



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

**IMPLEMENTACIÓN DE UNA HERRAMIENTA EFICIENTE PARA EL CÁLCULO DE PEDIDOS
QUE PERMITA LA ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO OPTIMIZADO EN EL DEPARTAMENTO
DE “*SUPPLY CHAIN*” PARA UNA EMPRESA COMERCIALIZADORA DE LLANTAS**

Laura Roldán González

Asesorado por Inga. Sigrid Alitza Calderón De León

Guatemala, octubre de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**IMPLEMENTACIÓN DE UNA HERRAMIENTA EFICIENTE PARA EL CÁLCULO DE PEDIDOS
QUE PERMITA LA ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO OPTIMIZADO EN EL DEPARTAMENTO
DE “SUPPLY CHAIN” PARA UNA EMPRESA COMERCIALIZADORA DE LLANTAS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

LAURA ROLDÁN GONZÁLEZ

ASESORADO POR LA INGA. SIGRID ALITZA CALDERÓN DE LEÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2011

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	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Edwin Adalberto Bracamonte Orozco
EXAMINADOR	Ing. Harry Milton Oxom Paredes
EXAMINADOR	Ing. Carlos Alex Olivares Ortiz
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

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:

**IMPLEMENTACIÓN DE UNA HERRAMIENTA EFICIENTE PARA EL CÁLCULO DE PEDIDOS
QUE PERMITA LA ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO OPTIMIZADO EN EL DEPARTAMENTO
DE "SUPPLY CHAIN" PARA UNA EMPRESA COMERCIALIZADORA DE LLANTAS**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha marzo de 2009.



Laura Roldán González



Guatemala, 09 de septiembre de 2011.
REF.EPS.DOC.1160.09.11.

Ingeniera
Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Inga. Sarmiento Zeceña.

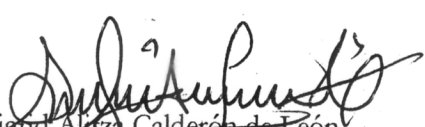
Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) de la estudiante universitaria de la Carrera de Ingeniería Industrial, **Laura Roldán González**, Carné No. **8812306** procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"IMPLEMENTACIÓN DE UNA HERRAMIENTA EFICIENTE PARA EL CÁLCULO DE PEDIDOS QUE PERMITA LA ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO OPTIMIZADO EN EL DEPARTAMENTO DE "SUPPLY CHAIN" PARA UNA EMPRESA COMERCIALIZADORA DE LLANTAS"**.

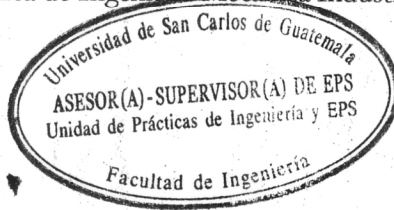
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Sigrid Aitza Calderón de León
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



SACdL/ra



Guatemala, 09 de septiembre de 2011.
REF.EPS.D.803.09.11

Ingeniero
César Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente

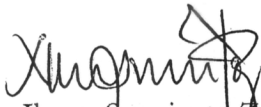
Estimado Ing. Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"IMPLEMENTACIÓN DE UNA HERRAMIENTA EFICIENTE PARA EL CÁLCULO DE PEDIDOS QUE PERMITA LA ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO OPTIMIZADO EN EL DEPARTAMENTO DE "SUPPLY CHAIN" PARA UNA EMPRESA COMERCIALIZADORA DE LLANTAS"** que fue desarrollado por la estudiante universitaria, **Laura Roldán González** quien fue debidamente asesorada y supervisada por la Inga. Sigrid Alitza Calderón de León.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora-Supervisora de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS

NISZ/ra

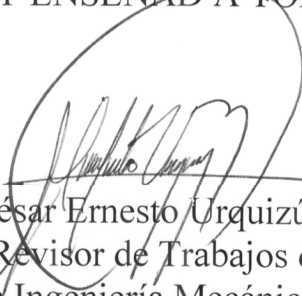




REF.REV.EMI.144.011

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **IMPLEMENTACIÓN DE UNA HERRAMIENTA EFICIENTE PARA EL CÁLCULO DE PEDIDOS QUE PERMITA LA ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO OPTIMIZADO EN EL DEPARTAMENTO DE “SUPPLY CHAIN” PARA UNA EMPRESA COMERCIALIZADORA DE LLANTAS**, presentado por la estudiante universitaria **Laura Roldán González**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, septiembre de 2011.

/mgp



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 titulado **IMPLEMENTACIÓN DE UNA HERRAMIENTA EFICIENTE PARA EL CÁLCULO DE PEDIDOS QUE PERMITA LA ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO OPTIMIZADO EN EL DEPARTAMENTO DE "SUPPLY CHAIN" PARA UNA EMPRESA COMERCIALIZADORA DE LLANTAS**, presentado por la estudiante universitaria **Laura Roldán González**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


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



Guatemala, octubre de 2011.

/mgp



DTG. 446.2011

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: **IMPLEMENTACIÓN DE UNA HERRAMIENTA EFICIENTE PARA EL CÁLCULO DE PEDIDOS QUE PERMITA LA ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO OPTIMIZADO EN EL DEPARTAMENTO DE "SUPPLY CHAIN" PARA UNA EMPRESA COMERCIALIZADORA DE LLANTAS,** presentado por la estudiante universitaria **Laura Roldán González,** autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 31 de octubre de 2011.



/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

El amor perfecto.

Mi madre

Norma González González de Roldán. Por su amor incondicional, creer en mí, apoyarme y alentarme a lograr mis objetivos; y por el gran ejemplo de vida que siempre ha sido en la mía.

Guatemala

Mi patria querida.

AGRADECIMIENTOS A:

- Dios** Por velar cada paso en mi vida.
- Mi madre** Norma González González de Roldán. Por ser mi modelo a seguir y darme su apoyo ilimitado.
- Mi padre** Roberto Roldán Popol. Por darme su cariño.
- Mis hermanos** Jorge Manuel, Clara Luz y Roberto Máximo. Por aconsejarme acertadamente en mis momentos de vacilación.
- Mi esposo** Wilberg Adolfo Donado Miranda. Por exhortarme con amor a progresar continuamente.
- Mi familia** Por compartir los más importantes momentos de mi vida.
- Mi amiga** María del Rosario Pérez Medrano. Por ofrecerme su amistad y confianza.
- Mis mentores** Víctor Hugo Ayerdi Bardales, Vanessa Anaité Castillo Rodríguez, Luis Fernando Castro Rosales y Edwin Tomás Chinchilla Morales. Por guíarme en mi desarrollo y crecimiento profesional.

Mi asesora

Inga. Sigríd Alitza Calderón De León. Por sus enseñanzas y asesoría en el desarrollo de este trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA	1
1.1. Descripción general de la empresa	1
1.1.1. Ubicación	2
1.1.2. Funciones	2
1.1.3. Actividades.....	2
1.2. Servicios que presta	2
1.2.1. Departamento de <i>Supply Chain</i>	3
1.3. Historia de la empresa.....	3
1.4. Misión	4
1.5. Visión.....	4
1.6. Valores de la empresa.....	5
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL.....	7
2.1. Diagnóstico de la situación actual.....	7
2.1.1. Recolección de información.....	14
2.1.2. Medición del tiempo que toma normalmente preparar la información, previo a ser analizada para la toma de decisiones	22

2.2.	Evaluación de los parámetros a ser considerados en el análisis del inventario	25
2.2.1.	Comportamiento de la demanda	27
2.2.2.	Dispersión de la demanda.....	30
2.2.3.	Estimados de ventas	31
2.2.4.	Sesgo en la información	34
2.2.5.	Políticas y objetivos empresariales.....	36
2.2.6.	Eficacia logística y operativa	38
2.2.7.	Consideraciones adicionales.....	42
2.3.	Análisis del inventario actual	43
2.3.1.	Análisis de los datos actuales	44
2.3.2.	Discusión de los resultados.....	47
2.4.	Determinación del nivel óptimo de inventario	50
2.5.	Desarrollo de un modelo de reabastecimiento del inventario con base en las características particulares del estudio	51
2.6.	Implementación de la herramienta para el cálculo de pedidos que permita la estandarización del proceso y mantener el nivel de inventario óptimo	56
2.7.	Evaluación de la situación modificada.....	61
2.7.1.	Recolección de información	62
2.7.2.	Medición del tiempo que toma preparar la información previo a ser analizada para la toma de decisiones.....	62
2.8.	Análisis del inventario en la situación modificada.....	62
2.8.1.	Análisis de los datos en la situación modificada.....	64
2.8.2.	Discusión de los resultados.....	65

3.	FASE DE INVESTIGACIÓN	67
3.1.	Investigación sobre desastres o emergencias ocurridos en los últimos 10 años en la zona en la que se encuentra ubicada la empresa y los impactos generados	67
3.2.	Plan de contingencia	68
3.2.1.	Antes de la emergencia	68
3.2.2.	Durante la emergencia.....	69
3.2.3.	Después de la emergencia	72
3.2.4.	Procedimiento de evacuación.....	72
3.2.5.	Procedimiento de bloqueo de seguridad.....	74
3.2.6.	Terremoto	75
3.2.7.	Huracán	76
3.2.8.	Incendio	77
3.2.9.	Disturbios civiles o manifestaciones	78
3.2.10.	Delincuencia común.....	79
3.2.11.	Falla del elevador.....	80
3.2.12.	Corte de energía.....	80
4.	FASE DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	81
4.1.	Aseguramiento del proceso optimizado del cálculo de pedidos	81
4.1.1.	Manual de inducción y capacitación para la utilización de la herramienta para análisis y determinación de los pedidos para reabastecimiento del inventario	81
4.1.1.1.	Método anterior.....	82
4.1.1.2.	Método modificado.....	83

4.1.2. Planificación de las sesiones de información
y capacitación..... 93

4.1.3. Registro de las sesiones de
Información y capacitación 93

CONCLUSIONES..... 95

RECOMENDACIONES 97

BIBLIOGRAFÍA..... 99

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Plano de ubicación de GINSA.....	1
2.	Línea de tiempo para el reabastecimiento de producto	8
3.	Modelo general del proceso de reabastecimiento.....	9
4.	Modelo de reabastecimiento de inventario.....	11
5.	Composición mensual de inventario total Q.....	12
6.	Inventario en bodega OH vs. inventario total Q.....	13
7.	Diagrama de flujo, proceso actual de reabastecimiento.....	21
8.	Diagrama Ishikawa del proceso actual de reabastecimiento.....	25
9.	Composición por tipo de demanda, situación inicial.....	27
10.	Transformación de ventas en demandas de tipo estable	29
11.	Composición por inventario ABC y demanda, situación actual	30
12.	Histograma de inventario OH.....	44
13.	Ingresos y ventas acumulados de enero a diciembre 2010	45
14.	Aprovechamiento de ingresos 2010.....	45
15.	Comparación de niveles de inventario OH, ventas e ingresos	48
16.	Hoja de cálculo: inventarios y estimados de venta.....	57
17.	Herramienta de cálculo de pedidos, nuevo método	58
18.	Diagrama de flujo, nuevo proceso de reabastecimiento	63
19.	Composición por tipo de inventario ABC y demanda.....	64
20.	Plano de señalización y ruta de evacuación	72
21.	Hoja de cálculo: método modificado	86
22.	Información contenida en método modificado.....	87
23.	Cálculo de pedido, código 80555USA.....	90
24.	Pedido consolidado calculado en mes N+0	92

TABLAS

I.	Reporte de estimados de ventas	14
II.	Reporte de inventarios.....	15
III.	Escenarios de comparación, decisión de compra.....	18
IV.	Resumen de actividades de planeación de inventarios	24
V.	Variación de estimados de enero a través del tiempo	31
VI.	Eficacia logística y operativa.....	38
VII.	Diferentes estimados de ventas para enero 2010	42
VIII.	Cantidad de ingresos por código	46
IX.	Cantidad de ventas por código	47
X.	Comparativo de inventarios 2010-2011	49
XI.	Simulación de compra por el método actual	52
XII.	Simulación de compra, comportamiento real.....	53
XIII.	Simulación de compra, conclusión	54
XIV.	Diferencias de los métodos de cálculo de pedidos	57
XV.	Simulación de compra, nuevo método.....	59
XVI.	Simulación de compra, cálculo de pedido.....	60
XVII.	Variación de estimados de marzo 2011 a través del tiempo	65
XVIII.	Esquema de hoja electrónica, método anterior.....	82
XIX.	Cálculo de proyección de inventarios	84
XX.	Proyección de inventario N+5.....	85

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
C	Inventario a comprar
OH	Inventario en bodega
IT	Inventario en tránsito
L	<i>LeadTime</i> , tiempo de entrega
T	Tiempo de reorden

GLOSARIO

<i>Customer Service</i>	Departamento de Servicio al Cliente.
<i>Forecast</i>	Pronóstico, proyección o estimación de la demanda de producto.
GINSA	Gran Industria de Neumáticos Centroamericana, S. A.
Herramienta	Elemento, mecanismo o técnica elaborada con el objetivo de hacer más sencilla una actividad determinada. Subprograma, desarrollo o módulo encargado de funciones específicas y afines entre sí para realizar una tarea.
<i>LeadTime</i>	Tiempo de entrega de un producto desde que se emite el pedido, hasta que se recibe en bodega.
<i>Logistics</i>	Departamento de logística.
Misión	Representa la razón de ser de la empresa, orienta toda la planificación y todo el funcionamiento de la misma hacia la actividad empresarial fundamental, contiene el concepto del producto genérico que ofrece y el tipo de clientes a los que pretende atender.
<i>Supply Chain</i>	Cadena de suministro. Departamento de Operaciones.

Valores

Son los principios que define la empresa como marco de referencia dentro del cual se deben desarrollar todas las actividades.

Visión

Es el enunciado que formula lo que la empresa quiere ser en un futuro. Hacia donde quiere llegar.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación fue realizado en la empresa Gran Industria de Neumáticos Centroamericana, S. A. y trata sobre el análisis y modificación del cálculo de reabastecimiento de inventario de producto terminado.

La primera fase del trabajo contiene una breve descripción de la empresa, la misión, visión y valores.

La segunda fase describe los procesos original y modificado del cálculo de reabastecimiento, los problemas encontrados y las restricciones generales que limitan las mejoras posibles al proceso.

La tercera fase contiene las directrices esenciales para poner en marcha un plan de contingencias ante diversos eventos.

La cuarta fase describe los temas sobre los cuales se realizaron capacitaciones y entrenamientos para la comprensión de la nueva herramienta.

Como resultado del estudio, se mejoró la herramienta de cálculo de reabastecimiento, hoja de cálculo de Excel, mediante la automatización de segmentos importantes del proceso. La hoja de cálculo modificada, mejoró el proceso de cálculo, adaptándose al comportamiento de la demanda y parámetros de transporte. No obstante, el grado de mejora queda subordinado a las restricciones que plantean la eficacia de los pronósticos de ventas y el nivel de servicio en la entrega de proveedores.

OBJETIVOS

General

Implementar una herramienta eficiente para calcular automáticamente el pedido óptimo de llantas y estandarizar el proceso mediante el uso de la hoja de cálculo Excel.

Específicos

1. Establecer el tipo de demanda y la dispersión de las ventas de la empresa.
2. Establecer las desventajas del método tradicional de cálculo de pedidos.
3. Determinar los factores externos que limitan el mejoramiento del cálculo de pedidos.
4. Determinar qué parámetros y/o criterios es necesario registrar para mejorar el proceso de cálculo de pedidos.
5. Definir las estrategias que prepare a la empresa para contrarrestar siniestros mediante la elaboración de un plan de contingencias.

INTRODUCCIÓN

Con el paso del tiempo los recursos se escasean y la necesidad de optimizarlos se convierte en una prioridad para todas las empresas.

En este trabajo de graduación se desarrolla la implementación de una hoja de cálculo como herramienta para mejorar y estandarizar el cálculo mensual de pedidos. Ésta debía acelerar el cálculo mensual del pedido de llantas conforme a la política de reabastecimiento, y estar en línea con los parámetros de operación de la empresa en cuanto al tipo de demanda de sus productos y los tiempos de entrega de las plantas de manufactura alrededor del mundo.

La herramienta implementada mejoró el tiempo de ejecución y se adaptó a los parámetros solicitados; sin embargo, factores externos como la eficacia de los pronósticos de venta y el nivel de servicio de proveedores, afectan el proceso en general y no únicamente la herramienta de cálculo en la búsqueda de niveles óptimos de inventario y así evitar excesos o escasez.

En el capítulo 2 se describe el proceso, los parámetros y condiciones bajo los cuales se realiza el cálculo de pedidos para el reabastecimiento de inventario. Luego, se realiza un diagnóstico de la situación y los aspectos más importantes a mejorar en la hoja de cálculo. En el capítulo 4 se explican los detalles de la hoja de cálculo y su aplicación en el cálculo de pedidos.

Se espera que este proyecto invite a analizar y plantear soluciones de bajo costo que satisfagan sus necesidades particulares para el mejor aprovechamiento de los recursos.

1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

1.1. Descripción general de la empresa

Gran Industria de Neumáticos Centroamericana, S. A. (GINSA) es una empresa con más de 50 años de experiencia en la fabricación y comercialización de productos de hule, actualmente dedicada a la importación y comercialización de llantas de la más alta calidad y tecnología para el istmo Centroamericano y la región del Caribe.

Figura 1. Plano de ubicación de GINSA



Fuente: <http://www.google.com/mapmaker>. Consulta: 28 de junio de 2010.

1.1.1. Ubicación

La empresa se localiza en la zona industrial de la ciudad capital de Guatemala: 50 calle 23-70 zona 12, ver figura 1, página 1. Además, cuenta con oficinas en el Centro Gerencial Las Margaritas, e instalaciones para almacenar producto para la re-exportación en el departamento de Puerto Barrios y en la República de Panamá.

1.1.2. Funciones

GINSA es una compañía comercializadora de llantas para la mayoría de las aplicaciones: autos, camionetas, camiones mueve-tierra, agrícolas e industriales. También comercializa otros productos de hule, como el material para reencauche.

1.1.3. Actividades

La empresa se dedica a la venta y distribución de llantas y material de reencauche. Además, realiza capacitaciones sobre el uso y comercialización de sus productos, mercadeo institucional y promueve oportunidades de negocio en beneficio de sus clientes y distribuidores.

1.2. Servicios que presta

- Asesoramiento profesional en negocios
- Asesoramiento en mercadeo de productos y servicios
- Asesoramiento en atención especializada a flotas
- Entrenamiento y capacitación en productos y servicios
- Provee productos de alta calidad

1.2.1. Departamento de *Supply Chain*

El departamento de *Supply Chain* es el responsable de administrar la logística de traslado de producto entre los proveedores y los clientes de la organización, se encarga de la planeación de compras, transporte, almacenaje, distribución y servicio al cliente. Se divide en tres áreas:

- *Planning*: área encargada de planificar las compras y monitorear el inventario, es responsable de proveer oportunamente el producto para la venta, y al mismo tiempo mantener los niveles óptimos de inventario en sus bodegas, en Guatemala y Panamá.
- *Logistics*: área responsable de transportar el producto desde que es embarcado en puerto de origen, hasta que es almacenado en la bodega y posteriormente entregado al cliente.
- *Customer Service*: área responsable de la atención al cliente pre y post venta a nivel de distribuidores. Se ocupan del monitoreo de las órdenes de compra.

1.3. Historia de la empresa

The *Goodyear Tire & Rubber Company* fue fundada en 1898 en Akron, Ohio, Estados Unidos.

GINSA fue fundada en 1956 por un grupo de empresarios guatemaltecos con la visión de contribuir al desarrollo del área centroamericana. En 1958, se materializa la idea cuando es fabricada la primera llanta en su planta de producción ubicada en la Avenida Petapa, zona 12.

En 1965, *Goodyear Tire & Rubber Company* se asocia con GINSA por medio de la inversión de capital y capacitación nacional y extranjera, así como, con el respaldo total de sus centros internaciones y pasa a formar parte de una de las 103 plantas industriales instaladas en el orbe.

1.4. Misión

“Nuestra misión

Exceder las expectativas de nuestros clientes ofreciendo productos y servicios de alta calidad, asegurando así el crecimiento del negocio y el mantenimiento del liderazgo en nuestro mercado.

Propiciar una cultura de trabajo significativa y retadora, orientada a la mejora continua y alta satisfacción de nuestros asociados.

Agregar un valor tangible a la Corporación *Goodyear* devolviendo ganancias justas a nuestros inversionistas.”

1.5. Visión

“Nuestra visión

Ser la marca elegida por los clientes y socios en el negocio de las llantas entregando productos y servicios de alta calidad.”

1.6. Valores de la empresa

“En *Goodyear* Guatemala valoramos:

- Nuestro buen nombre

Manejamos nuestro negocio de acuerdo con las más altas normas legales y éticas.

Afirmamos nuestro nombre como sinónimo de excelencia.

Operamos globalmente como un ciudadano corporativo socialmente responsable.

- Nuestros clientes

Escuchamos y respondemos rápidamente a las necesidades y expectativas de nuestros clientes.

Damos un valor sobresaliente a los consumidores de nuestros productos y servicios.

Aseguramos las más altas normas de calidad en productos y servicio.

- Nuestros asociados

Tratamos a todos los asociados y sus ideas con dignidad y respeto, y recompensamos iniciativa y logros.

Atesoramos y alimentamos nuestra rica diversidad.

Alentamos el desarrollo de los asociados a través de la enseñanza y capacitación.

- Nuestros accionistas

Operamos como una organización orientada a los negocios.

Aseguramos el valor futuro a nuestros accionistas a través de un crecimiento sostenido en las utilidades.”

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

Los recursos son cada vez más valiosos y escasos por lo que es necesario utilizarlos de la mejor forma posible. Uno de esos recursos es el inventario, en este capítulo se desarrolla este tema, mediante la utilización de una herramienta eficiente para el cálculo de pedidos, que permite la estandarización de un nuevo proceso que asegure mantener el nivel de inventario en niveles óptimos.

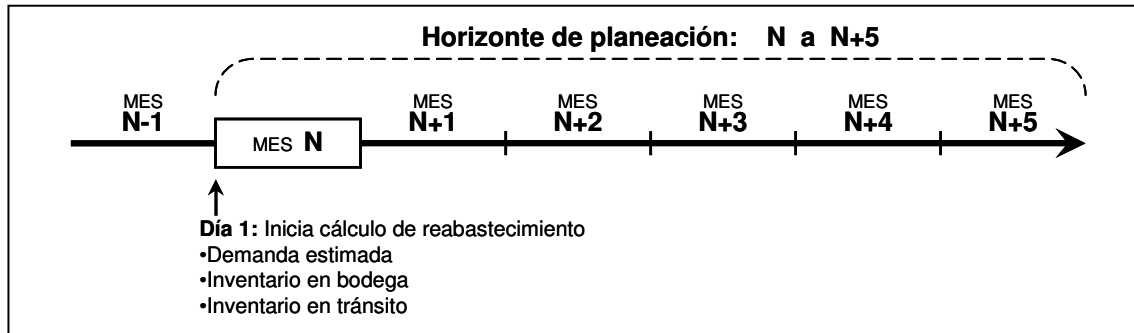
El proceso de reabastecimiento del inventario se realiza de forma mensual con base en la proyección de ventas para los siguientes 6 meses. Persigue colocar los pedidos de producto a los diferentes proveedores alrededor del mundo de forma tal, que el ingreso del producto ocurra oportunamente para garantizar un nivel óptimo de inventario.

2.1. Diagnóstico de la situación actual

El proceso de reabastecimiento de materiales ocurre en el área de *Planning*, departamento de *Supply Chain*. Su objetivo es calcular el producto, (llantas) necesario para la venta de los próximos meses, dependiendo del tiempo de entrega de cada código. Se realiza mensualmente e inicia el primer día hábil del mes.

En la figura 2, página 8, se describe la línea de tiempo del proceso de reabastecimiento de materiales que facilitará la comprensión del mismo, para generar posteriormente, un diagnóstico de la situación actual.

Figura 2. Línea de tiempo para el reabastecimiento de producto



Fuente: GINSA.

La figura 2, muestra el día 1 del mes N, aquí se establece el día de corte mensual de información para planear los siguientes meses de inventario en función del tiempo de entrega de cada producto.

La información de entrada para el proceso de reabastecimiento es la siguiente:

- Demanda estimada (*Forecast*, V): es el producto a vender durante los próximos meses, es calculada mensualmente por el departamento de *Marketing* y enviada al área de *Planning* en el departamento de *Supply Chain*, antes del día 1 de cada mes.
- Inventario en bodega (*On-Hand*, OH): es el producto que físicamente se encuentra en bodega al inicio del mes N y se encuentra disponible de inmediato para la venta.
- Inventario en tránsito (*In-Transit*, IT): consolida la información de todo el producto que no se encuentra registrado en bodega que formará parte del

inventario de la empresa. Es producto pendiente de entrega de proveedores.

- Inventario en órdenes (*On-Order*): se conoce así, al producto que fue solicitado a los proveedores, fue confirmado por ellos para producirlo y aún no se ha enviado. Para efectos prácticos de cálculo de reabastecimiento, el inventario *On-Order* se considera inventario *In-Transit*, por lo que, en los cálculos a realizar aparecen como un sólo valor.

La información de salida del proceso de reabastecimiento de inventario son los pedidos a realizar a cada uno de los proveedores de producto. La figura 3, modela el proceso general de reabastecimiento.

Figura 3. **Modelo general del proceso de reabastecimiento**



Fuente: GINSA.

El cálculo de reabastecimiento de inventario debe mantener un equilibrio entre los ingresos (compras) y egresos (ventas) de producto, llantas. La adquisición de inventario no es un proceso inmediato, desde el momento que se hace el pedido al proveedor, hasta que ingresa el producto en bodega, transcurren de 2 a 3 meses, dependiendo del proveedor. Este tiempo de espera se conoce en GINSA como *LeadTime* (L); o bien, tiempo de entrega. El

proceso de compra de inventario se realiza mensualmente siguiendo la siguiente política:

Comprar inventario = inventario para venta de (L + 1) meses

Esto significa que al momento de evaluar la compra (C) de inventario, se determina que haya suficiente inventario en bodega y en tránsito para cubrir la venta total (V) del período de tiempo (L+1). El cálculo de esta política se traduce en lo siguiente:

$$C = V - (OH + IT)$$

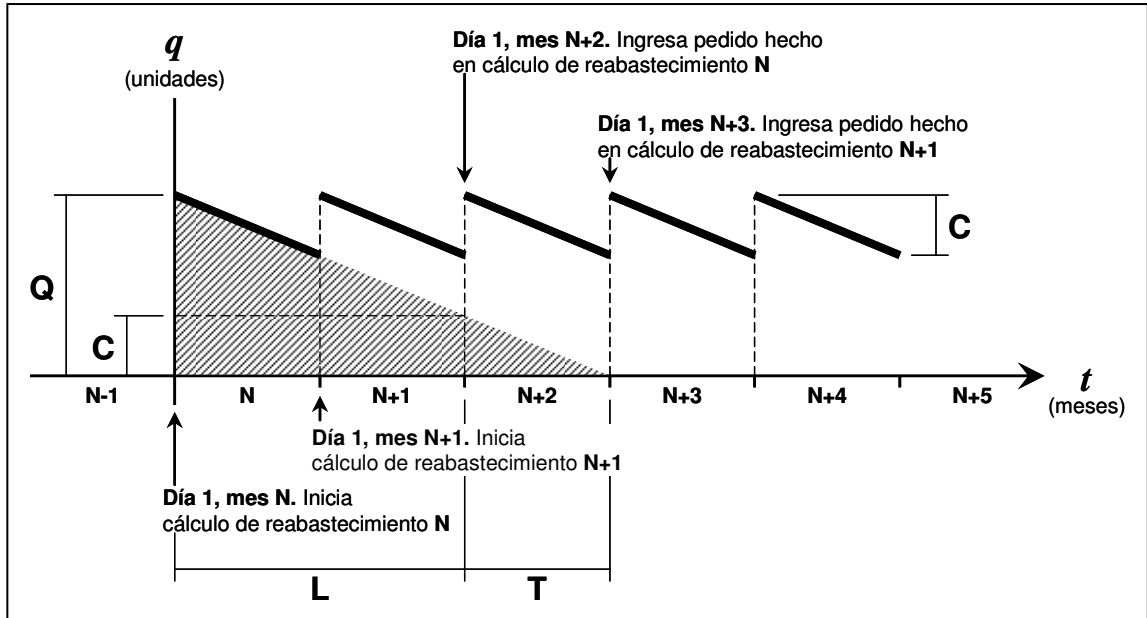
Donde

- C = inventario a comprar en unidades de llantas
- V = sumatoria de la venta o demanda de (L + 1) meses
- OH = inventario *On-Hand* a la fecha de corte mensual
- IT = inventario en tránsito y en órdenes a la fecha de corte mensual

Por lo tanto, si $C > 0$, se hace el pedido de inventario C al proveedor. La compra C de inventario se conoce como inventario de reposición, ya que su función es reponer el producto vendido y llevar el inventario de nuevo al nivel predeterminado por la política de reposición, en el caso de GINSA, corresponde al inventario para cubrir la venta o demanda del período de tiempo L+1, donde L es el tiempo de entrega del proveedor de cada producto y 1 representa la venta del mes inmediato siguiente al ingreso del producto.

En términos gráficos, el reabastecimiento de inventario sería como la figura 4, página 11.

Figura 4. Modelo de reabastecimiento de inventario



Fuente: GINSA.

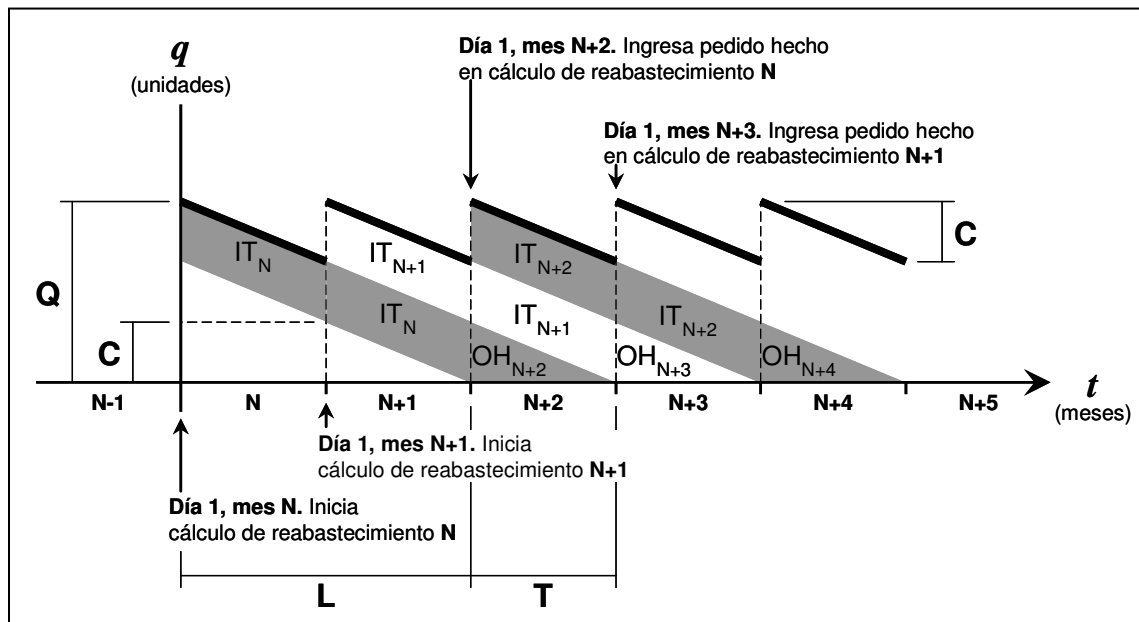
Donde

- C = compra o pedido que se hace cada mes al proveedor
- Q = nivel total de inventario (OH + IT)
- L = tiempo de entrega del proveedor
- T = tiempo de reorden, un nuevo pedido se coloca cada mes
- q = eje de cantidad en inventario en unidades
- t = eje de tiempo en meses

En la figura 4, el triángulo sombreado representa el horizonte de reabastecimiento; para el ejemplo ilustrado 3 meses, considerando que el tiempo de entrega L es de 2 meses, más T meses que representarán el inventario a venderse durante el lapso de tiempo entre pedidos, el cual es de 1 mes, debido a que el proceso de reabastecimiento se calcula mensualmente.

El nivel de inventario total Q , está compuesto por el inventario en bodega OH que fue ordenado 2 meses atrás, y los inventarios en tránsito IT de los pedidos anteriores; para el ejemplo, el tiempo de entrega L es de 2 meses, lo cual implica que durante cada mes, el inventario en tránsito se compone de los pedidos de los 2 cálculos de abastecimiento inmediatos anteriores, ver figura 5.

Figura 5. **Composición mensual de inventario total Q**



Fuente: GINSA.

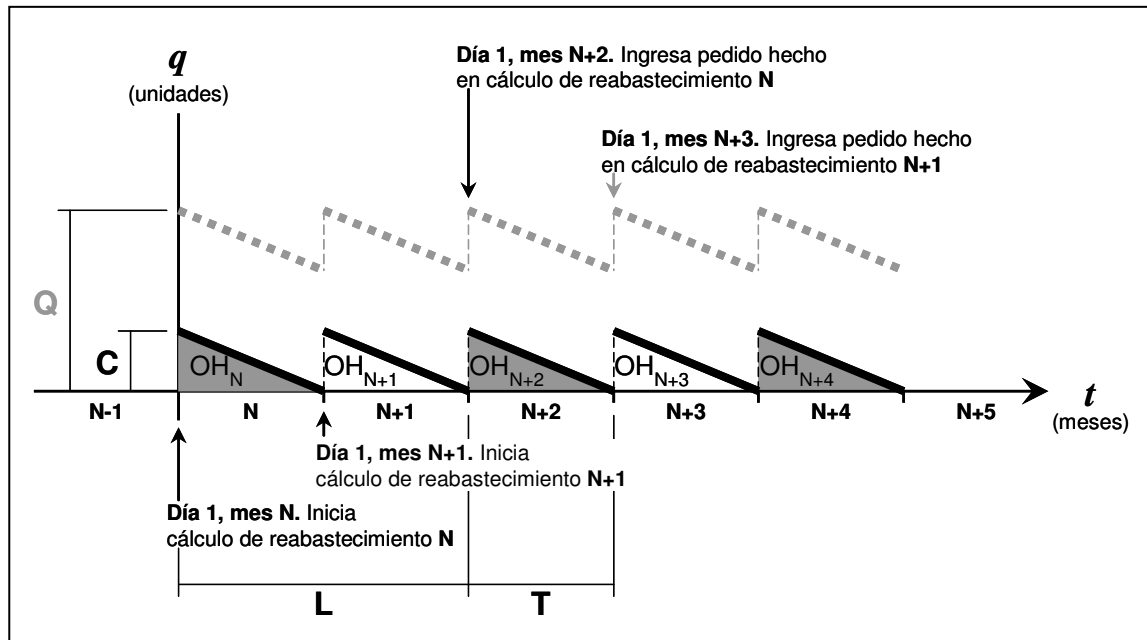
En la figura 5 se muestra cómo el pedido realizado el día 1 del mes N , permanece 2 meses como inventario en tránsito IT_N porque su tiempo de entrega L es de 2 meses, luego pasa a formar parte del inventario en bodega OH_{N+2} , (IT_N pasa a ser OH_{N+2}) disponible para la venta, durante el período T , en el mes $N+2$. En forma similar se observa el proceso de adquisición de inventario para los meses $N+1$ y $N+2$. De esta manera, para un mes dado, el

nivel de inventario total Q se compone del inventario en bodega OH pedido con 2 meses de anticipación, más el inventario en tránsito del pedido de 1 mes atrás, más el inventario en tránsito del pedido del mes actual. Por ejemplo, el nivel de inventario total Q para el mes $N+2$ es:

$$Q_{N+2} = OH_{N+2} + IT_{N+1} + IT_{N+2}$$

Complementariamente, la figura 6 muestra que, aún cuando el nivel de inventario total Q no se agota conforme transcurre cada período o tiempo de reorden T (1 mes), el inventario en bodega OH , inventario disponible para la venta, sí se agota mes a mes.

Figura 6. **Inventario en bodega OH vs. inventario total Q**



Fuente: GINSA.

El proceso de reabastecimiento se ha descrito en términos conceptuales para ilustrar el mismo, considerando el ejemplo de un producto con demanda estable y tiempo de entrega de 2 meses. El proceso descrito ocurre para cada uno de los 700 códigos que componen la lista de productos activos comercializados por GINSA, conforme a los parámetros específicos para cada uno de ellos, dependiendo principalmente del lugar de origen. GINSA se abastece de producto de plantas de producción alrededor del mundo, sus principales proveedores son Brasil 37%, Estados Unidos 27%, Indonesia 10%, Perú 9%, Chile 8% y otros 9%.

2.1.1. Recolección de información

El proceso de reabastecimiento se realiza con base en dos reportes mensuales principales: ventas, compuesto por los estimados de ventas; e inventarios, dividido en bodega y tránsito.

Tabla I. **Reporte de estimados de ventas**

No.	Código	Descripción	Origen	N	N+1	N+2	N+3	N+4	N+5
1	163001	175/65R14 SPG DARUMAS	CHI	30	40	50	200	20	20
2	474001	185/70R13 SPG 3 SHORT	PER	0	0	0	0	0	300
3	474001	185/70R13 SPG 3 SHORT	BRA	100	120	80	110	100	90
4	898021	12R22.5 6G76 OTRO 150D	NAT	400	0	0	0	0	0
5	898021	12R22.5 6G76 OTRO 150D	BRA	0	0	0	0	800	0

Fuente: GINSA. (Los datos han sido modificados para proteger la información original).

- Ventas: contiene la lista de códigos y sus respectivos estimados de venta para cada uno de los próximos 6 meses, donde el mes 1 es el mes que

empieza o mes actual y se conoce como mes N, el mes 2 como N+1, y así sucesivamente hasta el 6o. mes o N+5. Los estimados de venta corresponden a la demanda de producto calculada por el departamento de mercadeo para cada mes. En la tabla I, página 14, aparece un ejemplo de la información necesaria para realizar el cálculo de reabastecimiento.

- Inventarios: contiene la lista de códigos, existencia física en bodega y los inventarios en tránsito hacia la bodega, que serán considerados como existencias de inventario útiles para satisfacer la demanda de producto. El reporte se genera con las existencias al inicio del día 1 de cada mes. En la tabla II aparece un ejemplo de la información indispensable para fines del cálculo de reabastecimiento.

Tabla II. **Reporte de inventarios**

No.	Código	Descripción	Origen	Inv OH	Inv IT	LeadTime	Política
1	163001	175/65R14 SPG DARUMAS	CHI	150	0	3,8	4,8
2	474001	185/70R13 SPG 3 SHORT	PER	0	200	3,3	4,3
3	474001	185/70R13 SPG 3 SHORT	BRA	100	300	4,1	5,1
4	898021	12R22.5 6G76 OTRO 150D	NAT	0	400	2,0	3,0
5	898021	12R22.5 6G76 OTRO 150D	BRA	0	0	4,1	5,1

Fuente: GINSA. (Los datos han sido modificados para proteger la información original).

El cálculo de la cantidad de producto a pedir a proveedores para satisfacer la demanda se calcula restando de la proyección de ventas, las existencias físicas de inventario y el inventario en tránsito, el residuo es la cantidad C a comprar si ésta es mayor a cero. Este cálculo se realiza para cada producto.

- Política de reabastecimiento

Esta política en GINSA establece que cada pedido mensual deberá devolver el nivel de inventario a un punto tal que, luego de transcurrido el tiempo de entrega o *LeadTime* L, exista suficiente inventario para cubrir la demanda del mes siguiente o tiempo de recompra T, entonces:

$$\text{Política} = \text{LeadTime} + \text{tiempo de recompra} = L + T$$

Por ejemplo, para un producto cuyo *LeadTime* sea 2 meses, se deberá calcular que el inventario sea suficiente para cubrir 1 mes adicional, debido a que cada mes puede colocarse un nuevo pedido; es decir, 3 meses en total.

- Posición de inventario

Se conoce como posición de inventario al período de tiempo, expresado en meses, resultante de dividir el inventario neto disponible (inventario en bodega OH + inventario en tránsito IT), entre la venta estimada mensual promedio V. En otras palabras, el objetivo es determinar cuánto tiempo durará el inventario neto disponible, si se consume conforme a la venta estimada mensual promedio. La siguiente fórmula describe esta operación.

$$\text{Posición de inventario} = \frac{\text{Inv. OH} + \text{Inv. IT (en unidades)}}{\text{Venta mensual promedio (en unidades/mes)}}$$

Ejemplo: al inicio de mes, se determinan los diferentes reportes de inventario para calcular el inventario neto disponible de un producto.

Adicionalmente, se conocen las ventas de los próximos 6 meses, como se indica a continuación.

Inventario en bodega OH: 300 unidades
Inventario en tránsito IT: 200 unidades
Venta estimada en meses N a N+5: 105, 90, 125, 75, 110, 95 unidades

Se calculan los siguientes valores:

Inventario neto disponible = OH + IT
= 300 + 200
= 500 unidades disponibles

Venta mensual promedio = Media aritmética de ventas mensuales
= (105+90+125+75+110+95) / 6
= 100 unidades/mes

Posición de Inventario = $\frac{\text{Inventario neto disponible}}{\text{Venta mensual promedio}} = \frac{500}{100}$
= 5 meses

Este resultado significa que el producto disponible para la venta se estima suficiente para cubrir 5 meses de venta. Sin embargo, este resultado en sí, no es útil para tomar decisiones de compra de producto, porque 5 meses de venta podrían o no, ser suficientes dependiendo del tiempo que toma traer más producto. El sistema de compra de GINSA no admite escasez, si un pedido no es satisfecho en tiempo, se considera venta perdida.

- Política de reabastecimiento vs. posición de inventario

Al comparar estos dos parámetros, es posible tomar decisiones de compra. La política indica el período de tiempo que deberá ser cubierto como mínimo para satisfacer la demanda de producto, mientras que la posición de inventario indica cuánto tiempo de inventario está disponible. Consecuentemente, al comparar estos parámetros, se pueden tomar decisiones de compra conforme se indica en la tabla III.

Tabla III. **Escenarios de comparación, decisión de compra**

Si...	Entonces...
Política > Posición	es necesario comprar producto. La política de reabastecimiento requiere mayor cobertura de inventario que la garantizada por el inventario neto disponible.
Política = Posición	no es necesario comprar producto. El Inventario neto disponible es suficiente y el mínimo necesario para cubrir el período de tiempo que exige la Política de reabastecimiento. Esta es la situación ideal, la posición de mínimo inventario.
Política < Posición	no es necesario comprar producto. La política de reabastecimiento requiere menor cobertura de inventario que la garantizada por el inventario neto disponible.

Fuente: GINSA.

Los siguientes casos ilustran las diferentes situaciones de comparación entre la política de reabastecimiento y la posición de inventario.

- Política= 4,8 > Posición= 3,5

La política de reabastecimiento requiere 4,8 meses de inventario disponible para la venta, pero el inventario neto disponible equivale únicamente a 3,5. Habrá que comprar inventario para cubrir la diferencia de 1,3 meses y no incurrir en escasez.

- Política= 3,5 = Posición= 3,5

La política de reabastecimiento y la posición de inventario requieren 3,5 meses de inventario disponible para la venta, por lo tanto, no hay necesidad de comprar inventario.

- Política= 1,5 < Posición= 4,1

La política de reabastecimiento requiere 1,5 meses de inventario disponible para la venta. El inventario neto disponible supera esa cobertura en 2,6 meses ($4,1 - 1,5 = 2,6$), por lo que, no habrá necesidad de comprar inventario.

Se realizará compra de inventario únicamente si la posición de inventario es menor a la política de reabastecimiento. Ahora bien, la cantidad a comprar C, será equivalente al inventario necesario para cubrir la diferencia entre la política y la posición. La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$C = (\text{política} - \text{posición}) \times \text{venta promedio}$$

La fórmula anterior es válida para política > posición, esto indica que la política exige más inventario que el disponible conforme a la posición de

inventario. Entonces, la diferencia se multiplica por la venta promedio mensual, para determinar la cantidad de inventario necesario.

Para el siguiente producto, calcular la cantidad a comprar para satisfacer la política de reabastecimiento con los parámetros indicados.

Inventario neto disponible:	50 unidades.
Demanda para los próximos 6 meses:	40, 25, 30, 45, 30, 40
Tiempo de entrega o <i>LeadTime</i> L:	2,5 meses
Tiempo de recompra T:	1 mes

Para calcular el producto a comprar C, se utiliza la fórmula siguiente:

$$C = (\text{política} - \text{posición}) \times \text{venta promedio}$$

Donde

$$\text{Política} = L + T = 2,5 + 1 = 3,5 \text{ meses}$$

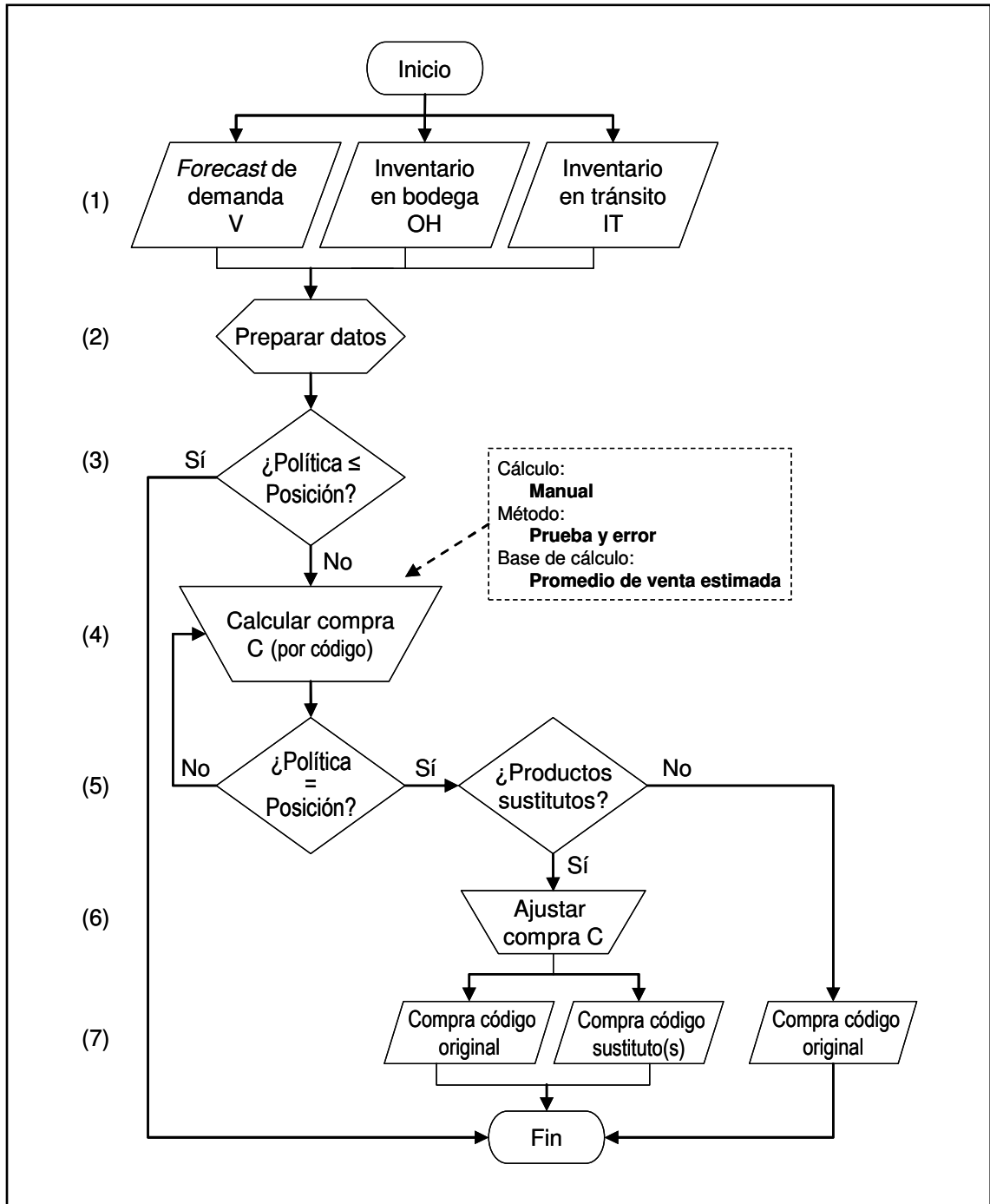
$$\begin{aligned} \text{Posición} &= \frac{\text{Inventario neto disponible}}{\text{Venta promedio}} = \frac{50}{(40+25+30+45+30+40) / 6} \\ &= 50 / 35 = 1,4 \text{ meses} \end{aligned}$$

Entonces

$$\begin{aligned} C &= (3,5 - 1,4) \times (40+25+30+45+30+40) / 6 = 2,1 \times 35 \\ &= 73,5 \text{ unidades} \end{aligned}$$

Habrá que comprar 73,5 unidades de producto para cubrir la diferencia de tiempo existente entre la política de reabastecimiento y la posición de inventarios, 2,1 meses (3,5 – 1,4).

Figura 7. Diagrama de flujo, proceso actual de reabastecimiento



Fuente: GINSA.

2.1.2. Medición del tiempo que toma normalmente preparar la información, previo a ser analizada para la toma de decisiones

El cálculo de reabastecimiento de inventario es simple, aunque laborioso. En la figura 7, página 21, se presenta el esquema del cálculo actual del proceso de reabastecimiento, éste inicia con la información de los reportes de estimados de ventas para los próximos 6 meses, y los inventarios en bodega y en tránsito, renglón (1).

Se consolidan los reportes de ventas e inventarios y se calcula el promedio mensual de ventas a partir de los estimados; con este dato y el inventario neto disponible, se determina la posición de inventario. Por otra parte, se agrega a la hoja electrónica, la política de reabastecimiento para cada código dependiendo del país de origen, renglón (2) de la figura 7.

Entonces, se evalúa para cada código que la política de reabastecimiento sea menor o igual que la posición de inventario para descartar la compra de producto, pues esto indica que hay más inventario que el mínimo necesario, ver renglón (3) en la figura 7. En caso contrario, se determina la cantidad a comprar, restando la posición de inventario de la política de reabastecimiento y multiplicando el resultado por la venta promedio estimada, ver renglón (4), figura 7. En la página 20 se puede revisar el cálculo que este paso requiere, pero en realidad se realiza mentalmente.

Es importante resaltar que los cálculos de compra no se realizan de forma automática, sino a prueba y error; el planeador de producto evalúa distintas cantidades de compra hasta obtener un valor similar entre la política de reabastecimiento y la posición de inventario, renglón (5). Es de esperar que

este procedimiento le tome más tiempo que si lo hiciera de forma automática, utilizando la misma hoja de cálculo en donde consolida la información de demanda e inventarios. Adicionalmente, hacerlo mediante prueba y error, abre la posibilidad a caer en vicios como sobreestimar la compra para evitar repetir el cálculo.

Una vez determinada la cantidad de producto que satisface, aproximadamente, la condición política=posición, se evalúa la posibilidad de utilizar producto sustituto en vez del producto original, renglón (5). El inventario sustituto es aquel que comparte las características técnicas del producto original, pero difiere en aspectos comerciales, como el diseño, características físicas de la llanta o país de origen; esto ayuda a aprovechar el inventario disponible en otros códigos. Adicionalmente, aún cuando no haya inventario sustituto disponible, cabe la posibilidad de comprar producto sustituto en respuesta a las necesidades particulares del negocio como podría ser precio, tiempo de entrega, capacidad de producción limitada del producto original, entre otras.

Dependiendo de la necesidad de producto sustituto o no, se distribuye la cantidad a comprar de producto original y sustituto(s), renglón (7), y concluye el cálculo de compra o reabastecimiento.

La sencillez en el cálculo de reabastecimiento conlleva; sin embargo, vulnerabilidades y asunciones erróneas con respecto al tipo de demanda y el tiempo de entrega, el cálculo de pedidos, la tasa de entrega de proveedores, entre otras. El cálculo de inventario para reabastecimiento concluye aquí. Sin embargo, el proceso administrativo continúa, el cual será revisado por los diferentes departamentos de la compañía con el fin de establecer su idoneidad respecto a sus políticas comerciales, financieras y operativas.

En la tabla IV se resumen los 6 días que toma el proceso administrativo para que el pedido final de reabastecimiento sea aprobado.

Tabla IV. **Resumen de actividades de planeación de inventarios**

Día	Tarea	Descripción
1	- Reporte de estimados de venta - Reporte de inventarios OH e IT - Cálculo de reabastecimiento	Recepción y revisión de reportes necesarios para calcular el reabastecimiento
2	- Análisis y discusión del cálculo de reabastecimiento	Revisión de impactos sobre las ventas, las operaciones, y formulación de alternativas
3	- Revisión de planeación - Reunión de reabastecimiento y obsolescencia de producto	Revisión de impactos sobre los niveles y objetivos de inventario Revisión conjunta del reabastecimiento, seguimiento al inventario obsoleto: Mercadeo y Operaciones.
4	- Reunión general	Revisión ejecutiva del reabastecimiento: Mercadeo, Ventas, Operaciones y Finanzas.
5	- Pedidos Latinoamérica	Envío de pedidos finales-ajustados a proveedores de Latinoamérica
6	- Pedidos resto del mundo	Envío de pedidos finales-ajustados a proveedores fuera de Latinoamérica
21	- Confirmación de proveedores	Proveedores confirman producción de pedidos

Fuente: GINSA.

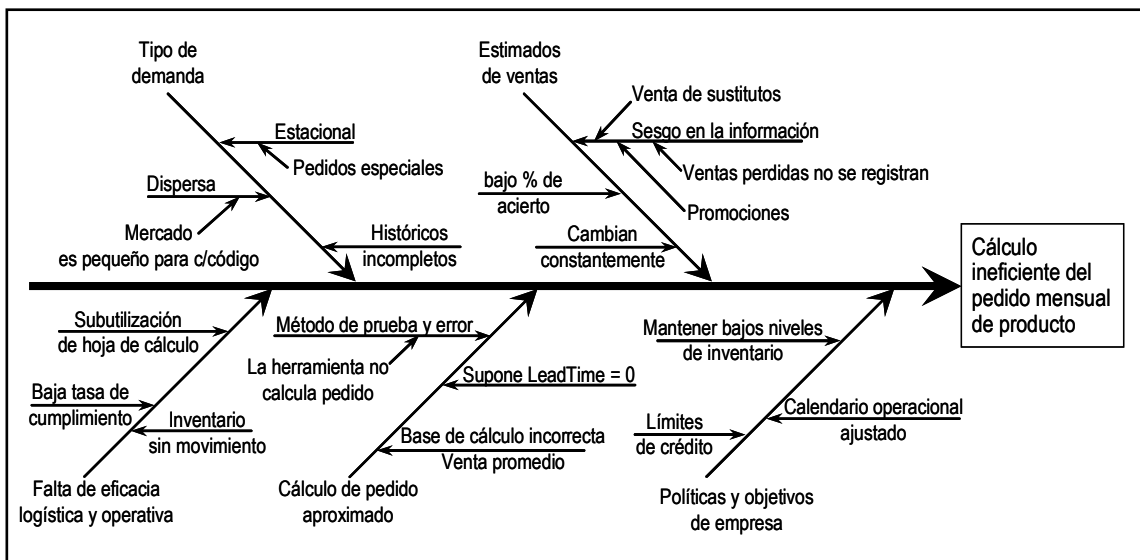
El proceso administrativo de 6 días de duración, invariablemente afectará en mayor o menor grado, el pedido final de llantas. Adicionalmente, debe incluirse 1 día más que afecta el reabastecimiento, ocurre a partir de la 4^a semana del mes, durante este tiempo los proveedores confirman la producción total o parcial de los pedidos hechos en días 5 y 6, dependiendo de la ubicación geográfica. Las revisiones realizadas por los diferentes departamentos se realizan con el fin de alinear los resultados del cálculo de reabastecimiento con

los recursos y estrategias de la compañía, estas serán discutidas en las secciones 2.2 y 2.3.

2.2. Evaluación de los parámetros a ser considerados en el análisis del inventario

La sección 2.1 describe detalladamente el proceso actual del cálculo de reabastecimiento de materiales. Es un procedimiento simple aunque no rápido, debido principalmente a que el cálculo de la cantidad de cada producto se realiza de forma manual por ensayos de prueba y error, para obtener un equilibrio entre la política de reabastecimiento y la posición de inventario.

Figura 8. Diagrama Ishikawa del proceso actual de reabastecimiento



Fuente: GINSA.

Se realizaron entrevistas con las personas que tienen participación en el proceso de reabastecimiento de las áreas de bodega, logística, planeación,

mercadeo y ventas para determinar los elementos que a criterio de ellos, representan las mayores vulnerabilidades del modelo actual, los resultados se resumen en la figura 8, página 25.

El pedido mensual de producto se realiza utilizando una hoja de cálculo en donde se consolida la información de inventarios y estimados de ventas. Con la aprobación de la gerencia, se realizaron los cambios específicamente relacionados con el área de *Supply Chain* para hacer más eficiente el proceso de cálculo. Es importante resaltar que los cambios se realizaron considerando los factores externos al área, descritos en las secciones siguientes 2.2.1. a 2.2.7. pues en este ámbito se desempeñará el cálculo de pedidos.

Las conclusiones más importantes del proceso de análisis fueron:

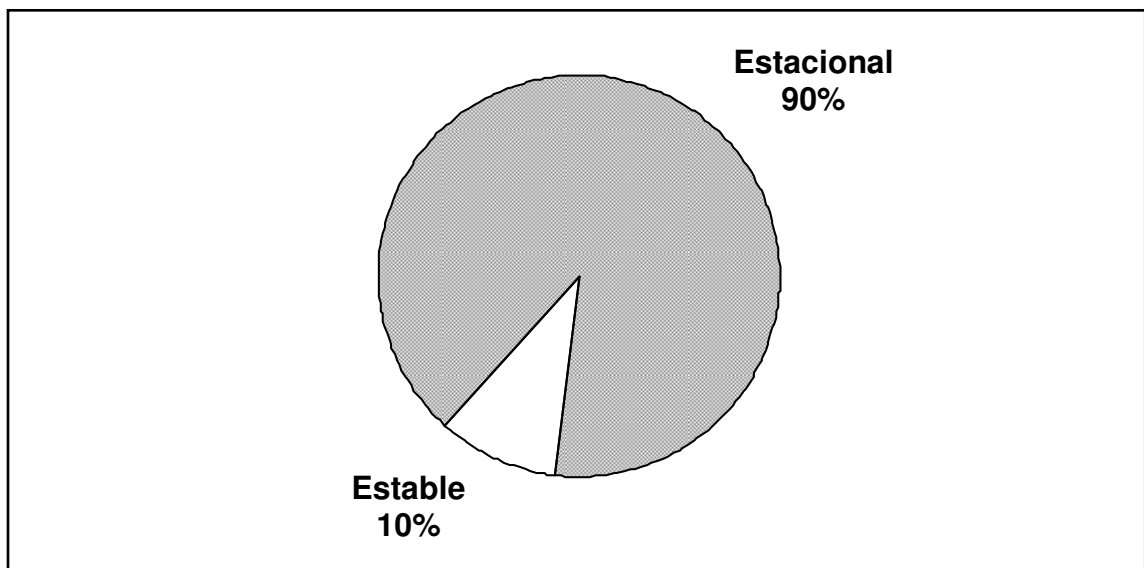
- El proceso de cálculo desestima las condiciones de demanda, cambios en los pronósticos de venta y tiempos de entrega de los proveedores al asumir que la venta de los productos es constante y que el producto a comprar ingresará de forma inmediata.
- El proceso de cálculo se realiza de forma manual a pesar de utilizar como herramienta una hoja de cálculo. Por esta misma razón, el pedido de producto responde más a criterios personales de la persona que estima el cálculo, que a consideraciones técnicas de planeación de materiales.
- El proceso de cálculo es simple, pero inadecuado para la forma en la que ocurre el proceso de adquisición de producto.

A continuación se describen los factores externos dentro de los cuales se enmarcarán los cambios del cálculo de pedido mensual de llantas.

2.2.1. Comportamiento de la demanda

El método actual asume que la demanda de cada producto es estable, por esta razón, el cálculo de compra se realiza sobre la base del promedio mensual de los 6 meses estimados por el departamento de mercadeo. Sin embargo, la afirmación de demanda estable es válida únicamente para el 10% de los códigos que componen el inventario según se muestra en la figura 9.

Figura 9. **Composición por tipo de demanda, situación inicial**



Fuente: GINSA. Porcentaje en función del número de códigos a enero 2010.

Para calificar la demanda como estable, se revisaron los estimados de venta mensuales del 2010 para cada producto, se calculó el valor mínimo, máximo y promedio de cada serie de 12 datos, luego, se calculó el % de variación del mínimo o máximo de la serie respecto del promedio como medida de dispersión de los datos. Se observó que para variaciones menores al 20% por encima o debajo de la media, podían considerarse como demanda estable

pues las variaciones en sus estimados, no afectaban las decisiones de compra considerando que estos productos se venden todos los meses y niveles de venta constantes.

Por otra parte, al restante 90% de productos que no cumplen con la condición de demanda estable, se les denominó productos de demanda estacional, la cual consolida la ocurrencia de muy variadas tendencias de ventas. El método actual de reabastecimiento, transforma los estimados de venta estacionales en ventas estables, debido a que se utiliza la venta promedio \bar{v} como parámetro para determinar el reabastecimiento.

Este procedimiento es incorrecto en su aplicación, debido a que, como se muestra en la figura 10, página 29, al graficar diferentes comportamientos de ventas, la transformación que implica realizar los cálculos de reabastecimiento en función de la venta promedio, simplifica el cálculo, pero no responde a las necesidades individuales de cada producto.

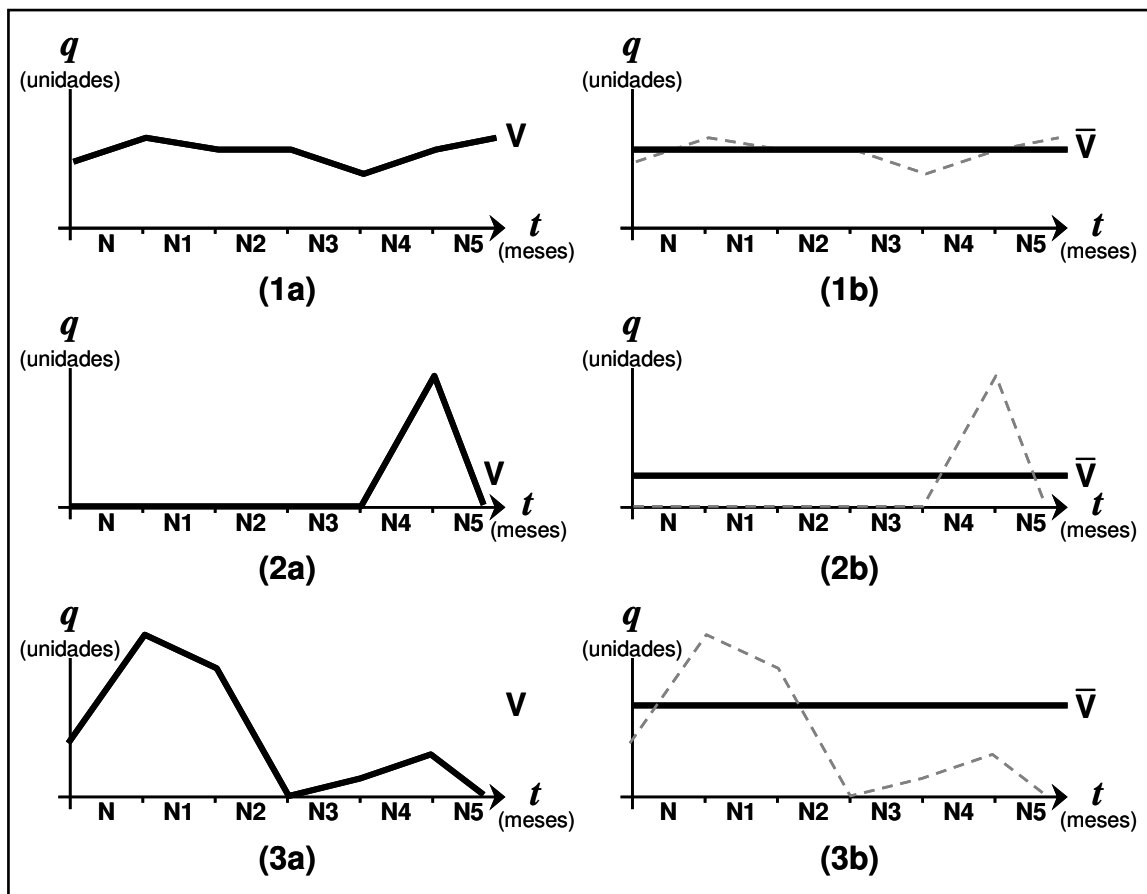
La figura 10, cuadro 1a, ejemplifica un producto con demanda estable (variaciones < 20% respecto de \bar{v}); el cuadro 1b muestra cómo se transforma la demanda (en línea punteada), al utilizar como parámetro la venta promedio \bar{v} (línea continua), con lo cual se procederá a hacer cálculos de reabastecimiento. En este caso, la transformación es correcta, pues la gráfica transformada en venta promedio sí representa la demanda original.

El cuadro 2a, por su parte, ejemplifica un producto cuya venta estacional-inicial ocurrirá a finales del mes N4 (en N, N1, N2, N3 y N5 la venta estimada es 0). El cuadro 2b, muestra cómo se transforma la demanda original (línea punteada), en demanda estable (línea continua). Esto indicaría que la venta

para cada uno de los 6 períodos, N a N5, sería $(0+0+0+0+N4+0)/6$. Lo cual llevaría a comprar producto para meses en los que no hay estimado.

Finalmente, el cuadro 3a, muestra un producto con venta frecuente pero errática y además, concentrada principalmente en los primeros meses N a N2. Al promediar dichos estimados de venta, se obtendría la línea horizontal en el cuadro 3b lo cual implicaría subestimar las ventas del primer trimestre (N a N2), y sobreestimar las ventas para el segundo trimestre (N3 a N5).

Figura 10. **Transformación de ventas en demandas de tipo estable**

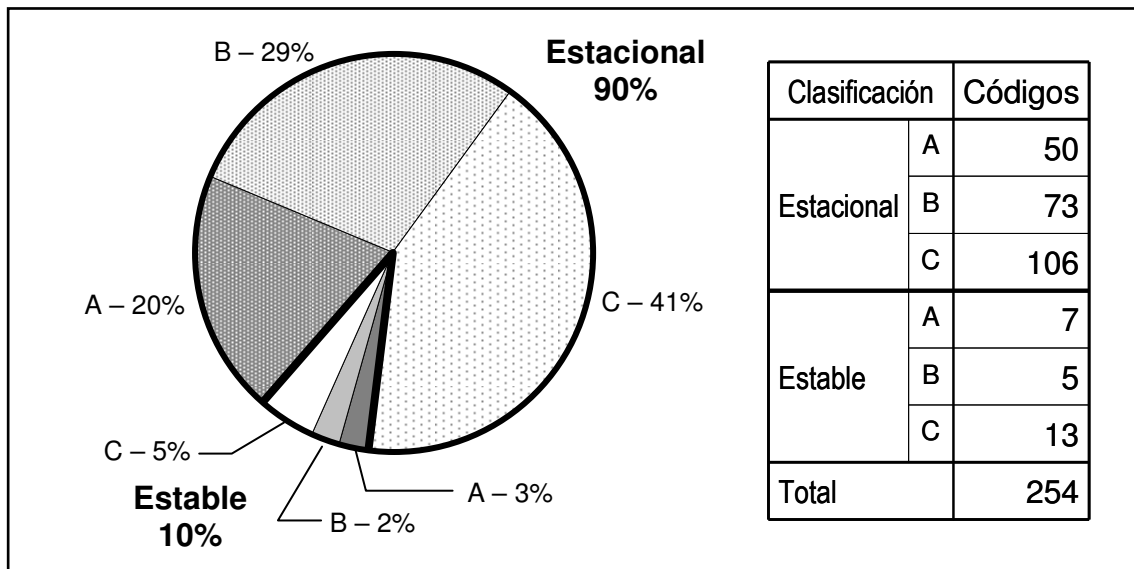


Fuente: GINSA.

2.2.2. Dispersión de la demanda

La línea de productos de GINSA se compone aproximadamente de 250 códigos activos. Con base en las ventas históricas del 2010, se realizó un análisis de Pareto, del cual se determinó que el 22, 31 y 47% de los productos generan, respectivamente, el 55, 29 y 16% del valor de las ventas y representan las clasificaciones de inventario ABC que aparecen en la figura 11.

Figura 11. **Composición por inventario ABC y demanda, situación actual**



Fuente: GINSA. Los porcentajes se calcularon en función del número de códigos en cada categoría.

La figura 11 refuerza el hecho de la inconveniencia de utilizar la venta promedio como parámetro para determinar el reabastecimiento de producto, únicamente el 3% (7 códigos) del total de productos que comercializa GINSA forman parte de la categoría A de productos que contribuyen, significativamente, a la venta de la empresa, y que a la vez, tienen comportamiento de venta estable.

De los 254 códigos considerados en el análisis, 229 presentan comportamientos estacionales, es decir, no venden con frecuencia o en cantidades consideradas constantes y requieren un tratamiento individualizado al momento de calcular su abastecimiento. Por motivos comerciales, es importante mantener ampliada esta base de productos que venden de forma estacional. Para las operaciones de la compañía; sin embargo, representan un problema logístico importante, porque estimar las ventas inadecuadamente para estos códigos supone dos riesgos: de inventario, al sobreestimar ventas futuras que no se dieron; y de mercado, al subestimar ventas futuras para las cuales no habrá inventario disponible o suficiente para satisfacerlas.

2.2.3. Estimados de ventas

Los estimados de ventas son actualizados mensualmente por el departamento de Mercadeo en función de las ventas históricas y las estrategias de comercialización futuras. La tabla V muestra el resumen de las unidades a vender en enero 2010, en diferentes momentos en el tiempo.

Tabla V. **Variación de estimados de enero a través del tiempo**

	N+4	N+3	N+2	N+1	N+0	Venta real
Estimado total	17 903	10 717	13 001	10 664	11 773	5 496
Subió		235	5 908	19	4 169	2 878
Bajó		-7 421	-3 624	-2 356	-3 060	-9 155
Variación neta		-7 186	2 284	-2 337	1 109	-6 277
Variación absoluta		7 656	9 532	2 375	7 229	12 033

Fuente: GINSA. (Los datos fueron modificados para proteger la información original).

Las columnas N+4, N+3, N+2 y N+1, indican los estimados de enero cuando faltaban 4, 3, 2 y 1 meses, respectivamente, para que llegara enero, la columna N+0 indica las ventas estimadas al iniciar enero y finalmente, la columna venta real indica las unidades realmente vendidas al finalizar enero. Los códigos que incrementaron o disminuyeron su estimado de un mes a otro figuran en las filas subió y bajó, respectivamente; la fila variación neta indica el valor neto de la variación.

Para efectos de planeación de inventario; sin embargo, el incremento o disminución de los estimados tienen un impacto absoluto sobre los cálculos de reabastecimiento y es equivalente, entonces, a la suma de los valores absolutos de las variaciones por arriba y por debajo del estimado anterior. Por ejemplo: la variación neta de estimados de N+3 a N+2 fue de 2 284 unidades positivas, pero internamente la variación absoluta de los estimados fue de 9 532 unidades porque los estimados que subieron (5 908 unid.) corresponden a códigos diferentes de los códigos para los cuales bajaron sus estimados (-3 624 unid.).

Ahora bien, estos cambios en los estimados de ventas son usuales en el negocio, lo importante para efectos del reabastecimiento de inventario es cuando se realizan los cambios. Si las variaciones en los estimados ocurren después que el pedido del mes fue hecho, no hay nada que hacer para corregir el pedido, aun cuando la variación del estimado esté justificada. Por ejemplo: para un producto cuyo pedido de enero debió ser hecho a principios de noviembre (3 meses de tránsito), los procesos de reabastecimiento de principios de diciembre o enero, nada podrán hacer sobre el pedido realizado en noviembre.

Otra situación que debe apuntarse en cuanto a estimados de venta, es la eficacia de los mismos. El indicador utilizado en GINSA para evaluar los

estimados se conoce como *Forecast Accuracy* FA, éste se ubica alrededor del -20%, y se calcula de la siguiente forma:

$$FA = \frac{\text{venta total} - \text{variación absoluta (en unidades)}}{\text{venta total (en unidades)}}$$

O bien,

$$FA = 1 - \frac{\text{variación absoluta (en unidades)}}{\text{venta total (en unidades)}}$$

Donde

$$\text{Variación absoluta} = |\Sigma(\text{Subió})| + |\Sigma(\text{Bajó})|$$

$|\Sigma(\text{Subió})|$ = Valor absoluto de la sumatoria de unidades que vendieron por arriba de su estimado en N+0

$|\Sigma(\text{Bajó})|$ = Valor absoluto de la sumatoria de unidades que vendieron por debajo de su estimado en N+0.

Por ejemplo: al calcular FA de la tabla V, página 31, se obtiene lo siguiente:

$$\text{Venta Total} = 5\,496$$

$$|\Sigma(\text{Subió})| = |2\,878|$$

$$|\Sigma(\text{Bajó})| = |-9\,155|$$

Entonces,

$$\text{Variación absoluta} = 2\,878 + 9\,155 = 12\,033$$

$$FA = 1 - \frac{12\,033}{5\,496} = -1,19$$

El indicador de eficiencia de los estimados para enero 2010 es -119% , lo que significa que la variación absoluta superó la venta total.

En términos teóricos, es deseable que el FA se acerque a 1, o bien, 100% , pues implica que ambos tipos de variación son cercanas a cero y por lo tanto los estimados de ventas representan el evento real. En términos prácticos, en la medida que el valor de FA se aleja del 100% , el valor se vuelve menos representativo de la eficiencia de los estimados de ventas, porque las variaciones en los estimados se van incrementando. En este punto, se vuelve más importante dar seguimiento a las causas de las variaciones, que al indicador FA en sí.

Para el ejemplo calculado, la variación absoluta fue de 12 033 unidades, 2 878 ventas sobre el estimado y 9 155 bajo el estimado, mientras que la venta total del mes fueron 5 496 unidades. En el mediano y largo plazo, ningún tipo de variación es de beneficio para el negocio por el desorden operativo que provocan. Las ventas por arriba del estimado, aunque son de beneficio en el corto plazo, consumen producto para venta futura y pueden generar gastos extraordinarios para reponer el inventario en un menor plazo de tiempo. Las ventas por debajo del estimado suponen la inversión de capital en producto que tardará más en venderse.

2.2.4. Sesgo en la información

La información para el cálculo de reabastecimiento se basa, principalmente, en las existencias de inventario y los estimados o pronósticos de ventas. Estos informes cambian constantemente y por diferentes causas, como las siguientes:

- Causas que afectan los estimados de ventas
 - Venta de productos sustitutos: la venta se registra en el producto sustituto pero, posteriormente se seguirá surtiendo el producto requerido originalmente por los clientes, afectando el histórico de ventas del mismo.
 - Ventas perdidas por falta de producto o problemas de crédito: cuando no hay producto o no se puede surtir porque los límites de crédito de los clientes fue excedido, se pierde la venta afectando el registro histórico.
 - Promociones e introducción de productos: estas situaciones alteran los resultados históricos de ventas y en consecuencia, los pronósticos de ventas, sesgando la información a calcular.

- Causas que afectan inventarios
 - Devoluciones de ventas o malos registros de inventario: aunque estos problemas son poco frecuentes, pueden llegar a ser significativos, principalmente en casos de productos especiales o ventas poco frecuentes donde se pierde la venta si los inventarios no reflejan con exactitud, la existencia en bodega.

Debido a que no se llevan registros de ventas perdidas, no es posible trazar el efecto de los cambios sobre los reportes finales de inventarios o ventas. Cuando un producto deja de vender una cantidad S por falta de inventario, sobre-venta del producto, retraso de entrega por parte de proveedores, etc. dicha cantidad S introduce un factor de sesgo en los

estimados futuros de venta, por ejemplo, si la facturación de un producto fue 50 unidades y sólo habían 35 para surtir, la venta histórica se registra como 35, no como 50 unidades vendidas, con lo que naturalmente la estimación futura de ventas estará sesgada.

En otro caso, si la venta de un producto implica una promoción u oferta comercial, se espera que la venta de éste aumente, con lo cual la venta histórica tendrá un sesgo.

Como se indicó, factores como bajo-ventas, sobreventas, escasez, ofertas comerciales, etc. modifican la información histórica de ventas del producto, pero no quedan registradas en los sistemas de información para consideración en el futuro, sesgando así, las decisiones posteriores.

2.2.5. Políticas y objetivos empresariales

Los pedidos de reabastecimiento deben estar en línea con las políticas y objetivos empresariales y son constantemente modificados en función de los mismos. Es usual encontrarse en situaciones en las que dos o más políticas y/u objetivos de la compañía se contraponen como en los ejemplos siguientes:

- Pedidos mínimos de producción vs. lote económico de compra: las plantas de manufactura tienen políticas establecidas respecto a los pedidos mínimos de producción que son incompatibles con la política de lote económico de compra de la empresa. Adicionalmente, ambos parámetros varían dependiendo de la planta de manufactura, el diseño de la llanta, el tipo de contenedor que se utiliza con ese proveedor y si se compran otros productos al proveedor para distribuir el costo del transporte. Para efectos del cálculo de materiales, el proveedor puede ofrecer la producción

parcial, en exceso o sin compromiso de entrega de los productos solicitados, a los cuales, planeación de compras deberá tomar una decisión al respecto.

- Resultados financieros vs. niveles de inventario vs. niveles de ventas: es frecuente encontrarse en una situación donde los resultados financieros requieren niveles más bajos de inventario por la inversión de capital que éstos representan; en contraposición, las ventas requieren la compra de producto para la venta. Estos casos se discuten individualmente según resulte mejor para la empresa.
- Políticas de crédito vs. niveles de ventas: en estos casos, usualmente el cliente de la empresa requiere producto al crédito por arriba de su límite autorizado por el área de Créditos. Por su parte, el área de Ventas necesita hacer negocios y alcanzar los objetivos correspondientes de la empresa. La solución a estos conflictos se analiza y resuelve sobre bases individuales.
- Calendarios operacionales locales vs. regionales vs. globales: las actividades de la empresa deben estar en comunión con los procesos administrativos a todo nivel. En este sentido, hay una jerarquía establecida y lo usual es adaptar los procedimientos locales a los procesos globales y luego a los regionales.
- Indicadores de rendimiento: cada situación es analizada y resuelta de forma individual conforme a la importancia del indicador y los intereses de la empresa. En consecuencia, modificaciones al proceso de reabastecimiento son introducidas para cumplir con lo dispuesto.

Los conflictos entre políticas y objetivos se deben a la complejidad de las operaciones de la empresa, aislar el efecto de cada variable sobre el reporte final de estimados de venta y niveles de inventario es difícil, así como la evaluación de los efectos a mediano y largo plazo.

El cambio de personas en puestos claves del proceso, también incide en los resultados del cálculo de pedidos, reflejando así, la necesidad de establecer procedimientos estándar de planeación. La libertad de aplicar criterios personales, puede conducir a resultados no óptimos para la compañía.

2.2.6. Eficacia logística y operativa

Otro factor que afecta directa y significativamente los resultados del cálculo de materiales, es la eficacia logística, la cual se mide a través de los parámetros que figuran en la tabla VI.

Tabla VI. Eficacia logística y operativa

Origen/Proveedor	LeadTime (meses)	Tasa de confirmación (%)	Tasa de entrega (%)	Tasa de cumplimiento (%)
Brasil	3,1	55	85	47
Estados Unidos	2,0	83	98	81
Indonesia	2,9	73	99	72
Perú	2,3	82	98	81
Chile	2,8	59	95	56
Todos los países	No aplica	69	94	66

Fuente: GINSA.

- Tiempo de entrega o *LeadTime*: este parámetro expresado en meses, corresponde al período de tiempo que va desde el envío del pedido a los proveedores, hasta el momento en que llega a bodega.

$$LeadTime = \frac{\text{fecha de entrega en bodega} - \text{fecha de envío del pedido a proveedores}}$$

Aunque está definido por los calendarios de ejecución globales, el producto puede consumir más tiempo del establecido para ser recibido en bodega afectando la disponibilidad del producto para la venta. Las causas son variables, pero debidas principalmente a: retraso en el despacho de proveedores e inconvenientes en el proceso de transporte. En la tabla VI, página 38, se muestran los tiempos de entrega de los proveedores más importantes, ordenados en orden descendente en función del volumen de producto que se les compra.

- Tasa de confirmación: se refiere al porcentaje de producto que el proveedor confirma entregar del pedido que se le hace a principios de cada mes. Está dada en porcentaje.

$$\text{Tasa de confirmación} = \frac{\text{Cantidad solicitada al proveedor}}{\text{Cantidad confirmada a producir por el proveedor}}$$

Por ejemplo, de cada 100 unidades solicitadas a Brasil, ellos confirman el envío de 55, por las restantes 45 unidades se toman acciones para minimizar el impacto sobre el abastecimiento futuro. Esta confirmación es emitida por el proveedor durante la 4a. semana de cada mes y con base en sus ofrecimientos, se recalcula el inventario en tránsito en el siguiente proceso de reabastecimiento.

En la tabla VI, página 38, se muestran las tasas de confirmación para los principales proveedores. Llama la atención el dato de Brasil, quien siendo el principal proveedor, únicamente confirma el 55% del producto solicitado. Esto se debe principalmente a la combinación de tres factores: dispersión de la demanda, se le solicitan muchos productos diferentes; pedidos mínimos de producción, muchos productos diferentes implican cantidades pequeñas de producción que no llegan al pedido mínimo; y, productos que ya no están en línea de producción o productos cuya participación varía mes a mes.

- Tasa de entrega: representa el porcentaje de producto que efectivamente entrega el proveedor respecto del compromiso adquirido en su confirmación.

$$\text{Tasa de entrega} = \frac{\text{Cantidad entregada por el proveedor}}{\text{Cantidad confirmada a producir por el proveedor}}$$

Las principales razones para no entregar producto por el que adquirieron compromiso son: problemas de producción, restricciones en la logística de entrega (contenedores incompletos). Para el ejemplo de Brasil, la tasa de entrega correspondiente es del 85%, o bien, de cada 100 llantas que confirma, entrega sólo 85. La política de despachos para planta de manufactura prohíbe la entrega de producto fuera del tiempo estipulado en los calendarios operacionales globales por lo que, si el proveedor no puede fabricar el producto solicitado dentro del mes que dura el pedido, no programa producción. La tabla VI, página 38, muestra las tasas de entrega.

- Tasa de cumplimiento: representa el porcentaje neto de producto que se recibe en bodega respecto del pedido original enviado al proveedor, se muestra en la tabla VI, página 38, y es el resultado de multiplicar la tasa de confirmación por la tasa de entrega de pedidos.

$$\text{Tasa de cumplimiento} = \text{tasa de confirmación} \times \text{tasa de entrega}$$

Para el caso de Brasil, al multiplicar el 55% de la tasa de confirmación por el 85% de la tasa de entrega, da como resultado, una tasa de cumplimiento del 47%, es decir, que del pedido original enviado a Brasil, de cada 100 llantas solicitadas, solamente 47 completarán el proceso logístico a lo largo de la cadena de suministro hacia la bodega de llantas.

Al considerar que la tasa de cumplimiento para todos los países en conjunto es 66%, parece razonable agregar un factor de corrección para compensar el déficit. Sin embargo, esto no es conveniente, ya que la tasa de cumplimiento varía de un producto a otro. Tomar una medida global implicaría sobreestimar los pedidos de producto generando excesos de inventario. Las decisiones de agregar un factor de corrección se hacen, entonces, sobre la base de cada caso, conforme a la experiencia y negociaciones de las diferentes áreas de la empresa.

Por otra parte, ocurren otros factores de ineficiencia operativa como la subutilización que se hace de la hoja de cálculo donde se consolida la información de inventarios y estimados de ventas, pues el cálculo del pedido de llantas para cada código de producto, se realiza mentalmente, sin recurrir al recurso de las fórmulas de Excel que permitirían realizar un cálculo objetivo y rápido.

2.2.7. Consideraciones adicionales

Durante el tiempo que ha durado este proyecto, se han introducido cambios importantes en diferentes variables del proceso de reabastecimiento que no se presentan con frecuencia. Entre éstos se puede mencionar la ampliación del tiempo de entrega para la región latinoamericana, la cual sumó 30 días al tiempo de entrega de los productos. El cambio implica que los pedidos de reabastecimiento tardarán 30 días más en llegar a bodega, por lo cual: la reacción en caso de emergencia es más tardía, y los estimados de ventas varían en el tiempo y presentan panoramas distintos a medida que se acerca la venta real.

Por ejemplo, se revisaron los estimados de ventas que fueron calculados para enero 2010, en diferentes momentos en el tiempo, es decir, cuando enero figuraba como N+4, N+3, N+2, N+1, N+0 en los reportes de estimados de ventas y cada uno se comparó contra la venta real de enero 2010 (5 496 unidades). Ver tabla VII.

Tabla VII. **Diferentes estimados de ventas para enero 2010**

(en unidades)	N+4	N+3	N+2	N+1	N+0	VtaReal
Estimado	17 903	10 717	13 001	10 664	11 773	5 496
Bajó	15 277	8 634	10 596	8 532	9 155	
Subió	2 870	3 413	3 091	3 364	2 878	
Variación absoluta	18 147	12 047	13 687	11 896	12 033	

Fuente: GINSA.

Al considerar que el cálculo del pedido de enero 2010 se efectuó en la mayoría de productos, cuando enero era N+4, esto significa que los productos

se evaluaron sobre la base de 17 903 unidades a vender. El resultado final de venta fue de 5 496 unidades, compuesta por los productos que vendieron menos que sus estimados (15 277 unidades menos), y otros que vendieron por arriba de sus estimados (2 870 unidades de más). Por esta razón, la variación absoluta de los estimados de ventas fue 18 147 unidades. Esto representa un impacto importante para los cálculos de pedido de llantas. Es usual encontrar que los estimados de ventas son más acertados a medida que se acerca el evento de venta real, desafortunadamente, los pedidos de producto se calculan con 3 ó 4 meses de anticipación para que el pedido arribe a tiempo.

Por otra parte, el área de influencia geográfica de la compañía se amplió a los mercados de México y el Caribe, por lo que su línea de productos subió de 300 a 700 códigos y esto se ve reflejado en las gráficas de inventarios presentados en la sección 2.3.1.

2.3. Análisis del inventario actual

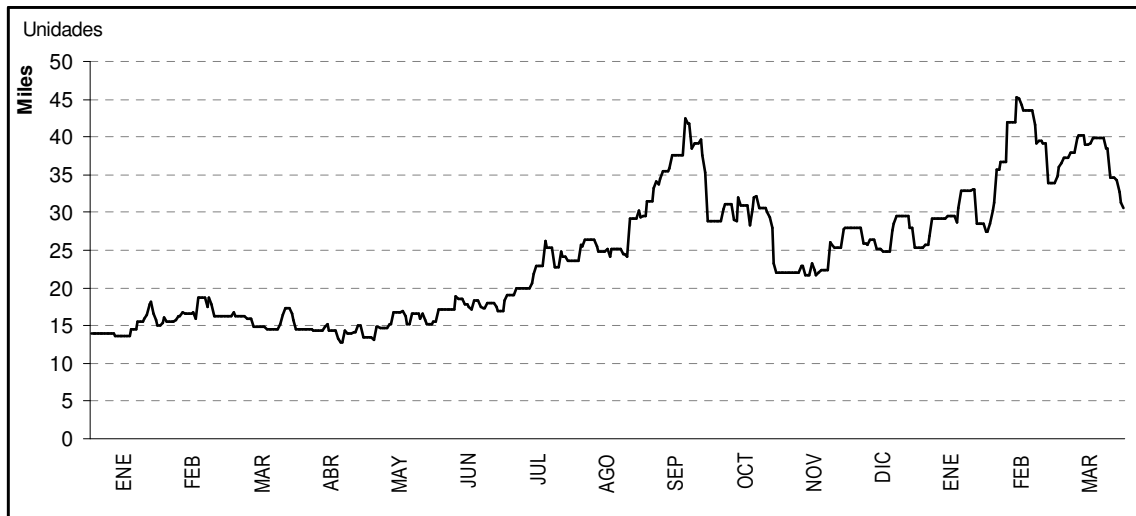
Los parámetros descritos anteriormente, inciden en el proceso de reabastecimiento y contribuyen a definir el inventario total. El objetivo último del proceso es mantener el inventario al nivel más bajo posible, de manera que satisfaga los requerimientos de ventas de la compañía.

El mayor inconveniente al momento de analizar el inventario es la medición del impacto que cada uno de los factores provoca, debido a que, aun cuando se han identificado las causas de problemas específicos de inventario, éstas no se establecen como patrones de comportamiento, sino como eventos aislados e irregulares. Adicionalmente, los patrones identificados a nivel general, se componen de elementos con comportamientos variados, por lo que, las acciones aplicadas en forma general, sólo generan resultados moderados.

2.3.1. Análisis de los datos actuales

El inventario contiene la información de existencias en un momento específico. En la figura 12, se presenta la gráfica histórica de inventario OH de enero 2010 a marzo 2011.

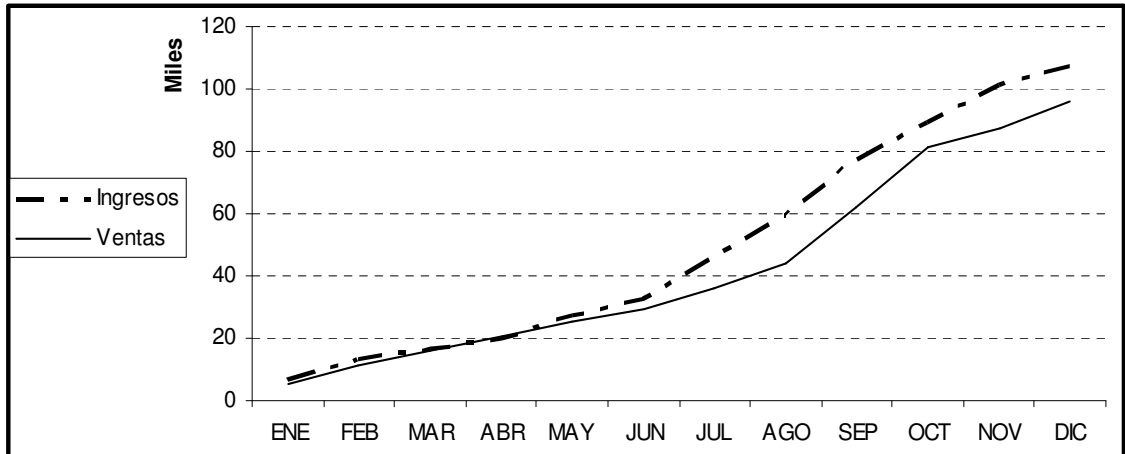
Figura 12. Histograma de inventario OH



Fuente: GINSA.

Desde el punto de vista de operaciones, el objetivo es contar con el inventario mínimo suficiente para cubrir los pedidos de los clientes. Desde esta perspectiva, se graficaron las compras y ventas del 2010, para determinar la relación entre los dos grupos, ver figura 13, página 45. El objetivo de la gráfica es ayudar a determinar cómo se utilizaron los ingresos durante el 2010.

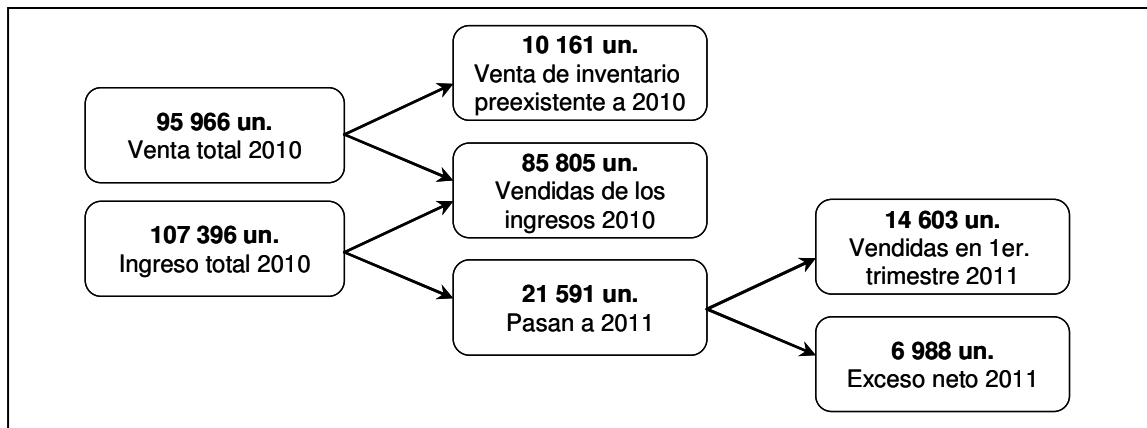
Figura 13. **Ingresos y ventas acumulados de enero a diciembre 2010**



Fuente: GINSA.

Los ingresos totales en 2010 sumaron 107 396 unidades, y 95 966 en ventas. En la figura 14 se muestra el desglose del aprovechamiento de los ingresos o compras totales al finalizar el año. El exceso neto 2010 fue de 6 988 unidades.

Figura 14. **Aprovechamiento de ingresos 2010**



Fuente: GINSA.

Algunos aspectos que llaman la atención dentro del análisis ingresos-ventas son los siguientes:

- **Número de ingresos:** se estableció la frecuencia con la que un producto se compra, los resultados se muestran en la tabla VIII. Del total de 427 ingresos, el 45% corresponde a productos que ingresaron una sola vez en el año, el 19% tuvo dos ingresos y el 8%, tres. Como se indicó anteriormente, el exceso neto producido por los ingresos del 2010 después de finalizado el 1er. trimestre de 2011, fue de 6 988 unidades, de las cuales 2 910 corresponden a 46 casos de ingreso único durante el año, adicionalmente 933 unidades se reparten en 20 códigos que tuvieron 2 ingresos, esto es el 55% del total de unidades que terminaron como exceso neto y fueron adquiridas en 2010.

Tabla VIII. **Cantidad de ingresos por código**

No. de ingresos	No. de casos	% de casos	No. de casos en exceso neto	Exceso neto generado (un.)
1	194	45,4	46	2 910
2	82	19,2	20	933
3	35	8,2	9	493
5	30	7,0	13	563
4	24	5,6	8	474
6	23	5,4	5	670
7	17	4,0	8	626
8	14	3,3	4	226
9	7	1,6	1	93
10	1	0,2	0	0
Total	427	100,0	114	6 988

Fuente: GINSA.

- **Número de ventas:** se estableció la frecuencia con la que un producto se vende, los resultados se muestran en la tabla IX, página 47. Del total de 500 ventas, el 24,6% corresponde a productos que vendieron dos veces

en el año, el 24,0% vendió una vez y el 10,8%, tres. Por otra parte, únicamente 4 códigos vendieron sin interrupción todos los meses del año (12 ventas), equivalentes al 0,8% de los casos de venta.

Tabla IX. **Cantidad de ventas por código**

No. de ventas en el año	No. de casos	% de casos	Unidades vendidas
2	123	24,6	8 068
1	120	24,0	4 369
3	54	10,8	6 070
4	47	9,4	6 875
6	35	7,0	7 180
7	28	5,6	8 675
5	27	5,4	5 789
8	25	5,0	14 536
10	15	3,0	12 382
9	14	2,8	9 078
11	8	1,6	10 088
12	4	0,8	2 856
Total	500	100,0	95 966

Fuente: GINSA.

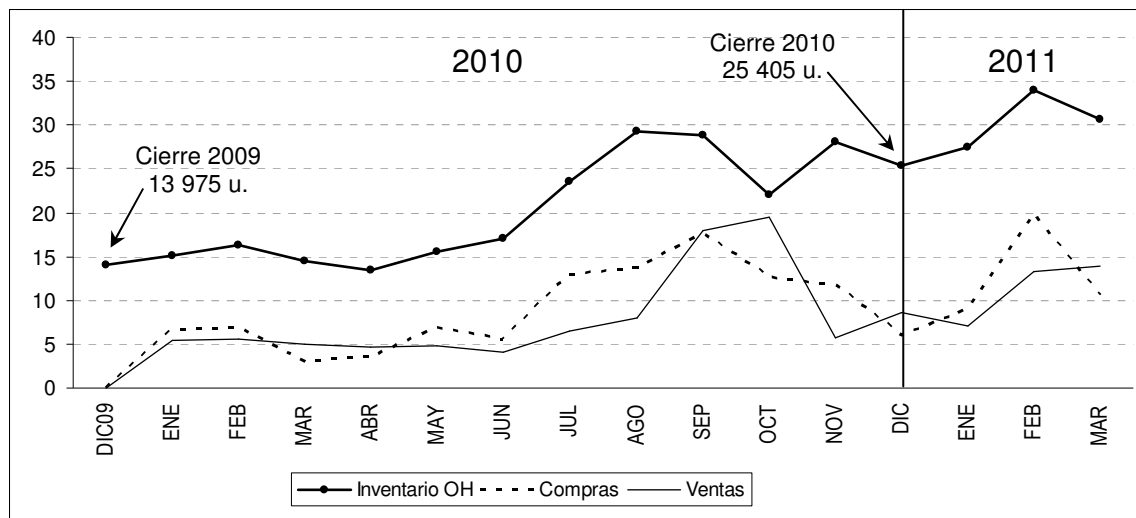
Los resultados confirman que los productos comercializados por la compañía son, principalmente, productos con ventas estacionales. Alrededor del 48,6% de los códigos venden únicamente 1 ó 2 meses por año, 38,2% entre 3 y 7 veces, el restante 13,2% de 8 a 12 veces.

2.3.2. Discusión de los resultados

La información revisada de ventas reales 2010, confirma que más del 90% de los productos tienen un comportamiento de venta estacional, por lo que el método actual de cálculo de reabastecimiento, con base en el promedio de los estimados de ventas es inadecuado.

En cuanto al nivel de inventario total, la figura 15, muestra los niveles de inventario, ventas e ingresos durante 2010 y el 1er trimestre de 2011. Evaluar el inventario en función del nivel, deja fuera de consideración la dinámica del mismo. Desde un punto de vista financiero, a más inventario, más inversión de capital; sin embargo, es más importante evaluar la composición del inventario en función de la actividad del mismo.

Figura 15. **Comparación de niveles de inventario OH, ventas e ingresos**



Fuente: GINSA.

El 2009 cerró con 13 975 unidades en inventario, de las cuales se vendieron 10 161 (72,7%), durante el 2010, dejando un exceso neto de 3 814 unidades. El 2011 inició con 25 405 unidades, un nivel 81,7% mayor al cierre del año anterior, de las cuales se vendieron 16 311 unidades (64,2%) durante el 1er. trimestre del 2011; esto significa que el exceso neto al 1er. trimestre de 2011 era de 9 094 unidades. Estas unidades contienen a las 6 988 unidades mencionadas anteriormente, provenientes exclusivamente de la gestión de

inventario (compras-ventas) del 2010, mientras que las 9 904 se refieren al 100% de las unidades en exceso en inventario al término del 1er. trimestre de 2011. Lo descrito se resume en la tabla X.

Tabla X. **Comparativo de inventarios 2010-2011**

Característica	2010	2011
Inventario inicial (unidades)	13 975	25 405
Agotado durante el siguiente año	10 161	16 311*
Exceso neto	3 814	9 094*
% de inventario agotado	72,7%	64,2%*
% de exceso neto	27,3%	35,8%*
Items en inventario	242	272
No. máximo de ítems reportado durante el año	535	667*
*Al finalizar el 1er. Trimestre 2011.		

Fuente: GINSA.

El % de exceso neto 2011 parece más alto que el generado en 2010, por lo que se deberá esperar a que concluya el 2011 para hacer una comparación adecuada de los resultados. El problema latente, resultado del análisis de los inventarios con respecto a los excesos del mismo, es la falta de políticas activas de agotamiento. Actualmente, GINSA no cuenta con un programa regular de agotamiento de excesos que disminuya el impacto negativo sobre la gestión de inventario. La generación de excesos de inventario es un proceso inherente del mismo, es ineludible y por lo tanto, debe existir una depuración periódica de los excesos que permita diluir el impacto de la pérdida sobre los resultados de la compañía a través del tiempo.

2.4. Determinación del nivel óptimo de inventario

El nivel óptimo de inventario está definido por la política de reabastecimiento descrita en la sección 2.1.1. la cual indica que la cantidad óptima de inventario es suficiente para cubrir la venta del período de tiempo equivalente al tiempo de entrega L del proveedor, más un mes adicional T que corresponde al tiempo que debe transcurrir antes de realizar un nuevo pedido. La fórmula equivalente es

$$\text{Política de reabastecimiento} = \text{LeadTime} + \text{Tiempo de recompra} = L + T$$

Según esto, para un tiempo de entrega L=2,8 meses y tiempo de reorden T=1 mes, la política de reabastecimiento es de 3,8 meses. El nivel de inventario óptimo será la suma de los estimados de ventas equivalentes a 3,8 meses. Así, por ejemplo, si un producto vende 30 unidades mensuales, 3,8 meses corresponden a 114 unidades (3,8 x 30) y conforme a la política de reabastecimiento, representan el nivel óptimo de inventario.

El hecho que más del 70% de los códigos comprados durante el año se adquieran en un máximo de 1, 2 o 3 fechas diferentes, ver tabla VIII, página 46, restringe la compra de inventario al período mínimo posible T=1 mes, que es el tiempo de reorden.

Por otra parte, en cuanto al nivel de inventario óptimo total, el constituido por las existencias los códigos que lo conforman, depende principalmente de los estimados de venta en el sentido que, a mayor volumen de ventas, mayor nivel de inventario, y viceversa, como se puede observar en la figura 15, página 48.

2.5. Desarrollo de un modelo de reabastecimiento del inventario con base en las características particulares del estudio

En esta sección se resumen los aspectos más importantes a considerar en el rediseño de la herramienta utilizada en el cálculo de pedidos, la hoja de cálculo en Excel, para determinar la ruta más adecuada y modificar el proceso actual de reabastecimiento.

Es evidente que el proceso de reabastecimiento presenta situaciones complejas que se extienden por toda la organización. Fue desarrollado en función de los requerimientos establecidos por los calendarios operacionales a nivel regional-latinoamericano y global. Los calendarios indican el momento en que debe ocurrir cada evento y se rigen por las disposiciones, procedimientos y políticas establecidas a nivel local, regional y global por las áreas funcionales de la compañía: Ventas, Mercadeo, *Supply Chain* y Finanzas. Las principales áreas de mejora identificadas durante el análisis del proceso actual de reabastecimiento son las siguientes:

- Errores en el cálculo de compra inicial

Se refiere a las oportunidades de mejora encontradas en el cálculo de las cantidades a ordenar. Está bajo la responsabilidad de *Supply Chain* y se evalúa con base en los reportes de estimados de ventas e inventarios OH e IT. Esta información se encuentra consolidada en una hoja de cálculo, pero no realiza el cálculo inicial de compra.

Los inconvenientes encontrados en el cálculo inicial de compra corresponden a dos errores de concepto en cuanto a la aplicación de la política de reabastecimiento.

- El cálculo asume que la demanda mensual de producto es estable y ocurre conforme al promedio de los estimados de ventas, pero la mayoría de códigos no venden de forma estable, sino estacional.
- El cálculo pasa por alto el tiempo de entrega L, ya que asume, inadvertidamente, que el producto comprado está disponible inmediatamente después de haber hecho el pedido al proveedor, lo cual es incorrecto pues éste solamente estará disponible después de transcurrido el tiempo de entrega, es decir, después de ingresar físicamente a bodega.

Por ejemplo: para la serie de estimados de ventas planteada en la tabla XI, calcular la cantidad óptima a comprar según lo ordenado por la política de reabastecimiento.

Tabla XI. **Simulación de compra por el método actual**

Mes	N	N+1	N+2	N+3	N+4	N+5	Total
Estimados de venta (unidades)	35	0	15	30	30	10	120
Tiempo de entrega L = 2 meses		Inventario neto al mes N = 25 unidades					

Fuente: elaboración propia.

La compra C que satisface la política de reabastecimiento es la siguiente

$$C = \left(\text{política de reabastecimiento} - \text{posición de inventario} \right) \times \text{venta promedio}$$

$$C = \left(L + T - \frac{\text{inventario neto}}{\text{venta promedio}} \right) \times \text{venta promedio}$$

$$\begin{aligned}
C &= (L + T) \times \text{venta promedio} - (\text{inventario neto}) \\
&= (2 + 1) \times \left(\frac{35+0+15+30+30+10}{6} \right) - 25 \\
&= (3 \text{ meses}) \times (20 \text{ unid/mes}) - 25 \text{ unidades} \\
&= 35 \text{ unidades}
\end{aligned}$$

Entonces, si la venta promedio estimada es de 20 unid/mes, significa que para cubrir 3 meses de venta (Política de reabastecimiento), se necesitan 60 unidades; el cálculo resuelve comprar 35 unid. porque actualmente hay 25 unid. en inventario. Sin embargo, la tabla XII, muestra los problemas indicados en los errores en el cálculo de compra inicial.

Tabla XII. **Simulación de compra, comportamiento real**

Mes	N	N+1	N+2	N+3	N+4	N+5	Total
Estimados de venta (unidades)	35	0	15	30	30	10	120
Venta promedio supuesta	20	20	20	20	20	20	120
Inventario disponible para la venta (ingreso de producto ocurre en N+2)	25		35				60
	L		T				

Fuente: elaboración propia.

El primer error ocurre al asumir que la venta se dará a razón de 20 unid/mes que es la venta promedio mensual. Los estimados de ventas; sin embargo, indican que las ventas de los meses N, N+1 y N+2, serán 35, 0 y 15 unidades, respectivamente.

El segundo error ocurre al asumir que el producto que completará los 3 meses requeridos por la política de reabastecimiento ingresa de forma inmediata para sumar las 60 unidades requeridas por la venta promedio mensual. En la realidad, las 35 unidades a comprar ingresarán en N+2 pues el tiempo de entrega es de 2 meses.

La tabla XIII, muestra la situación real de compra de las 35 unidades, si la venta ocurriera conforme a los estimados de ventas.

Tabla XIII. **Simulación de compra, conclusión**

Mes	N	N+1	N+2	N+3	N+4	N+5	Total
Estimados de venta (unidades)	35	0	15	30	30	10	120
Inventario disponible para la venta	25		35				60
Venta real	25	0	15				40
Exceso o escasez de inventario	-10	0	20				

Fuente: elaboración propia.

En el mes N sólo se pueden vender las 25 unidades que hay en inventario, en N+1 no hay venta, en N+2 ingresan las 35 unidades compradas pero sólo se venden las 15 unidades estimadas. En el mes N habría escasez de 10 unidades y exceso de 20 unidades en N+2. Se confirma que la compra de las 35 unidades sugeridas por el método actual es errónea.

En conclusión, el nuevo método de cálculo deberá considerar el tiempo en que ocurre cada evento de compra y venta, y no únicamente comparar el total de compras contra el total de ventas estimadas para calcular el pedido de producto, para un período de tiempo determinado.

- Modificaciones administrativas

Luego del cálculo inicial de compra, el reporte pasa por una serie de evaluaciones de carácter comercial/administrativo, para garantizar que está en línea con los objetivos y metas de las diferentes áreas de la compañía. Estas evaluaciones ocurren y afectan aleatoriamente el reporte inicial de reabastecimiento y corresponden a situaciones o casos especiales; por lo tanto, no son susceptibles de estandarización e integración en los cálculos iniciales de reabastecimiento.

- Confirmaciones de proveedores

El próximo evento que afecta aleatoria, pero significativamente los resultados de compra, son las confirmaciones de proveedores. Los proveedores evalúan el pedido realizado y emiten un compromiso de entrega que puede, en algunos casos como Brasil, caer por debajo del 50% del pedido original. Las confirmaciones de entrega de proveedores son actualizadas en el siguiente cálculo de reabastecimiento y en caso de conocer o detectar patrones de comportamiento, se integran al análisis mensual. Corresponde a la gerencia regional de *Supply Chain*, monitorear el desempeño de las plantas de manufactura para garantizar el mayor nivel de servicio.

En la sección de eficacia logística y operativa, se describió que la tasa de cumplimiento de cada producto es distinta y también variable entre un pedido y otro, por lo que no es posible agregar un factor de corrección al nuevo método de cálculo de pedidos porque podría generar problemas de exceso de inventario.

- Eficacia de los estimados de ventas

Uno de los retos más importantes de toda actividad comercial es dominar los pronósticos de ventas. Los resultados presentados acá sobre la eficacia de los pronósticos son concluyentes, ver sección 2.2.3. (estimados de ventas), la alta ocurrencia de productos que venden 1, 2 ó 3 veces en el año afecta significativamente el indicador de medición de estimados, FA. Por otra parte, del 2010 al 2011, únicamente 111 códigos figuraron en ambos reportes de inventario de inicio de año, considerando que el máximo número de códigos reportados alcanzó los 535 en todo el 2010, y 667 hasta el 1er. trimestre de 2011.

2.6. Implementación de la herramienta para el cálculo de pedidos que permita la estandarización del proceso y mantener el nivel de inventario óptimo

Tomando en cuenta lo expuesto en la sección 2.5., hacia febrero de 2010, se completó el proceso de transición al nuevo cálculo de abastecimiento. El cambio introducido en el nuevo modelo es simple en su concepción, pero requirió la adecuación de la información en forma individualizada y no con base en el promedio de ventas.

La herramienta utilizada es una hoja de cálculo de Excel. Tiene como punto de partida el mismo reporte consolidado de inventarios OH e IT, y los estimados de ventas que el método anterior como se muestra en la figura 16, página 57. A partir de este punto; sin embargo, el método anterior y el nuevo, parten en caminos distintos con el fin de calcular el pedido mensual de producto para los próximos meses. En la tabla XIV, página 57, aparece un resumen de las características principales que diferencian los métodos anterior y nuevo.

Figura 16. **Hoja de cálculo: inventarios y estimados de venta**

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	No.	Código	Descripción	Origen	Inventario		Estimados de venta					
2					OH	IT	N	N+1	N+2	N+3	N+4	N+5
3	1	163001	175/65R14 SPG DARUPLUS	CHI	30	40	30	40	50	200	20	20
4	2	474001	185/70R13 SPG 3 SHORT	PER	0	0	0	0	0	0	0	300
5	3	474001	185/70R13 SPG 3 SHORT	BRA	100	120	100	120	80	110	100	90
6	4	898021	12R22.5 6G76 OTR 150D	NAT	400	0	400	0	0	0	0	0
7	5	898021	12R22.5 6G76 OTR 150D	BRA	0	0	0	0	0	0	800	0

Fuente: GINSA.

Tabla XIV. **Diferencias de los métodos de cálculo de pedidos**

Característica	Método anterior	Método nuevo
Asunciones	Venta de productos es constante	Venta de productos ocurre conforme indican los estimados de ventas
	Pedido ingresa a bodega de inmediato. <i>LeadTime</i> = 0	Pedido ingresa según el <i>LeadTime</i> correspondiente al país de origen
	Se toman en cuenta 6 meses de estimados de ventas para todos los productos	Sólo se toman en cuenta los estimados de ventas de meses dentro del tiempo indicado por la política de reabastecimiento, según el país de origen de cada producto
Base para el cálculo del pedido	Venta estimada promedio de 6 meses	Proyección de inventarios de tantos meses como indique la política de reabastecimiento.
Método de evaluación del pedido de producto	Prueba y error. Evaluación de valores según criterio personal hasta encontrar solución aproximada	Automático (estandarizado), fórmulas de hoja de cálculo
Criterio principal para determinar pedido	Experiencia del planeador y política de inventarios	Pedido = Política de inventarios

Fuente: elaboración propia.

La nueva herramienta, hoja de cálculo rediseñada, luce como en la figura 17. En donde se pueden observar las columnas que contienen los inventarios proyectados para cada mes y las cantidades a pedir para cada producto.

Figura 17. **Herramienta de cálculo de pedidos, nuevo método**

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AB	AC
1			MES N+0				MES N+1				MES N+2				MES N+3				MES N+4				MES N+5					
2	Código de producto	LeadTime	OH+0	IT+0	N+0	P+0	OH+1	IT+1	N+1	P+1	OH+2	IT+2	N+2	P+2	OH+3	IT+3	N+3	P+3	OH+4	IT+4	N+4	P+4	OH+5	IT+5	N+5	P+5	Pedido	OBSERVACIONES
3	80555USA	2	0	0	32	0	0	0	32	0	0	0	32	32	0	0	32	0	0	0	27	0	0	0	22	0	32	
4	80312USA	2	114	0	215	0	0	0	224	0	0	0	204	204	0	0	225	0	0	0	197	0	0	0	125	0	204	
5	82074USA	2	395	0	11	0	384	0	390	0	0	0	11	11	0	0	11	0	0	0	8	0	0	0	52	0	11	
6	82688PER	4	0	0	138	0	0	0	140	0	0	10	141	0	0	13	131	0	0	0	100	100	0	0	179	0	100	
7	84030PER	4	143	0	144	0	0	0	204	0	0	10	118	0	0	13	127	0	0	0	98	98	0	0	175	0	98	
8	82708CHI	3	16	0	151	0	0	0	187	0	0	10	195	0	0	13	181	168	0	0	106	0	0	0	256	0	168	

Fuente: GINSA.

La hoja de cálculo se incluyó aquí para efectos ilustrativos únicamente. A continuación, se describen los conceptos y cálculos detallados que utiliza la nueva herramienta de pedidos. En el capítulo 4, se amplía esta información como parte de la fase de enseñanza-aprendizaje, desde un punto de vista operativo.

El nuevo método eliminó el uso de la venta estimada promedio como base para calcular la compra de producto, en su lugar realiza cálculos sucesivos para estimar el inventario después de cada mes a planear. Siguiendo con el ejemplo de la sección 2.5 sobre el cálculo inicial de compras, se demostrará el nuevo proceso para poder comprobar las diferencias entre los dos métodos.

Tabla XV. **Simulación de compra, nuevo método**

Mes	N	N+1	N+2	N+3	N+4	N+5	Total
Estimados de venta (unidades)	35	0	15	30	30	10	120
Tiempo de entrega L = 2 meses		Inventario neto al mes N = 25 unidades					

Fuente: elaboración propia.

El proceso inicia por calcular la política de reabastecimiento correspondiente. El cálculo de la política no cambia con el nuevo método, entonces $L+T = 3$ meses, por lo que el cálculo de reabastecimiento abarcará los meses N, N+1 y N+2.

Seguidamente, la tabla XV, descarta los estimados correspondientes a los meses posteriores a lo requerido por la política (3 meses, N, N+1 y N+2). De esta forma, se eliminan los meses N+3, N+4 y N+5 porque al nuevo método no le interesa observar más que los meses que involucra la política de reabastecimiento.

A continuación, el proceso simula la secuencia de ingresos y salidas del inventario hasta alcanzar el tiempo de entrega o *LeadTime*, momento en el cual se espera el ingreso del pedido que se está calculando.

Entonces, se compara el saldo de inventario proyectado contra el estimado de venta, y determina si es necesario comprar producto para completar 1 mes de venta, o bien, la proyección indica que habrá suficiente inventario para cubrir la demanda de ese mes y no es necesario comprar.

En el ejemplo mencionado, se puede ver cómo los inventarios finales de cada período fueron cero, así que al llegar al inicio de N+2, se evaluó el requerimiento de 15 unidades que serían necesarias para satisfacer la venta estimada. Ver tabla XVI.

Tabla XVI. **Simulación de compra, cálculo de pedido**

Mes	¿Ingresará producto?	Inventario OH inicial	Venta estimada	¿Inventario final?
N	0	25	35	0
N+1	0	0	0	0
N+2	?	0	15	0
N+3			30	
N+4			30	
N+5			10	

Fuente: elaboración propia.

- Mes N: al iniciar el mes N, hay 25 unidades en inventario OH, si la venta estimada es 35, significa que faltarán 10 unidades por surtir, por lo tanto, el inventario al cierre de N será 0 unidades dado que la venta no surtida se considera perdida. No hay ingresos a fin de mes o inicio de N+1, así que el inventario inicial para el mes N+1 será cero.
- Mes N+1: inicia con inventario OH cero, no hay venta estimada para este mes, por lo que el inventario final sigue siendo cero. Si el tiempo de entrega L de este producto es de 2 meses, significa que se alcanzó el momento en que un nuevo pedido podría ingresar a bodega.

- Mes N+2: el inventario a la fecha es cero. Así, la demanda para el mes N+2 es de 15 unidades, el proceso realiza el cálculo de pedido, 15 unidades (comparado con 35 que pedía el método anterior), que podrán ingresar a finales del mes N+1 pues no hay que olvidar que el cálculo se está haciendo al inicio del mes N.

2.7. Evaluación de la situación modificada

El resultado del ejemplo de la sección 2.6. conduce a una solución más eficiente desde el punto de vista cuantitativo, respecto del método anterior, produce un valor ajustado enteramente a los estimados mensuales individuales durante el período de tiempo L+T, comparado con el método anterior que hacía el cálculo en función de la venta estimada promedio. Así, el nuevo método toma en consideración que durante el mes N+1, no hay venta estimada, mientras que el método anterior supone que la venta de cada mes es igual a la venta estimada promedio.

El problema radica en los aspectos destacados en la sección 2.5. relacionados con los cambios administrativos, la eficiencia operativa y la eficacia de los estimados de ventas son fuentes importantes de error en los resultados finales, como se ha podido comprobar, por ejemplo, al comparar los estimados de ventas con las reales.

Describir las circunstancias y procesos que llevaron el inventario de un punto a otro, es algo muy distinto de hacer inferencias respecto de una población por demás heterogénea.

2.7.1. Recolección de información

La información necesaria para el cálculo de reabastecimiento continúa sin cambios, aunque los cálculos automáticos introducidos mejoraron el tiempo de ejecución, en aproximadamente medio día, comparado con el día entero que tomaba realizar los mismos cálculos, debido a la eliminación de la tarea de calcular manualmente el pedido de producto.

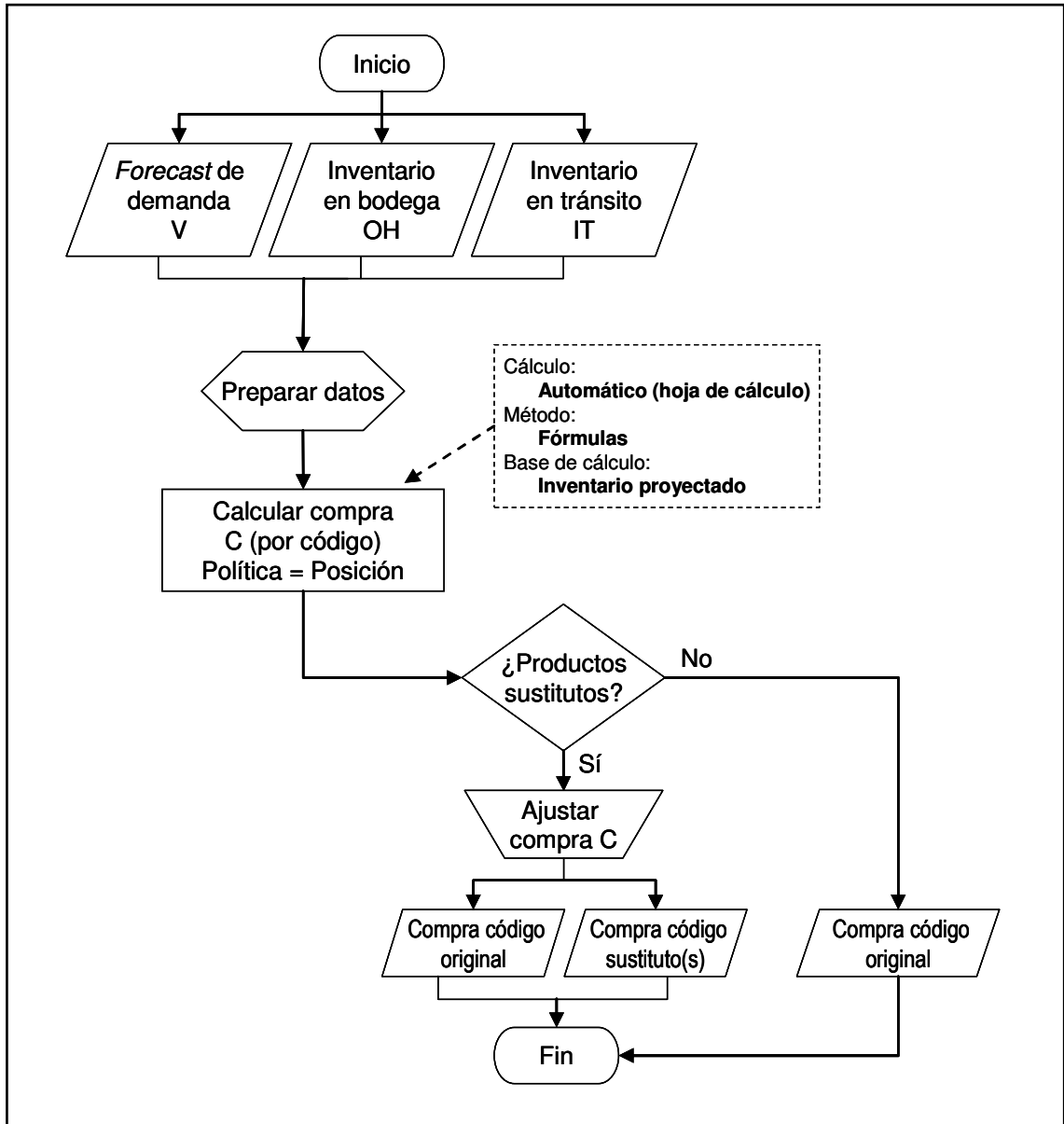
2.7.2. Medición del tiempo que toma preparar la información previo a ser analizada para la toma de decisiones

El proceso de reabastecimiento sufrió un cambio importante, relacionado con el cálculo de compra. Ahora realiza operaciones de mayor complejidad lógica, pues evalúa el pedido óptimo de inventario en función de la política de abastecimiento y la posición de inventario. Si el nuevo procedimiento se hubiese trabajado de forma manual, dada su complejidad, habría tomado aproximadamente dos días elaborar el reporte. Ver figura 18, página 63.

2.8. Análisis del inventario en la situación modificada

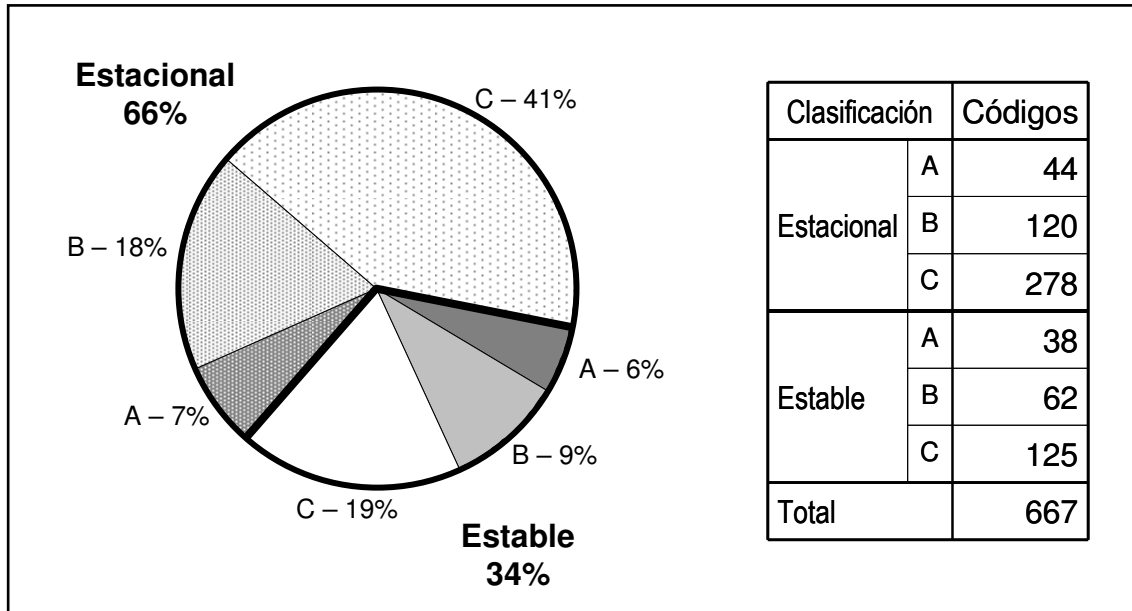
La situación de la composición del inventario a marzo de 2011 se muestra en la figura 19, página 64. Aún cuando la tendencia en la composición ABC y demanda estable/estacional sigue un patrón similar al observado en enero 2010, las ventas reales describen una situación aún más polarizada, con más del 97% de códigos en condición de demanda estacional.

Figura 18. Diagrama de flujo, nuevo proceso de reabastecimiento



Fuente: GINSA.

Figura 19. **Composición por tipo de inventario ABC y demanda**



Fuente: GINSA.

2.8.1. **Análisis de los datos en la situación modificada**

A pesar de las diferencias documentadas entre los estimados de venta vs. ventas reales a través del *Forecast Accuracy*, ver sección 2.2 (Estimados de venta); y el pedido a proveedores vs. la tasa de cumplimiento, sección 2.2 (Eficacia logística y operativa), el nuevo procedimiento de cálculo de reabastecimiento prueba ser más adecuado para evaluar la compra de producto que el método basado en la venta promedio, pues en más del 90% de los casos, las ventas reales de los productos han probado ser de tipo estacional. Sin embargo, su eficacia queda subordinada a la eficiencia de los estimados de venta y el nivel de servicio de los proveedores. La tabla XVII, página 65 muestra las variaciones de estimados para marzo 2011 en diferentes instancias.

La variación absoluta (esquina inferior izquierda), nuevamente reporta diferencias mayores a la venta total, 16 281 unidades contra 12 509 que vendió marzo 2011.

Tabla XVII. **Variación de estimados de marzo de 2011 a través del tiempo**

	N+4	N+3	N+2	N+1	N+0	Venta Real
Estimado total	18 994	22 648	22 624	17 730	21 292	12 509
Subió		7 941	4 714	1 967	8 283	3 749
Bajó		-4 287	-4 738	-6 861	-4 721	-12 532
Variación neta		3 654	-24	-4 894	3 562	-8 783
Variación absoluta		12 228	9 452	8 828	13 004	16 281

Fuente: GINSA. (Los datos fueron modificados para proteger la información original).

No obstante, el indicador *Forecast Accuracy* para Guatemala no es muy diferente de los valores encontrados en otros países: -84%, -72%, -73%, 23%, 4%, -18%. (Fuente: GINSA. FA CAM/CAR Apr 2011).

2.8.2. Discusión de los resultados

Existen factores que introducen gran incertidumbre al proceso de reabastecimiento, debidas principalmente a la eficiencia de estimados de venta y la tasa de cumplimiento en la entrega de proveedores. Esto complica la posibilidad de validar totalmente los cambios realizados a la herramienta de cálculo de abastecimiento.

La reducción neta del cálculo de reabastecimiento, debida a la automatización del cálculo del pedido óptimo, es de medio día. Sin embargo, si el nuevo cálculo se hiciera de forma manual, el proceso tardaría un tiempo aproximado de dos días debido a que las evaluaciones necesarias para estimar la sucesión de inventarios, presentan mayor grado de complejidad comparadas con el cálculo de reabastecimiento anterior, basado en la venta estimada promedio.

3. FASE DE INVESTIGACIÓN

Los objetivos de GINSA al desarrollar directrices de un plan de contingencias son: proteger la vida de los asociados, y garantizar la continuidad del negocio. En la actualidad, el único programa regular de prevención de contingencias, es el relacionado con la protección de los sistemas informáticos de la compañía de los cuales se mantiene constante supervisión y respaldos electrónicos.

3.1. Investigación sobre desastres o emergencias ocurridos en los últimos 10 años en la zona en la que se encuentra ubicada la empresa y los impactos generados

Se realizó una investigación en Internet sobre las situaciones de desastres o emergencias que han ocurrido en el sector donde se encuentran las oficinas de la compañía, en los alrededores de la 6ª. Av. y Diagonal 6, zona 10.

Entre lo más relevante y cotidiano de origen natural se encuentra la velocidad del viento entre los edificios de 19 pisos de C. G. Las Margaritas. Por la disposición de los edificios, al pasar aire entre ellos, éste se acelera provocando fuertes vientos que pueden ser peligrosos en caso de tormenta, como la tormenta tropical Agatha, en 2010, cuando a consecuencia del viento, un poste cayó sobre un automóvil.

Dentro de los eventos no naturales, lo más frecuente es la delincuencia común, en especial el robo de tecnología. Se conoce el caso de al menos 8

computadoras robadas en aproximadamente 8 años. Otras causas incluyen personas atrapadas en elevadores.

3.2. Plan de contingencias

Las acciones contenidas en este informe se basan principalmente en los lineamientos establecidos por *Goodyear* a nivel global para salvaguarda de sus asociados y la continuidad del negocio. Supone la conformación de un comité ejecutivo encargado de la supervisión y ejecución de los planes de contingencia.

3.2.1. Antes de la emergencia

- Preparar planos de las rutas de evacuación en caso de emergencia, indicando las zonas seguras.
- Definir los recursos necesarios como extinguidores, señalización, botiquín de primeros auxilios.
- Chequear y reabastecer el botiquín de primeros auxilios.
- Preparar y practicar el procedimiento de evacuación.
- Inspeccionar periódicamente las rutas de evacuación para asegurar que se encuentran libres de obstrucciones.
- Inspeccionar que los extinguidores de incendios se encuentren dentro de la fecha de utilidad y accesibles en todo momento. Solicitar mantenimiento para aquellos que no se encuentren en condiciones óptimas de operación.

- Preparar y practicar el procedimiento de uso de extinguidores.
- Preparar listados del personal que deberán ser utilizados en el momento de una emergencia.
- Reunir la información de contactos del personal en caso de emergencia.
- Preparar la respuesta de equipos e instalaciones ante la emergencia.
- Dar a conocer y practicar los primeros auxilios básicos y el procedimiento de resucitación cardio-pulmonar (RCP).
- Alentar a que se definan planes de emergencia familiares ante emergencias.
- Analizar cuáles son los recursos críticos para que las operaciones no se detengan ante una emergencia:
 - Equipos: adquirir baterías de respaldo para soportar períodos prolongados sin suministro de energía.
 - Funciones: deben contar con equipos portátiles para trabajar fuera de las instalaciones de forma remota.
 - Servicios: deben estar disponibles en línea los sistemas, programas e información necesaria para continuar con las operaciones.
 - Suministros: en algunos casos es posible mantener registros electrónicos durante la emergencia, en otros casos será necesario

proveer de suministros adicionales para continuar con las operaciones del negocio.

- Asegurar que estos recursos críticos continúen funcionando ante una emergencia.

3.2.2. Durante la emergencia

- Los principales objetivos a tener en cuenta durante la ocurrencia de cualquier emergencia son:
 - Proteger la vida y el bienestar mental de todas las personas, incluyendo visitantes.
 - Resguardar las instalaciones, equipos e información críticos.
 - Proteger el medio ambiente.
 - Saber qué hacer ante una emergencia: ponerse a salvo, alertar a las demás personas sobre la emergencia, informar a la Unidad Ejecutiva de contingencias para que sea activado el plan de contingencia.
- La Unidad Ejecutiva deberá:
 - Declarar el nivel de emergencia como leve, medio o grave.
 - Definir cómo debe ser activado el plan de contingencia.
 - Conocer el procedimiento de evacuación.

- Establecer el procedimiento de bloqueo de seguridad.
- Indicar sobre cómo proceder.
- Informar al Comité de Contingencias.
- Realizar conteos para asegurar que todas las personas abandonaron las instalaciones en caso que se haya ordenado la evacuación.
- Mantener un listado de las personas heridas y desaparecidas.
- Asegurar la atención de los heridos.
- Asegurar la ayuda a los desaparecidos.
- El Comité de Contingencias deberá:
 - Solicitar ayuda a entidades externas de acuerdo al nivel de emergencia determinado, como Bomberos, IGSS, Ambulancias, Policía, Administración del edificio u otras entidades que puedan prestar ayuda ante la emergencia.
 - Determinar cuando la emergencia ha terminado.

3.2.3. Después de la emergencia

Al Comité de Contingencias le corresponde:

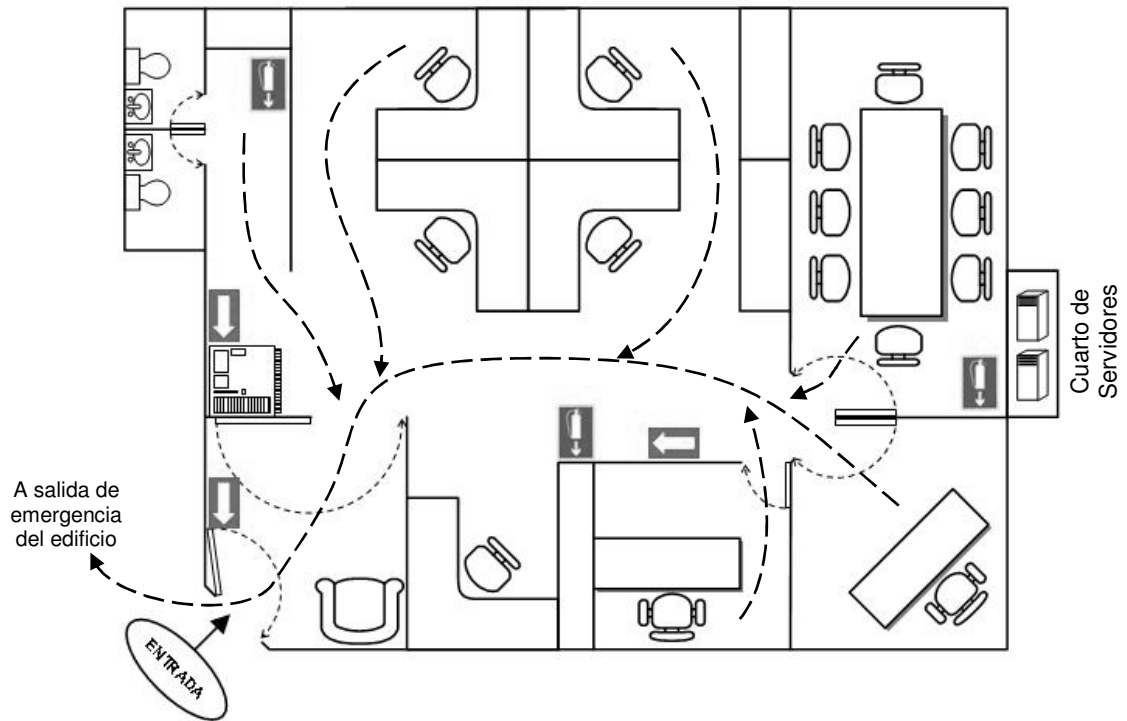
- Evaluar los daños e impactos.
- Tomar las medidas necesarias para restaurar lo antes posible las instalaciones, equipos, servicios básicos e información.
- Informar cuando sea posible retornar con precaución a las instalaciones.
- Definir cuándo las instalaciones son seguras para reanudar las operaciones.
- Lograr la recuperación y restauración al nivel previo a la emergencia.
- Documentar las acciones tomadas y lecciones aprendidas.
- Revisar y actualizar los planes de contingencia.

3.2.4. Procedimiento de evacuación

Después de ordenar la evacuación es necesario:

- Mantener la calma, evitar el pánico.
- Seguir las señales de ruta de evacuación, ver figura 20, página 73.

Figura 20. **Plano de señalización y ruta de evacuación**



Fuente: GINSA / http://conred.gob.gt/documentos/biblioteca/DOCUMENTOS/Manuales_y_guias/Documentos/

- Alertar a las demás personas sobre la emergencia, sobre la necesidad de evacuar y dirigirse a las zonas designadas como seguras.
- Abandonar las instalaciones usando las escaleras, nunca el elevador.
- En la manera de lo posible, remover obstrucciones para facilitar la evacuación de las personas que necesiten asistencia para evacuar.
- Dejar cualquier pertenencia, a menos que pueda ser llevado de forma segura.

- Si es la última persona en salir, cerrar las puertas.
- Informar sobre las personas perdidas y de la posible localización dentro del edificio.
- Proporcionar los primeros auxilios. Dar prioridad a los casos más graves.
- Estar atento a seguir instrucciones adicionales.
- Cuando sea indicado regresar a las instalaciones con precaución o cuando hayan sido declaradas seguras.

3.2.5. Procedimiento de bloqueo de seguridad

En ocasiones es más seguro permanecer en las instalaciones que realizar una evacuación. Si la Unidad Ejecutiva ordena el bloqueo de seguridad, es necesario tomar en cuenta lo siguiente:

- Mantener la calma, evitar el pánico.
- Cerrar y asegurar las puertas, apagar las luces y los equipos.
- Retirarse de las ventanas y de la vista desde los pasillos.
- Permanecer en silencio, evitando el diálogo.
- Evitar el uso de celulares.
- Estar atento a seguir instrucciones.

- Luego que la Unidad Ejecutiva o algún representante externo de emergencia, ordenen la evacuación, continuar con la aplicación del procedimiento de evacuación.

3.2.6. Terremoto

- Antes
 - Revisar los procedimientos de emergencia.
 - Realizar prácticas suponiendo la ocurrencia de un terremoto, para que cada persona encuentre el lugar más cercano y seguro posible.
- Durante
 - Agacharse, cubrirse y aferrarse al lugar más cercano y seguro posible hasta que el terremoto se detenga.
- Después
 - Luego que el movimiento se detenga, revisarse mutuamente, comenzando por sí mismos, en busca de alguna lesión que necesite atención inmediata.
 - Si es posible y seguro tomar, los objetos personales básicos, teléfonos celulares, llaves, identificaciones.
 - Revisar la/s ruta/s de evacuación para continuar con el procedimiento de evacuación.

- Es preferible contactar a familiares por teléfono para asegurar que no necesitan asistencia o procurar la asistencia por medio de las entidades de emergencia.
- Y movilizarse en caso que necesiten de ayuda o auxilio.
- Continuar ejecutando el plan de emergencia familiar.

3.2.7. Huracán

- Antes
 - Revisar los procedimientos de emergencia.
 - Monitorear el desarrollo y la aproximación del huracán.
 - Determinar, si como resultado del huracán será necesario modificar las rutas habituales para llegar a las instalaciones.
 - Las funciones críticas deben ser preparadas para continuar trabajando durante el huracán.
 - Continuar ejecutando el plan de emergencia familiar.
 - El procedimiento para dar continuidad al negocio ante una emergencia debe estar preparado con los accesos remotos y accesos a los sistemas críticos de la empresa.

- Durante
 - Algunos servicios pueden quedar suspendidos a consecuencia del huracán: electricidad, teléfonos, comunicaciones o transportes.
 - En casos extremos será necesario suspender las actividades en las instalaciones. En tal caso debe ordenarse el trabajo remoto de las funciones críticas.

3.2.8. Incendio

- Antes
 - Revisar los procedimientos de emergencia
- Durante
 - Ante la presencia de humo, fuego o llamas accionar la alarma de incendios.
 - Si se trata de un incendio menor y es posible hacerlo de forma segura, intentar apagarlo, de acuerdo a las prácticas realizadas, utilizando los extinguidores que se encuentren a disposición, siguiendo el procedimiento siguiente:
 - Utilizar el extinguidor apropiado para el tipo de fuego.
 - Remover el pin de seguridad

- Desde la distancia más segura y cercana posible, apuntar a la base del fuego.
- Con movimientos oscilatorios aplicar el agente hasta tener seguridad que el fuego esté apagado.
- Revisar la ruta de evacuación para continuar con el procedimiento.
- Si se encuentra atrapado en un edificio, intentar notificar por medio de las ventanas su localización.
- Mantener la cabeza agachada y cubierta del humo. De ser posible tapar nariz, boca y cabeza con un trapo húmedo.
- También pueden utilizarse trapos húmedos debajo de las puertas para prevenir que el humo entre.
- Para apagar el fuego de la ropa: detenerse y rodar sobre el suelo.

3.2.9. Disturbios civiles o manifestaciones

- Cuando una manifestación es planificada, tomar en cuenta lo siguiente:
 - Verificar las calles y avenidas que serán afectadas por la manifestación.
 - Determinar si como resultado de la manifestación será necesario:
 - Modificar las rutas habituales para llegar a las instalaciones.

- Alterar los horarios de trabajo.
- Suspender las actividades en las instalaciones.
- Cuando la manifestación no fue planificada y ocurre cerca de las instalaciones:
 - Informar a la policía.
 - Cerrar todas las puertas, restringir el acceso y egreso de personas.
 - Monitorear el desarrollo de la manifestación, prestar especial atención a los eventos violentos que podrían amenazar la seguridad de las personas e instalaciones.
 - Permanecer atentos a indicaciones.
 - Proceder de acuerdo al procedimiento de bloqueo de seguridad, en caso la Unidad Ejecutiva la ordene.

3.2.10. Delincuencia común

- Puede ser de dos tipos
 - No violento: ocurre sin agresión o amenaza a la vida, como en el hurto.
 - Violento: ocurre con cualquier tipo de agresión o amenaza, como en el robo.

- En cualquier caso es necesario mantener la calma y evitar el pánico.
- Recordar que lo más importante es proteger la vida y la seguridad personal.

3.2.11. Falla del elevador

- Antes
 - Puede ocurrir como consecuencia de una falla en la energía o por la falla en algún equipo.
 - Verificar que los elevadores reciben mantenimiento periódicamente.
- Durante
 - Accionar la alarma
 - Mantener la calma, evitar el pánico

3.2.12. Corte de energía

- Notificar sobre el corte de energía a la administración del edificio.
- Informar sobre postes o cables caídos.
- Informarse sobre la duración del corte o la estimación del restablecimiento del servicio.

4. FASE DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Los cambios introducidos en el proceso de reabastecimiento, aunque tienen un impacto directo en los resultados del cálculo de pedidos a proveedores, no modificaron la ejecución de los calendarios operacionales, lo cual facilitó su implementación.

En este capítulo, se incluye la información complementaria para pasar de los conceptos y técnicas descritos en el capítulo 2, a la implementación de una hoja electrónica. Antes de utilizar este manual de usuario, revisar el contenido del capítulo 2.

4.1. Aseguramiento del proceso optimizado del cálculo de pedidos

Para garantizar que los cambios realizados en el cálculo de reabastecimiento fueran comprendidos por otras áreas, se realizaron actividades de capacitación individuales para transmitir los detalles de los cambios y recibir retroalimentación sobre los mismos.

4.1.1. Manual de inducción y capacitación para la utilización de la herramienta para análisis y determinación de los pedidos para reabastecimiento del inventario

En la práctica, la implementación de la nueva herramienta estandarizada es más compleja, debido a las evaluaciones que se deben hacer para poder calcular el pedido de compra.

Lo importante de los cambios introducidos es conocer los conceptos básicos, para luego hacer la implementación en una hoja de cálculo como Microsoft Excel.

4.1.1.1. Método anterior

El método anterior, para el cálculo de reabastecimiento se establece en el cálculo de la venta estimada promedio mensual, determinada con base en la información de estimados de venta que proporciona el departamento de Mercadeo.

Para calcular el pedido de producto, se multiplica la venta promedio por el número de meses que requiere la política de reabastecimiento (L+T), y se restan los inventarios OH e IT, con lo cual se obtiene el pedido de inventario. La hoja electrónica correspondiente al modelo anterior se presenta en el esquema de la tabla XVIII.

Tabla XVIII. Esquema de hoja electrónica, método anterior

Información de producto	Inventarios		Estimados de venta						Política de inventario	Pedido	Observaciones
	OH	IT	N0	N1	N2	N3	N4	N5			
-----	---	---	-	-	-	-	-	-	---	---	
-----	---	---	-	-	-	-	-	-	---	---	
-----	---	---	-	-	-	-	-	-	---	---	
-----	---	---	-	-	-	-	-	-	---	---	
-----	---	---	-	-	-	-	-	-	---	---	
-----	---	---	-	-	-	-	-	-	---	---	

Fuente: elaboración propia.

Por ejemplo, para un producto cuyos estimados de ventas para los próximos 6 meses son 35, 0, 15, 30, 30 y 10; la venta promedio es 20 unidades/mes. Si el tiempo de entrega L es 2 meses y el inventario a la fecha

OH+IT es 25 unidades, el pedido a calcular será:

Pedido = venta promedio X política de reabastecimiento – inventario

= venta promedio X (L + T) – inventario a la fecha

= (20 unid/mes) X (2 + 1 meses) – 25 unid

= 35 unidades

El pedido que habría que hacer hoy para cubrir la demanda del 3er. mes, es de 35 unidades. Utilizar la venta promedio como parámetro de cálculo de pedidos es inadecuado, pues no se adapta a las fluctuaciones que presentan los estimados de ventas mensuales, y desestima el tiempo que le toma al producto llegar del proveedor, a la bodega.

4.1.1.2. Método modificado

El método modificado, para el cálculo de reabastecimiento, se basa en el cálculo de proyecciones de inventario, ver tabla XIX, página 84. Es decir, con base en los inventarios del mes actual (OH + IT) se proyectan los inventarios de los meses siguientes mediante la suma y resta sucesivas de los ingresos (compras) y los egresos (ventas) de cada mes, respectivamente. De esta forma, se van obteniendo los inventarios proyectados al final de cada mes. El siguiente ejemplo facilitará la comprensión del nuevo procedimiento de abastecimiento:

Establecer la proyección de inventarios futuros a partir de los estimados de ventas siguientes: 35, 0, 15, 30, 30 y 10, considerando que a la fecha hay

25 unidades en inventario y no hay inventario en tránsito para ingreso durante los próximos 3 meses.

Para resolver este problema, se utilizará la tabla XIX. La columna OH muestra el inventario que se tendrá en bodega si los demás eventos ocurren según lo descrito. Los datos proyectados aparecen en tipo de letra negrita.

Tabla XIX. **Cálculo de proyección de inventarios**

Mes	Inventario OH	Inventario IT	Venta estimada	Proyección de inventario
N	25	0	35	0
N+1	0	0	0	0
N+2	0	0	15	0
N+3	0	0	30	0
N+4	0	0	30	0
N+5	0	0	10	0

Fuente: elaboración propia.

Por ejemplo, para obtener el inventario OH_{N+1} (inventario proyectado a $N+1$), se suman los inventarios OH e IT y se resta la venta estimada para el mes N ($OH_N + IT_N + N_N = 25 + 0 - 35 = -10$). El resultado representa la proyección de inventario al final del mes N, o bien, al inicio del mes $N+1$ ($OH_{N+1} = 0$, inventario no puede ser negativo). Esto aparece indicado mediante las flechas discontinuas. Hay que notar que si el resultado de la operación es menor a cero, el inventario proyectado será 0, como en este caso, pues el sistema de reabastecimiento no admite inventarios negativos, o bien, escasez.

Luego, para obtener el inventario OH proyectado a N+2, se opera

$$OH_{N+2} = OH_{N+1} + IT_{N+1} - N_{N+1}$$

o bien,

$$\begin{aligned} OH_{+2} &= OH_{+1} + IT_{+1} - N_{+1} \\ &= 0 + 0 - 0 \end{aligned}$$

Entonces, la fórmula general para determinar OH proyectado es

$$OH_i = OH_{i-1} + IT_{i-1} - N_{i-1}$$

Donde el subíndice i representa el parámetro del mes que desea calcularse e $i-1$, los parámetros correspondientes al mes anterior.

Si en N+4 por ejemplo, se espera el ingreso de inventario en tránsito por 38 unidades, el inventario proyectado en N+5 cambiaría a 8 unidades, como se muestra a continuación. Ver tabla XX.

$$OH_{N+5} = OH_{N+4} + IT_{N+4} - N_{N+4} = 0 + 38 - 30 = 8 \text{ unidades}$$

Tabla XX. **Proyección de inventario N+5**

Mes	Inventario OH	Inventario IT	Venta estimada	Proyección de inventario
N	25	0	35	0
N+1	0	0	0	0
N+2	0	0	15	0
N+3	0	0	30	0
N+4	0	38	30	8
N+5	8	0	10	0

Fuente: elaboración propia.

Figura 21. Hoja de cálculo: método modificado

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AB	AC	
																													MES N+0
2	Código de producto	LeadTime	OH+0	IT+0	N+0	P+0	OH+1	IT+1	N+1	P+1	OH+2	IT+2	N+2	P+2	OH+3	IT+3	N+3	P+3	OH+4	IT+4	N+4	P+4	OH+5	IT+5	N+5	P+5			
3	80555USA	2	0	0	32	0	0	0	32	0	0	0	32	32	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	32	
4	80312USA	2	114	0	215	0	0	0	224	0	0	0	204	204	0	0	225	0	0	0	197	0	0	0	125	0	204		
5	82074USA	2	395	0	11	384	0	0	390	0	0	0	11	11	0	0	11	0	0	0	8	0	0	0	52	0	11		
6	82688PER	4	0	0	138	0	0	0	140	0	0	10	141	0	0	13	131	0	0	0	100	100	0	0	179	0	100		
7	84030PER	4	143	0	144	0	0	0	204	0	0	10	118	0	0	13	127	0	0	0	98	98	0	0	175	0	98		
8	82706CHI	3	16	0	151	0	0	0	187	0	0	10	195	0	0	13	181	168	0	0	106	0	0	0	256	0	168		
9	81499USA	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	853	0	0		
10	82758CHI	3	165	0	59	106	0	0	54	0	52	10	49	0	13	13	47	21	0	0	40	0	0	0	80	0	21		
11	82900CHI	3	23	0	735	0	0	0	358	0	0	10	447	0	0	13	448	435	0	0	508	0	0	0	0	0	435		
12	89500BRA	4	63	0	20	43	0	0	18	0	25	10	16	0	19	13	16	0	16	0	15	0	1	0	13	0	0		
13	89460BRA	4	289	0	64	225	0	0	101	0	124	10	100	0	34	13	100	0	0	0	52	52	0	0	83	0	52		
14	82746BRA	4	30	0	14	16	0	0	16	0	0	10	15	0	0	13	17	0	12	0	12	0	0	0	72	0	0		
15	82281BRA	4	374	0	300	74	0	0	270	0	0	10	244	0	0	13	240	0	0	0	227	227	0	0	211	0	227		
16	82902BRA	4	6	0	2	4	0	0	3	0	1	10	3	0	8	13	2	0	19	0	1	0	18	0	3	0	0		
17	82811BRA	4	333	0	111	222	0	0	108	0	114	10	108	0	16	13	108	0	0	0	121	121	0	0	80	0	121		
18	82901BRA	4	43	638	342	339	0	1	433	0	0	10	323	0	0	13	328	0	0	0	289	289	0	0	263	0	289		
19	81160BRA	4	533	0	170	363	0	0	153	0	210	10	138	0	82	13	128	0	0	0	119	119	0	0	166	0	119		
20	81231GER	4	0	0	9	0	0	0	20	0	0	10	16	0	0	13	16	0	0	0	12	12	0	0	2	0	12		
21	80967GER	4	149	0	36	113	0	0	36	0	77	10	38	0	49	13	38	0	24	0	38	14	0	0	32	0	14		
22	80996GER	4	24	0	12	12	0	0	19	0	0	10	23	0	0	13	12	0	1	0	11	10	0	0	16	0	10		

Fuente: elaboración propia.

El siguiente paso será trasladar este razonamiento a una hoja de cálculo. La figura 21, página 86 muestra la hoja electrónica correspondiente a la implementación del nuevo método.

En la figura 22 se detallan las columnas con la información más relevante de la hoja de cálculo del método modificado. Se han omitido los meses N+3 a N+5 para maximizar la utilización del espacio.

Figura 22. Información contenida en método modificado

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N		AB	AC
1			MES N+0				MES N+1				MES N+2						
2	Código de producto	LeadTime	OH+0	IT+0	N+0	P+0	OH+1	IT+1	N+1	P+1	OH+2	IT+2	N+2	P+2	...	Pedido	OBSERVACIONES
3	80555USA	2	0	0	32	0	0	0	32	0	0	0	32	32		32	
4	80312USA	2	114	0	215	0	0	0	224	0	0	0	204	204		204	
5	82074USA	2	395	0	11	0	384	0	390	0	0	0	11	11		11	

Fuente: elaboración propia.

Las columnas que componen la hoja electrónica son las siguientes:

- Código de producto: identifica al producto. Los últimos 3 dígitos del código identifican al país de origen, información de la cual depende el tiempo de entrega o *LeadTime*.

- *LeadTime*: es el tiempo transcurrido, expresado en meses, desde el envío del pedido al proveedor hasta el momento de recibir el pedido en bodega. El *LeadTime* está relacionado con el país de origen del producto, así, a los países de Brasil, Estados Unidos y Chile, por ejemplo, corresponden los *LeadTime* 4.1, 1.9, 3.8, respectivamente. Para facilitar los cálculos, los *LeadTime* consignados en la hoja electrónica de ejemplo, figura 21, página 86, aparecen como 4, 2 y 4 meses, en el mismo orden.
- OH: es el inventario en bodega (*On-Hand*).
 - Para el mes N+0: corresponde al producto que físicamente se encuentra en bodega.
 - Para los meses N+1 a N+5: corresponde a la proyección del inventario en bodega al mes que corresponda.

La proyección de inventario para un mes determinado, se calcula en función de la fórmula siguiente:

$$OH_i = OH_{i-1} + IT_{i-1} - N_{i-1}$$

Donde

OH_i = inventario OH para el mes que se desea calcular la proyección

OH_{i-1} = inventario OH del mes anterior al cual se desea calcular la proyección

IT_{i-1} = inventario IT del mes anterior al cual se desea calcular la proyección

N_{i-1} = estimado de ventas del mes anterior al cual se desea calcular la proyección

Nota: el valor OH_i no puede ser negativo y si el resultado del cálculo es tal, tomará el valor cero, pues no habrá saldo de inventario del mes $i-1$ para trasladar al mes i .

Por ejemplo, si se desea calcular el dato $OH+1$ para el segundo código que aparece en la figura 22, página 87, 80312USA, se usará $OH+0=114$, $IT+0=0$, $N+0=215$. Entonces el cálculo a realizar es

$$OH+1 = 114 + 0 - 215 = -101$$

Por lo tanto, $OH+1$ será igual a cero (0).

- IT: es el inventario en tránsito que ingresará a bodega en el mes indicado. Así, el mes 0 indica el producto que ingresará en el mes actual, el mes 1 representa el mes siguiente y así sucesivamente. Este valor está dado por los pedidos colocados con anticipación y por lo tanto, no corresponde hacer cálculos para su establecimiento.
- N: es el estimado de ventas. El mes 0 es el estimado de ventas del mes actual, el mes 1, el estimado del mes siguiente, etc. Este valor lo establece el departamento de Mercadeo al inicio de cada mes y está dado para cada uno de los meses $N+0$ a $N+5$, en la figura 22, página 87.
- P: esta columna contiene el pedido que corresponde hacer en el mes actual para que ingrese en el mes indicado.

Por ejemplo, el primer código de la figura 22, 80555USA, indica que en el mes $N+2$ ingresarán 32 unidades (ver celda N3 en figura 22) si éstas se solicitan hoy al proveedor, a inicios del mes $N+0$.

Adicionalmente, es importante anotar que las columnas P (0 a 5) se calculan si y solo si cumplen con todas las condiciones siguientes:

- Estimado de ventas > Inv.OH + Inv.IT : esta condición verifica que la demanda (estimado de ventas) supere a la oferta (inventarios), esto significa que será necesario adquirir más producto que el existente.
- Evaluar pedido de producto si y solo si el mes para el cual se realiza el cálculo, es = LeadTime: no deberá calcularse pedido para los meses previos al tiempo de entrega del producto. Por ejemplo: si el tiempo de entrega para un producto es de 2 meses, aun cuando exista demanda insatisfecha de producto para los primeros dos meses (tiempo de entrega), el producto no llegará a tiempo para satisfacerla. Esta condición se explica en el ejemplo de la figura 23.

Figura 23. **Cálculo de pedido, código 80555USA**

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1			MES N+0				MES N+1				MES N+2				MES N+3			
2	Código de producto	LeadTime	OH+0	IT+0	N+0	P+0	OH+1	IT+1	N+1	P+1	OH+2	IT+2	N+2	P+2	OH+3	IT+3	N+3	P+3
3	80555USA	2	0	0	32	0	0	0	32	0	0	0	32	32	0	0	32	0
			<ul style="list-style-type: none"> • $(N0) > (OH0 + IT0)$ $32 > (0 + 0)$ Conclusión: Verdadero • LeadTime = 2 Mes = 0 LeadTime ≠ Mes Conclusión: Falso NO calcular. P+0 = 0 				<ul style="list-style-type: none"> • $(N1) > (OH1 + IT1)$ $32 > (0 + 0)$ Conclusión: Verdadero • LeadTime = 2 Mes = 1 LeadTime ≠ Mes Conclusión: Falso NO calcular. P+1 = 0 				<ul style="list-style-type: none"> • $(N2) > (OH2 + IT2)$ $32 > (0 + 0)$ Conclusión: Verdadero • LeadTime = 2 Mes = 2 LeadTime = Mes Conclusión: Verdadero SI calcular. P+2 = 32 $P+2 = N2 - (OH2 + IT2)$ $P+2 = 32 - (0+0) = 32$ 				<ul style="list-style-type: none"> • $(N3) > (OH3 + IT3)$ $32 > (0 + 0)$ Conclusión: Verdadero • LeadTime = 2 Mes = 3 LeadTime ≠ Mes Conclusión: Falso NO calcular. P+3 = 0 			

Fuente: elaboración propia.

En la figura 23, página 90, se muestra la información de inventarios y estimados de ventas para el código 80555USA. En cada mes, la demanda o estimado de ventas (columnas sombreadas) es de 32 unidades y en ninguno hay inventario para satisfacerla. Dado que el tiempo de entrega es 2 meses, solicitar el producto en el mes N+0 implica que éste ingresará a bodega hasta inicios del mes N+2, pues los meses N+0 y N+1 serán de tránsito. Así, la demanda a satisfacer es aquella correspondiente al mes N+2.

- Pedido: en la figura 24, página 92, la columna AB consolida los pedidos calculados en las columnas P+0 a P+5. La consolidación de pedidos constituye el pedido total que deberá hacerse en el mes actual (N+0) para que el producto ingrese durante los meses N+0 a N+5, según corresponda con su *LeadTime*. En esta figura se seleccionaron varios productos para mostrar cómo funciona la columna pedido. Así, para los códigos 80555USA, 80312USA, 82074USA, por ejemplo, corresponde un *LeadTime* de 2 meses, esto significa que el pedido hecho hoy permanece en tránsito durante los dos primeros meses, por esa razón no puede hacerse un pedido para los meses N+0 y N+1, según se observa en las columnas P+0 y P+1.

Por ejemplo, para el código 80312USA (Celda A4, figura 24, página 92), las ventas de N+0 y N+1 son 215 y 224, respectivamente, pero los inventarios OH para cada mes son únicamente 114 y 0, no hay inventarios en tránsito IT para ninguno de los dos meses; sin embargo, no se puede hacer pedido porque el producto ingresaría hasta N+2, por esta razón sólo se considera la demanda o estimado de ventas de N+2 que es de 204 unidades. Los pedidos posteriores aparecen igualmente como cero, pues aún no ha llegado el momento de hacer pedidos para esos meses.

Los pedidos individuales se trasladan a la columna pedidos, y constituyen el total solicitado a los proveedores en el mes N+0.

Figura 24. Pedido consolidado calculado en mes N+0

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AB	
1	MES N+0				MES N+1				MES N+2				MES N+3				MES N+4				MES N+5							
2	Código de producto	LeadTime	OH+0	IT+0	N+0	P+0	OH+1	IT+1	N+1	P+1	OH+2	IT+2	N+2	P+2	OH+3	IT+3	N+3	P+3	OH+4	IT+4	N+4	P+4	OH+5	IT+5	N+5	P+5	Pedido	
3	80555USA	2	0	0	32	0	0	0	32	0	0	0	0	32	32	0	0	0	32	0	0	0	27	0	0	22	0	32
4	80312USA	2	114	0	215	0	0	0	224	0	0	0	204	204	0	0	0	225	0	0	0	197	0	0	0	125	0	204
5	82074USA	2	395	0	11	0	384	0	390	0	0	0	11	11	0	0	0	11	0	0	0	8	0	0	0	52	0	11
6	82688PER	4	0	0	138	0	0	0	140	0	0	10	141	0	0	13	131	0	0	0	100	100	0	0	178	0	100	
7	84030PER	4	143	0	144	0	0	0	204	0	0	10	118	0	0	13	127	0	0	0	98	98	0	0	175	0	98	
8	82706CHI	3	16	0	151	0	0	0	187	0	0	10	195	0	0	13	181	168	0	0	106	0	0	0	256	0	168	
9	81499USA	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	853	0	0	
10	82758CHI	3	165	0	59	0	106	0	54	0	52	10	49	0	13	13	47	21	0	0	40	0	0	0	80	0	21	
11	82900CHI	3	23	0	735	0	0	0	358	0	0	10	447	0	13	448	435	0	0	0	508	0	0	0	0	0	435	
12	89500BRA	4	63	0	20	0	43	0	18	0	25	10	16	0	49	13	16	0	16	0	15	0	1	0	13	0	0	
13	89460BRA	4	289	0	64	0	225	0	101	0	124	10	100	0	34	13	100	0	0	0	52	52	0	0	83	0	52	
14	82746BRA	4	30	0	14	0	16	0	16	0	0	10	15	0	0	13	17	0	12	0	12	0	0	0	72	0	0	
15	82281BRA	4	374	0	300	0	74	0	270	0	0	10	244	0	0	13	240	0	0	0	227	227	0	0	211	0	227	
16	82902BRA	4	6	0	2	0	4	0	3	0	1	10	3	0	8	13	2	0	19	0	1	0	18	0	3	0	0	
17	82811BRA	4	333	0	111	0	222	0	108	0	114	10	108	0	16	13	108	0	0	0	121	121	0	0	80	0	121	
18	82901BRA	4	43	638	342	0	339	0	1433	0	0	10	323	0	0	13	328	0	0	0	289	289	0	0	263	0	289	
19	81160BRA	4	533	0	170	0	363	0	153	0	210	10	138	0	82	13	128	0	0	0	119	119	0	0	166	0	119	
20	81231GER	4	0	0	9	0	0	0	20	0	0	0	16	0	0	13	16	0	0	0	12	12	0	0	2	0	12	
21	80967GER	4	149	0	36	0	113	0	36	0	77	10	38	0	49	13	38	0	24	0	38	14	0	0	32	0	14	
22	80996GER	4	24	0	12	0	12	0	19	0	0	10	23	0	0	13	12	0	1	0	11	10	0	0	16	0	10	

↑ LeadTime

↑ Pedido consolidado

Fuente: elaboración propia.

4.1.2. Planificación de las sesiones de información y capacitación

Durante el desarrollo del proyecto, se realizaron reuniones continuas de información para los involucrados en el proceso de reabastecimiento, a las personas responsables de planeación y mercadeo, se les capacitó, específicamente, en el uso de la nueva herramienta.

4.1.3. Registro de las sesiones de información y capacitación

Al finalizar las sesiones de información y capacitación, se solicitó a los asistentes firmar la constancia de asistencia para registrar el evento.

CONCLUSIONES

1. La nueva herramienta de cálculo de reabastecimiento fue implementada, lo cual redujo en medio día, el tiempo de proceso con respecto al método anterior.
2. Los criterios y parámetros utilizados en el cálculo de materiales fueron redefinidos y estandarizados, permitiendo así, la automatización del cálculo de pedidos. Además, se correlacionaron los pedidos de producto con la venta estimada para cada mes, considerando adecuadamente el tiempo de entrega y las variaciones específicas en los estimados de venta por producto.
3. El comportamiento de ventas es estacional para el 90% de los códigos. Además, el 47% de los códigos generan tan sólo el 16% de las ventas, lo que dispersa la demanda de productos y genera problemas a los fabricantes, pues reduce el tamaño del lote de producción requerido.
4. Las principales desventajas del método anterior fueron establecidas, éste asumía de forma errónea que las ventas de producto tenían un comportamiento estable, y que el ingreso de los pedidos a bodega, ocurría inmediatamente, pasando por alto el tiempo de tránsito.
5. Los factores externos al área de *Supply Chain*, como las bajas tasas de cumplimiento de los proveedores (manufactura), y eficacia de los estimados de ventas (mercadeo), se constituyen como fuentes

importantes de error y limitan la eficacia del cálculo de pedidos de reabastecimiento.

6. Es necesario registrar información como las ventas perdidas, ventas de sustitutos, el efecto de las promociones comerciales sobre las ventas, para minimizar el sesgo de la información con la cual se calcula el pedido de materiales.
7. Un plan de contingencias fue definido para minimizar el impacto de siniestros sobre las personas y las instalaciones.

RECOMENDACIONES

1. Revisar la conveniencia de utilizar el indicador *Forecast Accuracy* como medida de la eficacia de los estimados de ventas.
2. Analizar las causas que generan los bajos niveles de cumplimiento de entrega de los proveedores e integrar factores de corrección a los pedidos que se les envían.
3. Crear sistemas de información que permitan conocer la demanda no satisfecha, para minimizar el sesgo de información que generan en el proceso de estimación de ventas.
4. Crear un procedimiento de agotamiento de excesos de inventario que garantice la reducción constante de los mismos, para evitar su acumulación y distribuir el efecto de las ofertas de agotamiento o destrucción de estos inventarios en el tiempo.
5. Dar continuidad al plan de contingencias para garantizar el éxito de su ejecución cuando ocurra algún evento y minimizar los impactos negativos sobre las labores de la empresa.

BIBLIOGRAFÍA

1. CRISTÓBAL-VÁZQUEZ, Marco Antonio. *Apuntes de sistemas de inventarios* [en línea]. s.l. Disponible en Web: <<http://www.sepi.upiic sa.ipn.mx/mdid/inventarios.pdf>> [Consulta: 14 de mayo de 2009].
2. Diccionario de Informática. *Definición de herramienta* [en línea]. Disponible en Web: <<http://www.alegsa.com.ar/Dic/herramienta.php>> [Consulta: 15 de abril de 2011].
3. *Handbook of industrial engineering*. Salvendy, Gavriel (ed). 3ª ed. USA: John Wiley & Sons, 2001. 2796 p.
4. HILLIER, Frederick S.; LIEBERMAN, Gerald J. *Introduction to operations research*. 7ª ed. USA: McGraw-Hill, 2001. 1214 p.
5. *Introduction to logistics engineering*. Taylor, G. Don. (ed). USA: CRC Press, 2009. 320 p.
6. *The IOMA handbook of logistics and inventory management*. Donath, Bob (ed). USA: John Wiley & Sons. 2002. 1040 p.
7. *Manual básico de capacitación para emergencias* [en línea]. Pozzi, Carlos Victorio; Brizuela, Elvio R. (redactores). Sistema Nacional de Emergencia, Ministerio del Interior. La Asunción, Paraguay, 4 de febrero de 1992. Disponible en Web: <<http://desastres.usac.edu.gt/documentos/pdf/spa/doc8421/doc8421.htm>> [Consulta: 14 de mayo de 2009].

8. *Realizan simulacro en Centro Gerencial Las Margaritas.* [en línea]. El Periódico, Guatemala, 27 de abril de 2007. Disponible en Web: <<http://www.elperiodico.com.gt/es/20070427/actualidad/39041/>> [Consulta: 14 de mayo de 2009].