



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

**OPTIMIZACIÓN DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO
PARA UNA INDUSTRIA DE BEBIDAS FUNCIONALES**

Héctor Francisco Marroquín Calderón

Asesorado por el Ing. Byron Gerardo Chocooj Barrientos

Guatemala, julio de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**OPTIMIZACIÓN DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO
PARA UNA INDUSTRIA DE BEBIDAS FUNCIONALES**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

HÉCTOR FRANCISCO MARROQUÍN CALDERÓN

ASESORADO POR EL ING. BYRON GERARDO CHOOCJ BARRIENTOS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, JULIO DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
EXAMINADORA	Inga. Nora Leonor Elizabeth García Tobar
EXAMINADORA	Inga. Karla-María Lucas Guzmán
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

OPTIMIZACIÓN DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO PARA UNA INDUSTRIA DE BEBIDAS FUNCIONALES

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 8 de julio de 2013.



Héctor Francisco Marroquín Calderón

Guatemala, 27 de octubre de 2014



Ingeniero
César Ernesto Urquizú Rodas
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Universidad de San Carlos de Guatemala

Esperando se encuentre bien de salud y desearle éxitos en sus actividades cotidianas.

Por este medio me dirijo a su persona, para informarle que he asesorado y revisado el trabajo de graduación titulado: **OPTIMIZACIÓN DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO PARA UNA INDUSTRIA DE BEBIDAS FUNCIONALES**, que desarrolló el estudiante: Héctor Francisco Marroquín Calderón con carné 201020359, el cual cumplió con los objetivos propuestos.

Por su atención muy agradecido.

Atentamente,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Byron Chocooj', written over a horizontal line.

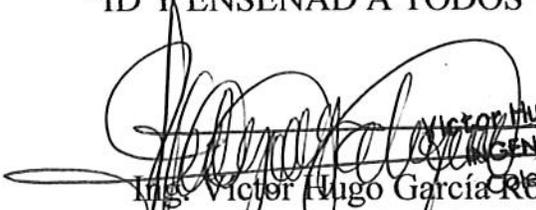
Ing. Byron Chocooj
Colegiado No. 4509

Byron Gerardo Chocooj
INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO 4.509



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **OPTIMIZACIÓN DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO PARA UNA INDUSTRIA DE BEBIDAS FUNCIONALES**, presentado por el estudiante universitario **Héctor Francisco Marroquín Calderón**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Víctor Hugo García Roque
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Víctor Hugo García Roque
INGENIERO INDUSTRIAL
Colegiado No. 5133

Guatemala, febrero de 2015.

/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 **OPTIMIZACIÓN DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO PARA UNA INDUSTRIA DE BEBIDAS FUNCIONALES**, presentado por el estudiante universitario **Héctor Francisco Marroquín Calderón**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Sergio Antonio Torres Méndez
DIRECTOR a.i.

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, julio de 2015.

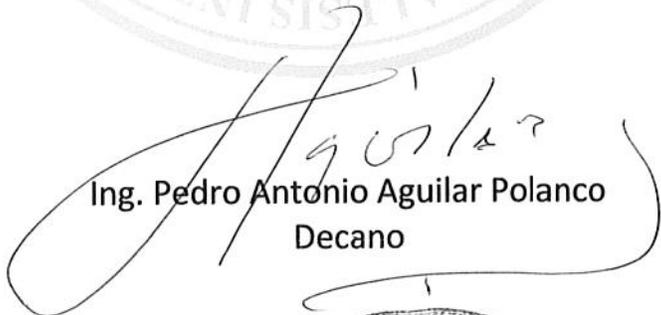
/mgp



DTG. 374.2015

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: **OPTIMIZACIÓN DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO PARA UNA INDUSTRIA DE BEBIDAS FUNCIONALES**, presentado por el estudiante universitario: **Héctor Francisco Marroquín Calderón**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, 31 de julio de 2015

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por darme la vida y ser la mayor influencia en mi vida personal, profesional y espiritual.
- Mis padres** Héctor Marroquín y Ninett Calderón de Marroquín, por ser mi mayor fuente de inspiración y por todo su apoyo incondicional.
- Mi hermana** Alejandra Marroquín, por estar siempre a mi lado y por animarme en cada momento.
- Mi novia** Astrid Ríos, por ser el amor de mi vida y por ayudarme a cumplir mis sueños.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala Por el desarrollo científico, social y cultural en mi carrera.

Facultad de Ingeniería Por la formación académica con excelencia y principios éticos en mi carrera.

Mis amigos de la Facultad Por el apoyo recibido durante mi carrera y todos los que contribuyeron a realizar este trabajo.

1.3.2.	Segmentación	10
1.3.3.	Participación en el mercado	16
1.3.4.	Distribución.....	16
2.	ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA OPERATIVA.....	19
2.1.	Demanda de los productos	23
2.1.1.	Recopilación de datos	24
2.1.2.	Análisis de datos	26
2.1.2.1.	Tendencia.....	27
2.1.2.2.	Estacionalidad	31
2.1.2.3.	Ciclo	37
2.1.2.4.	Aleatorio	37
2.2.	Capacidad de producción.....	37
2.2.1.	Requerimiento	39
2.2.2.	Disponibilidad.....	41
2.3.	Función del transporte.....	43
2.3.1.	Descripción operativa del transporte	44
2.3.2.	Tiempo de aprovisionamiento	45
2.4.	Manejo de inventarios	46
2.4.1.	Descripción operativa del inventario.....	48
2.4.2.	Rotación del inventario	49
3.	OPTIMIZACIÓN DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO	51
3.1.	Gestión de la demanda	51
3.1.1.	Construcción del modelo	52
3.1.2.	Evaluación del modelo	58
3.2.	Gestión de la producción.....	62
3.2.1.	Capacidad	63
3.2.2.	Planeación.....	68

3.3.	Gestión del transporte	74
3.3.1.	Metodología para el transporte	78
3.3.2.	Tiempo de aprovisionamiento.....	82
3.4.	Gestión de inventarios.....	84
3.4.1.	Metodología para el inventario.....	84
3.4.2.	Rotación del inventario	85
4.	GESTIÓN DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO	89
4.1.	Implementación	89
4.1.1.	Descripción operativa	90
4.1.1.1.	Meta.....	92
4.1.1.2.	Objetivo	92
4.1.1.3.	Productos.....	93
4.1.1.4.	Actividades	93
4.1.1.5.	Insumos	94
4.2.	Control del sistema.....	95
4.2.1.	Medición del desempeño.....	96
4.2.1.1.	Control de la demanda	97
4.2.1.2.	Control de la producción.....	98
4.2.1.3.	Control del transporte	98
4.2.1.4.	Control del almacenamiento	100
4.3.	Mejora continua	101
4.3.1.	Planificación estratégica	101
5.	RESPONSABILIDAD SOCIAL EMPRESARIAL	105
5.1.	Comunidad	105
5.1.1.	Alianza por la nutrición	105
5.1.2.	Reciclar para mejorar	106
5.2.	Política de Gestión Ambiental.....	107

5.2.1. Norma Euro	107
CONCLUSIONES.....	109
RECOMENDACIONES	111
BIBLIOGRAFÍA.....	113

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Crecimiento del mercado global de bebidas	6
2.	Sistema logístico integral	21
3.	Diagnóstico logístico	22
4.	Volumen de ventas en cajas físicas	26
5.	Tendencia lineal	28
6.	Tendencia polinómica	28
7.	Tendencia de la media móvil I.....	29
8.	Tendencia de la media móvil II.....	30
9.	Estacionalidad.....	32
10.	Coefficiente de estacionalidad	36
11.	Dimensiones de la cadena	51
12.	Coefficiente de correlación.....	53
13.	Pronóstico de ventas.....	57
14.	Dimensiones del contenedor.....	76
15.	Dimensiones del <i>pallet</i>	76
16.	Acomodamiento del contenedor.....	77
17.	<i>Slip-Sheet</i>	80
18.	Recorrido de aprovisionamiento.....	83
19.	<i>Lay-out</i> del CD	87
20.	<i>Cross-docking</i>	87
21.	Ciclo PDCA	102

TABLAS

I.	Volumen de ventas	25
II.	Historial de estacionalidades	32
III.	Coeficiente de estacionalidad	35
IV.	Indicadores de capacidad instalada.....	38
V.	Requerimiento de producción	41
VI.	Disponibilidad de producción	42
VII.	Transporte y aprovisionamiento.....	46
VIII.	Historial de ventas anual I.....	54
IX.	Historial de ventas anual II.....	57
X.	Historial de ventas mensual.....	58
XI.	Estacionalidad I	61
XII.	Estacionalidad II	61
XIII.	Pronóstico de ventas I	62
XIV.	Pronóstico de ventas II	62
XV.	Disponibilidad	64
XVI.	Requerimiento	65
XVII.	Relación DR.....	66
XVIII.	Jornada de trabajo.....	69
XIX.	Jornada de trabajo <i>versus</i> horas extra.....	69
XX.	Relación DR JTM.....	72
XXI.	Relación DR con ajuste de <i>stock</i>	73
XXII.	Número de viajes actual	75
XXIII.	Acomodamiento del contenedor	78
XXIV.	Aprovechamiento de la altura	80
XXV.	Número de viajes propuesto	81
XXVI.	Costo de transporte	82
XXVII.	Explosión semanal.....	

XXVIII.	Marco lógico.....	89
XXIX.	Aplicación del marco lógico.....	90

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Cap	Capacidad
Dif	Diferencia
Disp	Disponibilidad
DN	Distribución numérica
DR	Disponibilidad requerimiento
Est	Estacionalidad
Fab	Fabricación
FCST	<i>Forecast</i>
Hrs	Horas
IBF	Industria de bebidas funcionales
IR	Índice de rotación
JIT	Just in time
JTD	Jornada de trabajo diurna
JTM	Jornada de trabajo mixta
km	Kilómetro
KPI	<i>Key performace indicators</i>
m	Metro
m³	Metro cúbico
ml	Milímetro
MS	<i>Market share</i>
PDV	Punto de venta
PEPS	Primero en entrar - primero en salir
PET	Politereftalato de etileno

Prod	Producción
Prom Pond	Promedio ponderado
Req	Requerimiento
RTD	<i>Ready to drink</i>
SCM	<i>Supply chain management</i>
SLI	Sistema logístico integral
TOC	Teoría de las restricciones
Trans	Transporte
TT	Total

GLOSARIO

Antioxidante	Son sustancias que protegen a las células de los efectos radicales libres.
Canal	Conjunto de puntos de venta con características y rasgos homogéneos.
Catequina	Se refiere a un antioxidante cuyas propiedades son anticancerígenas.
<i>Cross-docking</i>	Sistema de almacenamiento que reduce el inventario y la cantidad de movimiento en su manejo.
Cuello de botella	Una actividad de la cadena de abastecimiento más lenta que otras, que ralentiza el proceso global.
Días piso	Se refiere a la cantidad de días que pueden transcurrir sin agotarse el inventario de producto.
Días tránsito	Se refiere a la cantidad de días que transcurren mientras el producto es transportado.
Dimensión	Hace mención a los componentes que conforman la cadena de abastecimiento.

Distribución numérica	Cantidad de puntos de venta en los que el producto está distribuido.
Euro3	Es la norma más estricta del mundo para el control de emisiones y ahorro de combustible.
Explosión	Es fragmentar una orden de abastecimiento mensual en varias órdenes semanales.
Forecast	Hace referencia al pronóstico de ventas.
Forklift	Vehículo que puede transportar y apilar cargas generalmente sobre tarimas.
Horas-hombre	Equivalente a una hora de trabajo ininterrumpido de un trabajador promedio.
Ice tea	Bebida refrescante con propiedades antioxidantes y se refiere a la forma helada del té.
Just in time	Sistema de organización para aumentar la productividad que reduce el costo de la gestión.
KPI	Se refiere a los indicadores claves del desempeño en una organización.
Kraft	Papel basto y grueso muy resistente al desgarró y a la tracción.

<i>Market share</i>	Es el porcentaje del mercado que tiene a un producto o marca del mercado disponible.
Nichos	Se refiere a una porción de un segmento de mercado con características y necesidades homogéneas.
<i>Pallet</i>	Es una armazón empleada en el movimiento de carga que facilita su levantamiento y manejo.
PET	Es un tipo de plástico utilizado en envases.
Polifenoles	Es un compuesto con capacidad antioxidante que reduce la incidencia de enfermedades metabólicas.
Productividad	Se refiere a la relación entre la producción obtenida de un sistema y los recursos empleados.
Pronóstico	Es la previsión o estimación de la demanda de un producto en un período futuro.
Punto de venta	Es el lugar en donde se efectúa una transacción comercial de compra-venta.
<i>Ready to drink</i>	Se refiere a las bebidas embotelladas listas para beber.
Sistema	Se refiere a la cadena de abastecimiento y cada una de las dimensiones por las que está compuesta.

<i>Slip-sheet</i>	Es una hoja antideslizante empleada en el manejo de carga.
<i>Stock</i>	Es el inventario de producto terminado que se encuentra almacenado.
<i>Supply chain</i>	Hace mención a la cadena de abastecimiento y al conjunto de actividades que intervienen en ella.
Trazabilidad	Se refiere al seguimiento o rastreo del producto en la cadena de abastecimiento.
Variabilidad	Es la dispersión de los resultados debida a diferencias en las condiciones experimentales.
<i>Wellness drink</i>	Es un término que se refiere a las bebidas saludables en general.

RESUMEN

En la industria de bebidas funcionales se ha detectado la necesidad de optimizar la administración de la cadena de abastecimiento, debido a que un planteamiento erróneo en el pronóstico de ventas incide negativamente en la gestión de toda la organización.

La cadena de abastecimiento es un elemento estratégico y una gestión efectiva en la planeación, abastecimiento, distribución y almacenamiento contribuye a incrementar la competitividad de la organización.

Para una gestión efectiva, primero, se debe plantear un modelo de pronóstico que se anticipe a la demanda del mercado. Luego, en función de la demanda pronosticada se planifica la producción. El siguiente paso consiste en planificar el transporte de la cantidad producida hacia el centro de distribución, en donde el producto será almacenado previo a ser comercializado. En este proceso se pretende utilizar la menor cantidad de recursos mientras la capacidad del sistema aumenta, de manera que disminuya el costo de abastecimiento por unidad y, en consecuencia, esto se traduce en mayor utilidad para la empresa.

La finalidad de la gestión en la cadena es incrementar la productividad y el control como función administrativa juega un papel fundamental, ya que mide el cumplimiento de las actividades y a través de indicadores claves del desempeño verifica constantemente que no existan variaciones que alteren el resultado esperado. El control y la gestión de la calidad aseguran la mejora continua de los procesos y la competitividad de la organización.

OBJETIVOS

General

Optimizar la cadena de abastecimiento, en una industria de bebidas funcionales, para anticiparse a la demanda del producto y satisfacer sus necesidades en cantidad y tiempo requeridos.

Específicos

1. Plantear un modelo de pronóstico que mejore la planificación, con el fin de prever variaciones en la demanda.
2. Definir la capacidad de la planta de producción para abastecer, al centro de distribución de bebidas funcionales.
3. Determinar el tiempo que le toma a la planta de producción abastecer de productos al centro de distribución.
4. Determinar los días piso que el producto debe permanecer en el centro de distribución, para amortiguar el desfase entre la oferta y la demanda.
5. Establecer ciclos de abastecimiento y distribución eficientes que mejoren la rotación del inventario.

INTRODUCCIÓN

La cadena de abastecimiento, incluye todas aquellas actividades relacionadas con el flujo de producto. Para administrar efectivamente la cadena de abastecimiento se debe planear, implementar y controlar el flujo y almacenamiento de bienes, desde el punto de origen hasta el punto de consumo, para satisfacer las necesidades del cliente.

La cadena de abastecimiento va más allá de un solo proceso; es la interacción de varios procesos para lograr que el flujo de producto sea continuo. Estos procesos son: demanda, producción, transporte, administración de inventarios y almacenamiento. Cuando los procesos en la cadena de abastecimiento no están integrados correctamente conlleva a que en la empresa haya falta de comunicación, y se incurra en altos costos que destruyen el valor del servicio y la operación.

Para una industria de bebidas funcionales, administrar efectivamente la cadena de abastecimiento representa anticiparse a la demanda del producto y satisfacer sus necesidades en cantidad y tiempo requeridos al costo más bajo posible, lo cual se traduce en mejor servicio al cliente y mayor capacidad de competitividad.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Empresa

Hoy en día, las empresas embotelladoras compiten la batalla de las bebidas funcionales. Esto debido a que el mercado de América Latina, ahora el tercer mercado en el mundo, sigue creciendo y para el 2014 será el segundo, superado solo por China.

La región latinoamericana representa una oportunidad inmejorable de negocio para una empresa de consumo masivo. Es así como nace la industria de bebidas funcionales con el fin de brindar al consumidor final alternativas nutritivas en cuanto a bebidas naturales se refiere.

1.1.1. Descripción de la empresa

En Guatemala, se consume una enorme cantidad de bebidas embotelladas, en su mayoría carbonatadas. Sin embargo, el consumidor guatemalteco está en búsqueda de llevar una vida sana con el fin de sentirse y verse bien. Ahora, presta mayor atención a las etiquetas de los productos que consume, teniendo mayor interés en los productos que contienen antioxidantes, vitaminas, omega 3, entre otros. Este tipo de productos son llamados funcionales, ya que contienen ingredientes con alguna función específica que aporta beneficios para la salud. El objetivo de la empresa es ofrecer bebidas funcionales, que se ajusten a las necesidades de este mercado emergente.

Desde su fundación, la industria de bebidas funcionales (IBF), ha orientado toda su experiencia en desarrollar, producir y comercializar productos innovadores que satisfagan las necesidades del consumidor guatemalteco.

En los últimos años, IBF se ha afianzado como una de las empresas con mayor crecimiento en la categoría de bebidas funcionales, ya que produce, comercializa y distribuye una de las bebidas más populares y con mayor aceptación por el mercado guatemalteco, el té frío, hecho a base de té negro que cuenta con propiedades fundamentales como:

- Antioxidante
- Astringente
- Diurético
- Reconfortante
- Estimulante

1.1.2. Misión

“Crear relaciones sólidas con nuestros clientes y consumidores, ofreciendo al consumidor bebidas sanas y balanceadas, es decir, bebidas funcionales, que garanticen altos retornos a nuestros accionistas.”

1.1.3. Visión

“Ser la mejor y más grande compañía de bebidas funcionales de las Américas, para quienes buscan un mejor balance entre salud, bienestar y felicidad, y contribuir a un mundo mejor.”

1.1.4. Valores

- Proactividad e innovación: la proactividad e innovación implica tomar la iniciativa en el desarrollo de acciones creativas, para hacer que las cosas sucedan.
- Nos esforzamos por simplificar: se refiere a la cualidad de simplificar procesos que sean más fáciles de entender o explicar.
- Integridad: es hacer todo aquello que se considera correcto para la organización y no afecta los intereses de los demás.
- Soñar en grande: cuando se sueña en grande las posibilidades de alcanzar grandes cosas en la vida, son sumamente altas.
- Pasión por mejorar la calidad de vida: este concepto alude al bienestar en todos los ámbitos del ser humano, atendiendo a la creación de condiciones para satisfacer sus necesidades.
- Actuar como dueños: es un enfoque empresarial que significa actuar como dueño dentro del alcance de sus responsabilidades.
- Liderazgo y excelencia: es la habilidad de influir positivamente en la forma de ser de las personas trabajando con excelencia para alcanzar metas trazadas.
- Respeto por el planeta y sus recursos: se refiere a la capacidad contribuir a un mundo mejor y al manejo eficiente de los recursos naturales.

- **Somos responsables:** se refiere al grado de compromiso y obligación que las personas tienen hacia la organización.

1.2. Productos

El negocio de bebidas constituye uno de los mercados más dinámicos en la industria. Por lo tanto, es importante segmentar correctamente dentro de los nichos al consumidor, con el fin de ofrecer propuestas innovadoras.

Las tendencias de consumo señalan que los factores socioeconómicos como ingreso o edad, no juegan un papel tan significativo como los hábitos de consumo, que se convierten en un factor fundamental para descubrir oportunidades.

1.2.1. Bebidas funcionales

Las bebidas funcionales son un caso que ilustra el desarrollo de nichos. Este tipo de bebidas responde a una función determinada, es decir que además de refrescar aporta otros atributos y beneficios. Por ejemplo, los refrescos naturales que tienen efectos positivos sobre el funcionamiento del organismo, como el té verde que es una bebida para el bienestar, entre sus bondades ayudan a reducir el colesterol total.

En la categoría de bebidas funcionales, el té frío representa una alternativa saludable para los consumidores de gaseosas; sin preservantes, cafeína ni endulzantes artificiales, por estos atributos el té frío es considerado como *wellness drink* que significa “bebida saludable”.

1.2.1.1. Concepto y clasificación de las bebidas funcionales

De acuerdo al estudio U.S. Functional Market: A Young Market with Growing Popularity. Frost & Sullivan, 2008. La bebida funcional es un producto bebestible que satisface la sed, no alcohólico, listo para beber y que incluye en su formulación ingredientes no tradicionales como hierbas, vitaminas, minerales, aminoácidos o un ingrediente adicional fruta/vegetal crudo, dependiendo del propósito para el cual fue diseñado.

El mercado cuenta con una amplia variedad de bebidas funcionales que se clasifican de la siguiente manera:

- Bebidas energéticas, bebidas deportivas, aguas con nutrientes realizados.
- Tés listos para beber *ready to drink* o RTD.
- Bebidas de *yogurt* refrigeradas y *smoothies* de jugo o fruta.

1.2.1.2. Importancia de las bebidas funcionales

De acuerdo a la Asociación Dietética Norteamericana (American Dietetic Association – Eat Right Division), las bebidas funcionales “incluyen productos integrales y fortificados, enriquecidos o realzados que potencialmente tienen un efecto benéfico para la salud cuando son consumidos como parte de una dieta variada, en forma regular y a niveles efectivos”.

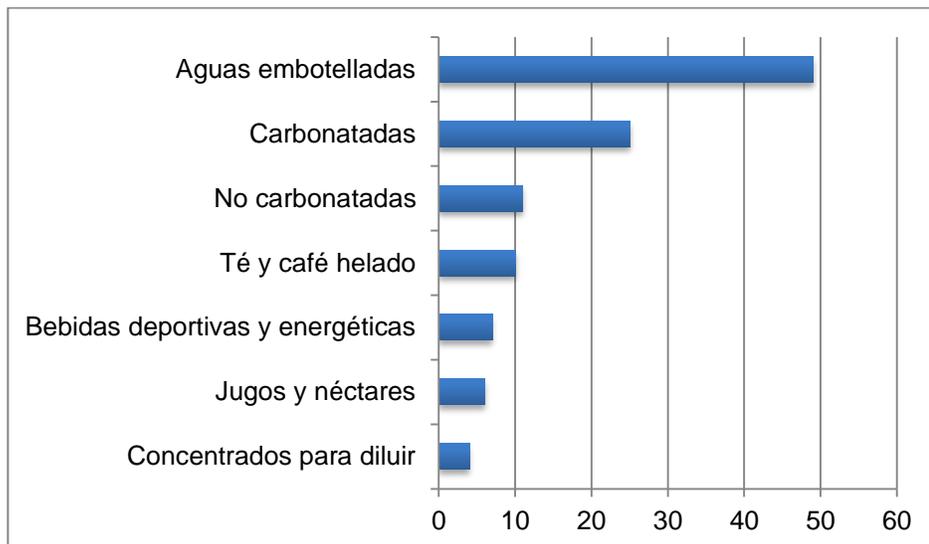
En términos generales, el consumidor aprecia productos que le otorguen un beneficio para la salud sobre los demás productos. La tendencia está marcada por la preferencia hacia las bebidas ricas en vitaminas, minerales y

nutrientes. El valor agregado de las bebidas funcionales radica en el hecho de estar orientadas a la salud y no solamente a su sabor

1.2.1.3. Atributos de los antioxidantes

Según una encuesta realizada por Packaged Facts 2011, el 8% indicó que habían comprado productos con alta concentración de antioxidantes, haciendo el consumo de este ingrediente una de las 10 preocupaciones nutricionales más importantes. Los productos que contienen antioxidantes son comprados más frecuentemente y están mayormente posicionados en la mente del consumidor que los productos tradicionales con altas vitaminas y minerales, considerados únicamente por el 6% de los compradores. Por lo tanto, las bebidas RTD o *ready to drink*, representan un mercado potencial importante.

Figura 1. Crecimiento del mercado global de bebidas



Fuente: elaboración propia.

1.2.2. Descripción del producto

En el portafolio de productos de IBF se encuentra el té frío que es la categoría con mayor crecimiento, impulsado por tendencias asociadas a un estilo de vida más saludable. De acuerdo a varios estudios realizados por la compañía, las características principales que un producto debe tener son:

- Relación precio – calidad: el consumidor final busca un producto de calidad a un precio razonable, considerando atributos básicos como color, sabor, olor.
- Relación insumo – producto: es importante que los insumos utilizados en la fabricación de la bebida no contengan aditivos artificiales, que tenga componentes nutritivos y alta concentración de antioxidantes.
- Flexibilidad: es la capacidad de adaptar un producto a las necesidades o requerimientos del mercado.
- Trazabilidad: es importante que la trayectoria del producto en la cadena de abastecimiento esté bien definido.
- Diferenciación: es vital que el producto cuente con algún atributo o ventaja competitiva que le permita diferenciarse del resto de su tipo.

Estas son las características principales que un té frío, producido por IBF, debe tener, ya que influyen directamente en la decisión de compra del consumidor.

El té frío, desarrollado por IBF, se caracteriza principalmente porque es preparado con ingredientes de la más alta calidad, embotellado por medio de un proceso de llenado en caliente que logra la calidad óptima del sabor, sin agregar preservantes artificiales.

1.2.2.1. Sabores

El consumo de té frío está incrementando en todo el mundo. En 2011, Estados Unidos registró la venta de té más alta de la historia. En 1990, una productora de bebidas estimó el mercado de té frío embotellado en 200 millones de dólares, en el año pasado llegó a 3 billones de dólares en ventas.

El famoso té frío o *ice tea* ya no es una moda, sino es un refresco cuya tendencia se impone. Responde a la necesidad de muchos de ingerir antioxidantes y nutrientes. Además, es una opción muy versátil dado que el té por su receptibilidad aromática y gustativa crea buenos maridajes con los alimentos.

El producto que comercializa IBF es el té con sabor a limón. Con la velocidad desenfrenada a la que se mueve el mercado de bebidas, los productores se deben adaptar para responder a las demandas de los consumidores de productos saludables, siendo innovadores en el sabor y presentación del producto. Sin lugar a dudas, esta es una categoría con alto potencial y seguirá creciendo en los próximos años.

1.2.2.2. Presentaciones

El té frío se ajusta a las necesidades de sus consumidores que demandan un envase práctico e innovador. El envase de la bebida ofrece una excelente

relación precio-cantidad, con un atractivo diseño que se caracteriza por una boca ancha para facilitar el flujo del líquido y una tapa rosca que permite llevarlo a cualquier lugar.

El envase esta hecho de PET, las propiedades físicas del PET y su capacidad para cumplir diversas especificaciones técnicas han sido las razones por las que el material ha alcanzado un desarrollo relevante en la producción de bebidas embotelladas. Además, es un envase amigable con el medio ambiente, esto significa que es totalmente reciclable.

La cantidad óptima de líquido que contiene una botella PET son 500 ml, para su comercialización el producto es surtido en cajas de 24 botellas. Y para facilitar su manejo y almacenamiento, se estiba en tarimas o *pallets* que contienen 70 cajas.

1.3. Mercado

Para el segmento de bebidas, el mercado de consumo masivo es altamente exigente, demanda además de buen sabor que ofrezca beneficios fisiológicos, lo cual representa una oportunidad inmejorable para las bebidas funcionales.

Esta categoría de bebidas crece dos veces más rápido frente a las demás y genera valor agregado al consumidor, en función de la practicidad, innovación y efectos esperados, por ejemplo el té verde según las últimas investigaciones es clave por su alto contenido en catequinas y polifenoles, que actúan como antioxidantes y activadores del metabolismo.

1.3.1. Estructura del mercado

El dinamismo en el mercado del té ha sido impulsado por el apogeo del consumo del té frío. La inquietud de la población por la salud, ha llevado a los consumidores a reemplazar las bebidas carbonatadas que son consideradas poco saludables.

La popularidad de los suplementos dietéticos, el envejecimiento de la población y el interés de la juventud por ingerir alimentos nutritivos y saludables, son algunos factores que han incrementado la demanda del té listo para tomar.

Como resultado las bebidas a base de té han sabido acaparar a los consumidores que piensan en su salud y buscan una bebida refrescante, natural y con un sabor agradable. Las propiedades antioxidantes que ofrece el té otorgan una ventaja competitiva frente a las otras opciones de la categoría.

El número de lanzamientos de té RTD han tenido un incremento del 6 % anual, por dos años consecutivos. En Guatemala son pocos los fabricantes que se han incursionado en el campo del té frío. Por lo tanto, IBF se posiciona como la marca líder en la producción y comercialización de té listo para consumir.

1.3.2. Segmentación

La segmentación presenta demandas muy particulares que hacen necesaria la oferta de varias opciones de productos. La segmentación del mercado exige concebir productos más especializados. La decisión de compra ya no está basada en el precio, sino en el color, el tamaño, el diseño, los beneficios particulares y el valor agregado del producto.

La creciente competencia ha propiciado el conocimiento puntual de las expectativas del consumidor. Si se conoce al cliente que compra té frío y las razones por las que lo hace, se puede identificar un segmento potencial para desarrollar el producto.

La fuente principal para desarrollar un producto debe ser el conocimiento específico de los grupos de compradores. De acuerdo a estudios realizados por AC Nielsen, los compradores se agrupan de la siguiente manera:

- *Dinkis*: se refiere a las parejas con doble ingreso sin hijos, estas parejas tienen entre 25 y 35 años, viven en la ciudad, representan uno de los segmentos con mayor potencial de compra, ya que pueden darse el lujo de consumir productos lujosos y caros.
- Personas que viven solas: en este grupo destacan los hombres de 35 a 49 años y los adultos de la tercera edad, registra una tasa de crecimiento anual cercana al 6 %.
- *Baby boomers*: nacidos después de la Segunda Guerra Mundial, tienen entre 45 y 55 años, próximos a retirarse, ingreso promedio de dos mil dólares mensuales.
- *Metrosexuales*: término que hace referencia al hombre de ambiente urbano interesado en productos que ofrecen mejorar su apariencia, y que además desarrolla un gusto definido por productos caros y finos.
- *Tekkies*: los apasionados a la tecnología son un sector integrado principalmente por hombres jóvenes y maduros, que está creciendo con

suma rapidez, el precio no es un obstáculo para adquirir un producto novedoso.

- **Burgueses y bohemios:** estas personas son conservadoras, pero también les gusta la novedad. Son exitosos profesionalmente, tienen altos ingresos, están informados y les gusta la tecnología. No les basta con un producto bueno, quieren además que sea único y especial. Es un segmento exclusivo pero su alta capacidad adquisitiva exige ser considerado por las empresas.
- **Buscadores de lo saludable:** en los que a hábitos se refiere, el público consumidor, primordialmente urbano, mantiene su interés hacia los productos naturales que ofrezcan beneficios adicionales para su salud. Los hombres y mujeres son advertidos por los medios de comunicación sobre las consecuencias de no llevar una vida saludable. Enfermedades, envejecimiento acelerado y el sobrepeso son algunas de las principales razones por las que millones de personas se interesan en el mercado saludable.
- **Consumidores liberales:** es un segmento que prefiere propuestas atrevidas en los productos, un sector donde prevalecen mujeres de 15 a 25 años que buscan líneas de producto liberales y novedosas.

Estas son las agrupaciones más comunes de compradores en el mercado, sin embargo, no se busca llegar a todas las agrupaciones con el té frío. Por el contrario, se busca definir los grupos donde hay mayor oportunidad, entendiendo la necesidad de los mismos. El té frío busca abarcar los siguientes grupos:

- *Dinkis*: son parejas orientadas en adquirir alimentos prácticos de fácil cocción y bebidas ya preparadas, con el fin de invertir la menor cantidad de tiempo en actividades poco productivas. Además, el precio no será una barrera para adquirir una caja o más de producto embotellado.
- Personas que viven solas: este grupo, al igual que los *dinkis*, busca invertir menos tiempo en la preparación de alimentos y bebidas, por lo que el té embotellado es una opción muy práctica en la ocasión de consumo.
- *Baby boomers*: las personas entre 45 y 55 años tienen una orientación definida al consumo de bebidas que otorguen beneficios adicionales, y el envejecimiento juega un papel fundamental para que este grupo busque productos que ayuden a mantener una dieta balanceada.
- Burgueses y bohemios: les atraen los productos novedosos que tengan características únicas y especiales, las propiedades antioxidantes que contiene el té, pueden propiciar una oportunidad de consumo para este segmento.
- Buscadores de los saludables: este es el grupo para el cual fue diseñado el producto. Las personas que buscan llevar un estilo de vida más saludable reemplazan el consumo de bebidas gaseosas por té o agua pura, la mayor oportunidad en el mercado se encuentra en este segmento.
- Consumidores liberales: la capacidad de innovar en sabores y presentaciones del producto será vital para abarcar un grupo de

consumidores que buscan líneas de producto novedosas que se acoplen a las actividades cotidianas.

En otras palabras, el té frío está orientado a consumidores de cualquier edad, de ambos sexos que buscan una alternativa deliciosa y refrescante, que además, les ayuden a mantener una vida activa y saludable.

Luego de definir cuáles son los segmentos que se pretenden alcanzar, es muy importante que el producto esté en el punto de venta en el momento y lugar correcto para garantizar que el cliente potencial opte por el té frío de IBF sobre cualquier producto de la competencia.

Considerando que más del 70 % de la decisión de compra se toma en el punto de venta, es indispensable la ejecución en el mercado, ya que muestra resultados positivos en tendencia de ventas.

La exhibición del producto influye directamente en la venta del mismo, por lo tanto, es necesario definir estrategias para que este sea seleccionado sobre los demás. Cada estrategia es diferente para cada canal. Un canal representa un conjunto de puntos de venta con características similares que siguen un mismo patrón. Los puntos de venta se agrupan en 5 canales, estos son:

- Mercado tradicional: este canal se refiere a todas las abarroterías, tiendas inmediatas, al hogar o de barrio, que representan más del 50 % del volumen de ventas en el país. Para tener éxito en este canal es necesario exhibir el producto con precio sugerido, si el precio y la estrategia de precio es la correcta hay un 99 % de probabilidad que el producto sea un éxito.

- Mercado *on*: se atribuye el término *on* al canal en donde el producto es consumido en el punto de venta, por ejemplo: los restaurantes, que representan el 15 % del volumen de ventas. La clave del éxito en este canal es adecuar el lugar al producto, posicionando la marca del producto a través del pop (material publicitario) en la mente del consumidor desde que ingresa al restaurante.
- Mercado *off*: este canal se refiere a todos los lugares en donde se compra el producto y no es consumido en el punto de venta, es decir, que se consume fuera del lugar de compra, por ejemplo: tiendas de conveniencia, supermercados. Este canal representa el 10 % del volumen de ventas, la estrategia es que el consumidor se entere de las promociones con material especial para anunciar y explicar la mecánica, debe ofrecer una experiencia de marca.
- Mercado institucional: este mercado está constituido por todas las instituciones lucrativas y no lucrativas, a las que la empresa brinda sus servicios. Representa el 5 % del volumen de ventas, la estrategia en este canal es identificar las necesidades de cada institución, ofrecer propuestas de valor y beneficios adicionales a cada institución.
- Mercado mayoreo: el canal mayorista representa el 20 % del volumen de ventas. Es el canal con el menor número de clientes y con la mayor capacidad de compra, la estrategia reside en ofrecer precios competitivos, descuentos o bonificaciones con el fin de incrementar el volumen de ventas sin comprometer la rentabilidad de la empresa.

Después de conocer los segmentos a los que va dirigido el producto e identificar los canales en donde estará a la venta el producto es importante identificar el potencial de la industria para acaparar la mayor cuota del mercado.

1.3.3. Participación en el mercado

La participación de mercado o cuota del mercado, es el porcentaje que posee una empresa, marca o negocio en un mercado determinado. Es conocido por sus siglas en inglés *market share* (MS), está íntimamente relacionado con el potencial del mercado.

En Guatemala, la participación de mercado de IBF, en la categoría té frío, supera el 75 %, considerando que la venta promedio es de 100 000 cajas al mes, la industria tiene un potencial de 130 000 cajas al mes.

Hoy en día, el té frío es la bebida funcional más popular del mercado. Las ventas siguen incrementando año tras año, y todo se debe a las propiedades que la bebida contiene, brindando beneficios para la salud.

1.3.4. Distribución

El mercado es cada vez más competitivo, la eficiencia en distribución y la reducción de costos son factores que determinan la rentabilidad de la empresa. Si la empresa busca ser más competitiva, debe ser más eficiente en la cadena de abastecimiento.

La cadena de abastecimiento se puede definir como el conjunto de actividades que intervienen entre la producción y comercialización de un producto. Es el punto crítico de toda la operación, bajo una metodología JIT

(just in time), en la medida que las actividades en la cadena de abastecimiento sean más productivas, menor será el costo de abastecimiento y mientras las actividades sean menos productivas mayor será el costo.

Por lo tanto, es importante identificar áreas de oportunidad que se traduzcan en utilidad para la empresa.

Hoy en día, IBF ha tenido dificultades para afianzarse como líder absoluto en la categoría de té frío, ya que en repetidas ocasiones quiebres de *stock* han obstaculizado cumplir con la demanda del mercado. La compañía no cuenta con un plan de abastecimiento definido que le permita anticiparse a la demanda del producto y evitar quiebres de *stock*.

En consecuencia, la competencia podría tomar mayor relevancia en los puntos de venta capitalizando el potencial de la industria con sus productos. Como resultado, la cuota de mercado o MS de IBF, podría disminuir a pesar que la categoría continúa creciendo. Esto indica que la compañía está dejando de percibir utilidades a raíz de una previsión o pronóstico incorrecto.

2. ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA OPERATIVA

Uno de los problemas que afectan a la empresa es la administración y control de inventarios. En una industria de consumo masivo el problema típico es la existencia de excesos y faltantes en el inventario.

Las causas son, el desfase que existe entre la demanda de los consumidores y el abastecimiento de dichos productos, principalmente, las fluctuaciones aleatorias de la demanda y de los tiempos de reposición en la cadena de abastecimiento. Comúnmente para manejar estas fluctuaciones se debe mejorar la calidad de la información, optimizar los inventarios de seguridad y la colaboración en la cadena.

La estrategia en este caso consiste en el mejoramiento de los sistemas de pronósticos de demanda a través de técnicas estadísticas y combinación de diversas técnicas cualitativas y cuantitativas.

Ya que la inversión en tecnologías de información (TI) y planeación puede resultar muy costosas y de alto riesgo, entonces, la mejor alternativa es aplicar sistemas de gestión y control para la cadena de abastecimiento.

Para optimizar la cadena de abastecimiento, en primer lugar, es necesario medir la situación actual de los procesos logísticos en la compañía, a través de 5 dimensiones básicas:

- **Competitividad:** es la capacidad que tiene la empresa de generar mayor utilidad que sus competidores. Se logra a través de mayor progreso técnico, innovación o desarrollo tecnológico.
- **Planeación:** es el desarrollo sistemático de los programas de acción orientados a alcanzar las metas acordadas por la empresa, con el fin de minimizar los riesgos reduciendo la incertidumbre y clarificar las consecuencias de las acciones administrativas.
- **Abastecimiento:** se refiere a las actividades relacionadas con la adquisición de producto terminado. El objetivo principal es proporcionar un flujo constante de producto, manteniendo la inversión en inventario al mínimo y mejorando la calidad.
- **Distribución:** es el conjunto de actividades que permiten el movimiento de producto terminado al centro de distribución. La misión es transportar el producto adquirido por la empresa para su comercialización. También, garantizar el retorno de los productos o materiales que así lo requieran.
- **Almacenamiento:** se define como la parte del sistema logístico que almacena producto, entre puntos de origen y puntos de consumo, y proporciona información necesaria para administrar el estado, condición y disposición de los productos que están siendo almacenados.

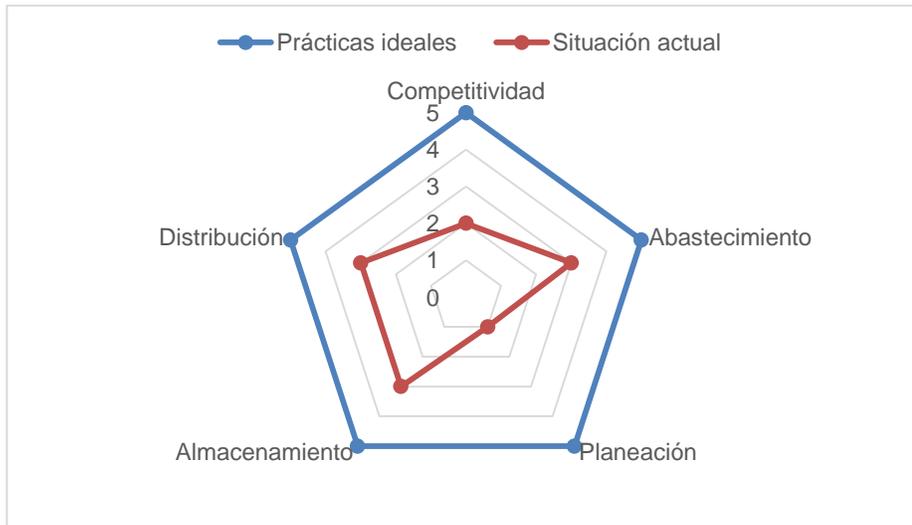
Figura 2. **Sistema logístico integral**



Fuente: elaboración propia.

En la figura 2 se muestra el sistema logístico integral, y para conocer el estado actual de la cadena de abastecimiento, es necesario analizar cada una de las dimensiones que conforman el sistema.

Figura 3. **Diagnóstico logístico**



Fuente: elaboración propia.

En la figura 3 se visualiza el diagnóstico logístico y está constituido por las 5 dimensiones del sistema logístico integral, las cuales se califican en una escala de 1 a 5, de acuerdo al desempeño frente a las mejores prácticas establecidas para cada dimensión.

Para optimizar la cadena de abastecimiento, es necesario identificar los puntos con fuertes, con mayor calificación, esto permite entender lo que la empresa realiza correctamente. También, es importante reconocer las debilidades, con menor calificación, lo cual proporciona a la empresa un panorama de lo que se puede mejorar.

Mientras que las fortalezas, en la cadena de abastecimiento, destacan las ventajas competitivas de la empresa, las debilidades destacan las oportunidades de mejora.

2.1. Demanda de los productos

La estimación de la demanda es un aspecto crítico en la cadena de abastecimiento. Si la empresa no es capaz de anticiparse a la demanda del mercado, generará un planteamiento erróneo para toda la cadena.

Por tanto, sobre estimar la demanda conduce a un inventario inflado y altos costos, mientras que subestimar la demanda implica desabastecimiento y costo de oportunidad en ventas, ya que muchos clientes no tendrán el producto que necesitan, en ambos casos la empresa reduce sus ganancias.

En consecuencia, la estimación de la demanda debe constituir el primer paso en la cadena de abastecimiento. Utilizar herramientas estadísticas para conocer el volumen de ventas en un período determinado puede mejorar la gestión y el control en la cadena de abastecimiento.

Cuando se utiliza un sistema o modelo de pronóstico efectivo, se reduce la variabilidad en los tiempos de reposición. Esto quiere decir que la aplicación de pronósticos en IBF ayudaría a establecer un inventario de seguridad, es decir, en promedio, el tiempo que tardaría el producto en agotarse y así optimizar la cadena de abastecimiento, anticipándose a la demanda del producto y satisfacer sus necesidades en cantidad y tiempo requeridos.

Hoy en día, IBF no cuenta con un método adecuado de pronóstico que ayude a predecir la demanda del mercado, y asume un comportamiento lineal en la previsión, exceptuando un pico estacional en el mes de abril y diciembre, siendo estos los meses con mayor venta en todo el año y en los cuales la compañía incrementa un 50 % la venta promedio mensual.

La cadena de abastecimiento obviamente necesita un planteamiento distinto y más certero, de lo contrario un error en el pronóstico de ventas podría dejar a la empresa sin producto o podría generar un inventario demasiado grande, se puede deducir que un pronóstico erróneo disminuye las utilidades de la compañía.

2.1.1. Recopilación de datos

La necesidad de pronosticar surge debido a la competitividad y el cambio, ya que el entorno es altamente incierto. Además, la intuición no da necesariamente los mejores resultados y al pronosticar mejora la planeación.

Existen distintos tipos de pronósticos que están clasificados en 3 categorías que contienen los siguientes subgrupos:

- Por su plazo:
 - Corto plazo
 - Largo plazo

- Según el entorno a pronosticar:
 - Micro
 - Macro

- Según el procedimiento empleado:
 - Cualitativo
 - Cuantitativo

Para elaborar un pronóstico es fundamental recopilar datos históricos de las ventas de la empresa y luego condensar los datos para construir un modelo adecuado al sistema.

Se requieren suficientes datos históricos con la suposición que el pasado puede extenderse hacia el futuro.

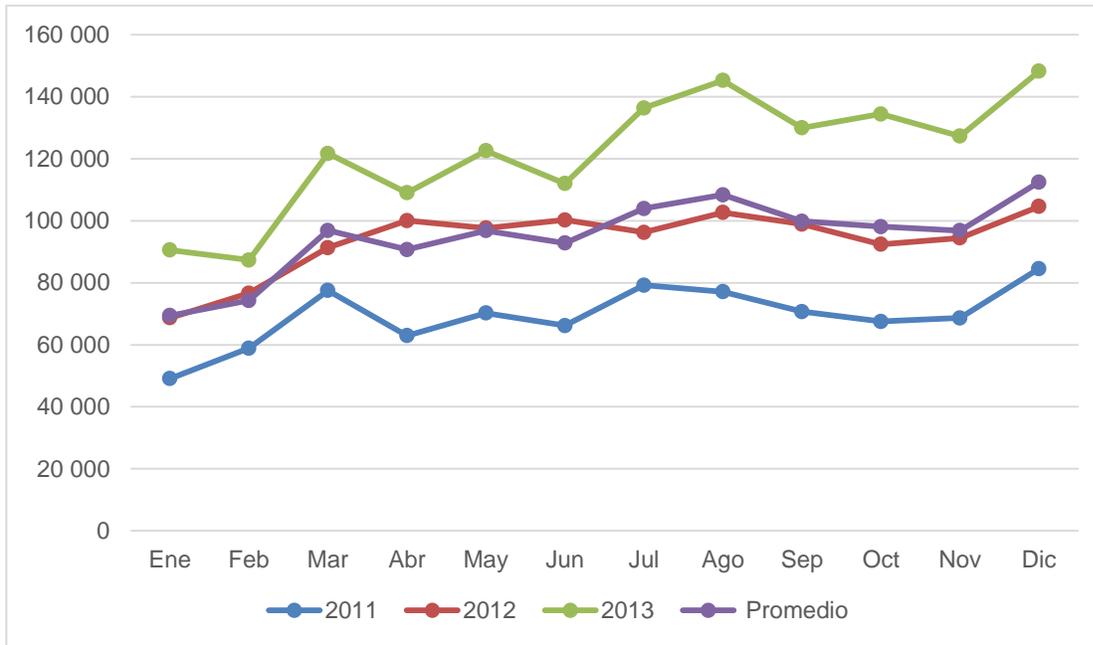
A continuación se presentan los datos históricos de ventas de la empresa que corresponden al período comprendido entre el mes de enero del 2011 al mes de diciembre del 2013.

Tabla I. **Volumen de ventas**

Mes\ Año	2011	2012	2013	Promedio
Ene	49 080	68 687	90 528	69 432
Feb	58 902	76 638	87 339	74 293
Mar	77 530	91 307	121 659	96 832
Abr	62 955	100 055	109 022	90 677
May	70 209	97 601	122 526	96 779
Jun	66 190	100 255	111 975	92 807
Jul	79 200	96 234	136 347	103 927
Ago	77 119	102 653	145 229	108 333
Sep	70 693	98 882	129 935	99 837
Oct	67 532	92 379	134 376	98 096
Nov	68 642	94 431	127 287	96 787
Dic	84 554	104 621	148 184	112 453
Total	832 608	1 123 744	1 464 406	1 140 252

Fuente: elaboración propia.

Figura 4. **Volumen de ventas en cajas físicas**



Fuente: elaboración propia.

2.1.2. Análisis de datos

Existen 2 tipos de técnicas para emplear un procedimiento cuantitativo:

- Estadísticas: se enfocan en patrones y en cambios en los patrones y sus perturbaciones.
- Determinísticas: son de tipo causal, establecen relación entre la variable a pronosticar y otras variables.

El análisis de las series de tiempo requiere un enfoque sistemático y es diferente al resto de variables estadísticas, porque el interés reside en la evaluación de sus cambios a lo largo del tiempo.

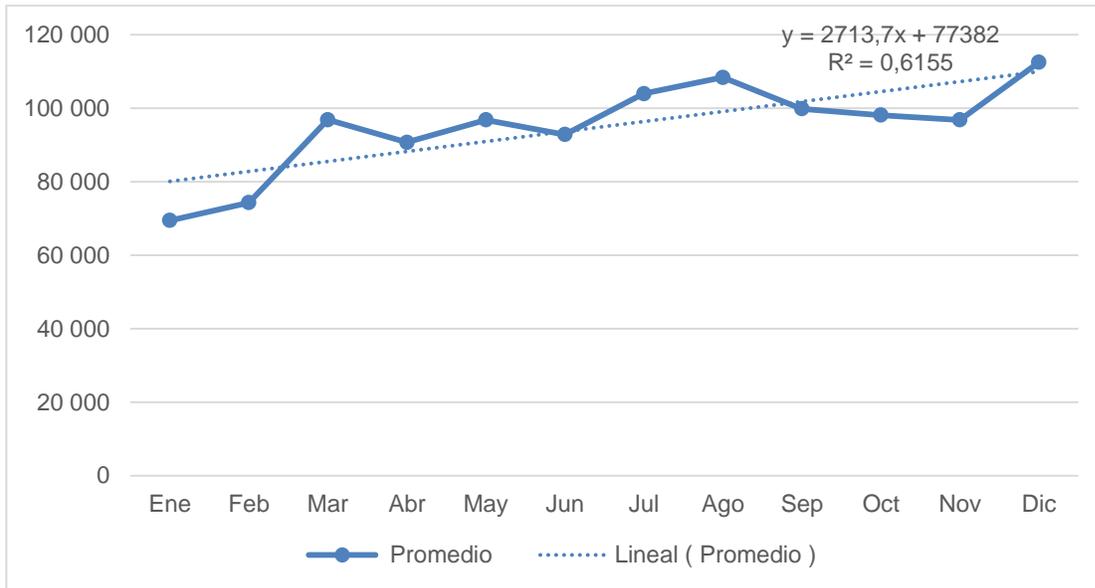
Con relación a las técnicas cuantitativas estadísticas los datos se pueden descomponer en series de tiempo: tendencia, cíclico, estacional y aleatorio.

El estudio de series temporales es apropiado cuando se observa cierta tendencia o periodicidad. Este enfoque descriptivo consiste en encontrar componentes que correspondan a una tendencia a largo plazo, un comportamiento estacional y una parte aleatoria.

2.1.2.1. Tendencia

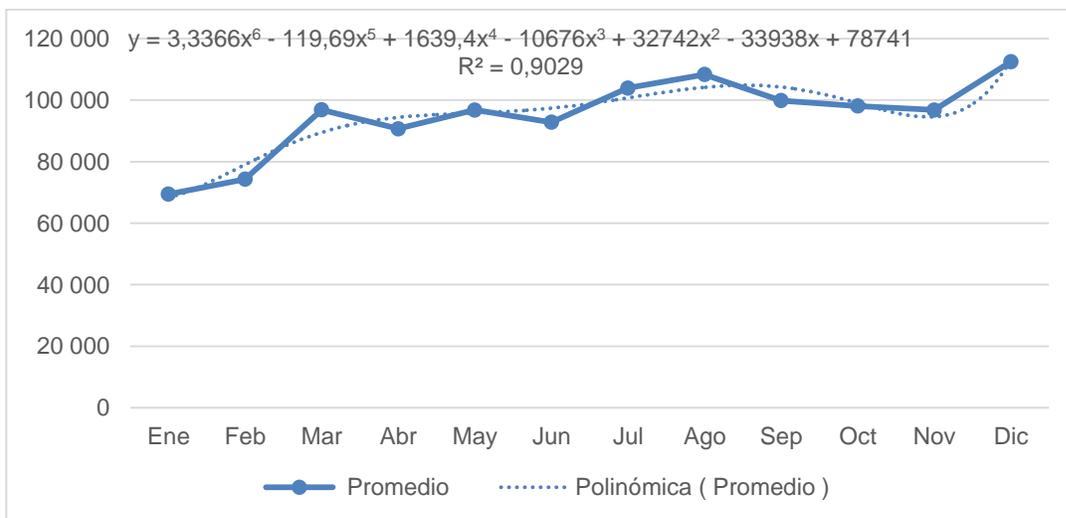
La tendencia es la dirección o rumbo del mercado, es decir un cambio a largo plazo que se produce en relación al nivel medio, o el cambio a largo plazo de la media. La tendencia se identifica con un movimiento suave de la serie a largo plazo. A continuación se muestra la tendencia del volumen de ventas:

Figura 5. Tendencia lineal



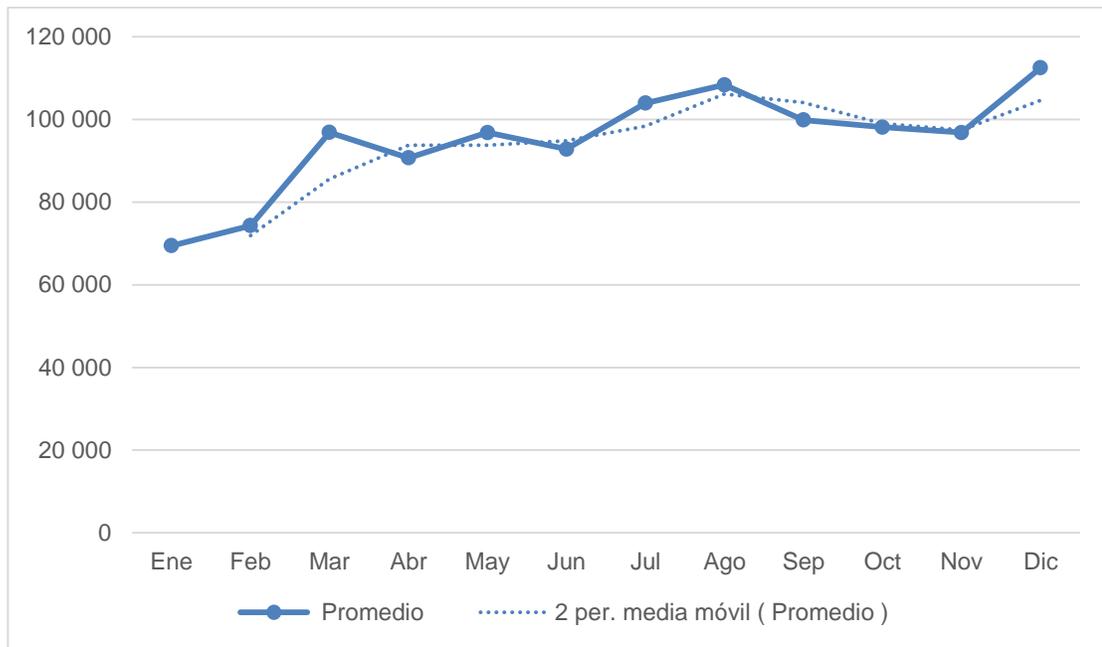
Fuente: elaboración propia.

Figura 6. Tendencia polinómica



Fuente: elaboración propia.

Figura 7. Tendencia de la media móvil I



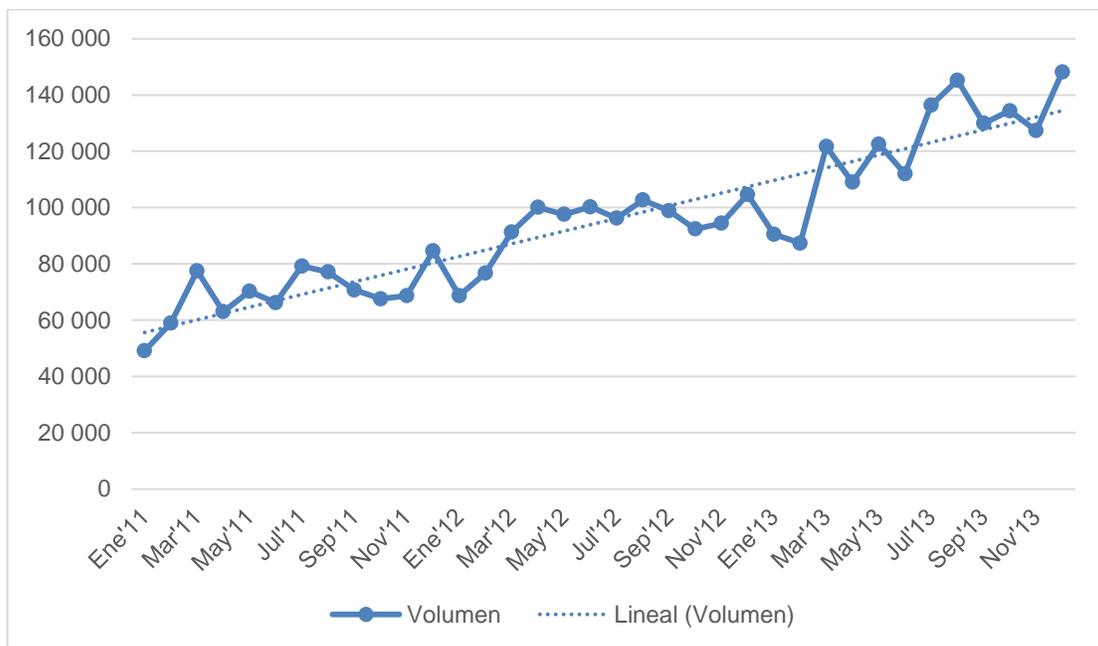
Fuente: elaboración propia.

La tendencia es esencial para el análisis de mercados y requiere una técnica adecuada de pronóstico para identificar la demanda. El propósito de un análisis de tendencia es obtener una mejor comprensión de los resultados anteriores con el fin de responder preguntas específicas y resolver problemas de negocios o predecir el rendimiento futuro.

Cada año la aceptación de bebidas funcionales es mayor, la población guatemalteca está orientándose a consumir bebidas naturales como el té frío, sin lugar a dudas, el potencial de la industria de esta categoría es cada vez mayor y la necesidad de pronosticar correctamente la demanda del mercado es vital para el éxito de la compañía.

De acuerdo a los datos históricos las cifras alcanzadas en los últimos meses son las más altas, mientras que en los primeros meses se registran las cifras más bajas. Esto quiere decir que existe una tendencia alcista, sin embargo, comparando el último mes de cada año con el primero, se puede notar que hay un decremento significativo en el volumen de ventas. Pero en el transcurrir del año se alcanza la cifra más alta del año anterior y se sobrepasa hasta alcanzar una nueva cifra más alta.

Figura 8. **Tendencia de la media móvil II**



Fuente: elaboración propia.

En conclusión, comparando el rendimiento de un período anual versus año anterior, la categoría tiene un crecimiento importante. Esto puede ser producto de un incremento en la cuota de mercado o crecimiento del potencial de la categoría de bebidas.

Cuando existe un crecimiento en la demanda es necesario analizar cada una de las dimensiones en la cadena de abastecimiento, porque una previsión incorrecta podría impedir que la empresa continúe aumentando la participación en el mercado y esto podría ser aprovechado por la competencia.

2.1.2.2. Estacionalidad

En estadística, se dice que la demanda de un producto muestra estacionalidad cuando la serie de tiempo atraviesa una variación cíclica predecible, dependiendo de la época del año. La estacionalidad es uno de los patrones estadísticos más utilizados para mejorar la precisión de los pronósticos de demanda.

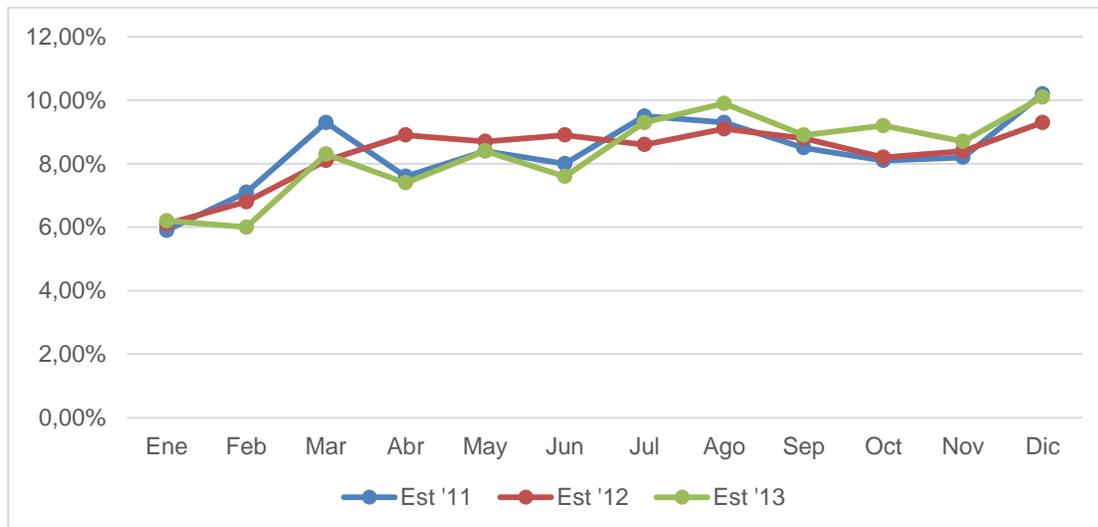
La estacionalidad se puede definir como la relación que existe entre el volumen de ventas mensual y anual. A través de la estacionalidad es posible identificar el comportamiento de las ventas en una misma época durante todos los años.

Tabla II. **Historial de estacionalidades**

Año	2011	Est '11	2012	Est '12	2013	Est '13
Ene	49,1	5,9 %	68,7	6,1 %	90,5	6,2 %
Feb	58,9	7,1 %	76,6	6,8 %	87,3	6,0 %
Mar	77,5	9,3 %	91,3	8,1 %	121,7	8,3 %
Abr	63,0	7,6 %	100,1	8,9 %	109,0	7,4 %
May	70,2	8,4 %	97,6	8,7 %	122,5	8,4 %
Jun	66,2	8,0 %	100,3	8,9 %	112,0	7,6 %
Jul	79,2	9,5 %	96,2	8,6 %	136,3	9,3 %
Ago	77,1	9,3 %	102,7	9,1 %	145,2	9,9 %
Sep	70,7	8,5 %	98,9	8,8 %	129,9	8,9 %
Oct	67,5	8,1 %	92,4	8,2 %	134,4	9,2 %
Nov	68,6	8,2 %	94,4	8,4 %	127,3	8,7 %
Dic	84,6	10,2 %	104,6	9,3 %	148,2	10,1 %
TT	832,6	100,0 %	1123,7	100,0 %	1464,4	100,0 %

Fuente: elaboración propia.

Figura 9. **Estacionalidad**



Fuente: elaboración propia.

Una variación estacional se refiere al movimiento periódico de la serie de tiempo. La duración de la unidad del período es generalmente un año.

Las principales fuerzas que causan una variación estacional, en el mercado de bebidas, son las condiciones del tiempo y ciertas épocas del año, como por ejemplo:

- Invierno: es una temporada en la que tiende a disminuir el consumo de té frío, ya que la mayoría de las personas prefieren bebidas calientes.
- Verano: es la temporada en la que aumenta el consumo de té frío, el calor influye en las ventas de la bebida, debido a que las personas buscan la manera de refrescarse saludablemente.
- Navidad: es la época que representa uno de los picos estacionales más altos del año, es decir que se alcanza la cifra en ventas más alta, esta época se caracteriza porque la mayoría busca refrescarse de manera saludable y compartir con sus seres queridos.
- Semana Santa: es la época en la cual las personas buscan destinos turísticos alejados de la ciudad, sin embargo, la necesidad de refrescarse con un té frío impulsa las ventas en esta época.
- Ferias: cada una de las ferias y actividades especiales representan una oportunidad inmejorable para dar a conocer el té a nuevos segmentos e incrementar las ventas de la categoría.

La estacionalidad es una herramienta que permite identificar el peso de cada mes en un año calendario y facilita la distribución del recurso humano,

financiero y operativo con el fin de alcanzar el volumen de ventas con al menor costo posible.

En la cadena de abastecimiento el análisis de la estacionalidad ayuda a optimizar el almacenamiento de producto, ya que al conocer la capacidad de producción y el tiempo de aprovisionamiento se puede definir la cantidad de días-piso recomendables para no poner en riesgo la operación de ventas.

Gráficamente, se puede demostrar el efecto estacional mensual, existen 12 coeficientes estacionales, uno para cada mes del año. Para estimarlos, se calcula el promedio de las observaciones para cada mes (2011, 2012 y 2013) y el coeficiente estacional es:

$$S_i = M_i - M \text{ para } i = 1, 2, \dots, 12.$$

Donde M es el promedio total de las observaciones.

Tabla III. **Coeficiente de estacionalidad**

Mes	Promedio	Coef. Est.
Ene	69 432	(25 589)
Feb	74 293	(20 728)
Mar	96 832	1 811
Abr	90 677	(4 344)
May	96 779	1 758
Jun	92 807	(2 214)
Jul	103 927	8 906
Ago	108 333	13 312
Sep	99 837	4 816
Oct	98 096	3 075
Nov	96 787	1 766
Dic	112 453	17 432
Promedio	95 021	-

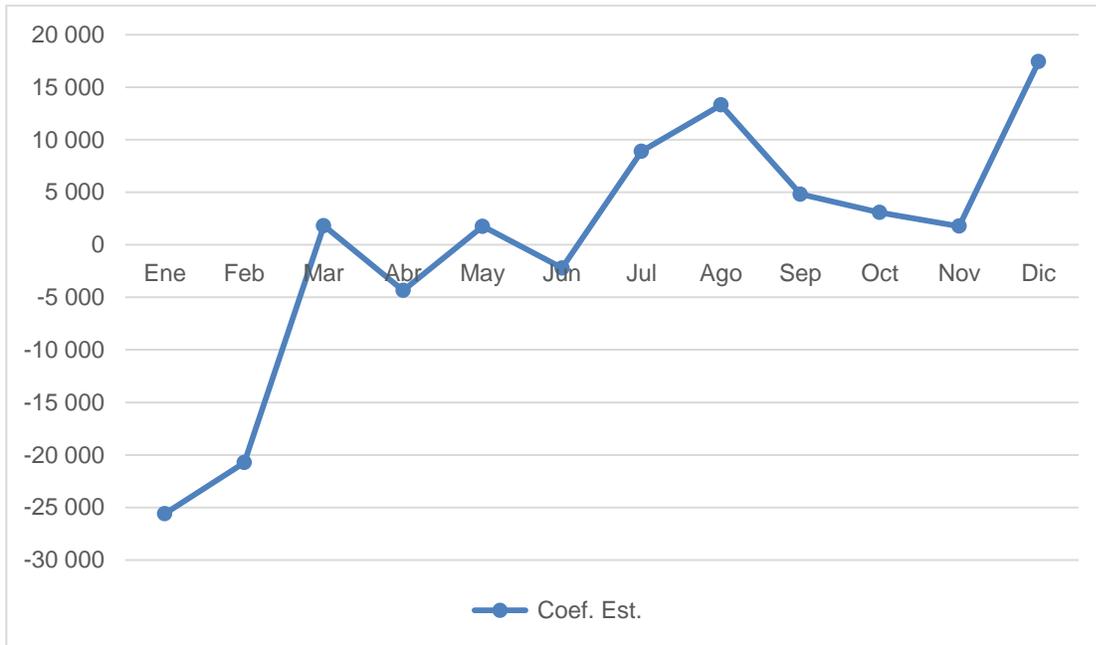
Fuente: elaboración propia.

De esta manera se observa que los meses por debajo del promedio total tienen coeficientes estacionales negativos, mientras que los meses por arriba del promedio tienen coeficientes estacionales positivos.

Por ejemplo, el promedio total de las observaciones es $M = 95\,021$ y así:

$$S_i = M_i - M = 69\,432 - 95\,021 = (25\,589)$$

Figura 10. **Coeficiente de estacionalidad**



Fuente: elaboración propia.

Utilizando el coeficiente de estacionalidad como referencia, en un año la temporada más baja corresponde a los meses de enero y febrero, y la más alta a los meses de agosto y diciembre. Este tipo de análisis es de suma importancia, en la cadena de abastecimiento, específicamente en la administración de inventarios porque permite predecir las temporadas bajas y altas, de manera que el inventario funcione como un amortiguador, acumulando producto en la temporada baja y utilizarlo en la temporada alta para no quedar desabastecido, así satisfacer la demanda del mercado.

2.1.2.3. Ciclo

Un patrón cíclico se presenta por medio de movimientos de los datos hacia arriba y hacia abajo, semejante a una onda, alrededor de la tendencia a largo plazo.

En este caso, al transcurrir un período de un año el estado del sistema regresa a su configuración inicial, es decir, el comportamiento de un año es semejante al siguiente.

Por lo general, las fluctuaciones cíclicas tienen mayor duración y son menos regulares que las fluctuaciones estacionales, están asociadas al ciclo económico y son menos evidentes.

2.1.2.4. Aleatorio

El componente aleatorio mide la variabilidad de las series de tiempo después de retirar los otros componentes, es decir que representa todos los tipos de movimientos que no sean tendencia, estacionalidad y ciclos.

La aleatoriedad está presente en todas las series de tiempo y es el cambio producido en los valores de una serie de tiempo, debido a fenómenos complejos de explicar y por lo tanto su ocurrencia cae en el ámbito del azar.

2.2. Capacidad de producción

La capacidad se define como la tasa máxima disponible de producción o de conversión por unidad de tiempo. En la cadena de abastecimiento es muy

importante analizar la capacidad instalada para conocer el volumen que puede alcanzarse en un periodo de actividad productiva.

El estudio de la capacidad permite optimizar los recursos en la organización, ya que todo se deriva del nivel de actividad que puede lograrse con una estructura operativa dada.

IBF está fundamentada en la optimización de los procesos y recursos que permiten incrementar la rentabilidad y eficiencia en el tiempo. Por tanto, al analizar la capacidad de producción es necesario prever la cantidad a producir que está en función de la demanda del mercado.

A continuación se presentan los indicadores de capacidad instalada:

Tabla IV. **Indicadores de capacidad instalada**

Concepto	Cálculo	Cantidad
Unidad de medida	24 unidades	1 caja
Producción potencial (B)	3 840 cajas/día	
Producción real (C)	2 880 cajas/día	
Precio por caja (D)	Q140,40	
Valor potencial de la producción (E=B*D)	(3 840)*(Q140,40)	Q539 136,00
Valor real de la producción (F=C*D)	(2 880)*(Q140,40)	Q404 352,00
Porcentaje de capacidad utilizada (G=C/B)	(2 880)/(3 840)	75 %

Fuente: elaboración propia.

Normalmente la capacidad se encuentra entre el 70 % - 80 % de utilización, cuando el porcentaje se aproxima al 100 % indica que la capacidad de producción llegó a su límite máximo y no se podría satisfacer cualquier incremento en la demanda del mercado. Por lo tanto, es recomendable realizar

un planteamiento estratégico y táctico a largo plazo para redefinir las metas de la compañía e invertir recursos para incrementar la capacidad de producción.

En la cadena de abastecimiento, primero es necesario identificar la demanda del mercado, luego se planifica la producción con el fin de cumplir el requerimiento de la cantidad demandada, por último el producto es transportado hacia el centro de distribución y almacenado hasta el momento de su distribución. Así que una subestimación o sobreestimación en la demanda, y un mal planteamiento de la capacidad de producción impiden optimizar la cadena de abastecimiento.

2.2.1. Requerimiento

El requerimiento de producción es el tiempo necesario para producir la cantidad demandada en un determinado período. El requerimiento es un indicador de desempeño que permite identificar el tiempo de actividad productiva.

Considerando la estacionalidad de cada mes, el porcentaje de capacidad utilizada puede variar, porque la demanda del mercado es cambiante y el tiempo que requiere fabricar la cantidad demandada de enero no es el mismo que marzo o diciembre. Es recomendable que el porcentaje de capacidad utilizada sea estable y por consiguiente la operación será más eficiente.

Sin embargo, existen picos estacionales que aun trabajando al 100 % de la capacidad instalada no es posible cumplir con la demanda del mercado. Pero así como existen estacionalidades altas también hay bajas y en estos periodos la capacidad utilizada es mucho más baja que el promedio del año. En estos periodos se debe ajustar la capacidad utilizada al promedio para producir más

que la cantidad demandada y acumularlo en inventario hasta su uso en esas épocas de alto volumen de ventas.

$$\text{Requerimiento} = \frac{\text{Demanda}}{\text{Capacidad de Producción Potencial}}$$

Analizando el mes de enero, la cantidad demandada para el 2013 son 90 528 cajas (tabla I) y la capacidad de producción alcanza las 3 840 cajas/día, en este caso el requerimiento en horas para cumplir con la demanda es:

$$\text{Req}_1 = \frac{90\,528 \text{ cajas}}{3\,840 \text{ cajas/día}} = 23,6 \text{ días} \approx 566 \text{ horas}$$

Se requieren 23,6 días o 566 horas aproximadamente para producir 90 528 cajas para el mes de enero 2013. Ya que el producto debe ser comercializado y distribuido durante el mes de enero, el periodo de producción debe ser planificado con anticipación para evitar quiebres de *stock*.

A continuación se presenta el requerimiento en días para producir la cantidad demandada de cada mes del 2013:

Tabla V. **Requerimiento de producción**

Mes	Demanda	Cap. Prod. Potencial	Req.
Ene	90 528	3 840	23,6
Feb	87 339	3 840	22,7
Mar	121 659	3 840	31,7
Abr	109 022	3 840	28,4
May	122 526	3 840	31,9
Jun	111 975	3 840	29,2
Jul	136 347	3 840	35,5
Ago	145 229	3 840	37,8
Sep	129 935	3 840	33,8
Oct	134 376	3 840	35,0
Nov	127 287	3 840	33,1
Dic	148 184	3 840	38,6
Total	1 464 406	3 840	381,4

Fuente: elaboración propia.

Al identificar el requerimiento se debe analizar la disponibilidad de tiempo para producir la cantidad demandada. La relación entre el requerimiento y la disponibilidad inciden en la cantidad producida. Si la disponibilidad es mayor al requerimiento significa que hay tiempo muerto que podría ser aprovechado y si la disponibilidad es menor que el requerimiento significa que se necesita aún más tiempo para cumplir con la cantidad demandada, por tanto se debe incrementar la capacidad.

2.2.2. Disponibilidad

La disponibilidad se refiere al tiempo con el cual se cuenta para producir una cantidad demandada. Es simplemente una manera de cuantificar el tiempo

que el equipo está en funcionamiento. Mientras mayor es la disponibilidad, mayor es la producción.

La meta es minimizar el tiempo muerto, mejorando los procesos y el equipo, con la finalidad de incrementar la disponibilidad y cumplir con el requerimiento de producción para un determinado mes.

A continuación se muestra el requerimiento y la disponibilidad de tiempo para cumplir con la demanda de producto en cada mes:

Tabla VI. **Disponibilidad de producción**

Mes	Demanda	Cap. Prod. Potencial	Req.	Disp.
Ene	90 528	3 840	23,6	26
Feb	87 339	3 840	22,7	24
Mar	121 659	3 840	31,7	23
Abr	109 022	3 840	28,4	26
May	122 526	3 840	31,9	26
Jun	111 975	3 840	29,2	25
Jul	136 347	3 840	35,5	27
Ago	145 229	3 840	37,8	26
Sep	129 935	3 840	33,8	25
Oct	134 376	3 840	35,0	27
Nov	127 287	3 840	33,1	25
Dic	148 184	3 840	38,6	23
Total	1 464 406	3 840	381,4	303

Fuente: elaboración propia.

La disponibilidad de tiempo es menor que el requerimiento, se debe tomar la decisión si invertir en incrementar la capacidad instalada o laborar horas extra para cumplir con el requerimiento de producción.

2.3. Función del transporte

El sistema de transporte es el componente más importante para la mayoría de las organizaciones, el éxito de una cadena de abastecimiento reside en el diseño y uso adecuado del transporte. Este sistema es el responsable de mover los productos terminados que se encuentran dispersos geográficamente, y agrega valor a los productos transportados cuando estos son entregados a tiempo, sin daños y en las cantidades requeridas.

El transporte juega un papel fundamental en la satisfacción del cliente. Sin embargo, es uno de los costos logísticos más elevados y constituye una parte representativa en el precio del producto, se ha observado que el movimiento de carga es equivalente al 30 % y hasta un 60 % de los costos totales en la cadena de abastecimiento.

Considerando que para la empresa es vital el movimiento seguro y oportuno del producto, a través de una entrega rápida y efectiva que satisfaga la cantidad demandada y en el tiempo requerido al costo más bajo posible, lo cual será traducido como mejor servicio al cliente.

Es necesaria la utilización de un sistema enfocado a la optimización del transporte, enfocado a minimizar tiempos y costos en el proceso de entrega, agregando valor al producto a entregar.

A través de un sistema de transporte eficiente y de bajo costo, la organización podrá tener un incremento en la competitividad, en las economías de escala y una reducción en los precios de los productos.

2.3.1. Descripción operativa del transporte

En IBF, el sistema operativo de transporte es relativamente básico, y comprende el abastecimiento de producto estibado en tarimas o pallets desde la planta de producción hacia el centro de distribución, a través de una flota de camiones con la capacidad de transportar hasta 28 tarimas, una de las ventajas del medio de transporte es la capacidad de refrigerar el producto, ya que se calienta rápidamente en el contenedor.

La función del transporte es mover producto hacia un punto determinado. Cualquiera que sea el método que se use, los principios del transporte son los mismos:

- Se debe cargar y descargar cuidadosamente
- La duración del viaje debe ser lo más corta posible
- Se debe proteger el producto en relación a su susceptibilidad
- Disminuir movimientos bruscos en el trayecto del viaje
- Se debe evitar sobrecalentamiento
- Mantener las condiciones anteriores

Es importante considerar el manejo y almacenamiento durante el transporte para minimizar los daños para el producto. La forma de estibar el producto depende del empaque debe planificarse y manejarse cuidadosamente.

Con el fin de incrementar la competitividad en el mercado, es necesario que la compañía construya un sistema de transporte eficaz que optimice la operación.

2.3.2. Tiempo de aprovisionamiento

La Gestión de la Cadena de Abastecimiento, conocida en inglés por las siglas *Supply Chain Management* (SCM), se refiere a las herramientas y métodos para mejorar el suministro a través de la reducción de las existencias y los plazos de entrega. Por lo tanto, es importante analizar un parámetro fundamental en la gestión del transporte, el tiempo de aprovisionamiento. Esta se refiere al período en que el producto es abastecido, desde que fue producido hasta que es entregado en el centro de distribución para su almacenaje.

El tiempo de aprovisionamiento juega un papel muy importante en el rendimiento y competitividad de la compañía, de manera que al reducir este tiempo mayor será la capacidad de respuesta para anticiparse a la demanda.

Para mejorar la integración de cada dimensión en la cadena de abastecimiento, es necesario contar con un flujo de información para mejorar el abastecimiento.

Al conocer la demanda del mercado, se procede a identificar la capacidad de producción para cumplir con dicha demanda. Luego, cuando se tiene el producto terminado, se coordina el transporte para moverlo hacia el centro de distribución, en donde es almacenado previo a su comercialización.

Uno de los aspectos más importantes en la cadena es la sincronización. Cualquier ineficiencia en algún punto de la cadena creará un efecto dominó tanto hacia atrás como hacia adelante provocando más ineficiencias. De ahí la importancia de regular y controlar los flujos al interior del sistema.

Considerando que en un día se pueden producir 3 840 cajas, y la capacidad de un contenedor es 3 080 cajas, entonces al finalizar un día de producción se procede a cargar el contenedor para abastecer el centro de distribución, este proceso lleva alrededor de 2 días, tomando en cuenta procedimientos legales en aduana. El tiempo de aprovisionamiento es la suma del tiempo de producción más el tiempo de transporte, en este caso 2 días.

Tabla VII. **Transporte y aprovisionamiento**

Concepto	Cantidad	Cantidad
Producción por día	3 840 cajas	35 tarimas
Capacidad por contenedor	1 960 cajas	28 tarimas
Tiempo de transporte	1 día transito	
Tiempo de aprovisionamiento	2 días	

Fuente: elaboración propia.

2.4. Manejo de inventarios

En la cadena de abastecimiento, el inventario es el recurso que se encuentra almacenado para su uso posterior y sirve para lograr un equilibrio entre la producción y las ventas.

Es ideal contar con un sistema de inventarios justo a tiempo (JIT), se basa en el principio de que no debería producirse nada mientras no haya una demanda real o estimada por ello. Este sistema rompe con el concepto convencional de mantener grandes inventarios y promueve producir lo que se va a vender.

La eficiencia en el manejo adecuado de inventarios se ve reflejado en el balance general de la compañía, a menudo es el activo corriente más grande.

Algunas de las razones por las cuales es recomendable tener inventarios:

- Si la demanda es alta se necesita un inventario elevado.
- Si el producto tiene demanda estacional, se deben acumular inventarios justo antes que incremente la demanda.
- Si el producto es de uso general o consumo masivo en un mercado competitivo, entonces es necesario mantener mayores niveles de inventarios.

El volumen del inventario de productos terminados estará condicionado a:

- El costo de almacenamiento
- Limitaciones de espacio
- Previsión para la estacionalidad de la demanda
- Facilidad con la que puedan deteriorarse los productos

En un mercado cambiante y en constante desarrollo, los consumidores son muy diversos y varían en cuanto a sus gustos y preferencias, entonces, es recomendable tener un nivel de inventario adecuado para cubrir cualquier necesidad.

La mayor ventaja de tener inventarios es que permite prever escasez. Sin embargo, es necesario considerar algunas desventajas de tener inventarios:

- Recurso financiero inmovilizado
- Puede vencer su periodo de uso
- Promueve la ineficiencia y poca planificación
- Costos de almacenamiento
- Riesgo de incendio, robo, deterioro

- Costo de seguridad

Como medida de control es indispensable llevar un registro de los movimientos del inventario, algunas de las razones son:

- Para detectar pérdidas de los productos almacenados
- Para conocer el volumen de producción
- Para conocer el monto de capital inmovilizado
- Para detectar el exceso sobre niveles de inventario con anticipación
- Para elaborar estados financieros

2.4.1. Descripción operativa del inventario

En IBF, el sistema de manejo de inventarios agrupa una serie de procedimientos, el primero de ellos es realizar el pedido del mes, la cantidad solicitada estará en función del pronóstico de ventas. Debido a que la capacidad de almacenaje es limitada, se fragmenta el pedido en semanas. Generalmente, un mes tiene cuatro semanas, entonces, el pedido para el mes será fragmentado en cuatro órdenes. Esto ayuda a no exceder la capacidad de almacenaje del centro de distribución.

El método PEPS (primero en entrar, primero en salir), es el más utilizado hoy en día por las empresas de consumo masivo, este método considera que la primera unidad que llega al inventario será la primera en ser vendida o procesada.

2.4.2. Rotación del inventario

La rotación es una de las medidas de eficiencia más utilizadas. La rotación de inventario baja se asocia al exceso de inventario. Esto conlleva a problemas de liquidez. Mientras que la rotación de inventario alta indica que los productos se están vendiendo rápidamente. Esto puede ser el resultado de un efectivo manejo de inventario, pero podría ser indicador de una mala planificación y existe mucha probabilidad de tener escasez de inventario. Las decisiones estratégicas en cada paso de la cadena abastecimiento, tienen un impacto significativo en la rotación del inventario.

Actualmente, las cadenas de abastecimiento efectivas permiten competir con éxito en los mercados, debido a la conjunción de objetivos en la cadena y la implantación de mejores prácticas en la planificación de la demanda, producción, transporte, almacenaje y servicio al cliente.

3. OPTIMIZACIÓN DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO

La cadena de abastecimiento ha sido redefinida convirtiéndose en un elemento estratégico. Los mercados globales han provocado que las cadenas de abastecimiento sean más complejas que antes, y para crear una cadena de clase mundial, es necesario optimizar cada una de las dimensiones que la componen, estas son:

Figura 11. **Dimensiones de la cadena**



Fuente: elaboración propia.

3.1. Gestión de la demanda

La estimación de la demanda juega un papel fundamental en toda la cadena de abastecimiento y un planteamiento erróneo de la misma puede poner en riesgo toda la operación e impide satisfacer las necesidades del cliente.

La gestión de la demanda tiene como objetivo pronosticar el volumen de ventas para un período de tiempo estipulado utilizando datos históricos. A continuación se presenta el historial de ventas durante el 2011 y 2013, a través de un método conocido como regresión lineal se obtendrá el volumen de ventas anual, y para conocer el volumen mensual se desdoblará el número en función del historial de estacionalidad mensual.

3.1.1. Construcción del modelo

El modelo de pronóstico de regresión lineal permite hallar el valor esperado de una variable aleatoria a cuando b toma un valor específico. La aplicación de este método implica linealidad en la demanda presentando un comportamiento creciente o decreciente.

$$\hat{X}_t = a + bt$$
$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i t_i - \sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n t_i}{n \sum_{i=1}^n t_i^2 - [\sum_{i=1}^n t_i]^2}$$

Dónde:

- \hat{X}_t : pronóstico del período t
- a : intersección con el eje
- b : pendiente (positiva o negativa)

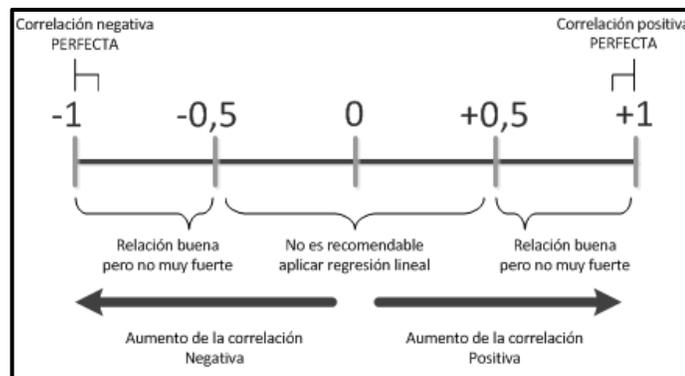
Es indispensable realizar un análisis de regresión que determine la intensidad de las relaciones entre las variables que componen el modelo.

El objetivo del análisis de regresión es determinar la relación que existe entre una variable dependiente y una o más variables independientes. La forma

funcional que más se utiliza en la práctica es la relación lineal, cuando se trata de una variable independiente.

El coeficiente de correlación r , es una medida de asociación entre las variables aleatorias X y Y , cuyo valor varía entre -1 y $+1$.

Figura 12. **Coeficiente de correlación**



Fuente: *Regresión lineal*. <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/pron%C3%B3stico-de-ventas/regresi%C3%B3n-lineal/>. Consulta: 25 de junio de 2014.

El cálculo del coeficiente de correlación se efectúa de la siguiente manera:

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i t_i - \sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n t_i}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n t_i^2 - (\sum_{i=1}^n t_i)^2][n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2]}}$$

El comportamiento de ventas anual de la industria de bebidas funcionales se presenta en el siguiente tabulado.

Tabla VIII. **Historial de ventas anual I**

No.	Año	Ventas
1	2010	515 251
2	2011	832 608
3	2012	1 123 744
4	2013	1 464 406
5	2014	-

Fuente: elaboración propia.

El primer paso para encontrar el pronóstico del 2014 consiste en hallar la pendiente, y se efectúan los siguientes cálculos:

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i t_i - \sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n t_i}{n \sum_{i=1}^n t_i^2 - [\sum_{i=1}^n t_i]^2}$$

- Calculando $\sum_{i=1}^n X_i t_i$

$$\sum_{i=1}^n X_i t_i$$

$$= [(515\ 251)(1) + (832\ 608)(2) + (1\ 123\ 744)(3) + (1\ 464\ 406)(4)]$$

$$= [515\ 251 + 1\ 665\ 216 + 3\ 371\ 232 + 5\ 857\ 624]$$

$$= 11\ 409\ 323$$

- Calculando $\sum_{i=1}^n t_i$

$$\sum_{i=1}^n t_i$$

$$= [(1) + (2) + (3) + (4)]$$

$$= 10$$

- Calculando $\sum_{i=1}^n X_i$

$$\sum_{i=1}^n X_i$$

$$= [(515\ 251) + (832\ 608) + (1\ 123\ 744) + (1\ 464\ 406)]$$

$$= 3\ 936\ 009$$

- Calculando $[\sum_{i=1}^n t_i]^2$

$$\left[\sum_{i=1}^n t_i \right]^2$$

$$= [(1) + (2) + (3) + (4)]^2$$

$$= 100$$

- Calculando $\sum_{i=1}^n t_i^2$

$$\sum_{i=1}^n t_i^2$$

$$= [(1)^2 + (2)^2 + (3)^2 + (4)^2]$$

$$= 30$$

- Obteniendo b

$$= \frac{4(11\ 409\ 323) - (3\ 936\ 009)(10)}{4(30) - (100)}$$

$$= \frac{6\ 277\ 202}{20} = 313\ 860,1$$

Dado que ya se conoce el valor de la pendiente b se procede a calcular el valor de a , para ello se efectúan los siguientes cálculos:

- Calculando \hat{X}_t

$$\begin{aligned}\hat{X}_t &= \frac{515\,251 + 832\,608 + 1\,123\,744 + 1\,464\,406}{4} \\ &= 984\,002,3\end{aligned}$$

- Calculando t

$$\begin{aligned}t &= \frac{1 + 2 + 3 + 4}{4} \\ &= 2,5\end{aligned}$$

- Obteniendo a

$$\begin{aligned}\hat{X}_t &= a + bt \\ a &= \hat{X}_t - bt \\ &= 984\,002,3 - (313\,860,1)(2011,5) \\ &= 199\,352,05\end{aligned}$$

Conociendo todos los valores que construyen el modelo, es posible determinar que el pronóstico de ventas para el 2014 es equivalente a 1 768 652 cajas.

Tabla IX. **Historial de ventas anual II**

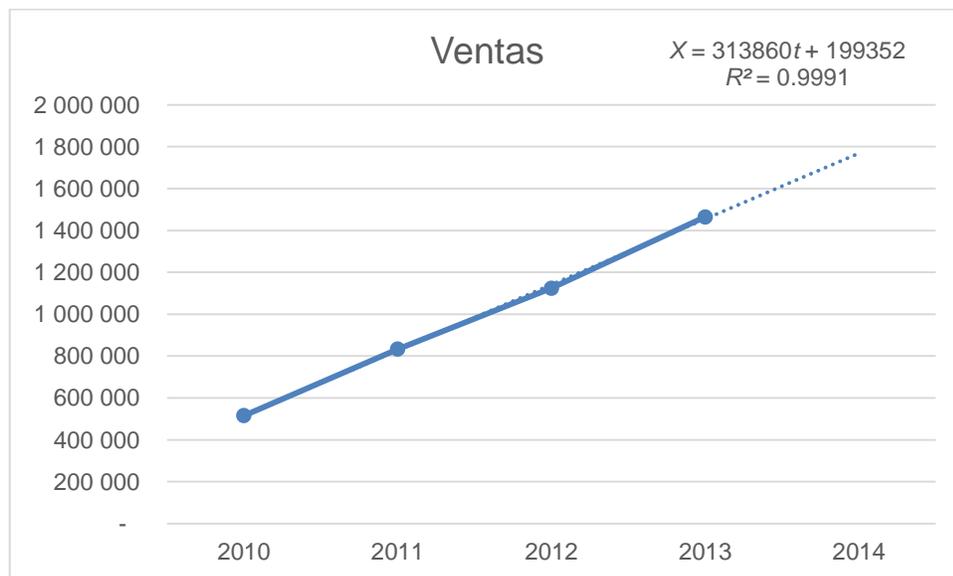
No.	Año	Ventas
1	2010	515 251
2	2011	832 608
3	2012	1 123 744
4	2013	1 464 406
5	2014	1 768 652

Fuente: elaboración propia.

$$\hat{X}_t = 199\,352 + 313\,860(5)$$

$$\hat{X}_t = 1\,768\,652$$

Figura 13. **Pronóstico de ventas**



Fuente: elaboración propia.

Se muestra en el gráfico una línea punteada que refleja la tendencia del 2014. El coeficiente de correlación es 0,9991. Cuando este valor se aproxima a 1 existe una intensa relación entre las variables, por lo cual es recomendable utilizar el método de regresión lineal como modelo de pronóstico.

3.1.2. Evaluación del modelo

El método de regresión lineal indica que el pronóstico de ventas para el 2014 es equivalente a 1 768 652 cajas. A partir de este, se puede elaborar el pronóstico de ventas mensual para conocer cuánto se debe producir y, de ese modo, lograr una gestión más eficiente de la cadena de abastecimiento.

El pronóstico mensual se obtiene a partir del pronóstico de ventas anual. En primer lugar, es necesario calcular la estacionalidad de cada mes para el 2014, a partir del historial de ventas.

Tabla X. **Historial de ventas mensual**

Mes\ Año	2011	2012	2013
Ene	49 080	68 687	90 528
Feb	58 902	76 638	87 339
Mar	77 530	91 307	121 659
Abr	62 955	100 055	109 022
May	70 209	97 601	122 526
Jun	66 190	100 255	111 975
Jul	79 200	96 234	136 347
Ago	77 119	102 653	145 229
Sep	70 693	98 882	129 935
Oct	67 532	92 379	134 376
Nov	68 642	94 431	127 287
Dic	84 554	104 621	148 184

Fuente: elaboración propia.

Para obtener la estacionalidad de cada mes del 2014 se efectúan los siguientes cálculos:

- Calculando el promedio ponderado (Prom. Pond.) para el mes de enero:

$$\begin{aligned} & \textit{Prom. Pond.}_{Ene} \\ &= 40\% * (2013)_{Ene} + 40\% * (2012)_{Ene} + 20\% * (2011)_{Ene} \\ &= 40\% * (90\,528) + 40\% * (68\,687) + 20\% * (49\,080) \\ &= 73\,502 \end{aligned}$$

- Calculando el promedio ponderado (Prom. Pond.) para el mes de diciembre:

$$\begin{aligned} & \textit{Prom. Pond.}_{Dic} \\ &= 40\% * (2013)_{Dic} + 40\% * (2012)_{Dic} + 20\% * (2011)_{Dic} \\ &= 40\% * (148\,184) + 40\% * (104\,621) + 20\% * (84\,554) \\ &= 118\,003 \end{aligned}$$

- Calculando el promedio ponderado (Prom. Pond.) para el total anual:

$$\begin{aligned} & \textit{Prom. Pond.}_{Total} \\ &= 40\% * (2013)_{Total} + 40\% * (2012)_{Total} + 20\% * (2011)_{Total} \\ &= 40\% * (1\,464\,406) + 40\% * (1\,123\,744) + 20\% * (832\,608) \\ &= 1\,201\,782 \end{aligned}$$

Para obtener la estacionalidad, primero se debe obtener el pronóstico para cada mes y también se calcula el pronóstico anual. El método empleado es el promedio ponderado, consiste en calcular el promedio del histórico del mes en años anteriores y asigna un peso mayor a los sucesos (años) más recientes y un peso menor a los menos recientes. Es por ello, que el 2013 pesa un 40 % y de la misma forma el 2012, mientras que el 2011 tiene un peso del 20 %. Los sucesos más recientes tienen mayor relevancia y pueden dar mejores

aproximaciones sobre predicciones futuras, a diferencia del método convencional del promedio, todos los sucesos tienen la misma importancia.

- Calculando la estacionalidad (Est) para el mes de enero:

$$Est_{Ene} = \frac{Prom. Pond_{Ene}}{Prom. Pond_{Total}} = \frac{73\ 502}{1\ 201\ 782} = 6,1\%$$

- Calculando la estacionalidad (Est) para el mes de diciembre:

$$Est_{Dic} = \frac{Prom. Pond_{Dic}}{Prom. Pond_{Total}} = \frac{118\ 003}{1\ 201\ 782} = 9,8\%$$

- Calculando la estacionalidad (Est) para el total anual:

$$Est_{Total} = \frac{Prom. Pond_{Total}}{Prom. Pond_{Total}} = \frac{1\ 201\ 782}{1\ 201\ 782} = 100\%$$

La estacionalidad es la razón entre el promedio ponderado de un mes y el promedio ponderado anual. Al comparar la estacionalidad de enero y diciembre se puede distinguir que diciembre es un mes con mayor estacionalidad y el volumen de ventas tiene un peso mayor que enero en el año.

A continuación se muestra la estacionalidad para los meses del 2014:

Tabla XI. **Estacionalidad I**

Mes\ Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
2011	49 080	58 902	77 530	62 955	70 209	66 190
2012	68 687	76 638	91 307	100 055	97 601	100 255
2013	90 528	87 339	121 659	109 022	122 526	111 975

Prom. Pond.	73 502	77 371	100 692	96 222	102 093	98 130
Est.	6,1%	6,4%	8,4%	8,0%	8,5%	8,2%

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Estacionalidad II**

Mes\ Año	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
2011	79 200	77 119	70 693	67 532	68 642	84 554	832 608
2012	96 234	102 653	98 882	92 379	94 431	104 621	1 123 744
2013	136 347	145 229	129 935	134 376	127 287	148 184	1 464 406

Prom. Pond.	108 872	114 577	105 665	104 208	102 416	118 033	1 201 782
Est.	9,1%	9,5%	8,8%	8,7%	8,5%	9,8%	100,0%

Fuente: elaboración propia.

El método de regresión lineal pronosticó la demanda para el 2014, mientras que el promedio ponderado calculó la estacionalidad de cada mes según datos históricos de ventas. Ahora, se procede a calcular la demanda mensual, para ello se efectúan los siguientes cálculos:

- Calculando el pronóstico (FCST) para el mes de enero:

$$FCST_{Ene} = FCST_{Total} * Est_{Ene}$$

$$= 1\,768\,652 * (6,1\%) = 108\,172$$

- Calculando el pronóstico (FCST) para el mes de diciembre:

$$FCST_{Dic}$$

$$= FCST_{Total} * Est_{Dic}$$

$$= 1\,768\,652 * (9,8\%) = 173\,708$$

A continuación se muestra el pronóstico mensual para el 2014:

Tabla XIII. Pronóstico de ventas I

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
Ponderado	6,1%	6,4%	8,4%	8,0%	8,5%	8,2%
Pronóstico	108 172	113 867	148 188	141 609	150 249	144 417

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. Pronóstico de ventas II

	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Ponderado	9,1%	9,5%	8,8%	8,7%	8,5%	9,8%	100,0%
Pronóstico	160 227	168 621	155 507	153 363	150 724	173 708	1 768 652

Fuente: elaboración propia.

3.2. Gestión de la producción

La gestión de la producción se basa en la planificación, ejecución y control de diferentes tácticas para mejorar las actividades desarrolladas en una empresa industrial.

Es fundamental, definir el nivel de actividad en la producción, esto permite optimizar los recursos de la empresa. Utilizando el pronóstico de ventas como punto de partida, la gestión de la producción direcciona el esfuerzo de la compañía a cumplir el requerimiento de la cantidad demandada, mediante una estructura operativa dada.

3.2.1. Capacidad

La gestión de la producción tiene como objetivo relacionar los recursos disponibles para fabricar el producto minimizando costos para un periodo determinado.

La cantidad de horas-hombre necesarias y un tipo de jornada laboral de trabajo definido permite efectuar un análisis de tiempo con el fin satisfacer la demanda. Por ejemplo, enero comprende 26 días hábiles de trabajo. Para calcular la disponibilidad en una jornada de trabajo diurno, se debe hacer un conteo de los días que se trabajarán entre semana y los que se trabajarán día sábado, de acuerdo al Código de Trabajo, las horas ordinarias no pueden exceder la cantidad de 8 horas entre semana y 4 horas día sábado.

- Calculando la disponibilidad JTD (jornada-trabajo-diurno) para el mes de enero:

$$\begin{aligned}
 & \text{Disp. JTD}_{Ene} \\
 &= \left(\sum_{Ene} LMRJV \right) * 8 \text{ horas/día} + \left(\sum_{Ene} S \right) * 4 \text{ horas/día} \\
 &= (22 \text{ días}) * 8 \text{ horas/día} + (4 \text{ días}) * 4 \text{ horas/día} \\
 &= 172 \text{ horas} + 16 \text{ horas} \\
 &= 192 \text{ horas}
 \end{aligned}$$

Este mismo cálculo se debe hacer para cada mes. A continuación se presenta un resumen de la disponibilidad por mes en días y horas.

Tabla XV. **Disponibilidad**

Mes	L	M	R	J	V	S	Disp. [días]	Disp. JTD [horas]
Ene	4	4	4	5	5	4	26	192
Feb	4	4	4	4	4	4	24	176
Mar	5	4	4	4	4	5	26	188
Abr	4	5	5	3	3	3	23	172
May	4	4	4	4	5	5	26	188
Jun	4	4	4	4	4	4	24	176
Jul	4	5	5	5	4	4	27	200
Ago	4	4	4	4	4	5	25	180
Sep	4	5	4	4	4	4	25	184
Oct	3	4	5	5	5	4	26	192
Nov	4	4	4	4	4	4	24	176
Dic	5	5	4	3	4	4	25	184
Total	49	52	51	49	50	50	301	2 208

Fuente: elaboración propia.

En el 2014 para una jornada de trabajo diurna, la disponibilidad es de 301 días y comprende 2 208 horas de trabajo efectivo. Ahora es necesario analizar el requerimiento cuando se tiene un ritmo de producción dado, es decir, una cantidad de cajas producidas en un período de tiempo.

- Calculando el Req (Requerimiento) para enero:

$$\begin{aligned}
 &Req_{Ene} \\
 &= \frac{FCST_{Ene}}{Ritmo\ Producción} \\
 &= \frac{108\ 172\ cajas}{480\ cajas/hora} \\
 &= 226\ horas
 \end{aligned}$$

Este mismo cálculo se debe hacer para cada mes. A continuación se presenta un resumen del requerimiento por mes horas.

Tabla XVI. **Requerimiento**

Mes	FCST	Ritmo Prod.	Req. [horas]
Ene	108 172	480	226
Feb	113 867	480	238
Mar	148 188	480	309
Abr	141 609	480	296
May	150 249	480	314
Jun	144 417	480	301
Jul	160 227	480	334
Ago	168 621	480	352
Sep	155 507	480	324
Oct	153 363	480	320
Nov	150 724	480	315
Dic	173 708	480	362
Total	1 768 652	480	3 691

Fuente: elaboración propia.

En función al pronóstico de ventas del 2014 y un ritmo de producción dado, el requerimiento es de 3 691 horas, mientras que la disponibilidad es de 2 208 horas. Por consiguiente, la disponibilidad es un recurso cuello de botella, es aquel cuya capacidad es menor o igual a la demanda que hay de él.

Cuando existe un recurso cuello de botella reduce la productividad y en consecuencia aumentan los costos. La capacidad de producción es la capacidad del cuello de botella. La clave está en equilibrar la capacidad con la demanda del mercado, y a partir de ahí balancear el flujo de producción. A continuación se presenta una relación entre la disponibilidad y el requerimiento con el fin de equilibrar la capacidad de producción y la demanda del mercado.

Tabla XVII. **Relación DR**

Mes	FCST	Ritmo Prod. [cjs/hrs]	Disp. [días]	Disp. JTD [hrs]	Req. [hrs]	Disp.1 vs Req. [hrs]	Prod.1	Alcance
Ene	108 172	480	26	192	226	-34	92 160	85%
Feb	113 867	480	24	176	238	-62	84 480	74%
Mar	148 188	480	26	188	309	-121	90 240	61%
Abr	141 609	480	23	172	296	-124	82 560	58%
May	150 249	480	26	188	314	-126	90 240	60%
Jun	144 417	480	24	176	301	-125	84 480	58%
Jul	160 227	480	27	200	334	-134	96 000	60%
Ago	168 621	480	25	180	352	-172	86 400	51%
Sep	155 507	480	25	184	324	-140	88 320	57%
Oct	153 363	480	26	192	320	-128	92 160	60%
Nov	150 724	480	24	176	315	-139	84 480	56%
Dic	173 708	480	25	184	362	-178	88 320	51%
Total	1 768 652	480	301	2 208	3 691	-1 483	1 059 840	60%

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a la relación disponibilidad-requerimiento (DR) existe una deficiencia de 1 483 horas para cumplir con la demanda del mercado. Se podrán producir únicamente 1 059 840 cajas de una total de 1 768 652, esto representa el 60 % de alcance sobre la demanda del mercado.

Debido a que la capacidad instalada de producción es limitada, y la demanda del mercado continúa en alza, existe una desigualdad entre la oferta y la demanda por lo que es indispensable incrementar las horas de trabajo efectivas, esto se traduce en mayor tiempo productivo y por lo tanto maximiza la producción.

La meta de la empresa es generar utilidades de forma sostenida, satisfaciendo las necesidades de los consumidores. Si no genera una cantidad

ilimitada de utilidades es porque existe un impedimento o restricción. Actualmente, la capacidad de producción es una restricción que impide satisfacer la demanda y alcanzar el más alto desempeño en relación a la meta.

De acuerdo al enfoque sistemático del TOC (teoría de las restricciones) la única manera de mejorar es identificar y eliminar las restricciones. Para aplicar un enfoque sistemático a las restricciones se deben seguir los siguientes pasos:

- A. Identificar las restricciones del sistema: una restricción es variable que condiciona un curso de acción. En este caso la restricción está íntimamente relacionada con la capacidad de producción.
- B. Explotar las restricciones del sistema: implica buscar la forma de obtener la mayor producción posible de la restricción. Existen distintas formas de incrementar la capacidad de producción, ya sea en invertir en maquinaria, en mano de obra o ambas.
- C. Subordinar todo a la restricción anterior: todo el sistema debe funcionar al ritmo que marca la restricción anterior. Al incrementar la capacidad de producción ya no existe una desigualdad entre la oferta y la demanda.
- D. Elevar las restricciones del sistema: implica iniciar un programa de mejoramiento del nivel de actividad de la restricción. En este caso, es más rentable crear una jornada de trabajo adicional para cumplir con la demanda del mercado.
- E. Volver al paso 1: en cuanto se ha elevado la restricción del sistema, se debe volver al paso 1 para comenzar de nuevo el proceso, así identificar los nuevos recursos con menor capacidad.

3.2.2. Planeación

El enfoque sistemático del TOC conduce hacia la productividad. La clave está en identificar la restricción del sistema para incrementar su capacidad y por ende la capacidad del sistema. En este caso la disponibilidad de tiempo limita la capacidad de producción e impide cumplir con el requerimiento del mercado. El déficit de horas-hombre condiciona el curso de acción e impide obtener la mayor producción posible de la restricción. La forma de liquidar el déficit de horas-hombre es creando una jornada de trabajo mixta que complemente la jornada de trabajo diurno actual porque es más rentable crear una jornada de trabajo mixta que implantar horas extra.

Además, no solamente resulta más rentable crear una jornada adicional sino también la productividad de los trabajadores no disminuye. El estudio horas extras programadas y productividad laboral: análisis cuantitativo, encontró una disminución de la productividad del 10 % al 15 % cuando los trabajadores laboran horas de tiempo extra durante la semana de trabajo.

El costo de producción está constituido por tres elementos básicos: materia prima, mano de obra y gastos de fabricación o producción. Al crear una jornada de trabajo adicional, en lugar de implantar horas extras, se minimiza el costo de la mano de obra aproximadamente en un 24 %, una eficiencia o ineficiencia en alguno de los tres elementos básicos impacta positiva o negativamente en el costo de producción.

$$\text{Costo de prod.} = \text{materia prima} + \text{mano de obra} + \text{gastos de fab.}$$

A continuación se presenta un comparativo entre la jornada de trabajo diurna y mixta, utilizando el salario mínimo como referencia para el análisis.

Tabla XVIII. **Jornada de trabajo**

	Jornada Mixta	Jornada Diurna
Salario mínimo mensual	Q2 280.34	Q2 280.34
Salario mínimo día	Q74.97	Q74.97
Salario mínimo hora	Q10.71	Q9.37

Fuente: elaboración propia.

Conociendo el salario por hora en una jornada de trabajo diurna y mixta se procede a comparar el costo de una jornada mixta y el costo de laborar horas extras para cumplir con el requerimiento de producción.

Tabla XIX. **Jornada de trabajo *versus* horas extra**

Horas	Costo		
	Jornada Mixta	Horas Extra	JTM vs Hrs. Extra
1	Q10,71	Q14,06	-24 %
2	Q21,42	Q28,11	-24 %
3	Q32,13	Q42,17	-24 %
4	Q42,84	Q56,23	-24 %

Fuente: elaboración propia.

El costo de trabajar 4 horas en una jornada de trabajo mixta es Q42,84 mientras que el costo de trabajar 4 horas extras en una jornada de trabajo diurna es Q56,2. En conclusión, al escoger una jornada de trabajo adicional para cumplir con el requerimiento de producción disminuye en un 24 % el costo de la mano de obra y esto impacta directamente en el costo de producción.

La fábrica tendrá 15 horas de trabajo productivas, se opta por crear una jornada de trabajo mixta porque minimiza el costo de producción, evita recurrir a horas extras de trabajo que incrementan la fatiga de los trabajadores. Además, mejora el clima laboral porque evita accidentes y aumenta la productividad.

A partir de la relación DR se concluye que únicamente se logran producir 1 059 840 cajas, y por medio de la jornada de trabajo mixta se busca producir la necesidad que es la diferencia entre el pronóstico y la producción, equivalente a 708 812 cajas.

Para calcular la cantidad de días que se deben trabajar con jornada de trabajo mixta se calcula el requerimiento en función de la necesidad y el ritmo de producción dado.

- Calculando el Req (Requerimiento) para el mes de enero:

$$\begin{aligned}
 & Req_{Ene} \\
 &= \frac{FCST_{Ene} - Prod. 1_{Ene}}{Ritmo Producción} \\
 &= \frac{108\ 172\ cajas - 92\ 160\ cajas}{480\ cajas/hora} \\
 &= 34\ horas
 \end{aligned}$$

- Calculando la Disp. JTM (Disponibilidad jornada-trabajo-mixta) para el mes de enero:

$$\begin{aligned}
 & Disp. JTM_{Ene} \\
 &= Req_{Ene} * \frac{1\ día}{7\ horas} \\
 &= 34\ horas * \frac{1\ día}{7\ horas} \\
 &= 5\ días
 \end{aligned}$$

- Calculando la Prod.2 (Producción) para el mes de enero:

Prod. 2_{Ene}

$$= \text{Ritmo de Producción} * \left(\frac{7 \text{ horas}}{\text{día}} \right) * \text{Disp. JTM}_{Ene}$$

$$= 480 \text{ cajas/hora} * \left(\frac{7 \text{ horas}}{\text{día}} \right) * 5 \text{ días}$$

$$= 16\,800 \text{ cajas}$$

En conclusión, es necesario laborar 5 días en una jornada de trabajo mixta para producir 16 800 cajas de una necesidad equivalente a 16 012 cajas, así cumplir con el requerimiento de producción. El mismo cálculo se debe realizar para cada mes.

Tabla XX. Relación DR JTM

Mes	FCST	Prod.1	Nec.	Req. [hrs]	Disp. JTM [días]	Prod.2	Prod.TT	Prod.TT vs FCST
Ene	108 172	92 160	16 012	34	5	16 800	108 960	788
Feb	113 867	84 480	29 387	62	9	30 240	114 720	853
Mar	148 188	90 240	57 948	121	18	60 480	150 720	2 532
Abr	141 609	82 560	59 049	124	18	60 480	143 040	1 431
May	150 249	90 240	60 009	126	18	60 480	150 720	471
Jun	144 417	84 480	59 937	125	18	60 480	144 960	543
Jul	160 227	96 000	64 227	134	20	67 200	163 200	2 973
Ago	168 621	86 400	82 221	172	25	84 000	170 400	1 779
Sep	155 507	88 320	67 187	140	20	67 200	155 520	13
Oct	153 363	92 160	61 203	128	19	63 840	156 000	2 637
Nov	150 724	84 480	66 244	139	20	67 200	151 680	956
Dic	173 708	88 320	85 388	178	26	87 360	175 680	1 972
Total	1 768 652	1 059 840	708 812	1 483	216	725 760	1 785 600	16 948

Fuente: elaboración propia.

Según el pronóstico de ventas la cantidad demandada es 1 768 652 cajas en el año, por medio de la jornada diurna se logrará una producción anual de 1 059 840 cajas y a través de la jornada mixta se logrará una producción de 725 760 cajas, combinando ambas jornadas se obtiene una producción total de 1 785 600 cajas. Esto quiere decir que respecto al pronóstico de ventas se obtiene un excedente de 16 948 cajas. Por lo tanto, se procede a realizar un ajuste en la relación disponibilidad-requerimiento, reduciendo la disponibilidad de días en jornada mixta y utilizando el inventario acumulado como amortiguador para cumplir con la demanda del mercado.

Para identificar si es posible reducir la disponibilidad de días en la jornada mixta, se debe encontrar las diferencias entre el pronóstico de ventas y la cantidad total producida en cada mes, así determinar el inventario acumulado.

Cuando dicho inventario exceda las 3 360 cajas que corresponde a la producción diaria, entonces se podrá reducir un día disponible y cubrir el requerimiento con el inventario acumulado.

Tabla XXI. **Relación DR con ajuste de stock**

Mes	Ritmo Prod. [día]	Disp. JTM [días]	Prod.TT vs FCST	Stock	Ajuste [cajas]	Ajuste [días]	Prod.TT vs FCST
Ene	3 360	5	788	788	0	0	788
Feb	3 360	9	853	1 641	0	0	1 641
Mar	3 360	18	2 532	4 173	-3 360	-1	813
Abr	3 360	18	1 431	2 244	0	0	2 244
May	3 360	18	471	2 715	0	0	2 715
Jun	3 360	18	543	3 258	0	0	3 258
Jul	3 360	20	2 973	6 231	-3 360	-1	2 871
Ago	3 360	25	1 779	4 650	-3 360	-1	1 290
Sep	3 360	20	13	1 303	0	0	1 303
Oct	3 360	19	2 637	3 940	-3 360	-1	580
Nov	3 360	20	956	1 536	0	0	1 536
Dic	3 360	26	1 972	3 508	-3 360	-1	148
Total	3 360	216	16 948	17 096	-16 800	-5	296

Fuente: elaboración propia.

Se pueden reducir 5 días de trabajo disponible y utilizar el inventario para satisfacer la demanda. Esta reducción minimiza el costo de producción y costo de almacenamiento. Por medio de la relación DR con ajuste de *stock* se logra minimizar el *stock* excedente de 16 948 cajas hasta 296 cajas. Esta reducción de inventario es uno de los resultados más destacados, ya que el capital inmovilizado se reduce significativamente y la probabilidad que exista producto fuera de norma es menor.

3.3. Gestión del transporte

En IBF, la gestión del transporte busca optimizar los recursos utilizados en movilizar producto terminado. El transporte es el componente con la mayor ponderación en el consolidado de costos logísticos y utilizando la filosofía del TOC, es posible reducir el costo de distribución incrementando la capacidad de transporte del sistema.

La gestión del transporte tiene dos tareas imperativas, estas son la elección del medio de transporte a utilizar y la programación de movimientos a emplear.

El medio de transporte a utilizar es terrestre, debido a la proximidad entre territorios. Se utiliza una flota de camiones cuya capacidad es de 28 tarimas, cada tarima contiene 70 cajas y cada caja contiene 24 unidades de producto.

Hoy en día, para cumplir con el pronóstico de ventas se deben efectuar un número determinado de viajes.

- Calculando el número de viajes para el mes de enero:

No. Viajes_{Ene}

$$= Producción_{Ene} * \left(\frac{1 \text{ tarima}}{70 \text{ cajas}} \right) * Capacidad \text{ Transp.}$$

$$= 108\,960 \text{ cajas} * \left(\frac{1 \text{ tarima}}{70 \text{ cajas}} \right) * \frac{1 \text{ viaje}}{28 \text{ tarimas}}$$

$$= 56 \text{ viajes}$$

Tabla XXII. **Número de viajes actual**

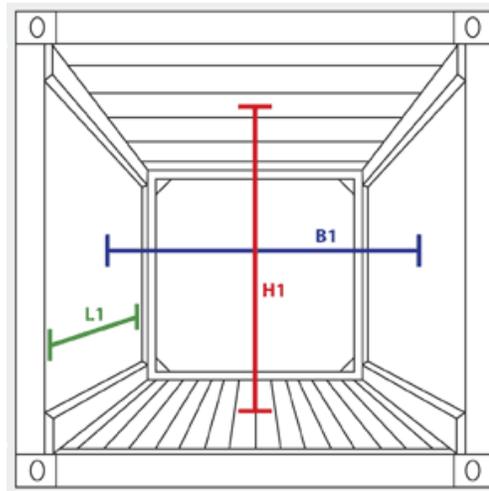
Mes	Prod. [cajas]	Prod. [tarimas]	Capacidad Trans. [tarimas]	No. Viajes
Ene	108 960	1 556,6	28	56
Feb	115 508	1 650,1	28	59
Mar	149 001	2 128,6	28	77
Abr	143 853	2 055,0	28	74
May	152 964	2 185,2	28	79
Jun	147 675	2 109,6	28	76
Jul	163 098	2 330,0	28	84
Ago	169 911	2 427,3	28	87
Sep	156 810	2 240,1	28	81
Oct	153 943	2 199,2	28	79
Nov	152 260	2 175,1	28	78
Dic	173 856	2 483,7	28	89
Total	1 768 948	25 270,7	28	903

Fuente: elaboración propia.

Se deben realizar 903 viajes para abastecer la producción anual 2014. Sin embargo, es posible disminuir el número de viajes y minimizar el costo de distribución.

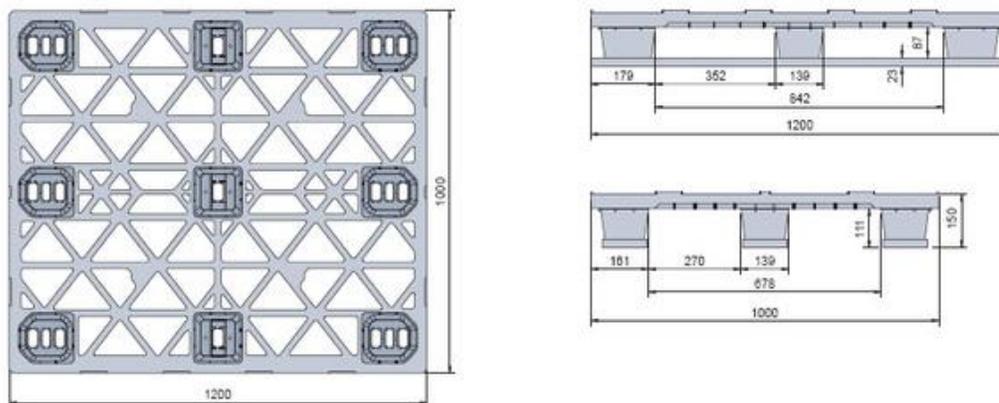
En busca de mejorar el aprovechamiento del espacio, es importante analizar las dimensiones del contenedor que transporta el producto y verificar si es posible un mejor aprovechamiento del espacio disponible.

Figura 14. Dimensiones del contenedor



Fuente: *Dimensiones de los contenedores*. <http://www.casascontenedores.com/p/blog-page.html>. Consulta: 20 de septiembre de 2014.

Figura 15. Dimensiones del *pallet*



Fuente: *Mecalux logismarket*. <http://www.logismarket.cl/legno/pallet-plastico-industrial/1768046959-1442003319-p.html>. Consulta: 20 de septiembre de 2014.

Las dimensiones del *pallet* son:

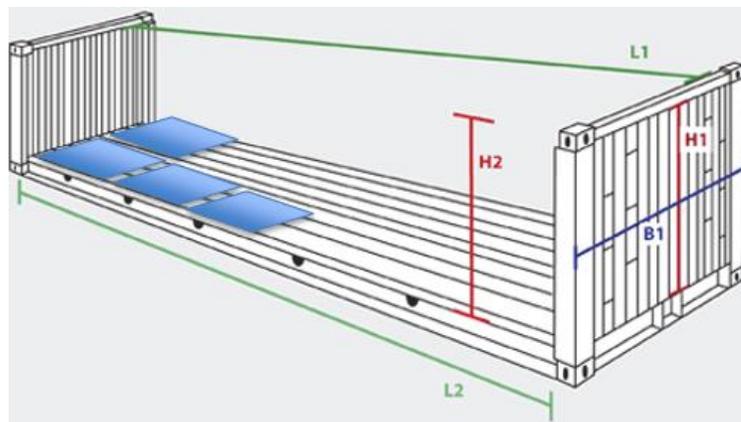
- Base: 1,20 m.
- Largo: 1,00 m.
- Altura: 0,15 m.
- Altura con producto: 1,43 m.

Las dimensiones del contenedor son:

- H1: 2,70 m.
- B1: 2,50 m.
- L1: 14,00 m.

Dentro del contenedor los *pallets* son ordenados de la siguiente manera:

Figura 16. **Acomodamiento del contenedor**



Fuente: *Dimensiones de los contenedores*. <http://www.noticiario-sur.com.ar/barrio/lugano/aulas-containers-lo-atamos-con-alambres>. Consulta: 20 de septiembre de 2014.

Tabla XXIII. **Acomodamiento del contenedor**

	Contenedor [m]	Pallet con producto [m]	Cantidad de pallets	Total [m]	Diferencia [m]	Utilización
Base	2,50	1,20	2,00	2,40	0,10	96 %
Largo	14,00	1,00	14,00	14,00	0,00	100 %
Alto	2,70	1,43	1,00	1,43	1,27	53 %

Fuente: elaboración propia.

El contenedor tiene una base de 2,50 m y el pallet tiene una base de 1,20 m, se pueden colocar 2 *pallets* haciendo un total de 2,40 m y queda una diferencia de 0,10 m, la utilización del espacio es del 96 %. A lo largo del contenedor se disponen 14,00 m y el largo de un *pallet* es 1,00 m, se pueden distribuir 14 *pallets* haciendo un total de 14,00 m, en este caso la utilización del espacio es del 100 %. En cuanto a la altura, se cuentan con 2,70 m y únicamente se utilizan 1,43 m, con una diferencia de 1,27 m y en volumen representan 44 m³ desaprovechados, la utilización del espacio es del 53 %.

3.3.1. Metodología para el transporte

Analizando el transporte como un área funcional de la compañía, es posible tener un mayor aprovechamiento del transporte incrementando su capacidad, esto disminuiría el costo de transporte y por ende la empresa genera mayor utilidad, mientras más producto sea transportado utilizando la menor cantidad de recursos, entonces mayor será la productividad.

Para mejorar la gestión del transporte se debe aprovechar mejor el espacio disponible por contenedor, de esta manera disminuir el número de viajes que se traduce en un menor costo de transporte. Y la solución para transportar mayor producto por viaje está en el embalaje para el transporte. La

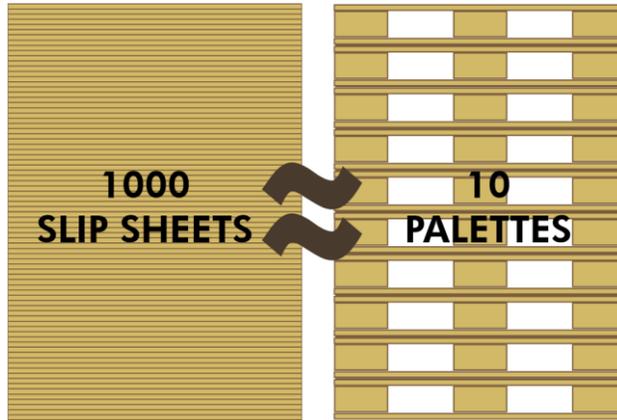
utilización de *slip-sheets* (hojas deslizantes) puede sustituir *pallets* de plástico o madera pesados, voluminosos y caros. Las hojas deslizantes están hechas de múltiples capas de papel *kraft*.

Algunos de los beneficios de utilizar *slip-sheets* son los siguientes:

- Reduce el costo de los materiales, fletes, reparación, almacenamiento y eliminación.
- Amigable con el medio ambiente, sin madera, higiénico y 100 % reciclable.
- Compatible con el estándar de *forklifts* (carretillas elevadoras).

El ahorro en costo de material puede ser del 80 % o incluso mayor si se compara con *pallets* de madera. Además, mejora el uso del espacio en los contenedores, esto hace que se reduzca el costo de transporte. Y para el almacenamiento de las hojas se necesita un espacio mínimo, reduciendo así el costo de almacenamiento.

Figura 17. **Slip-Sheet**



Fuente: *Eltete TPM Ltd.*

http://www.solucionescriticas.com/objetos/producto/Njk=/doc_02072014185048.pdf. Consulta:
20 de septiembre de 2014.

Al utilizar *slip-sheets* se tiene una reducción de 0,15 m por tarima, y es posible duplicar la capacidad del contenedor, entonces se puede agregar un nivel adicional a la carga de producto original.

Tabla XXIV. **Aprovechamiento de la altura**

	Pallet con producto [m]	Slip-Sheet con producto [m]
Altura Nivel 1	1,43	1,28
Altura Nivel 2	2,86	2,56
Alto del contenedor	2,70	2,70
Diferencia	-1,43	-1,28
Utilización	106 %	95 %

Fuente: elaboración propia.

Definitivamente, la implementación de *slip-sheets* permite duplicar la capacidad de transporte. Al colocar dos niveles de carga utilizando *pallet* sobrepasa la altura del contenedor, mientras que sustituyendo el *pallet* por *slip-sheet* no sobrepasa la altura del contenedor y el aprovechamiento del espacio es del 95 %. Es necesario resaltar que la cantidad de cajas estibadas en una hoja deslizante es igual a la cantidad estibada en un *pallet*. Por estándares de producción y análisis de cuerpos en movimiento, el máximo de cajas estibadas por *pallet* u hoja antideslizante son 70.

Tabla XXV. **Número de viajes propuesto**

Mes	Prod. [cajas]	Prod. [tarimas]	Capacidad Trans. [tarimas]	No. Viajes
Ene	108 960	1 556,6	56	28
Feb	115 508	1 650,1	56	30
Mar	149 001	2 128,6	56	39
Abr	143 853	2 055,0	56	37
May	152 964	2 185,2	56	40
Jun	147 675	2 109,6	56	38
Jul	163 098	2 330,0	56	42
Ago	169 911	2 427,3	56	44
Sep	156 810	2 240,1	56	41
Oct	153 943	2 199,2	56	40
Nov	152 260	2 175,1	56	39
Dic	173 856	2 483,7	56	45
Total	1 768 948	25 270,7	56	452

Fuente: elaboración propia.

Se deben realizar 452 viajes para abastecer la producción anual 2014, utilizando *slip-sheets* se logran colocar dos niveles de carga, esto reduce el número de viajes en un 50 % y en la misma proporción disminuye el costo de transporte.

Tabla XXVI. **Costo de transporte**

	Actual	Propuesto	Diferencia
Viajes	903,00	452,00	451,00
Tarifa	\$341,53	\$341,53	\$0,00
Costo	\$308 401,59	\$154 371,56	\$154 030,03

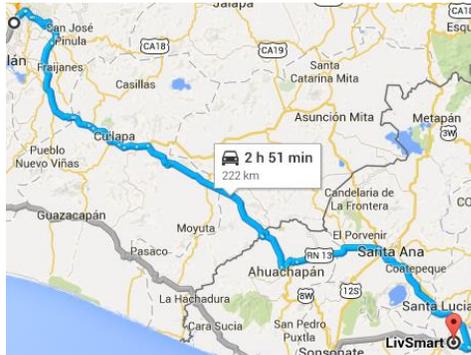
Fuente: elaboración propia.

3.3.2. Tiempo de aprovisionamiento

El tiempo de aprovisionamiento es un parámetro logístico útil para conocer el comportamiento de las órdenes en la cadena de abastecimiento. Es el período en que el producto es abastecido, desde la producción hasta la entrega al centro de distribución.

El tiempo de aprovisionamiento es equivalente a 2 días, el recorrido comprende aproximadamente 222 kilómetros de distancia entre la planta de producción y el centro de distribución y el tiempo de transporte es 1 DT (día-tránsito).

Figura 18. **Recorrido de aprovisionamiento**



Fuente: elaboración propia.

Es vital que no existan variaciones en el tiempo de entrega, este parámetro es influenciado por factores internos y externos. Los factores internos pueden ser controlados aplicando los principios fundamentales del transporte. Por otra parte, los factores externos no pueden ser controlados ya que son ajenos a la operación de la empresa, se deben eventos imprevistos como por ejemplo condiciones climatológicas adversas.

Por lo tanto, las medidas de prevención que se tomarán para evitar cualquier variación debida a factores internos son:

- Se debe cargar y descargar cuidadosamente
- La duración del viaje debe ser lo más corta posible
- Se debe proteger el producto en relación a su susceptibilidad
- Disminuir movimientos bruscos en el trayecto del viaje
- Se debe evitar sobrecalentamiento
- Mantener las condiciones anteriores

3.4. Gestión de inventarios

Para establecer un equilibrio entre la disponibilidad del producto y su demanda se utiliza el inventario y es indispensable establecer criterios que faciliten la toma de decisiones al momento de responder las siguientes preguntas:

- ¿Cuánto ordenar?
- ¿En qué momento debe ordenarse?

3.4.1. Metodología para el inventario

Para responder la primera pregunta, ¿cuánto ordenar?, se toma como punto de partida la cantidad producida mensual que está en función del pronóstico de ventas. Esta cantidad se divide en semanas, a esto se le denomina explosión. Asumiendo que cada mes tiene cuatro semanas y en cada una de ellas el promedio de venta es lineal, entonces el peso de cada semana dentro del mes es 25 %.

En conclusión, la cantidad a ordenar será equivalente al 25 % de la cantidad producida en el mes. Y respondiendo a la segunda pregunta ¿En qué momento debe ordenarse?, se debe ordenar cada semana el 25 % de la producción mensual. De esta manera, habrá un flujo continuo de producto que mitiga las fluctuaciones de la demanda ofreciendo un aseguramiento contra las incertidumbres del mercado.

A continuación se muestra la cantidad a producir, el número de viajes que se requieren para transportar el producto terminado y la explosión semanal para cada mes.

Tabla XXVII. **Explosión semanal**

Mes	Prod. [tarimas]	No. Viajes	Explosión
Ene	1 557	28	7
Feb	1 650	30	8
Mar	2 129	39	10
Abr	2 055	37	9
May	2 185	40	10
Jun	2 110	38	10
Jul	2 330	42	11
Ago	2 427	44	11
Sep	2 240	41	10
Oct	2 199	40	10
Nov	2 175	39	10
Dic	2 484	45	11

Fuente: elaboración propia.

Como resultado, para el mes de enero se producen aproximadamente 1 557 tarimas, se requieren 28 viajes para abastecer el centro de distribución y semanalmente se deben planificar 7 viajes. La misma mecánica se utiliza para conocer el número de viajes de los demás meses.

3.4.2. Rotación del inventario

La rotación de inventarios es una medida de eficiencia muy importante, mientras mayor sea la rotación, mayor será la liquidez de la empresa. La rotación está íntimamente relacionada a la venta del producto, es decir que si un pronóstico se desvía mucho de los valores de consumo reales, el nivel de *stock* será elevado y por lo tanto la rotación del inventario es muy baja.

En la gestión del inventario el método de categorización por excelencia es el análisis ABC, consiste en la división de los artículos en tres categorías: A, B y

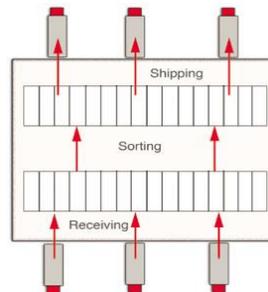
C. Los artículos pertenecientes a la categoría A son los más valiosos, mientras que los que pertenecen a la categoría C son los menos valiosos. Este método tiene como objetivo dar mayor relevancia a los pocos artículos de importancia crucial (artículos A), en lugar de muchos artículos triviales (artículos C). Esta será la categorización que se utilizará en la gestión de inventarios. Hoy en día, la empresa maneja exclusivamente un producto, pero mientras el portafolio de productos se empieza a desarrollar este método de categorización será más importante.

El manejo del inventario se rige bajo el método PEPS (primero en entrar primero en salir), consiste en dar salida del inventario a aquellos productos que se adquirieron primero, además esto garantiza que el producto con la fecha de expiración más próxima sea el primero en ser despachado.

Para hacer más eficiente el manejo del inventario y reducir la cantidad de movimientos tanto en carga como descarga, es conveniente cambiar el *lay-out*.

El esquema de distribución dentro del CD (centro de distribución) se muestra a continuación:

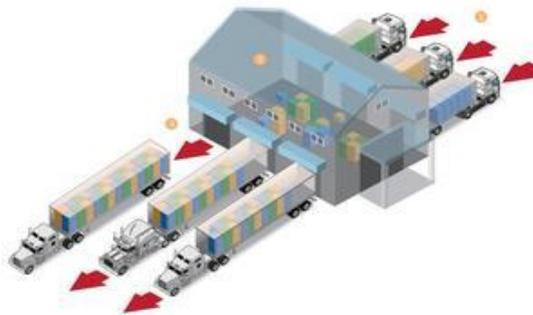
Figura 19. **Lay-out del CD**



Fuente: *Cisco-Eagle*. <http://www.cisco-eagle.com/blog/2007/12/05/brief-1-cross-docking-is-it-right-for-me/>. Consulta: 22 de septiembre de 2014.

Este *lay-out* incorpora algunas técnicas del *cross-docking*, el cual es un sistema que busca reducir el inventario intermedio, es decir entre planta de producción y clientes. Es altamente eficiente ya que reduce la cantidad de movimiento en el manejo del inventario. Mientras un camión está descargando el producto simultáneamente otro camión está cargando el producto listo para ser entregado al cliente.

Figura 20. **Cross-docking**



Fuente: *Cincinnati Business Courier*. <http://www.bizjournals.com/cincinnati/print-edition/2013/09/06/a-closer-look-at-cross-docking.html>. Consulta: 22 de septiembre de 2014.

4. GESTIÓN DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO

4.1. Implementación

La implementación de proyectos conforma parte integral de la gestión de proyectos. A partir de una planificación e implementación efectiva se define qué se hará, quién lo hará, así como cuándo y cómo se hará. Un plan efectivo ayuda a optimizar el uso de los recursos del proyecto y reduce el tiempo dedicado a resolver problemas durante la implementación.

Una herramienta muy útil en la implementación es el marco lógico, ya que ayuda a examinar de manera práctica y minuciosa la relación entre los insumos y los resultados para que las actividades generen productos que cumplan el objetivo que, a su vez, satisfaga la meta del proyecto.

Tabla XXVIII. Marco lógico

	Jerarquía de Objetivos	Indicadores Verificables	Medios de Verificación	Supuestos
Meta	¿A qué se propone contribuir el proyecto?	Mide el impacto	Se mide por medio de estudios.	Situaciones que deben ocurrir.
Objetivo	¿Qué respuesta busca obtener el proyecto?	Mide los efectos	Se mide por la diferencia entre las mediciones iniciales y finales.	Condiciones que se deben generar.
Productos	¿Qué se propone lograr el proyecto?	Describe los resultados directos de las actividades.	Informes de monitoreo	

Continuación de la tabla XXVIII.

Actividades	¿Qué se hará para lograr el proyecto?	Mide si se realizaron las actividades.	Informes de monitoreo	
Insumos	¿Qué recursos son necesarios para realizar las actividades?	Incluye recursos financieros, humanos y logísticos.	Informes financieros	

Fuente: elaboración propia.

4.1.1. Descripción operativa

El marco lógico es una herramienta matriz en la que aparecen todos los pasos, desde los insumos o recursos hasta el cumplimiento de la meta programada, se utiliza para seguir atentamente los componentes de la implementación relacionados con la teoría del cambio. A continuación se presenta la aplicación de esta herramienta:

Tabla XXIX. **Aplicación del marco lógico**

	Jerarquía de Objetivos	Indicadores Verificables	Medios de Verificación	Supuestos
Meta	Planteamiento efectivo de la cadena de abastecimiento.	Planificación y comunicación efectiva	Distribución numérica	Condiciones naturales favorables
Objetivo	Optimizar la gestión de la cadena de abastecimiento.	Sinergia entre la oferta y la demanda	KPI	Cumplimiento de los productos

Continuación de la tabla XXIX.

Productos	Gestión de la demanda	Pronóstico de ventas	Dispersión entre el valor esperado y valor real	
	Gestión de la producción	Planeación de la producción	Disponibilidad se ajusta al requerimiento de producción.	
	Gestión del transporte	Planeación del transporte y tiempo de aprovisionamiento.	Cantidad de viajes y tiempo de abastecimiento.	
	Gestión del almacenaje	Manejo del inventario	Rotación del inventario.	
Actividades	Crear un pronóstico de ventas	Cumplimiento de la actividad	Informe de monitoreo.	
	Optimizar disponibilidad de tiempo	Cumplimiento de la actividad	Informe de monitoreo.	
	Reducir costos de transporte	Cumplimiento de la actividad	Informe de monitoreo.	
	Reducir movimientos en almacenaje e incrementar la rotación	Cumplimiento de la actividad	Informe de monitoreo.	
Insumos	Demanda: historial de ventas	Antecedentes históricos	Informe de ventas	
	Producción: pronóstico de ventas	Recursos humanos	Informe del personal.	
	Transporte: volumen de producción	Recursos logísticos	Informe de distribución.	
	Almacenaje: volumen transportado	Recursos financieros	Informe de operaciones.	

Fuente: elaboración propia.

La primera fila describe la meta del proyecto o el impacto deseado, acompañada de un indicador que medirá si se ha cumplido dicha meta. Luego se menciona el medio de verificación respecto a cómo se medirá el indicador y se indican los supuestos importantes de cómo el objetivo del proyecto ayuda a cumplir la meta del proyecto.

4.1.1.1. Meta

El proyecto se propone contribuir a un planteamiento efectivo de la cadena de abastecimiento. El indicador que mide si se ha cumplido dicha meta es la planificación y comunicación efectiva entre las áreas funcionales de la empresa. El medio de verificación es la distribución numérica, es decir, la cantidad de puntos de venta donde se encuentra visible y disponible para la compra un producto determinado. A la situación que debe ocurrir para que el objetivo del proyecto ayude a cumplir la meta del proyecto es un supuesto, y es tener condiciones naturales favorables, es decir, que alguna condición desfavorable cómo una catástrofe natural pondría en riesgo toda la operación.

4.1.1.2. Objetivo

La respuesta que busca obtener el proyecto es optimizar la gestión de la cadena de abastecimiento. El indicador que mide el cumplimiento de la meta es la sinergia entre la oferta y la demanda. Cada área funcional de la empresa cuenta con indicadores claves del desempeño (KPI) y estos son el medio de verificación, se mide por las diferencias entre las mediciones iniciales y finales. Las condiciones que se deben generar para la ejecución del objetivo del proyecto es un supuesto, y se refiere el cumplimiento de los productos.

4.1.1.3. Productos

La consecución de los productos es una condición que se debe generar para cumplir con el objetivo, y por ende, con la meta del proyecto. Así que el proyecto se propone lograr:

- Gestión en la demanda: el indicador verificable es el pronóstico de ventas y el medio de verificación es la diferencia entre el valor esperado y real.
- Gestión de la producción: la planeación de la producción es el indicador verificable, y el medio de verificación es la diferencia entre la disponibilidad de tiempo y el requerimiento de producción.
- Gestión del transporte: la planeación del transporte y el tiempo de aprovisionamiento son los indicadores verificables, el medio de verificación es la cantidad de viajes y el tiempo de abastecimiento.
- Gestión del almacenamiento: el manejo del inventario es el indicador verificable y el medio de verificación es la rotación del inventario.

Estos son los productos que inciden en el alcance del objetivo del proyecto. Además, estos constituyen los cuatro pilares fundamentales en la gestión de la cadena de abastecimiento.

4.1.1.4. Actividades

Las actividades se refieren al conjunto acciones que se harán para lograr los productos. Las actividades que se deben ejecutar en la gestión de la cadena se detallan a continuación:

- Gestión de la demanda: crear un pronóstico de ventas que se ajuste a las necesidades de la empresa.
- Gestión de la producción: optimizar disponibilidad de tiempo, de tal manera que se pueda cumplir con el pronóstico de ventas.
- Gestión del transporte: reducir los costos de transporte desplazando la mayor cantidad producida y utilizando la menor cantidad de recursos.
- Gestión del almacenamiento: reducir movimientos en el manejo de inventario y hacer más eficiente la rotación del producto.

4.1.1.5. Insumos

Se refiere a todos los recursos que son necesarios para llevar a cabo las actividades. A continuación se detallan los insumos requeridos:

- Gestión de la demanda: el insumo es el historial de ventas o los antecedentes históricos que ayudan a prever la necesidad de producción.
- Gestión de la producción: el insumo es la gestión de la demanda, a través del pronóstico de ventas se planifica la producción.
- Gestión del transporte: la gestión de la producción es el insumo, la cantidad producida indica la cantidad que debe ser transportada para ser almacenada.

- Gestión del almacenamiento: la gestión del transporte es el insumo, la cantidad transportada debe ser ordenada de manera que facilite el manejo del inventario en bodega.

Cada área funcional de la empresa está íntimamente relacionada. A través del análisis del marco lógico se hace notorio el vínculo que existe entre la demanda, la producción, el transporte y el almacenamiento. El producto de cada área en la cadena de abastecimiento es el insumo de otra.

4.2. Control del sistema

El control es un elemento del proceso administrativo cuya función principal es evaluar el rendimiento para asegurar que las actividades reales coincidan con las planificadas.

La importancia del control radica en identificar y corregir cualquier desviación significativa en las actividades planificadas. Para garantizar un control estricto en la cadena de abastecimiento y evitar desviaciones de las actividades planificadas es indispensable seguir un proceso que facilite la supervisión de resultados, los elementos esenciales de dicho proceso son:

- Llevar a cabo un proceso de supervisión de las actividades.
- Crear estándares establecidos para determinar posibles desviaciones de los resultados.
- Corregir errores de posibles desviaciones en los resultados o en las actividades.
- Planificar actividades y objetivos a realizar después de realizar las correcciones necesarias.

En conclusión, la función administrativa del control busca evaluar y corregir el desempeño de las actividades para asegurar que la meta de la organización se está cumpliendo.

Es vital que el control sea utilizado como medida reactiva ante una desviación. Sin embargo, es mayor la utilidad de esta función administrativa cuando se utiliza como medida proactiva o de prevención porque ayuda a evitar dispersiones en las actividades futuras.

4.2.1. Medición del desempeño

La medición del desempeño establece las condiciones que deben existir para que las actividades se desarrollen satisfactoriamente. Esta medición sirve para determinar la productividad de la empresa. Se entiende por productividad al vínculo que existe entre lo que se ha producido y los medios que se han empleado para conseguirlo.

La productividad está asociada a la eficiencia, de manera que un incremento en la productividad supone una mayor rentabilidad para la empresa. La medición de la productividad se basa en la siguiente fórmula:

$$P = \frac{O}{I}$$

Donde:

- O : *output* (todo lo que es producto del sistema: utilidad, ventas o producción).
- I : *input* (todo lo que es ingresado al sistema: insumos, tiempo).

Existen diferentes formas de medir la productividad y depende del objetivo de la medición. El control por áreas funcionales es una manera de medir la productividad, se enfoca en la rentabilidad de las áreas funcionales de la organización.

4.2.1.1. Control de la demanda

Los pronósticos de ventas son medidas de control que se utilizan para fijar metas de cumplimiento. La utilidad de esta medida reside en medir el desempeño de la fuerza de ventas en relación a las ventas pronosticadas. De manera que sea posible detectar variaciones significativas, y adoptar medidas correctivas adecuadas, en cuanto a:

- Tiempo de entrega del producto
- Cartera de créditos
- Número de visitas
- Imagen en el punto de venta
- Revisión de visitas periódicas

Para detectar variaciones significativas, en el cumplimiento del pronóstico, se deben proyectar las ventas acumuladas a la fecha y sacar la tendencia de cómo cerraría el mes. Luego, medir la dispersión entre la tendencia de ventas y las ventas pronosticadas, se utilizan las siguientes fórmulas:

$$\textit{Variación} = \textit{Tendencia} - \textit{Pronóstico}$$

$$\% \textit{Variación} = \frac{\textit{Variación}}{\textit{Pronóstico}}$$

4.2.1.2. Control de la producción

La función del control en la producción consiste en incrementar la eficiencia, la reducción de costos y la optimización del tiempo. La utilidad de esta medida radica en garantizar la producción en función al pronóstico de ventas. Para asegurar la producción planificada es indispensable aplicar las siguientes técnicas:

- Estudio de tiempos
- Análisis de costos
- Inspecciones periódicas
- Análisis estadísticos

Para medir el cumplimiento de la producción, se debe calcular el alcance entre la producción real y planificada, se utiliza la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Alcance} = \frac{\text{Prod. Real}}{\text{Prod. Plan}}$$

4.2.1.3. Control del transporte

El transporte es uno de los componentes más importantes en la cadena de abastecimiento y el éxito de una cadena reside en el diseño y el control del transporte.

Un sistema de control efectivo y eficiente sobre el transporte mejora considerablemente los siguientes factores:

- Costo

- Rapidez de entrega
- Eficiencia
- Seguridad
- Servicio al cliente

Por lo tanto es importante medir el desempeño de cada uno de los factores mencionados, de la siguiente manera:

- Costo: la medición del desempeño de este factor es a través del costo total de transporte y la cantidad de producto transportado.

$$\text{Costo unitario} = \frac{\text{Costo total de transporte}}{\text{Cantidad transportada}}$$

- Rapidez de entrega: este factor mide la variación en los tiempos de aprovisionamiento. El objetivo de esta medición es reducir la dispersión y ajustarse a un tiempo estándar de aprovisionamiento.

$$\text{Rapidez de entrega} = \frac{\text{Tiempo aprov.}_2 - \text{Tiempo aprov.}_1}{\text{Tiempo aprov.}_1}$$

- Eficiencia: este factor mide la utilización del espacio y el aprovechamiento de la capacidad de carga, es la relación entre la cantidad transportada y la capacidad de transporte.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Cantidad transportada}}{\text{Capacidad de transporte}}$$

- Seguridad: la medición de este factor es por medio de una lista de verificación que sirve para identificar si se cumplen o no las normas de seguridad y salud ocupacional.

$$Seguridad = \frac{Número\ de\ items\ positivos}{Número\ de\ items}$$

- Servicio al cliente: considerando al centro de distribución como un cliente interno de la fábrica, es necesario medir la cantidad de producto que egresa de la fábrica y la cantidad de producto que ingresa al centro de distribución. De manera que todo el producto sea entregado y no existan faltantes.

$$Cant.\ Ingresada - Cant.\ Egresada = 0$$

Existen otros indicadores que ayudan a controlar el desempeño de una mejor manera, por ejemplo:

- Kilómetros recorridos
- Número de paradas
- Galones consumidos

4.2.1.4. Control del almacenamiento

Su objetivo principal es identificar el nivel óptimo de inventario. Un control efectivo del almacenamiento permite disponer de la cantidad adecuada de producto en el momento justo para hacer frente a las necesidades de la empresa.

En cuanto al manejo del inventario, es importante realizar revisiones periódicas del inventario. Esto ayuda mejorar la rotación del inventario y así evitar pérdidas considerables en ventas y pérdidas innecesarias por deterioro u obsolescencia, o por exceso de producto almacenado. La rotación del inventario se mide de la siguiente manera:

$$\text{Índice de rotación} = \frac{\text{Cantidad vendida}}{\text{Inventario promedio}}$$

El índice de rotación (IR) mide la relación entre la cantidad de producto vendida y el inventario promedio en un mes transcurrido.

4.3. Mejora continua

La mejora continua debe ser el objetivo permanente de la organización. El ciclo PDCA es un método usado para implantar un sistema de mejora continua. Es una de las bases en la gestión de la calidad.

La base de este modelo es la autoevaluación. Se busca detectar los puntos fuertes que se deben mantener y las áreas de oportunidad, cuyo objetivo deberá ser un proyecto de mejora.

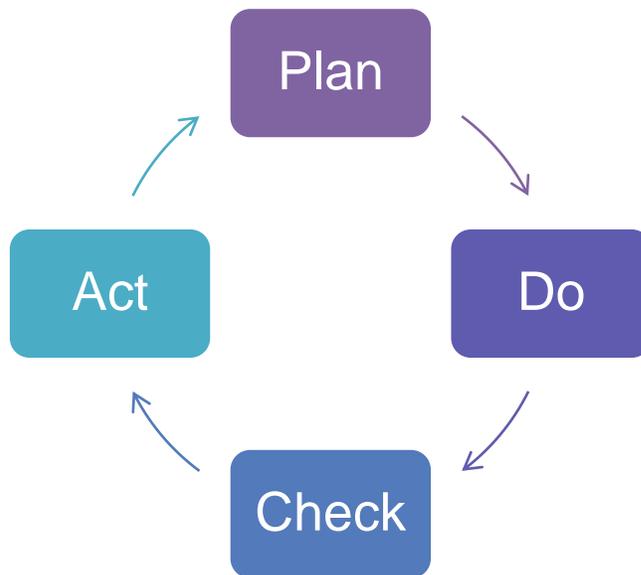
En este caso la herramienta utilizada para la autoevaluación es el diagnóstico logístico.

4.3.1. Planificación estratégica

El ciclo PDCA de la mejora continua está compuesto por cuatro etapas, una vez acabada la etapa final se debe volver a la primera y repetir el ciclo de

nuevo, de manera que las actividades son reevaluadas periódicamente para incorporar mejoras al sistema.

Figura 21. **Ciclo PDCA**



Fuente: elaboración propia.

El círculo de la mejora continua está compuesto por los siguientes elementos:

- Planificar (*plan*): es la organización lógica del trabajo.
 - Identificación del problema y planificación
 - Observación y análisis
 - Establecimiento de objetivos a alcanzar
 - Establecimiento de indicadores de control
- Hacer (*do*): se refiere a la correcta realización de las tareas planificadas.

- Preparación sistemática de lo previsto
- Aplicación controlada del plan
- Verificación de la aplicación

- Comprobar (*check*): es la comprobación de los logros obtenidos.
 - Verificación de los resultados de las acciones realizadas
 - Comprobación con los objetivos

- Actuar (*act*): se refiere a la posibilidad de aprovechar experiencias adquiridas en otros casos.
 - Analizar datos obtenidos
 - Proponer alternativa de mejora
 - Estandarización
 - Preparación de la siguiente etapa del plan

Mediante la mejora continua debe alcanzarse la excelencia. Este es un proceso progresivo en el que no pueden existir retrocesos. La mejora continua implanta un sistema de aprendizaje, seguimiento y control de la filosofía de gestión para toda la organización. Si no existe mejora continua no se puede garantizar un nivel de gestión.

5. RESPONSABILIDAD SOCIAL EMPRESARIAL

La responsabilidad social empresarial es una contribución activa y voluntaria enfocada al mejoramiento en la dimensión social, económica y ambiental. A través de un conjunto de prácticas, estrategias y sistemas de gestión se busca un equilibrio entre dichas dimensiones llevando a cabo programas eficientes y eficaces.

5.1. Comunidad

Existe un compromiso por mejorar las oportunidades e impulsar el desarrollo de las comunidades. Constantemente, se apoyan iniciativas integrales que mejoran el estado de salud y nutricional, especialmente de los niños.

En todos los programas se hace énfasis en la prevención de enfermedades y se facilita el acceso a servicios de salud para las familias que presentan indicadores de vulnerabilidad.

5.1.1. Alianza por la nutrición

La alianza por la nutrición es una contribución a erradicar la desnutrición crónica, se diseñó una bebida que está formulada con vitaminas y minerales esenciales, orientada a mejorar los niveles de ingesta de micronutrientes.

La bebida está dirigida a las poblaciones vulnerables, especialmente mujeres en edad fértil y niños de 5 años en adelante. La aceptabilidad y efectividad de la bebida fue comprobada mediante estudios científicos.

El fin primordial de la bebida es que esté accesible a las poblaciones con indicadores de desnutrición crónica y vulnerabilidad alimentaria. Para lograr un mayor alcance del programa se están desarrollando alianzas estratégicas con distintas organizaciones gubernamentales y no gubernamentales.

5.1.2. Reciclar para mejorar

Uno de los programas más importantes en la organización es “Reciclar para mejorar”, este programa promueve una cultura de reciclaje. Ya que el envase del té frío es 100 % reciclable, esto significa que después de ser utilizado y a través de un proceso industrial pueden convertirse en materia prima para la elaboración de nuevos envases. Por lo tanto, todos los envases que sean elaborados podrían tener un porcentaje de materia prima reciclada.

El programa consiste en acercar, a los clientes y consumidores, la oportunidad de contribuir a la gestión ambiental por medio de islas de reciclaje que separan los envases y los desechos sólidos. Mediante este programa se busca reducir la huella ambiental promoviendo una cultura de reciclaje y recuperando los envases pos consumo.

Utilizando alianzas estratégicas se realizan campañas de concientización sobre la mejor forma de contribuir a la protección ambiental. También, se realizan actividades de participación masiva que son aprovechadas para promover la cultura de reciclaje a través de la información y capacitación.

5.2. Política de Gestión Ambiental

Existe un compromiso por minimizar el impacto ambiental en la operación, previniendo la contaminación y preservando los recursos naturales a través de la mejora continua, por lo cual se desarrollaron estándares ambientales, estos son:

- Producir y distribuir los productos de una forma ambientalmente responsable manteniendo el compromiso con la calidad, optimizando el uso de agua, reduciendo el uso de energía, combustible y emisiones al medio ambiente.
- Reducir, reusar y reciclar en todos los procesos industriales, de distribución, comercialización y administrativos, minimizando la generación de los residuos mediante un manejo integral.
- Aumentar la concientización a través de programas ambientales a proveedores, clientes, consumidores, organizaciones comunitarias.
- Evaluar continuamente, identificar mejores prácticas y comunicar el desempeño ambiental.

5.2.1. Norma Euro

En Guatemala se cuenta con la primera flota de camiones que cumplen con la Norma Euro3, la más estricta del mundo para el control de emisiones y ahorro de combustible. El compromiso para el 2015 es que todos los camiones que distribuyen los productos de la empresa cumplan con esta norma.

Evidentemente la empresa está comprometida con el desarrollo sostenible, promoviendo la utilización eficiente de los recursos, la reutilización y el reciclaje de los mismos. Por esta razón la protección del medio ambiente constituye una parte integral de todos los procesos que se llevan a cabo en la organización.

CONCLUSIONES

1. Plantear un modelo de pronóstico mejora la planificación de la organización, al utilizar el pronóstico de ventas como una herramienta administrativa y de control, se logró predecir la demanda, ajustar la cadena de abastecimiento y cada una de sus dimensiones con el fin de dirigir el esfuerzo de la organización en satisfacer la demanda del mercado. Un pronóstico efectivo minimiza el costo cuando se reducen los niveles de inventario pero uno inefectivo incrementa el capital inmovilizado.
2. La capacidad de la planta es limitada y es necesario adquirir una línea de producción adicional considerando que la demanda del producto continúa incrementando y que el ritmo de producción es estable, el tiempo requerido para producir la cantidad demandada será cada vez mayor. En función del pronóstico de ventas se planificó la producción y con el fin de cumplir con el requerimiento de tiempo para la producción, se optó por agregar una jornada de trabajo adicional que duplicara la disponibilidad del tiempo de producción, en lugar de trabajar horas extras. Como resultado, se obtuvo una reducción del 24 % en el costo de la mano de obra.
3. El tiempo de aprovisionamiento es un parámetro fundamental en la gestión de la cadena de abastecimiento, el tiempo que le toma a la planta abastecer el centro de distribución es de 2 días. Esto ocurre cuando finaliza la corrida de producción de un día, luego se carga la flota de camiones con el producto terminado y tarda un día tránsito en llegar al

centro de distribución debido a procesos aduanales. Sin embargo, se eligió fragmentar la producción mensual en envíos semanales al CD, entonces, el tiempo de aprovisionamiento es de 7 días. Es importante destacar que se optimizó la capacidad de transporte en un 50 %, y provocó una reducción en la misma proporción en los costos de transporte. Mientras mayor es la capacidad de transporte, menor es el costo por unidad transportada.

4. El inventario cumple la función de amortiguar el desfase entre el pronóstico y la producción. Una solución para prever cualquier variación aleatoria en la demanda es acumular inventario, sin embargo, incrementa el capital inmovilizado lo cual reduce la liquidez de la empresa. Por otra parte, si el nivel de inventario es muy ajustado podría incrementar la probabilidad de quiebres de *stock* y esto se traduce en costo de oportunidad por venta. La solución que optimiza la sinergia entre las dimensiones de la cadena de abastecimiento es tener en inventario 6 días piso, porque semanalmente el CD recibirá producto suficiente para cubrir la demanda semanal y esto se repite en cada inicio de semana.
5. El ciclo de abastecimiento será semanal, esto permite enfocar a cada área funcional en el cumplimiento de la meta. La rotación del inventario es mayor cuando se tienen ciclos de abastecimiento y distribución definidos. Esto ayuda a disminuir la probabilidad de incidencia en cuanto a producto fuera de norma se refiere.

RECOMENDACIONES

1. Es importante considerar todas las variables en el planteamiento de un pronóstico, de esta manera se obtiene un modelo de pronóstico acertado y por lo tanto, una planificación de la producción efectiva. El pronóstico es una herramienta que podría ayudar a la organización a ser más competitiva pero un mal planteamiento de esta herramienta podría destruir el valor de la cadena de abastecimiento.
2. Es necesario hacer un análisis de rentabilidad sobre la posibilidad de invertir en el incremento de la capacidad productiva. Si la demanda del producto continúa creciendo definitivamente es una alternativa rentable. Además, en un proceso con un ritmo de producción definido en donde el recurso humano interviene únicamente en la manipulación de maquinaria la opción lógica es adquirir una línea de producción adicional.
3. En la gestión de la cadena de abastecimiento es importante definir el tiempo de aprovisionamiento y la capacidad de transporte. De esta manera se puede tener el producto en el momento, cantidad y lugar requerido. Es recomendable realizar mediciones del desempeño de la compañía y utilizar el ciclo PDCA, esto ayuda a identificar oportunidades de mejora, como sucedió con la implementación del *slip-sheet*.

4. Es importante asegurar el buen manejo del inventario en el CD, esto se puede lograr llevando métodos de control, puntos de rotación y métodos de registro. Es indispensable utilizar el método de PEPS y el método de categorización ABC para reducir los costos asociados al manejo del producto terminado.

5. Se recomienda hacer revisiones periódicas para evidenciar el desplazamiento del producto, el producto fuera de norma o en mal estado, y el índice de rotación, de esta manera llevar un control minucioso de la actividad operacional en el manejo del inventario. Además, es importante dar seguimiento a la implementación del *cross-docking* y verificar el impacto mensual del proyecto sobre el costo del almacenaje.

BIBLIOGRAFÍA

1. ACOSTA DE VALENCIA, Zenaida. *Regulación de los servicios de transporte en Colombia y comercio internacional*. Bogotá, Colombia: Departamento Nacional de Planeación, 2004. 40 p.
2. DAVIS, Mark. *Fundamentos de dirección de operaciones*. España: Mc-Graw Hill, 2001. 600 p.
3. FRAZELLE, Edward. *Logística de almacenamiento y manejo de materiales de clase mundial*. Colombia: Grupo Editorial Norma, 2007. 334 p.
4. FUENTES MOHR, Fernando. *Análisis de las etapas del ciclo de proyecto, introducción al enfoque de sistemas*. Guatemala: Editorial INAP, 1992. 43 p.
5. HEIZER/RENDER. *Dirección de la producción y de operaciones*. 8a ed. España: Pearson Prentice Hall, 2008. 560 p.
6. HILLER/LIBERMAN. *Introducción a la investigación de operaciones*. México: Mc-Graw Hill, 2010. 961 p.
7. NIEBEL, Benjamín. *Ingeniería industrial, métodos, estándares y diseño del trabajo*. 12a ed. México: Mc-Graw Hill, 2009. 586 p.

8. PRAWDA, Juan. *Métodos y modelos de investigación de operaciones*. México: Limusa, 2004. 936 p.
9. TAHA, Hamdy. *Investigación de operaciones*. 7a ed. México: Pearson Prentice Hall, 2004. 848 p.
10. ZOPP (una introducción al método). *Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit*. GTZ GmbH.