferentes características, tanto de ubicación como de comportamiento de ventas. La prueba se realizará durante 2 semanas y se estará monitoreando cada tres días con el fin de obtener las observaciones de los encargados de restaurantes así como de los supervisores de ventas.

### **10.6. Elaboración de la versión final del sistema y su procedimiento de aplicación**

Luego de superar los 2 meses de pruebas y determinar que se mejoró la rotación de productos, que el valor de los inventarios disminuyeron y que se mejoró la mezcla de productos en restaurantes se procederá a generalizar el modelo para los restaurantes del interior de la república, esto siguiendo los mismos parámetros que el anterior modelo pero considerando las características especiales que se tienen con el despacho.



## **11. RESULTADOS ESPERADOS**

El primer resultado que se pretende con la presente investigación es, realizar un diseño de control de inventarios, el cual sea funcional para cada uno de los restaurantes, y que incluya los productos principales para la producción. Esto incluye, la adaptabilidad del modelo para cada restaurante, y para los cambios que normalmente hay en las materias primas.

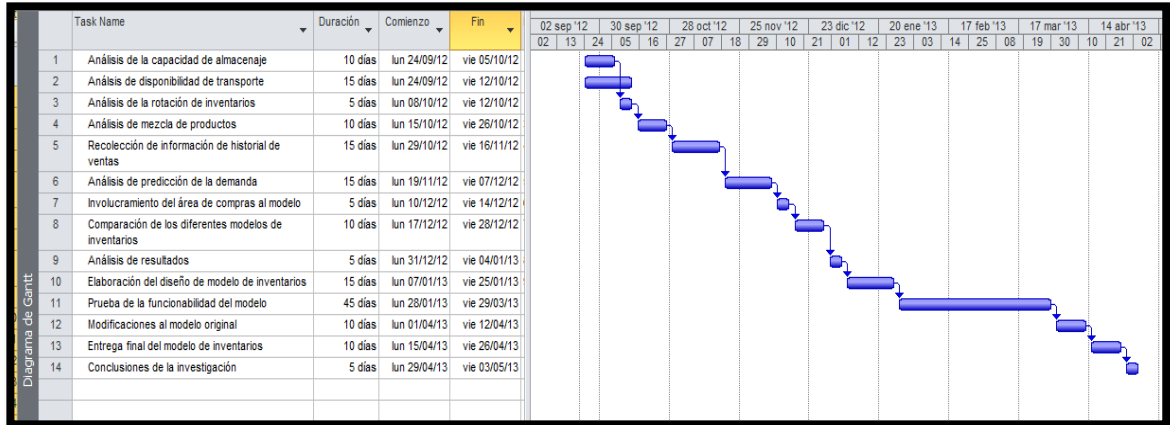
También se espera que por medio del modelo se logre establecer un proceso más eficiente de abastecimiento a los restaurantes, el cual permita que cada uno cuente con las cantidades necesarias de productos para cumplir con sus ventas diarias.

Otro resultado esperado, es que se aumente en un 10 por ciento la rotación de las materias primas principales con que se cuenta en restaurantes al identificar correctamente la demanda.

Por último, se espera definir y utilizar indicadores de gestión que permitan evaluar oportunamente la eficiencia del modelo de inventarios. Por medio de esto apoyar a las áreas involucradas en la requisición, compra y envío de materias primas a los restaurantes.



## 12. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES



Fuente: Elaboración Propia





### 13. RECURSOS NECESARIOS

Los recursos que se utilizaron en el transcurso de la investigación; son principalmente tecnológicos, ya que gran parte de la información se basa en datos que se encuentran en hojas de cálculo y en el sistema de la empresa. También se utilizaron recursos físicos como la computadora, un *data logger*, combustible, papelería y alimentación.

Tabla 1. **Recursos necesarios para la investigación**

| Recurso            | Costo             |
|--------------------|-------------------|
| Asesor             | Q2 500,00         |
| Computadora        | Q3 000,00         |
| Internet           | Q200,00           |
| Papelería y utiles | Q800,00           |
| Data Logger        | Q3 200,00         |
| Combustible        | Q800,00           |
| Digitación         | Q1 000,00         |
| Alimentación       | Q1 500,00         |
| <b>Total</b>       | <b>Q13 000,00</b> |

Fuente: elaboración propia



## 14. BIBLIOGRAFÍA

1. Anderson, David R.; Williams, Thomas Arthur; Sweeney, Dennis J.; (2004) Métodos cuatitativos para los negocios. E.E.U.U.: International Thomson.
2. Ballou, Ronald H. (2001). Logística: Administración de la cadena de suministro. México: Pearson Educación.
3. Bowerman, Bruce; O'Connell, Richard; Koehler, Anne. (2006). Pronósticos, series de tiempo y regresión un enfoque aplicado. México: Cengage Learning.
4. Castro Zuluaga, Carlos Alberto. (2003). Una estructura para la selección de modelos de gestión de inventarios de artículos individuales cuando la demanda es determinística. *Tecnura* 1(1), 83-93
5. Chopra, Sunil; Meindl, Peter. (2009). Supply chain management: strategy, planning, and operation. E.E.U.U.: Prentice Hall
6. Mentzer, John T. (2001). *Suply Chain Management*. E.E.U.U.: Sage Publications, Inc.
7. Munich, Alfred; García, José. (2001). Sistema de planificación y control de la fabricación. México: McGraw Hill.

8. Parada González, Oscar. (2009). Un enfoque multicriterio para la toma de decisiones en la gestión de inventarios. Cuadernos de administración. 22(38), 169-187.
9. Pau i Cos, Jordi; de Navascués y Gasca, Ricardo. (2002). Manual de logística integral. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos, S.A.
10. Render Barry; Satair, Ralph; Hanna, Michael. (2009). Métodos cuantitativos para los negocios. México: Pearson – Prentice Hall.
11. Rodriguez, Jesus A.; Vidal, Carlos J. (2009). Un método heurístico para el control de inventarios de productos de corto ciclo de vida. Ingeniería y competitividad. 11(1), 37-55.
12. Stock, James R.; Lambert, Douglas M.; (2001). Strategic logistics management. E.E.U.U.: McGraw Hill.
13. Taha, Hamdy A. (2004). Investigación de operaciones. México: Pearson Educación.
14. Vidal Holguín, Carlos Julio; Londeño Ortega, Julio César; Contreras Renfigo, Fernando. (2004). Aplicación de modelos de inventarios en una cadena de abastecimiento de productos de consumo masivo con una bodega y n puntos de venta. Ingeniería y competitividad. 6(1), 35-53.
15. Vílchez Gil, Alirio. (2003). Gestión de inventario. Relación con los proveedores en franquicias de comida rápida. Revista Venezolana de Gerencia. 8(23), 510-525.