



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

**DISTRIBUCIÓN EFICIENTE, CON APOYO DE SOFTWARE DE RUTEO, PARA LA  
MAXIMIZACIÓN DE LA MEJORA CONTINUA EN LA UTILIZACIÓN DE LA FLOTA,  
PARA LOS CANALES Y MERCADOS NACIONALES, EN UNA EMPRESA DE  
REPARTO DE PRODUCTO TERMINADO (ENVASADO)**

**Wagner Gabriel Aquino Oliva**

Asesorado por el Ing. Mario René Salguero y Salguero

Guatemala, mayo de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISTRIBUCIÓN EFICIENTE, CON APOYO DE SOFTWARE DE RUTEO, PARA LA  
MAXIMIZACIÓN DE LA MEJORA CONTINUA EN LA UTILIZACIÓN DE LA FLOTA,  
PARA LOS CANALES Y MERCADOS NACIONALES, EN UNA EMPRESA DE  
REPARTO DE PRODUCTO TERMINADO (ENVASADO)**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**WAGNER GABRIEL AQUINO OLIVA**

ASESORADO POR EL ING. MARIO RENÉ SALGUERO Y SALGUERO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, MAYO DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton De León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

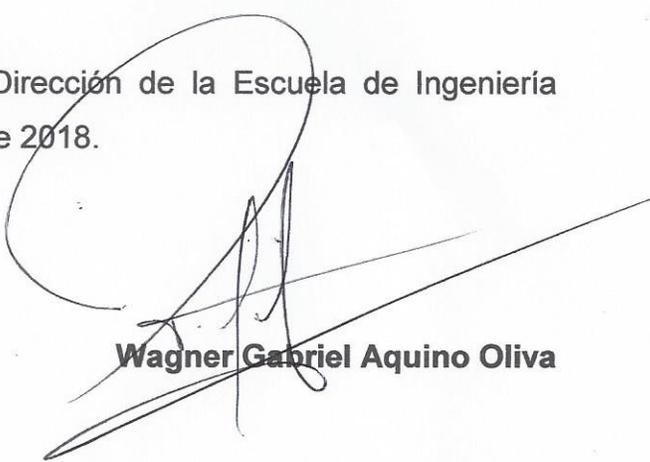
DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Alberto Eulalio Hernández García
EXAMINADORA	Inga. Helen Rocío Ramírez Lucas
EXAMINADORA	Inga. Yocasta Ivanobla Ortíz Del Cid
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

## 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:

**DISTRIBUCIÓN EFICIENTE, CON APOYO DE SOFTWARE DE RUTEO, PARA LA  
MAXIMIZACIÓN DE LA MEJORA CONTINUA EN LA UTILIZACIÓN DE LA FLOTA,  
PARA LOS CANALES Y MERCADOS NACIONALES, EN UNA EMPRESA DE  
REPARTO DE PRODUCTO TERMINADO (ENVASADO)**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 05 octubre 2018.



**Wagner Gabriel Aquino Oliva**

Guatemala, 1 febrero de 2019

Ing. Juan José Peralta Dardón  
Director de Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala

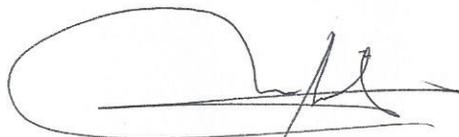
Estimado Ingeniero

Me es grato saludarlo y desearle éxitos en sus labores. Por medio de la presente, me dirijo a su persona para notificarle que he asesorado y revisado el trabajo de graduación del estudiante: Wagner Gabriel Aquino Oliva, quien se identifica con registro académico: 200715345, de la carrera de Ingeniería Industrial titulado: **DISTRIBUCIÓN EFICIENTE, CON APOYO DE SOFTWARE DE RUTEO, PARA LA MAXIMIZACION DE LA MEJORA CONTINUA EN LA UTILIZACIÓN DE LA FLOTA, PARA LOS CANALES Y MERCADOS NACIONALES, EN UNA EMPRESA DE REPARTO DE PRODUCTO TERMINADO (ENVASADO).**

Para tal efecto, me es grato comunicarle que a criterio de mi persona se encuentra aprobado en su totalidad.

Agradeciendo de antemano su atención a la presente, me es gratos suscribirme,

Atentamente,



**Mario René Salguero**  
Ingeniero Industrial  
Colegiado No. 5195

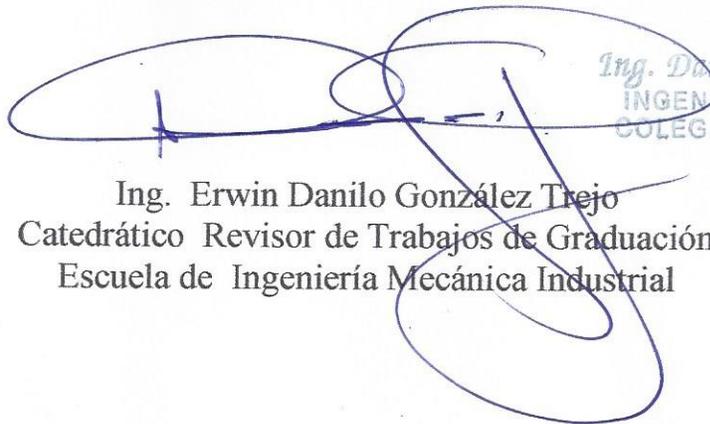
**Ing. Mario René Salguero y Salguero**  
Ingeniero Industrial  
Colegiado No. 5195



REF.REV.EMI.026.019

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DISTRIBUCIÓN EFICIENTE, CON APOYO DE SOFTWARE DE RUTEO, PARA LA MAXIMIZACIÓN DE LA MEJORA CONTINUA EN LA UTILIZACIÓN DE LA FLOTA, PARA LOS CANALES Y MERCADOS NACIONALES, EN UNA EMPRESA DE REPARTO DE PRODUCTO TERMINADO (ENVASADO)**, presentado por el estudiante universitario Wagner Gabriel Aquino Oliva, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing. Danilo González Trejo  
INGENIERO INDUSTRIAL  
COLEGIADO ACTIVO 6182

Ing. Erwin Danilo González Trejo  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, marzo de 2019.

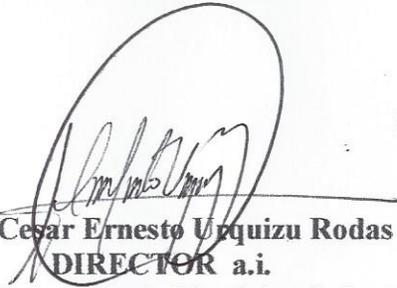
/mgp



REF.DIR.EMI.077.019

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 **DISTRIBUCIÓN EFICIENTE, CON APOYO DE SOFTWARE DE RUTEO, PARA LA MAXIMIZACIÓN DE LA MEJORA CONTINUA EN LA UTILIZACIÓN DE LA FLOTA, PARA LOS CANALES Y MERCADOS NACIONALES, EN UNA EMPRESA DE REPARTO DE PRODUCTO TERMINADO (ENVASADO)**, presentado por el estudiante universitario **Wagner Gabriel Aquino Oliva**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing. Cesar Ernesto Urquizu Rodas  
DIRECTOR a.i.

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, mayo de 2019.

/mgp

Universidad de San Carlos  
De Guatemala

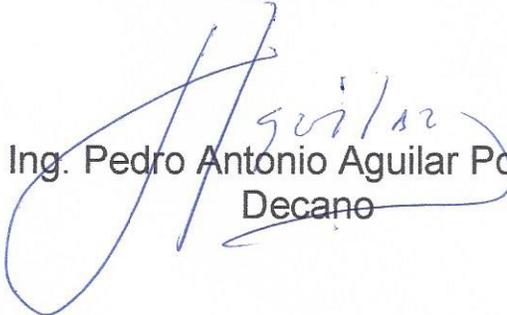


Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. DTG.256-2019

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 del trabajo de graduación titulado: **"DISTRIBUCIÓN EFICIENTE, CON APOYO DE SOFTWARE DE RUTEO, PARA LA MAXIMIZACIÓN DE LA MEJORA CONTINUA EN LA UTILIZACIÓN DE LA FLOTA, PARA LOS CANALES Y MERCADOS NACIONALES, EN UNA EMPRESA DE REPARTO DE PRODUCTO TERMINADO (ENVASADO)"** presentado por el estudiante **Wagner Gabriel Aquino Oliva** después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano



Guatemala, mayo de 2019

/echm

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por darme las fuerzas, guiarme en todo momento por mi camino correcto y estar en todo momento.
<b>Mis padres</b>	Domar Roberto Aquino Muñoz y Enma Rosario Oliva Carrera, por ser mi inspiración y apoyarme en todo momento durante este reto.
<b>Mis hermanas</b>	Ligia Aracely, Enma Iracema y Sigrid Jussela Aquino Oliva, por su amor y apoyo incondicional.
<b>Familia Escobar</b>	Por apoyarme de muchas formas durante toda mi vida.
<b>Familia López</b>	Por integrarse a nuestra familia y acompañarnos durante tanto tiempo.
<b>A mis amigos de la infancia</b>	Wuilver Choche, Roger Williams, Félix Avalos, Sandra Gómez, Antonio Marroquín, Karina Juve, quienes han influido en mi vida siendo personas que admiro.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por brindarme el privilegio de ser uno más de sus profesionales.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por brindarme los conocimientos para desenvolverme en el ámbito profesional.
<b>Mis amigos</b>	Fabricio Farfán, Brian López, Sammy Ruiz, Diego Fuentes, Axel Galindo, por brindarme su amistad.
<b>Ing. Gustavo Barrios</b>	Por ser una persona tan influyente en mi vida, siendo de las personas que más admiro y guiándome en mi carrera profesional.
<b>Ing. Mario Salguero</b>	Por apoyarme y por sus sabios consejos, que me han ayudado a mejorar como persona.
<b>Mario Escobar</b>	Por ser uno de mis modelos a seguir con su apoyo y consejos.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
GLOSARIO .....	XI
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN .....	XVII
1. ANTECEDENTES GENERALES .....	1
1.1. Inicios de la empresa en Guatemala .....	1
1.2. Información general.....	2
1.2.1. Ubicación.....	2
1.2.2. Misión .....	3
1.2.3. Visión.....	3
1.3. Tipo de organización .....	4
1.3.1. Organigrama.....	4
1.4. Software .....	5
1.4.1. Definición .....	6
1.4.2. Tipos de software .....	7
1.5. Ruteo.....	8
1.5.1. Características.....	9
1.6. Mercado nacional .....	10
1.6.1. Mercado tradicional .....	10
1.6.2. Nuevos mercados.....	11
1.7. Producto terminado .....	12
1.7.1. Características.....	12
1.7.2. Demanda .....	13

2.	SITUACIÓN ACTUAL .....	15
2.1.	Departamento de logística .....	15
2.2.	Descripción de productos.....	15
2.3.	Productos .....	16
2.4.	Empaque y embalaje.....	16
2.5.	Descripción de la flota .....	18
2.5.1.	Unidades de transporte .....	18
2.5.1.1.	Cliente mayorista.....	19
2.5.1.2.	Cliente detalle.....	19
2.5.1.3.	Tripulación.....	20
2.6.	Descripción del proceso logístico .....	20
2.6.1.	Pedido .....	22
2.6.2.	Programación .....	22
2.6.2.1.	Método gráfico.....	23
2.6.2.2.	Método <i>simplex</i> .....	24
2.6.2.3.	Método dual.....	25
2.6.3.	Análisis crediticio .....	27
2.6.4.	Armado de producto .....	27
2.6.5.	Despacho y entrega .....	28
2.7.	Costos generales .....	30
2.7.1.	Mano de obra .....	31
2.7.2.	Costos de mantenimiento.....	31
2.7.3.	Materia prima .....	33
2.7.4.	Costos de operación .....	34
2.8.	Nivel de servicio .....	35
3.	PROPUESTA PARA LA APLICACIÓN DE LA EFICIENCIA.....	37
3.1.	Departamento de logística .....	37
3.1.1.	Personal administrativo .....	38

3.1.2.	Jefe de distribución.....	39
3.1.3.	Encargado de distribución .....	39
3.1.4.	Tripulación .....	41
3.2.	Unidades de transporte .....	42
3.2.1.	Tipos de unidades .....	43
3.2.1.1.	Volúmenes.....	45
3.2.1.2.	Rendimientos.....	45
3.3.	Software de apoyo.....	47
3.3.1.	Tracer .....	47
3.3.2.	Deliver .....	49
3.3.3.	Selección de rutas mediante software de apoyo ....	50
3.3.3.1.	Restricciones para cálculos .....	50
3.3.3.2.	Cálculo óptimo de flota .....	51
3.3.3.3.	Balance de rutas.....	53
3.4.	Indicadores claves.....	55
3.4.1.	Indicadores obtenidos mediante software de apoyo.....	56
3.5.	Comparación de distribuciones .....	57
3.5.1.	Resultados de distribución antigua .....	57
3.5.2.	Resultados de nueva distribución .....	61
3.6.	Comparación de resultados.....	63
3.7.	Análisis de escenarios .....	66
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.....	69
4.1.	Plan de acción .....	69
4.1.1.	Implementación del plan.....	69
4.1.2.	Entidades responsables .....	72
4.1.2.1.	Gerencia .....	72
4.1.2.2.	Departamento de logística .....	73
4.2.	Redistribución de rutas.....	74

4.2.1.	Diagrama de proceso .....	74
4.2.2.	Áreas designadas.....	76
4.2.3.	Ruta lógica .....	78
4.3.	Evaluación financiera .....	80
4.3.1.	Flujo de efectivo .....	80
4.3.2.	VPN (Valor Presente Neto) .....	81
4.3.3.	TIR (Tasa Interna de Retorno) .....	82
4.3.4.	Análisis de beneficio/costo .....	82
4.4.	Cadena de valor .....	83
4.4.1.	Integración con la fuerza de ventas.....	83
4.4.2.	Integración con cadena de suministros .....	84
4.5.	Formación de departamento .....	84
4.5.1.	Formación de tripulación .....	84
4.5.2.	Capacitación a la jefatura .....	84
4.6.	Validación de clientes.....	85
4.6.1.	Validación de clientes por código .....	85
4.6.2.	Validación de puntos .....	85
4.7.	Seguridad en la ruta .....	85
4.7.1.	Monitoreo GPS.....	85
4.7.2.	Seguimiento asistido .....	86
5.	SEGUIMIENTO O MEJORA .....	89
5.1.	Resultados .....	89
5.1.1.	Interpretación de resultados .....	89
5.2.	Ventajas y beneficios del uso de software de apoyo.....	90
5.2.1.	Ventajas .....	90
5.3.	Acciones correctivas .....	95
5.4.	Auditorías .....	95
5.4.1.	Auditorías internas .....	95

5.4.2.	Auditorías externas.....	95
5.5.	Plan de re calibración de rutas .....	96
5.5.1.	Rediseños.....	96
CONCLUSIONES .....		97
RECOMENDACIONES.....		99
BIBLIOGRAFÍA.....		101



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Organigrama general .....	5
2.	Proceso logístico .....	21
3.	Ejemplo de método gráfico.....	24
4.	Ejemplo de método <i>simplex</i> .....	25
5.	Ejemplo dual .....	26
6.	Proceso de armado de producto .....	28
7.	Interrelación de procesos de suministro.....	30
8.	Análisis de costos MP .....	33
9.	Organigrama operativo.....	41
10.	Camiones .....	43
11.	Camiones para capacidad a detalle .....	44
12.	Paneles .....	44
13.	Distribución de rutas en la Ciudad de Guatemala .....	58
14.	Distribución de clientes de sector Villa Canales .....	59
15.	Distribución de clientes de sector de Villa Nueva y Petapa.....	60
16.	Distribución de clientes de sector de Bárcenas.....	61
17.	Nueva distribución de clientes de Villa Nueva.....	62
18.	Nueva distribución de clientes de Bárcenas.....	63
19.	Nueva distribución de Amatitlán .....	64
20.	Nueva distribución de Villa Nueva.....	65
21.	Nueva distribución de Villa Canales .....	66
22.	Diagrama de proceso .....	75
23.	Mapeo de Villa Nueva .....	76

24.	Mapeo de Amatitlán .....	77
25.	Mapeo de Petapa.....	77
26.	Ruta lógica de Amatitlán .....	78
27.	Ruta lógica de Villa Nueva .....	79
28.	Ruta lógica de Petapa.....	79
29.	Polígonos de frecuencia de atención a clientes .....	92
30.	Recalibración periódica en Chimaltenango.....	93
31.	Recalibración en Región II de la Ciudad de Guatemala .....	94

## TABLAS

I.	Tipos de embalaje.....	17
II.	Niveles de embalaje.....	17
III.	Capacidades de unidad para mayoristas .....	19
IV.	Capacidades de unidad para detalle.....	19
V.	Capacidades de unidad para mercados especiales.....	20
VI.	Costo de mantenimiento por ruta.....	32
VII.	Costos de operación por ruta.....	34
VIII.	Volumen disponible por transporte .....	45
IX.	Tabla de rendimientos por ruta .....	46
X.	Capacidad instalada .....	52
XI.	Redistribución de litros por ruta .....	53
XII.	Balanceo de rutas .....	55
XIII.	Análisis de balanceo .....	68
XIV.	Diagrama de Gantt de implementación.....	70
XV.	Flujo de efectivo para un año calendario .....	80
XVI.	Tabla de tasas .....	81
XVII.	Cálculo de TREMA .....	81
XVIII.	VAN .....	82

XIX.	TIR de proyecto.....	82
XX.	Índice de beneficio/costo.....	83



## GLOSARIO

<b>Almacenamiento</b>	Son aquellos lugares donde se guardan los diferentes tipos de mercancía. Son manejados a través de una política de inventario.
<b>Bodega</b>	Es el espacio en donde se ejecuta la recepción, almacenamiento y movimientos de materiales, materias primas y productos semielaborados, hasta el punto de consumo por un cliente externo o interno.
<b>Consumidor</b>	Que consume bienes y productos en una sociedad de mercado.
<b>Despacho</b>	Proceso de entrega al consumidor final del producto terminado, solicitado por el cliente.
<b>Polígono</b>	Es una figura geométrica plana compuesta por una secuencia finita de segmentos rectos consecutivos que encierran una región en el plano. Estos segmentos son llamados lados y los puntos en que se intersecan se llaman vértices.
<b>Picking</b>	Actividad de recolección de artículos tomando en cuenta cantidades de cada uno de los <i>ítems</i> .

<b>Proceso logístico</b>	Conjunto de los medios necesarios para llevar a cabo un fin determinado de un proceso complicado.
<b>Recursos</b>	Un recurso es una fuente o suministro del cual se produce un beneficio.
<b>Ruta</b>	Camino determinado que va de un sitio a otro.
<b>Transporte</b>	Movilización de algún objeto de un punto a otro punto, utilizando un medio capaz de salvaguardar el objeto.
<b>Tripulación</b>	Conjunto de personas que se encargan de conducir o manejar un medio de transporte para el proceso de entregas.
<b>Transporte</b>	Tiempo en el cual la tripulación puede realizar acción de entregas, tomando en cuenta factores como restricciones municipales y horarios de apertura.
<b>Tripulación</b>	Conjunto de personas que se encargan de conducir o manejar un medio de transporte para el proceso de entregas.
<b>Tiempo en calle útil</b>	Tiempo en el cual la tripulación puede realizar acción de entregas, tomando en cuenta factores como restricciones municipales y horarios de apertura.

## **RESUMEN**

Una distribución eficiente y eficaz para una empresa de distribución es un factor de mejora continua que se tiene contemplado como un punto crítico dentro de los costos de distribución, mano de obra y combustibles.

La elaboración de despacho dinámico, con una estructura organizada, garantizará el funcionamiento correcto de la operativa y un mejor control de las unidades, contemplando para el presente trabajo de graduación el análisis de la distribución de las áreas aledañas a la capital.

Se llevará a cabo una recopilación de datos de cada una de las áreas de la empresa, consultando a la gerencia y a los encargados de diferentes áreas, para determinar los puntos de la operativa a los cuales se les dará mayor importancia para la reorganización de áreas. Para llevar a cabo el estudio de la eficiencia con la que se produce en las rutas se evaluarán todos los diferentes aspectos a contemplar para el cálculo de costo de operación.

Mediante la reubicación de las logísticas se espera obtener un mejor rendimiento del combustible, disminuir el riesgo de no entregas, aumentar la eficiencia de entregas, elevar el nivel de servicio y tener un mayor alcance de los clientes.



# OBJETIVOS

## General

Distribuir eficientemente, con apoyo de software de ruteo, para la maximización de la mejora continua en la utilización de la flota, para los canales y mercados nacionales, en una empresa de reparto de producto terminado (envasado).

## Específicos

1. Generar el organigrama óptimo para la realización de la distribución eficiente del departamento de logística para la distribución secundaria.
2. Definir la cantidad de rutas óptimas que cubran el área de despacho que logre realizar un ahorro del 15 % anual a los costos de operación.
3. Determinar el tipo de camión para cada ruta que cumpla con el volumen necesario.
4. Realizar un balance óptimo de clientes en función de los litros a entregar.
5. Realizar un balance óptimo en las rutas en función de entregas.
6. Optimizar el kilometraje recorrido por cada ruta en función de las entregas.

7. Definir el tiempo en calle útil para la distribución secundaria.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente la empresa se dedica a la venta y distribución de diferentes tipos de productos en presentaciones de 125 ml, 250 ml y 1 Lt, y de 350 ml para bebidas carbonatadas (energizantes). Es importante que el producto llegue en el tiempo establecido al cliente y cumpliendo con todas las características aceptables para el consumidor, en tiempo, calidad y con riguroso control de calidad.

Derivado de la complejidad en el cálculo manual y la limitante de no poder repetir por cualquier cambio (adición o cambio de clientes, entre otros), siendo susceptible a errores por el factor humano, es importante la implementación de un software, así como que la logística siga un orden lógico para disminuir el error y optimizar los recursos. El tiempo de atención de los clientes es muy restringido y existen factores que limitan el tiempo en calle útil, realizando los cálculos, adecuación de las rutas para ser atendidos los clientes, dado que la cantidad es muy elevada y el cálculo manual se extiende, teniendo la limitante de no poder realizar un segundo cálculo para validar la información, siendo susceptible a errores de cálculo por factor humano.



# **1. ANTECEDENTES GENERALES**

## **1.1. Inicios de la empresa en Guatemala**

La industria de las bebidas carbonatadas en Guatemala ha tenido un gran auge desde los años ochenta del siglo pasado, cuando diversas marcas impulsaron de manera definitiva sus productos a través de todo el país, definiendo estrategias de competitividad que permitieron abrir mercados en zonas rurales y urbanas, en los que anteriormente nunca se pensó se pudieran tener centros de distribución masivos de bebidas.

La expansión del mercado generó grandes oportunidades laborales a través de todo el país, se expandió el modelo abriendo centros de suministro en los pueblos aledaños, permitiendo que el producto pudiera llegar hasta los rincones más alejados del movimiento central en la capital de Guatemala.

Debido a la naturaleza de la expansión, las empresas debían ir mejorando cada vez más sus canales de distribución, pues la logística era cada vez más compleja y competitiva. De esta forma se diseñaron múltiples modelos de distribución, así como de bodegas masivas de almacenaje de productos, que permitieran su transporte posterior de abastecimiento a los clientes mayoristas interesados en adquirir las bebidas carbonatadas.

La diversificación de productos también fue muy importante para el desarrollo del mercado, así que las industrias de bebidas carbonatadas se enfocaron en la producción de jugos y diversos productos de esa misma naturaleza, ampliando su portafolio e introduciendo un nuevo mercado.

Actualmente, en los últimos diez años, el mercado de néctares naturales y jugos artificiales ha tenido un aumento significativo, llegando a tener un crecimiento de más del cincuenta por ciento. De igual manera, los canales de distribución de las bebidas carbonatadas tuvieron un incremento de cuarenta y tres por ciento en los últimos diez años.

Esto solo evidencia la importancia de tener canales de distribución productivos que permitan llegar a los lugares que la demanda está pidiendo, de manera eficiente y eficaz, debido a que actualmente el mercado es muy competitivo y la mejor estrategia es la que sobresaldrá en los resultados esperados para el continuo crecimiento del mercado de bebidas carbonatadas.

## **1.2. Información general**

Por cuestiones de confidencialidad no se especificará la empresa con la que se está realizando el estudio, detallando a continuación la información general de la industria de bebidas distribuida a lo largo del país. La confidencialidad también abarca proveedores de servicios, datos históricos, rendimientos, nombres de trabajadores, montos o servicios tercerizados. Los datos en algunos casos se usarán aproximados para poder usar datos que se aproximen a los reales.

### **1.2.1. Ubicación**

Actualmente el 94% de las empresas encargadas de la producción de bebidas carbonatadas tienen su planta central en la Ciudad de Guatemala. Esto refleja la necesidad de tener un plan eficiente de distribución del producto a través del país, partiendo desde la capital.

De igual forma, se manejan modelos de almacenaje a lo largo de los diversos departamentos del país, así como plantas secundarias de producción ubicadas en puntos estratégicos que permitan un acercamiento del producto con mayor rapidez hacia los consumidores, además de la generación del empleo que impulse el desarrollo del mercado de bebidas carbonatadas y no carbonatadas.

### **1.2.2. Misión**

La misión abarca las características, el giro del negocio, sus roles y responsabilidades con las personas y el país. La misión correspondiente a la empresa analizada está fuertemente ligada a la competitividad de la producción y distribución de su portafolio de productos, empleando las herramientas necesarias para alcanzar los objetivos planteados en la planeación estratégica.

### **1.2.3. Visión**

La visión de una empresa determina hacia dónde se dirige, qué aspectos de crecimiento y desenvolvimiento tiene a nivel social y nacional, también es factible en crecimiento multinacional, en la actualidad se busca de igual forma colocar un período de tiempo en el cual lograrán realizar sus metas. Es posible que la visión sea cambiada según el giro del negocio cambie. Indudablemente, la empresa busca ser la número uno a nivel nacional en la producción y distribución de bebidas envasadas, demostrando sus principios y promoviendo el crecimiento de los diversos mercados en toda la república.

### **1.3. Tipo de organización**

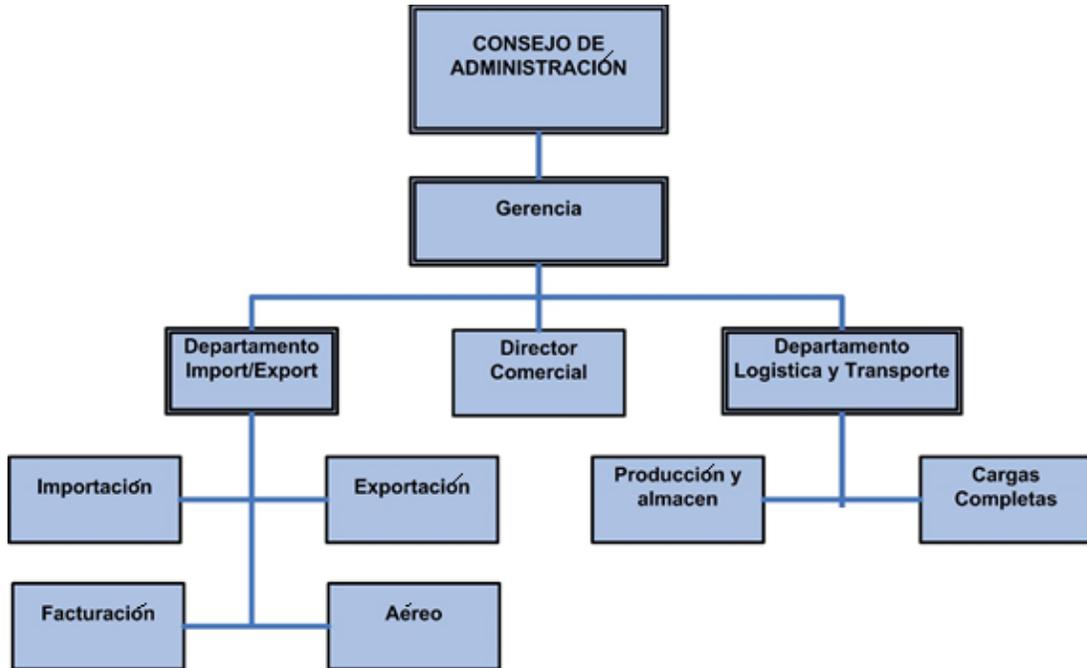
A continuación se describirá de manera generalizada los aspectos más importantes de la estructura con la cual se encuentra organizada la empresa, de manera que refleje los niveles de mando que permiten tener la coordinación necesaria para el cumplimiento de los objetivos.

Es importante la determinación de roles de trabajo por persona, de esta forma es más fácil la determinación de indicadores tanto de personas como de los departamentos, las competencias tienen que ser ampliamente marcadas para cada uno de los puestos dentro de la organización para su mejor desenvolvimiento.

#### **1.3.1. Organigrama**

El organigrama se encuentra dividido en tres grandes ramas, las cuales están compuestas por el departamento de importación/exportación, el departamento comercial y el departamento de logística y transporte.

Figura 1. Organigrama general



Fuente: elaboración propia.

#### 1.4. Software

El software que se utilizará para la evaluación de los resultados que se pretenden conseguir está compuesto por 2 fases. Se debe utilizar software para el análisis de estos casos, debido a la complejidad de los factores y de las condiciones del sistema, por lo que realizar los cálculos manuales tiende a provocar ineficiencia en el proceso, además de aumentar el grado de incertidumbre de los resultados al contar con el factor humano como una posible causa de error en los cálculos. Por lo tanto, la importancia en la toma de decisiones radicará en el criterio que se otorgue a los resultados esperados, eso es lo que realmente hará la diferencia en la propuesta y es la estrategia con

la cual se alcanzarán los resultados esperados. El ingreso correcto de datos a los programas es un factor vital, ingresar datos erróneos en el mayor de los casos causará una serie de aspectos aleatorios que pueden causar desviaciones en los resultados, como desvíos en las rutas, generando mayor recorrido de estas, lo cual implica incrementos en los costos.

Los puntos por cliente son datos vitales, dado que cada cliente forma parte de una base de datos, en el caso que la persona encargada de realizar el punteo por alguna razón tome la georeferencia errónea de otro cliente o mezcle los códigos la distorsión en los datos, puede afectar los criterios en la creación de las frecuencias de visita, como también los balances de clientes por sector y cantidades de litros por ruta. Son muchos los factores que son desencadenados por un mal punteo.

#### **1.4.1. Definición**

Por definición, un software es un programa tecnológico que está previamente programado para llevar a cabo una serie de funciones específicas, cálculos requeridos y todo tipo de herramientas que así sean programadas para desarrollar y desenvolver durante los procesos en los que el software sea requerido.

Hoy en día la implementación de software para el análisis de datos ha tomado una mayor importancia, a medida que las empresas han reconocido el valor de la tecnología y la han implementado en sus procesos como una ventaja competitiva con respecto a la competencia. Por lo tanto, es necesario estar a la vanguardia de los diversos programas y aplicaciones que surgen día a día, para mantener actualizados los datos de una mejor manera, tomando en cuenta que

cada actualización involucra resultados más precisos, más herramientas, entre otros.

Existen varias alternativas para la selección del software, una es el diseño del mismo para que cumpla con todas las características necesarias para la empresa, esto implica un equipo de desarrolladores e implementadores dedicados. La otra opción es la búsqueda y compra del software, la mayoría de empresas con este tipo de software realizan un estudio para adecuar su software a las necesidades, en temas de reportarías y análisis de datos.

#### **1.4.2. Tipos de software**

Actualmente en el mercado existen diversos tipos de software empresariales, según sea el giro de negocio de las empresas que requieran esta tecnología. Existe software para el área financiera, de procesos, logísticos, de análisis, tipos administrativos, software contable, entre muchos otros.

La naturaleza del software a implementar dentro de alguna empresa dependerá de sus objetivos a mediano plazo y de las funciones comerciales que esta ejerza. También, dependiendo del tamaño de la empresa, esta puede adoptar diversos tipos de naturaleza de software según los departamentos que quieran implementar esta mejora.

Para fines de este estudio de investigación se utilizarán 2 tipos de software logísticos llamados Tracer y Deliver. El primero es una herramienta de apoyo que permite a la empresa poder diseñar un trazado de distribución que concatene el ruteo de la mejor manera posible, esto tomando en cuenta la cantidad de requerimientos por ruta y su accesibilidad conforme al ruteo. Esta herramienta permitirá tener una mejor visualización del panorama de

distribución y proveerá de base analítica para posibles expansiones o reducciones, según el mercado que fuese requerido.

El segundo software, llamado Deliver, es una segunda herramienta, la cual, luego de haber trazado de forma lógica las rutas a llevar cabo, planea el orden en el que se debe atender a los clientes específicos en cada ruta. Es decir, es un análisis más profundo con el objetivo de tener la mayor eficiencia posible en el proceso.

### **1.5. Ruteo**

El ruteo es el procedimiento de transportar el producto terminado hacia los distintos segmentos de mercado. Comprende desde el proceso de montaje del producto en los camiones repartidores, hasta que el cliente tiene el producto en su lugar de despacho. Este es un proceso trascendental en la cadena de valor de la empresa, pues una entrega eficiente garantiza fidelidad del cliente, así como mayores ventas y aumento de rentabilidad por ruta.

Dentro de los indicadores que es factible medir hay características tangibles como intangibles, dentro de la intangibles están la satisfacción del cliente por factores como el trato del personal, la puntualidad, el seguimiento, pues el cliente como tal busca ser reconocido por la empresa de alguna forma sin entrar en detalles como descuentos o promociones, pero el nivel de servicio puede ser medido, un cliente satisfecho tiende a incrementar su compra y referir a sus conocidos ampliando los clientes, por otra parte un cliente insatisfecho por un mal servicio puede rechazar un pedido por alguna razón, incluso en los casos que todo el proceso esté bien, pero el estado de ánimo o algún factor externo detonado por el repartidor, lo cual puede desencadenar que el cliente no quiera recibir el pedido, generado pérdidas, dado que una entrega fallida

tiene implícitos los costos de distribución y un riesgo en el producto, tales como robo o daño por el transporte, que si se llegan a dar serán absorbidos por el departamento, un producto en circulación es un activo propenso a ser pérdida. Dentro de los indicadores tangibles o medibles con facilidad están los indicadores de eficiencia de visita e indicadores de efectividad de entrega, también conocidos como cierre de negociación, dado que se está finalizando el proceso de compra y entrega.

### **1.5.1. Características**

Entre las características principales del ruteo está que debe tener un orden lógico de distribución, el cual comprende un plan de entregas cuyo objetivo final debe ser el abastecimiento de producto hacia los despachos requeridos. Otra característica del ruteo es la tripulación, es decir las personas encargadas de realizar el despacho al cliente, así como de acomodar el producto y verificar que la entrega esté realizada en su totalidad.

El medio de transporte del ruteo también es una característica de este, ya que, según el nivel de distribución en el canal, este puede ser terrestre, aéreo o marítimo. En este caso, el ruteo es terrestre por medio de vehículos equipados específicamente para este tipo de actividad, con el objetivo de que el producto no se vea dañado durante su transporte y la calidad se pueda conservar según los estándares internacionales bajo los cuales se encuentra regida la empresa.

La dotación del personal es un factor en cierto modo esencial por tema de conocimiento de sectores, en oportunidades un repartidor puede aportar sugerencias en el tema de mover clientes a otras rutas o sectores por tema de calles que dividen, porque en un mapa los clientes pueden estar frente a frente pero los pueden dividir calles que no permitan un traslado correcto, un ejemplo

claro se puede tomar de 2 clientes que estén separados por una calzada donde los retornos son extremadamente lejanos, con el riesgo de llegar con el cliente y que esté cerrado.

## **1.6. Mercado nacional**

El mercado nacional se encuentra comprendido por 5 regiones generales de distribución, las cuales se subdividen en regiones departamentales y luego se rutean en trazos específicos de distribución. Para efectos de este trabajo de investigación se trabajará con trazos específicos en la región departamental de Guatemala.

La segmentación de mercado nace de estrategias de la mercadotecnia con diferentes conjuntos de clientes que comparten ciertas cualidades o atribuciones en la compra del producto demandado, los canales como el detallista, conocido como canal tradicional, tienden a ser usados por amas de casa a quienes no les gusta salir muy lejos por cuestiones de tiempo y movilidad. El mercado moderno, el cual tiene su mayor crecimiento en Norte América, frecuenta más este tipo de comportamiento, los supermercados son un segmento utilizado por la mayor parte de personas, en mayor medida para realizar la compra de bienes a utilizar, durante un pedido suelen ser las compras de la semana o del mes, dado que generalmente son perecederas.

### **1.6.1. Mercado tradicional**

El mercado tradicional está compuesto por abarroterías, tiendas de vecindarios y almacenes de abastecimiento. Comprende el 90 % del mercado, mientras que el 10 % restante son otros productos complementarios enfocados a otros sectores. Este segmento tiene por nombre tradicional porque

originalmente en la tradición, antes de adaptar diferentes modalidades del extranjero, únicamente estaba el productor y algún revendedor. Este canal tiende a considerarse como comercio informal dado que por el monto de la compra o el precio bajo es prácticamente imposible para el propietario generar una factura al consumidor final.

Un factor de este mercado es que la frecuencia de compra en grande de un cliente es que puede visitar una tienda de barrio varias veces al día con compras mínimas que oscilarán en un monto de Q20,00. Otra característica de este segmento que maneja inventarios bastante bajos por el riesgo de pérdida por no realizar la venta.

### **1.6.2. Nuevos mercados**

Se está buscando la ampliación de nuevos mercados a nivel Centroamericano, para tener un mayor alcance en la participación del mercado. Por lo tanto, este tipo de estudios es altamente beneficioso para la empresa, para poder tener en cuenta herramientas que simplifiquen esa expansión y respalden de forma positiva las operaciones necesarias en cada mercado según sus requerimientos.

Este segmento de mercado tiene la particularidad de que se ubica en lugares estratégicos con amplios parqueos, los horarios de atención son prolongados, con acceso a cajeros automáticos, variedad de otros consumibles, medicinas, entre otros, como métodos de pago alternos como tarjetas de débito o crédito. Dado que existen esos mecanismos tienden a tener mayor interés de personas por la facilidad de comprar sin tener efectivo.

Las tiendas de conveniencia son también catalogadas como mercados modernos, siendo de mayor tamaño, sistemas de cajas, inventarios más grandes, contando con todas las características de un supermercado, pero ubicadas en áreas pobladas, a comparación de un supermercado, que se encuentra en centros comerciales.

## **1.7. Producto terminado**

El producto terminado es aquel en el cual el proceso de transformación de materia prima ha finalizado y se obtiene un bien destinado al consumo de un cliente determinado. Todo producto cuenta con cualidades únicas, son estas las que agregan o disminuyen valor al producto. Es común que existan variedades del producto, en la mayoría de casos con una mayor o menor cantidad del mismo a la medida por la cual es vendido.

### **1.7.1. Características**

Entre las características del producto terminado se encuentra su empaque primario, su empaque secundario y embalaje. También cuenta con las características promocionales de la empresa productora, tiene un precio de venta hacia el consumidor y un nivel de estándar determinado por la empresa.

Muchas veces, dependiendo de la naturaleza del producto, este cuenta con una garantía de soporte en caso de que tenga algún desperfecto de fábrica, así como soporte al cliente. Este proceso es conocido como proceso post-venta, el cual va ligado con el producto final consumido por el cliente.

### **1.7.2. Demanda**

El comportamiento de la curva de la demanda en general de los productos envasados, no teniendo bienes sustitutos, es que el consumidor continua con el consumo habitual dependiendo del segmento de mercado anteriormente hablado.

Dentro de la demanda actual existe el factor de temporada, la temporada es un incremento en la venta generada por algún factor, los factores más recurrentes en Guatemala son Semana Santa, Aguinaldo, Bono 14, *Black Friday*, fiestas navideñas y regreso a clases. Estas son las temporadas más usuales en el país. El comportamiento de la demanda de los productos establecidos respeta el comportamiento de la microeconomía.



## **2. SITUACIÓN ACTUAL**

### **2.1. Departamento de logística**

El departamento de logística es el encargado de coordinar el sistema de entrega de producto a detalle hacia el consumidor final. Este comprende una serie de factores y partes involucradas, teniendo en cuenta que cada parte es un eslabón que finaliza con el cierre de la negociación, generando una cadena de servicio hacia el consumidor final.

### **2.2. Descripción de productos**

La característica del producto determinará el adecuamiento de las unidades de transporte encargadas de la distribución, por lo que las variables físicas y químicas son muy importantes para analizar el proceso.

La medida de la venta de los productos es un volumen utilizando los mililitros como medida estándar ml, esta medida también será utilizada para los capítulos posteriores como indicador de venta, entrega, pronóstico, almacenaje y eficiencia de entrega. Como indicador clave la unidad de volumen presenta una cantidad amplia de medición.

Otras características de los productos varían en concentraciones, sabores y colores, siendo características con un enfoque de medición de calidad del producto.

### **2.3. Productos**

Existe una gran cantidad de productos disponibles para ventas y despacho, algunas pueden tener la misma presentación (envase), volumen y peso, entre otras características físicas; sin embargo, existen otras con características únicas de cada producto en presentaciones de 125 ml, 250 ml, 500 ml, 750 ml y 1 Lt.

### **2.4. Empaque y embalaje**

Los productos de menor valor monetario y de alto movimiento son almacenados en cajillas plásticas reutilizables para el resguardo y manipulación. A continuación se describen los modelos y niveles de embalaje utilizados por la empresa para un funcionamiento óptimo, ya que estos involucran las variables más críticas durante el proceso de fabricación de las bebidas carbonatadas que actualmente se están produciendo.

Para el producto, como primer empaque, se utiliza vidrio, dado que, por estándares de calidad y exámenes en laboratorio, el vidrio como material presenta cualidades preservantes superiores a otros como el plástico. Se ha determinado que no es viable la utilización de otro medio de contención del producto. Como medida se utiliza cristal con características que le permitan ser sanitizado para los siguientes usos

Tabla I. **Tipos de embalaje**

Calidad	Empaque primario	Empaque secundario	Empaque terciario
Baja	X		
Media	X		
Alta	X	X	
Gama alta	X	X	X
Premium	X	X	X

Fuente: elaboración propia.

En la tabla I se observan los tres empaques utilizados por la empresa, en los cuales se detallan los niveles de calidad correspondiente según su distribución y contenido. Por ejemplo, se debe salvaguardar el producto de golpes físicos y alteraciones que provoquen una rotura en el empaque primario.

Tabla II. **Niveles de embalaje**

Calidad	Volumen litros	Cantidad unidades por caja	Unidades por base de tarimas	Cantidad de estiba
Baja	0,123	48	10	10
Media	0,5	36	10	10
Alta	0,750	24	8	8
Gama alta	2,5	18	8	8
Premium	5	12	8	8

Fuente: elaboración propia.

En la tabla II se observa de manera más detallada las cantidades de las variables correspondientes al proceso de embalaje, así como los niveles de calidad representativos para el funcionamiento óptimo del proceso de empaquetado.

## **2.5. Descripción de la flota**

Las unidades de transporte son los vehículos donde se transportan tanto la tripulación como el producto a entregar, estos van dependiendo desde la cantidad de clientes que manejan hasta el tipo de segmento de mercado, los clientes y sus exigencias y necesidades, caminos y estación del año. La descripción específica se detallará en el apartado 2.4.1.

### **2.5.1. Unidades de transporte**

Las unidades de transporte son muy importantes para la distribución del producto hacia los mayoristas que requieran del abastecimiento necesario para cubrir su demanda. La masificación de los canales de distribución dependerá de la cantidad de mayoristas a distribuir por región. Se deben considerar variables como: capacidad de litros, tarimas requeridas, cajas necesarias para el resguardo y movilización del producto.

De esta forma, el análisis contempla las capacidades necesarias para determinar el nivel óptimo de suministro hacia los clientes externos que requieran del producto. Se planifica una ruta en específico con cantidades detalladas para alcanzar una entrega final con producto de calidad, para que el mayorista pueda distribuir consecuentemente el producto con la certeza de que su inversión se encuentra en buenas condiciones.

### 2.5.1.1. Cliente mayorista

A continuación se presenta una tabla de las capacidades que tiene la empresa para la distribución del producto hacia los mayoristas, en función de la capacidad instalada con la que cuentan los transportes.

Tabla III. **Capacidades de unidad para mayoristas**

Descripción	Promedio	Máximo
Capacidad litros	4 700	5 700
Cajas	800	1 000
Tarimas	8	8

Fuente: elaboración propia.

### 2.5.1.2. Cliente detalle

Además de las cantidades representadas por unidades de transporte, también es conveniente realizar la descripción de las capacidades en función del detalle y de los mercados especiales. Esta consideración se debe tomar en cuenta, debido al factor de competitividad a la que está orientada la logística de distribución de los productos terminados.

Tabla IV. **Capacidades de unidad para detalle**

Descripción	Promedio	Máximo
Capacidad litros	1 200	1 700
Cajas	150	200
Tarimas	4	6

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Capacidades de unidad para mercados especiales**

	Promedio	Máximo
Capacidad litros	1200	1700
Cajas	150	200
Tarimas	1	2

Fuente: elaboración propia.

### **2.5.1.3. Tripulación**

La tripulación consta básicamente de un piloto repartidor y un auxiliar de despacho, cuya labor es la de revisar el producto de que se les hace entrega por parte de bodega de producto terminado, descarga y entrega del producto, y en ocasiones realizar el cobro, esto dependiendo de si el pedido es al crédito o al contado.

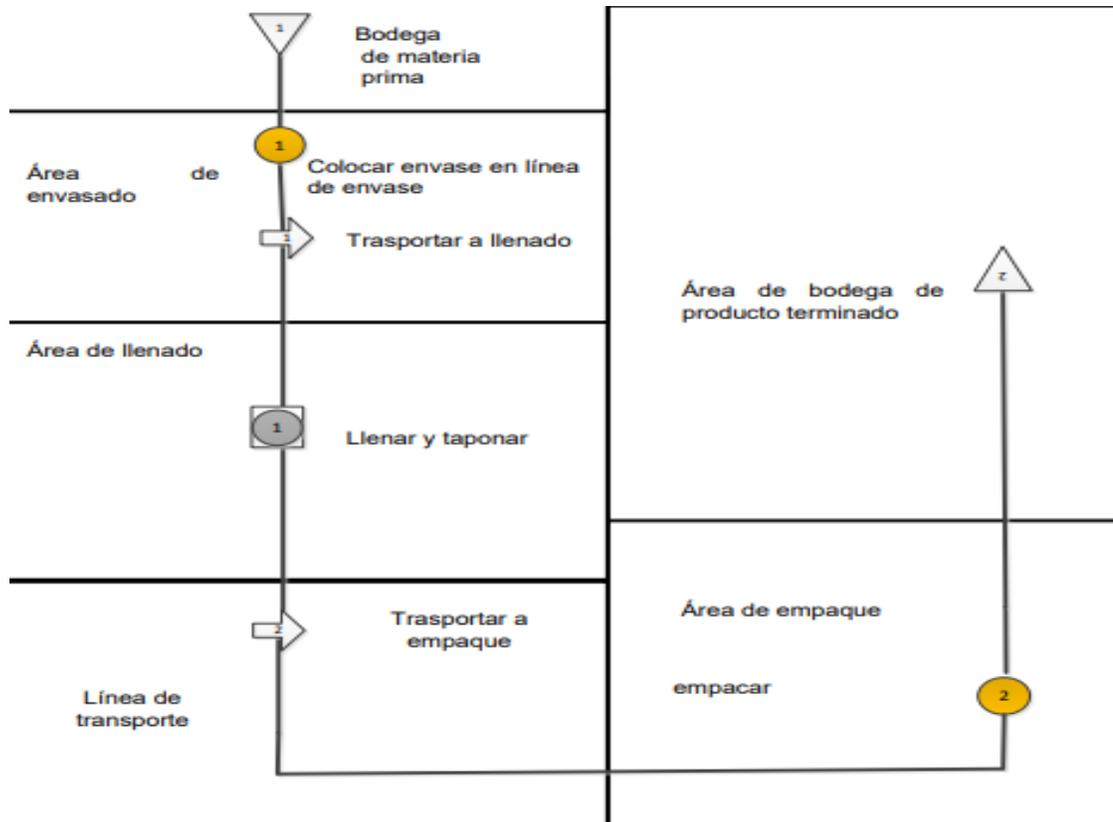
## **2.6. Descripción del proceso logístico**

La distribución del producto terminado es tanto del lado de la logística *in* como del lado de la logística *out*, puesto que el proceso logístico se encuentra en todos los niveles de la cadena de suministro.

Para una buena valorización del proceso logístico, se analizó la cadena de valor, para determinar las actividades claves dentro de este proceso, e identificar posibles ineficiencias en el proceso que no le agregasen valor al producto. Como tal es necesario describir mediante un diagrama, para entender de forma visual el flujo que involucra todas las operaciones concernientes al

proceso de abastecimiento de materia prima, transformación y proceso de suministro a los clientes requeridos.

Figura 2. **Proceso logístico**



RESUMEN		
Símbolo	Descripción	Cantidad
▽ 1	Almacenamiento	2
● 1	Operación	2
→ 1	Transporte	2
□ 1	Inspección/Operación	1

Fuente: elaboración propia.

Es determinante entender la importancia de que todos los procesos estén alineados con las operaciones requeridas para evitar retrasos que puedan ocasionar pérdidas de ventas, así como de un aumento en los costos por diversos motivos, tales como turnos extras para reposición de producto no producido, costos de almacenaje por exceso de materia prima, o bien, exceso de producto final, costos de transporte de producto, entre muchos otros.

### **2.6.1. Pedido**

El proceso de distribución inicia con el pedido, puesto que esto permite realizar una planificación del abastecimiento de bodega, y en caso de no contar con el *stock* necesario se debe compensar con requerimientos a bodegas aledañas.

Las cantidades de pedido se manejan según las tablas anteriormente expuestas, en las cuales se detallan las cantidades que las unidades de transporte pueden manejar, esto con el fin de realizar una programación de rutas para optimizar los costos de transporte y almacenaje.

### **2.6.2. Programación**

La programación es una herramienta utilizada en la investigación de operaciones para poder determinar los mejores resultados del análisis realizado a las distintas variables que se ven involucradas en el proceso de la distribución que se está determinando.

Existen múltiples métodos de trabajo, con diversos niveles de fiabilidad según sea la profundidad requerida. Entre los principales es posible mencionar el método gráfico, el método *simplex* y el método dual. Cada uno tiene una

formulación específica de trabajo y procedimientos determinados que permiten obtener una maximización o minimización requerida según sea el caso planteado y los objetivos a alcanzar.

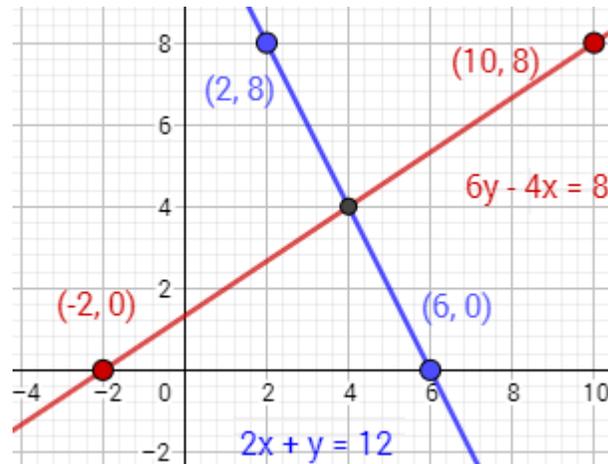
La programación abarca desde el momento de la planificación del proceso productivo hasta los horarios y direcciones de rutas establecidas para el abastecimiento del producto hacia los mayoristas. Consiste en la separación de los clientes a ser atendidos, asignándolos a una ruta de entrega, cumpliendo con todas las restricciones para el cálculo de los números de rutas, sabiendo que estas son distancia, volumen y número de entregas; esto permitirá realizar los diferentes *pickings* a cargar por parte de la bodega.

#### **2.6.2.1. Método gráfico**

El método gráfico está diseñado para la solución de problemas de programación lineal en los que únicamente se esté analizando 2 variables si se trata de una gráfica 2D, o bien, 3 variables en el caso de una gráfica 3D, pero es muy efectivo para un análisis de interpretación gráfica de resultados e incluso análisis de sensibilidad.

En términos generales el método consiste en representar gráficamente cada una de las variables involucradas y encontrar el polígono generado según las restricciones, hallando en uno de sus vértices la solución óptima al problema.

Figura 3. Ejemplo de método gráfico



Fuente: *Método gráfico*. <https://www.matesfacil.com/ESO/sistema-ecuaciones/metodo-grafico/metodo-grafico-sistemas-ecuaciones-lineales-resueltos-grafica-recta-interseccion-solucion-interseccion.html>. Consulta: 12 de septiembre de 2018.

### 2.6.2.2. Método *simplex*

Este método es utilizado para la solución de problemas más complejos que involucren más restricciones y variables en el análisis. Este es un método iterativo que permite ir mejorando la solución en cada iteración realizada, de manera que se alcance la solución óptima en la última iteración.

El método *simplex* se basa en restricciones formuladas por ecuaciones iniciales, convirtiendo las inecuaciones en ecuaciones mediante una variable de holgura que permite relacionar el recurso al que hace mención la restricción. Estas variables de holgura llegan a tener una gran importancia en un análisis de sensibilidad, pues determinarán el margen de maniobra que permite el modelo durante el desarrollo de la programación.

Figura 4. Ejemplo de método *simplex*

	Cj		20000	20000	20000	20000	0	0	0	0
Cb	Variable Solucion	Solucion	X1	X2	X3	X4	S1	S2	S3	S4
	S1	6	1	0	0.5	0	1	-0.5	0	-0.5
20000	X2	10	1	1	0.5	0	0	0.5	0	0
	S3	12	0	0	2	0	0	0	1	-0.5
20000	X4	4	0	0	0	1	0	0	0	0.25
	Zj	90000	20000	20000	10000	20000	0	10000	0	5000
	Cj - Zj		0	0	10000	0	0	-10000	0	-5000

	Cj		20000	20000	20000	20000	0	0	0	0
Cb	Variable Solucion	Solucion	X1	X2	X3	X4	S1	S2	S3	S4
20000	X1	6	1	0	0.5	0	1	-0.5	0	-0.5
20000	X2	4	0	1	0	0	-1	1	0	0.5
	S3	12	0	0	2	0	0	0	1	-0.5
20000	X4	4	0	0	0	1	0	0	0	0.25
	Zj	280000	20000	20000	10000	20000	0	10000		5000
	Cj - Zj		0	0	10000	0	0	-10000	0	-5000

	Cj		20000	20000	20000	20000	0	0	0	0
Cb	Variable Solucion	Solucion	X1	X2	X3	X4	S1	S2	S3	S4
20000	X1	3	1	0	0	0	1	-0.5	-0.25	-0.375
20000	X2	4	0	1	0	0	-1	1	0	0.5
20000	X3	6	0	0	1	0	0	0	0.5	-0.25
20000	X4	4	0	0	0	1	0	0	0	0.25
	Zj	340000	20000	40000	20000	20000	0	10000	5000	2500
	Cj - Zj		0	-20000	0	0	0	-10000	-5000	-2500

Fuente: *Método simplex*. <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/investigaci%C3%B3n-de-operaciones/m%C3%A9todo-simplex/>. Consulta: 12 de septiembre de 2018.

### 2.6.2.3. Método dual

El método dual es un complemento del método anteriormente descrito. Este método es utilizado cuando las variables a analizar son demasiado

complejas, tanto que requieren una partición del modelo para lograr hallar la solución óptima.

El concepto de dualidad indica que, para un problema de programación lineal, existe una asociación con otro problema y esto surge del inconveniente en cuanto se tiene más restricciones que variables. Esto implica que las interpretaciones del método dual muestran que los análisis marginales están de manera continua presentes innatamente en la búsqueda de la solución óptima del problema.

Figura 5. Ejemplo dual

	Z	X1	X2	H1	H2	H3	MIN
Z	1	-2	-1	0	0	0	0
H1	0	-9	-2	1	0	0	-16
H2	0	3	-1	0	1	0	2
H3	0	-1	2	0	0	1	6

vs

$-2/-9$	$-1/-2$
=	=
0,22	0,5

VE

MIN  $Z=2 X1 + X2$

	Z	X1	X2	H1	H2	H3	MIN
Z	1	0	-5/9	-2/9	0	0	32/9
X1	0	1	2/9	-1/9	0	0	16/9
H2	0	0	-5/3	1/3	1	0	-10/3
H3	0	0	20/9	-1/9	0	1	70/9

Fuente: *Método dual*. <https://www.youtube.com/watch?v=SUIfMqFfDgE>. Consulta: 12 de septiembre de 2018.

### **2.6.3. Análisis crediticio**

Se lleva a cabo un análisis crediticio al cliente, para determinar la situación financiera y la capacidad adquisitiva de compra para dejarle producto a crédito. En casos en los que el cliente no aplique, se realiza el cobro al momento de la entrega de la mercadería.

Los clientes que cuenten con la facilidad del crédito tienen un plazo determinado para cancelar la factura. Esto es una facilidad que brinda la empresa, ya que le permite tener al cliente liquidez para atender sus requerimientos del día. Y, de igual manera, le da una oportunidad al mayorista o minorista de poder tener ventas del producto y obtener así el dinero suficiente para pagar la entrega realizada.

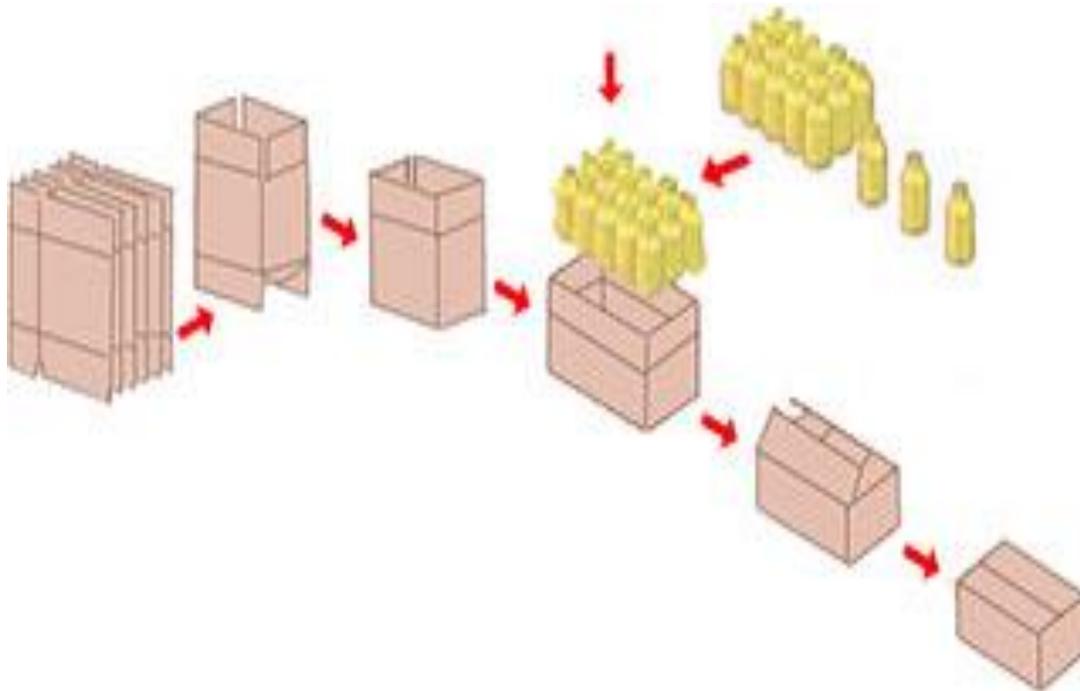
La empresa empieza a explorar la modalidad de manejar únicamente efectivo, esto para incrementar el flujo del mismo y eliminar la recuperación de cartera, esto beneficiaría a la empresa dado que se elimina el riesgo de que los clientes caigan en cuentas incobrables.

### **2.6.4. Armado de producto**

La preparación del producto para la carga previa a la salida de la ruta debe realizarse por bodega de producto terminado de manera sincronizada y ordenada para mantener los estándares de calidad requeridos.

En la siguiente figura se observa un esquema de trabajo de embalaje y armado de producto:

Figura 6. **Proceso de armado de producto**



Fuente: *Embalaje y armado de producto*. <https://www.ear-flap.com/la/empresa/proyectos-recientes/linea-armado-encajado-vision-artificial-producto-alimentario>. Consulta: 6 de enero de 2018.

### **2.6.5. Despacho y entrega**

El despacho y la entrega se realizan por medio del auxiliar de ruta, quien es el encargado junto al conductor de realizar la entrega del producto al mayorista o minorista. En este proceso el embalaje cumple un rol muy importante, pues es al momento de la entrega cuando el cliente comprueba que su producto es de calidad y el empaque no contiene ningún daño y por consiguiente su contenido tampoco.

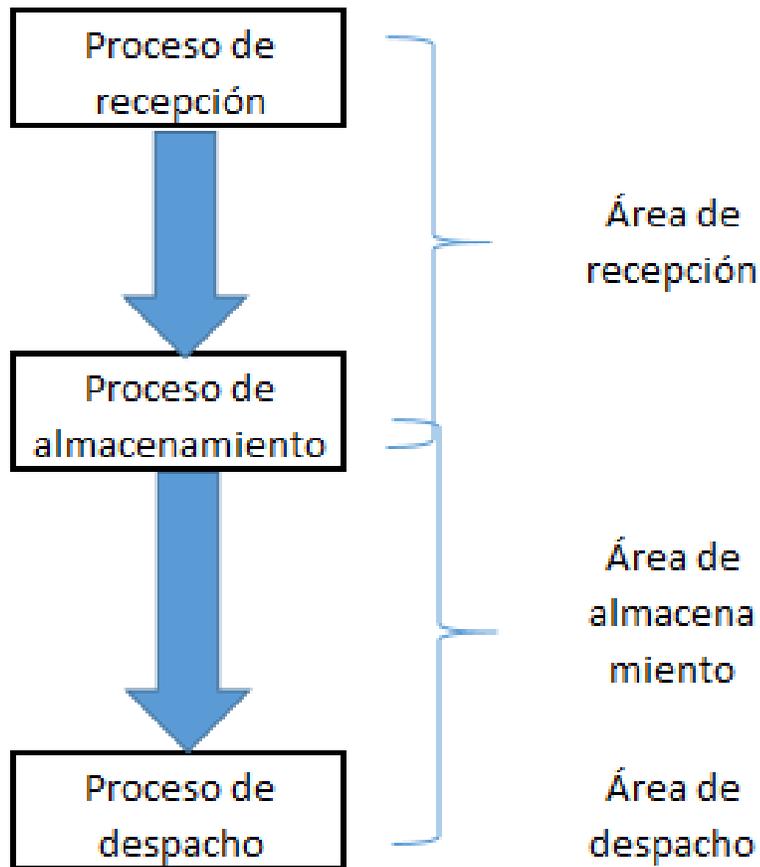
Este punto es crítico, debido a que se tiene un contacto directo con el cliente, por lo que, si el auxiliar y el conductor no se encuentran capacitados para dar un buen servicio al cliente, puede ocasionar molestias o disgustos al

momento de la entrega que puedan perjudicar las relaciones del cliente con la empresa directamente. Además, el personal de la empresa debe cumplir a cabalidad las condiciones de entrega del producto, entiéndase que si el cliente cuenta con crédito este debe dejar la cantidad acordada según el límite establecido.

De igual forma, cuando el cliente no cuenta con crédito, el personal de la empresa debe actuar profesionalmente en explicarle al cliente que no es posible la entrega de la mercadería sin el pago correspondiente en ese momento. Debe prestarse a brindarle una solución, ya sea en un nuevo día de abastecimiento en cuanto el cliente pueda reunir el pago correspondiente.

A continuación se presenta un diagrama que generaliza los aspectos más importantes desde el almacenamiento del producto hasta el despacho del mismo:

Figura 7. **Interrelación de procesos de suministro**



Fuente: elaboración propia.

## 2.7. **Costos generales**

Los costos operativos del departamento de logística y distribución están contenidos en los insumos de mano de obra, mantenimiento preventivo y correctivo, combustibles y lubricantes, depreciación de vehículos y los costos de aseguramiento (GPS y acompañamiento). Es importante controlar estos costos para mantener la eficiencia del proceso, tanto para el ruteo posterior al producto terminado como para los reprocesos ocasionados por diversas variables del proceso productivo.

### **2.7.1. Mano de obra**

La mano de obra requerida para llevar a cabo el proceso consta de un piloto repartidor y un auxiliar. Esto quiere decir que los tiempos de distribución de los pedidos deben ser programados en función de los requerimientos de la temporada.

Si se requiriera de un pedido especial, durante la temporada alta se tomaría en cuenta el tiempo complementario para lograr los objetivos para mercados especiales. Esto se realiza a través de una tercerización de entregas, lo cual no es recomendable dado que los costos se elevan considerablemente.

Según lo establecido por el departamento de contabilidad, se tiene un costo total de mano de obra de Q 339 al día. En este caso, al ser un costo fijo, no se evalúa por kilómetro recorrido.

### **2.7.2. Costos de mantenimiento**

El costo de mantenimiento representa únicamente los mantenimientos realizados a los transportes de los camiones propios, en temporada estable. Se manejan tiempos establecidos para el mantenimiento de los camiones disponibles para el ruteo, ya que algún desperfecto mecánico ocasiona retrasos en las rutas que perjudican directamente el costo de entrega y alteran la programación de distribución. Es un costo que se puede mantener controlado y programado, para brindar el servicio de mantenimiento necesario a las máquinas o camiones que sean requeridos en función de su ciclo productivo.

Se han tomado medidas para la disminución del costo de mantenimiento y depreciación de los camiones de transporte, mediante la tercerización de la

entrega del producto, pero se pierde el contacto final con el cliente y depende muchas veces de personas ajenas a la empresa el trato que se le proporcione al cliente en el momento del despacho del producto.

Tabla VI. **Costo de mantenimiento por ruta**

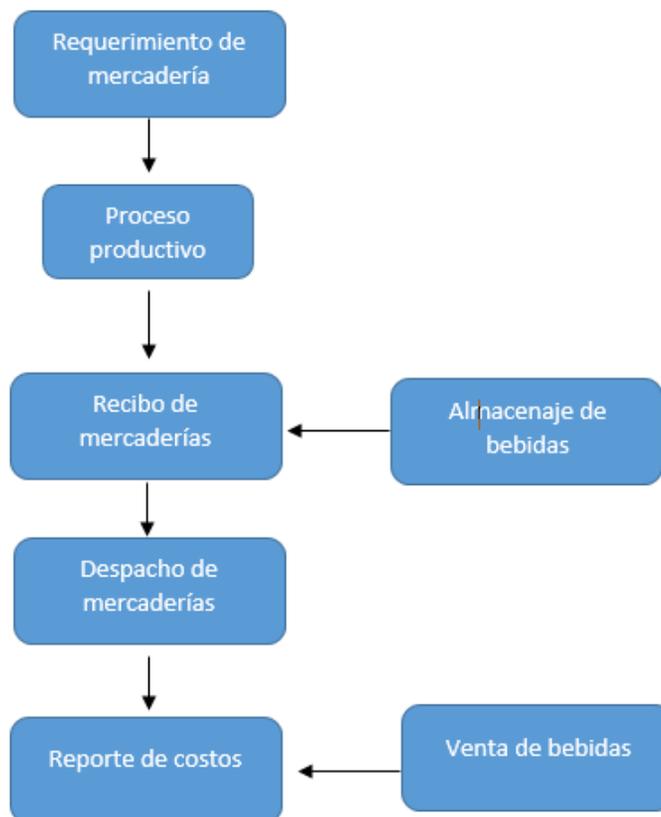
No.	RUTA	KM PROG	Lubricantes, aceites, anticongelantes
1	10	44,34	Q 80,7
2	11	52,63	Q 95,79
3	13	32,99	Q 60,04
4	15	40,15	Q 73,07
5	20	105,01	Q 191,12
6	21	36,93	Q 67,21
7	23	55,52	Q 101,05
8	24	47,48	Q 86,41
9	25	60,35	Q 109,84
10	30	75,96	Q 138,25
11	32	28,89	Q 52,58
12	33	128,67	Q 234,18
13	35	59,79	Q 108,82
14	36	65	Q 118,3
15	40	42,73	Q 77,77
16	41	24,62	Q 44,81
17	42	128,67	Q 234,18
18	43	59,79	Q 108,82
19	44	33,31	Q 60,62
20	45	62,76	Q 114,22
<b>TOTAL</b>		<b>1 185,59</b>	<b>Q 2 157,77</b>

Fuente: elaboración propia.

### 2.7.3. Materia prima

Se contempla como materia prima únicamente los materiales que se utilizan para la distribución, siendo estos los utilizados para el empaque y transporte, por ejemplo: tarimas, cajas de cartón corrugado, separadores de unidades de cartón, *stretch film*, sellador, los cuales son ingresados al MRP (Management Resource Planning). Estos son imputados por contabilidad a los costos operativos.

Figura 8. Análisis de costos MP



Fuente: elaboración propia.

#### 2.7.4. Costos de operación

Finalmente, los costos de operación, entre los cuales se encuentran la depreciación del vehículo, así como el combustible requerido por este, se concatenan en el 28 % restante del costo de distribución.

Tabla VII. Costos de operación por ruta

No.	RUTA	KM PROG	Combustible	Depreciación de vehículo
1	10	44,34	Q 93,11	Q 34,59
2	11	52,63	Q 110,52	Q 41,05
3	13	32,99	Q 69,28	Q 25,73
4	15	40,15	Q 84,32	Q 31,32
5	20	105,01	Q 220,52	Q 81,91
6	21	36,93	Q 77,55	Q 28,81
7	23	55,52	Q 116,59	Q 43,31
8	24	47,48	Q 99,71	Q 37,03
9	25	60,35	Q 126,74	Q 47,07
10	30	75,96	Q 159,52	Q 59,25
11	32	28,89	Q 60,67	Q 22,53
12	33	128,67	Q 270,21	Q 100,36
13	35	59,79	Q 125,56	Q 46,64
14	36	65	Q 136,5	Q 50,7
15	40	42,73	Q 89,73	Q 33,33
16	41	24,62	Q 51,7	Q 19,2
17	42	128,67	Q 270,21	Q 100,36
18	43	59,79	Q 125,56	Q 46,64
19	44	33,31	Q 69,95	Q 25,98
20	45	62,76	Q 131,8	Q 48,95
TOTAL		<b>1 185,59</b>	<b>Q 2 489,74</b>	<b>Q 924,76</b>

Fuente: elaboración propia.

## **2.8. Nivel de servicio**

El nivel de servicio corresponde a una medida de cumplimiento, una relación de dos variables, la cantidad de entregas programadas y la cantidad de entregas realizadas con éxito. Existen muchos factores en el canal tradicional que pueden generar dificultad del cumplimiento de este indicador, son factores externos, la mayoría por decisión del consumidor final.

Las evaluaciones de servicio al cliente son utilizadas por las empresas de consumo masivo, la satisfacción del cliente radica en todos los puntos desde el área comercial, producción, logística y entregas.

Existen empresas destinadas a la gestión de relaciones con las empresas que miden la satisfacción de cliente, buscando garantizar la recompra, siendo la finalidad de toda empresa poder continuar en el mercado, siendo esto un tema de constante rediseño e innovación de productos y servicios.



### **3. PROPUESTA PARA LA APLICACIÓN DE LA EFICIENCIA**

#### **3.1. Departamento de logística**

El departamento de logística| tiene personal asignado para llevar a cabo el proceso productivo, así como el proceso de distribución. Estos están divididos entre el personal administrativo, el jefe de distribución, el encargado de distribución, quienes dirigen las acciones correspondientes para llegar a las metas propuestas y a la tripulación, quienes son los encargados del proceso logístico de los productos terminados hacia los diversos puntos de abastecimiento.

En la actualidad la logística se ha expandido considerablemente en diferentes ramas y aplicado en otras áreas que no eran consideradas como logística, como las compras y el mantenimiento. Este cambio se está realizando en muchas empresas y adoptando el nombre de cadena de suministros, esta ampliación busca generar un incremento en la cadena de valor.

La función principal del departamento de logística abarca desde la planificación, hasta la gestión de bodegas y distribución. Esto para garantizar la existencia de los productos y el debido almacenaje para salvaguardar los productos, dado que son activos de la empresa y el giro del negocio.

### **3.1.1. Personal administrativo**

El personal administrativo es el que tiene el contacto comercial con los clientes y realizan la programación de los pedidos de manera que pueda organizarse la planta de producción y el departamento de logística, para cumplir con los requerimientos de la demanda acontecida. Entre sus funciones está el soporte administrativo de todas las operaciones que se requieran, así como apoyo para la tripulación en la designación de rutas y direcciones de entrega de material y/o de producto terminado.

Otras áreas con realización con el personal administrativo es el capital humano, encargado de la búsqueda y selección del personal, dado que es muy difícil trabajar con el personal incompleto y debe haber una reacción rápida del recurso humano para conseguir el reemplazo.

La búsqueda de controlar el nivel de rotación, dado que se busca tener un nivel de rotación baja en el personal, en tiempo de capacitación y el adecuamiento del personal, al final es una inversión y se pretende que las personas tengan ese sentimiento de pertenencia y compromiso hacia la empresa.

Entre los valores de la empresa, el personal es considerado como importante, así como tenerle las condiciones idóneas para ejercer sin dificultad sus labores, al igual que el cumplimiento con las obligaciones de la empresa, como los pagos puntuales y vacaciones.

### **3.1.2. Jefe de distribución**

Es el encargado de supervisar el proceso administrativo. Controla y dirige las acciones del personal administrativo, de forma que todos estén orientados a las políticas de la empresa y cumplan con sus funciones de manera eficiente y eficaz. Coordina de ser necesario algún apoyo entre áreas, o bien, está al pendiente de los problemas que puedan presentarse durante el flujo productivo, o el flujo logístico de abastecimiento.

Es importante que esta persona tenga noción amplia de los territorios de todo el país, dado el tema de expansión y crecimiento de la empresa. En distribución existen el tema de la definición de áreas y cobertura de cliente, conocido como ingeniería de rutas. La ingeniería de rutas es un tema en que están involucrados el gerente de logística y jefe de distribución, mediante la implementación de software podrán analizar los territorios, densidades de clientes, volúmenes y calles. Posterior a eso se establecerán las frecuencias de visita y las cantidades de rutas.

En la evaluación posterior de los territorios para la toma de decisiones, en conjunto con el departamento de seguridad, se deberán ver zonas rojas donde el riesgo de percances es alto, estas áreas son discriminadas para la atención al cliente, mediante alternativas de seguridad y coordinación por patrulleros, y se ingresa a zonas donde el nivel de riesgo es más bajo.

### **3.1.3. Encargado de distribución**

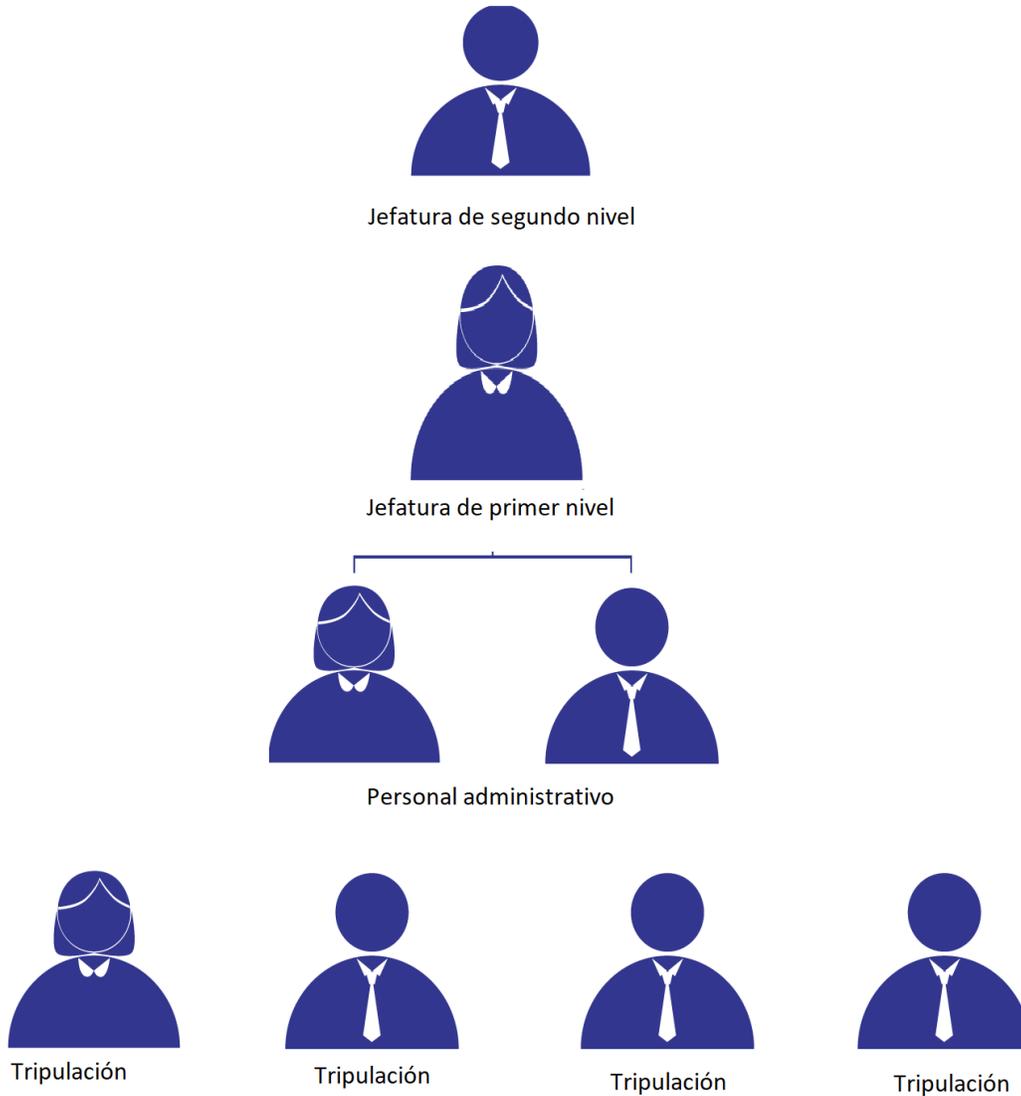
Se encarga de ver los resultados obtenidos de manera global y tomar decisiones con respecto a la operativa.

Se perfilan los objetivos a corto, mediano y largo plazo, y se evalúa el rendimiento del proceso general. Tanto el abastecimiento de materia prima, como el proceso productivo y el área de distribución. De igual forma se determina, junto con el departamento de finanzas, si un cliente aplica o no para crédito, y se establecen los lineamientos generales para mantener la línea operativa lo más productiva posible.

El mando es directo al jefe de primer nivel, y se reporta semanalmente los resultados obtenidos, para conglomerar al final del mes la evaluación de las metas y los objetivos planteados. De no alcanzarlos, se toman las decisiones correspondientes para alcanzarlos.

En la figura 6 se puede observar cómo se encuentra dividida el área y las líneas de mando responden directamente a su superior inmediato, según la representación gráfica propuesta:

Figura 9. **Organigrama operativo**



Fuente: elaboración propia.

### 3.1.4. **Tripulación**

La tripulación es el personal correspondiente para trasladar y despachar el producto terminado a los diversos puntos de entrega a través del país. Estos contemplan rutas programadas, con cantidades planificadas según los

requerimientos de la demanda, de forma que puedan finalizar su jornada con el 100 % de la ruta finalizada, procurando a toda costa la reducción de costos en combustible y en tiempo. Esto se logra procurando no desviarse de la ruta establecida, así como aprovechando los días de precios bajos de gasolina.

La tripulación debe llevar el control de las cantidades despachadas, así como recibir el pago de los clientes que no tengan derecho a crédito, y posteriormente rendir cuentas con el personal administrativo para que el jefe de primer nivel pueda establecer las ganancias obtenidas durante el ruteo de suministro del producto.

La tripulación es el personal más sensible del proceso, debido a que tiene contacto directo con el cliente. Por lo tanto, deben tener una orientación de servicio al cliente, para evitar tener pérdidas por malos tratos, o bien por dejar mercadería a clientes que no apliquen para crédito y que luego no puedan pagar.

### **3.2. Unidades de transporte**

Las unidades de transporte con las que cuenta la empresa son todos vehículos terrestres. Existen de diversas capacidades, de manera que se pueda utilizar el vehículo de transporte más conveniente para la cantidad de pedido realizada. Cada tipo de transporte comprende una capacidad específica y un rendimiento determinado para el suministro de los diversos productos con los que cuente el portafolio de la empresa.

Las unidades actualmente son propias, se exploran situaciones a futuro, dado que dentro del costo total están incluidos los servicios, mantenimientos preventivos y correctivos. Con varios proveedores se han visto opciones como

*leasing* operativo en que los proveedores absorben los mantenimientos preventivos, los correctivos son cubiertos por la garantía de fábrica, dependiendo si son por desgaste de uso, en el caso de ser por negligencia o por sobrecarga o uso inadecuado serán cubiertos por la empresa.

Como protocolo todas las unidades tienen que estar rotuladas con el logo de la empresa y números de teléfono a la vista para reportar cualquier tipo de anomalía. Como mecanismo de seguimiento es responsabilidad del piloto la limpieza de la unidad, siendo parte de ella lavar el camión dentro de las instalaciones.

### **3.2.1. Tipos de unidades**

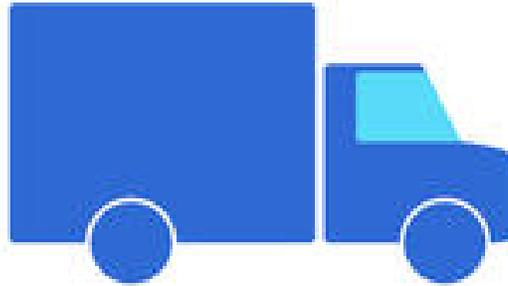
Actualmente la empresa cuenta con tres modelos de transporte de producto terminado: camiones, camiones a detalle y paneles. Por cada vehículo de transporte se cuenta con un mínimo de 2 tripulantes.

Figura 10. **Camiones**



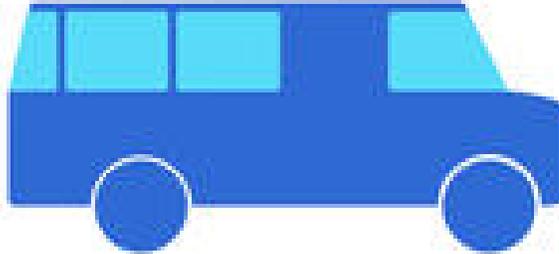
Fuente: *Tipos de camiones*. <https://es.dreamstime.com/imagen-de-archivo-libre-de-regal%C3%ADas-tipos-de-camiones-image32042336>. Consulta: 27 de enero de 2018.

Figura 11. **Camiones para capacidad a detalle**



Fuente: *Tipos de camiones*. <https://es.dreamstime.com/imagen-de-archivo-libre-de-regal%C3%ADas-tipos-de-camiones-image32042336>. Consulta: 27 de enero de 2018.

Figura 12. **Paneles**



Fuente: *Tipos de camiones*. <https://es.dreamstime.com/imagen-de-archivo-libre-de-regal%C3%ADas-tipos-de-camiones-image32042336>. Consulta: 27 de enero de 2018.

Como se puede observar en las figuras, esos son los tres tipos de modelos de transporte que utiliza la empresa para la distribución de su producto a través de sus canales masivos de distribución.

### 3.2.1.1. Volúmenes

Los volúmenes correspondientes según el tipo de transporte están descritos en la siguiente tabla. Estos volúmenes han sido fijados por el departamento de flota y mantenimiento, que están encargados de velar por el buen funcionamiento, estos volúmenes garantizan el buen funcionamiento de las unidades y su buen rendimiento.

Tabla VIII. **Volumen disponible por transporte**

Volumen disponible por transporte		
Tipo de transporte	Cantidad de litros	Cantidad de camiones
Camiones	5 000	16
Camiones para detalle	2 400	6
Paneles	1 000	4

Fuente: elaboración propia.

### 3.2.1.2. Rendimientos

Para el cálculo de rendimientos se tomaron los recorridos de todas las rutas, se utilizó un kilometraje promedio de un registro histórico de un mes, esto para discriminar la variabilidad de recorridos, estas variaciones son resultados de factores como nuevos clientes, variaciones en la demanda, clientes fuera de su secuencia, factores de cierres de calles por mantenimiento, desfiles o fiestas patronales. Los rendimientos son indicadores tanto del área de distribución como de flota, si una unidad, por desperfectos mecánicos, tiene alto consumo de combustible, la responsabilidad de la flota es determinar si es falla mecánica o del usuario, dentro de las posibilidades están que la unidad sea manejada a altas velocidades o esté siendo sobrecargada.

Tabla IX. **Tabla de rendimientos por ruta**

RENDIMIENTO					
No.	RUTA	CAPACIDAD	CLIENTES	LITROS (L)	KM PROG (Km)
1	10	5,25	31	547,57	44,34
2	11	5,25	29	327,88	52,63
3	13	5,25	18	349,01	32,99
4	15	5,25	22	368,72	40,15
5	20	5,25	26	383,43	105,01
6	21	5,25	33	391,97	36,93
7	23	5,25	29	1 055,17	55,52
8	24	5,25	25	1 150,97	47,48
9	25	5,25	34	557,17	60,35
10	30	5,25	31	494,63	75,96
11	32	5,25	25	411,08	28,89
12	33	5,25	36	633,65	128,67
13	35	5,25	31	568,18	59,79
14	36	5,25	31	732,65	65
15	40	5,25	23	452,52	42,73
16	41	5,25	31	826,28	24,62
17	42	5,25	27	786,05	128,67
18	43	5,25	33	999,97	59,79
19	44	5,25	21	228,15	33,31
20	45	5,25	27	832,45	62,76
Total			563	12 097,5	1 185,59

Fuente: elaboración propia.

Se puede determinar que se tiene un consumo promedio de 21,49 litros por cliente, y un consumo promedio de 604,88 litros por ruta. Con base en este requerimiento es posible proyectar la cantidad de transporte necesario para lograr cubrir la demanda requerida por las veinte rutas analizadas. Con lo cual se propone apoyarse en un software especializado que permita concatenar las

diversas variables involucradas en el proceso y calcular la ruta más eficiente para el abastecimiento de producto.

### **3.3. Software de apoyo**

Debido a la complejidad de determinar la ruta más eficiente, tomando en cuenta todas las variables que se presentan durante el proceso de distribución, se propone utilizar un software especializado que permita tener una mejor visualización de las opciones de ruteo disponibles, según la estrategia y poder tomar la mejor ruta posible.

Básicamente comprenden dos softwares necesarios: Tracer y Deliver. Cada uno con una función complementaria, sin embargo, no determinante para que el funcionamiento de uno dependa directamente del otro.

#### **3.3.1. Tracer**

El programa Tracer proporciona básicamente un mapa con la geoposición correspondiente del cliente que se desea atender, por lo que propone un conjunto de soluciones mediante polígonos, los cuales se van definiendo con las restricciones de cantidad de clientes requeridos y la cantidad de transporte disponible para cubrir la ruta. De esta forma se obtienen de manera sistematizada la definición de rutas y el cálculo correspondiente de los recorridos de la ruta.

La ventaja de este software es que se pueden realizar múltiples escenarios para la toma de decisiones, la rapidez para realizar re-cálculos es muy efectiva y el nivel de confiabilidad es muy alto. En cambio, una de sus

desventajas es el alto costo de la licencia anual del software y la capacitación del personal para utilizar las herramientas al máximo.

En la medida que el número de clientes aumente o disminuya, es necesario estar refrescando la base de datos de los clientes, es importante que esa base de datos sea alimentada y revisada constantemente, dado que el cliente detallista tiende a moverse de sector pues en su mayoría no son propietarios de la ubicación.

Existen factores que, aunque se puedan crear la cantidad óptima de rutas o camiones, tienen limitantes con respecto a las unidades, esto es solucionable de acuerdo a la frecuencia de visita, la cual consiste en abarcar únicamente ciertos sectores, dejando otros para el día siguiente, esto en el caso de ser extensiones considerablemente grandes.

Otras empresas dedicadas también al consumo masivo tienen frecuencias dobles y triples, esto debido a la alta rotación del producto y baja capacidad de almacenamiento del cliente. El volumen que ocupa el producto también depende de la forma de la estibación, pero por cuestiones que ciertos productos son estibables y otros no, los clientes prefieren realizar compras moderadas, dado que el riesgo de dañar el producto por estibar es grande, un cliente promedio no compra un producto que presente algún tipo de daño o desgaste exterior, aunque el contenido esté en perfecto estado.

### **3.3.2. Deliver**

Este software tiene un enfoque más orientado al estudio de balance de líneas, ya que utiliza el área que requiere, la cantidad de clientes solicitadas para poder calcular cuántos litros se deben suministrar para atender las rutas determinadas en Tracer, de manera que sea posible contemplar la disponibilidad del transporte necesario para distribuir las cantidades de litros determinadas por Deliver, y obtener los resultados más eficientes y eficaces posibles.

Por supuesto, esto no deja de lado los diversos factores externos que puedan afectar el trayecto, tales como tránsito vehicular, accidentes, condiciones naturales, manifestaciones, mantenimiento de carreteras, entre otros.

Al igual que el software anterior, cuenta con las mismas ventajas, adicionando la característica de actualización en línea de las calles y avenidas, así como los sentidos de dirección de las carreteras.

El programa contiene opciones parametrizables como velocidad promedio en carreteras, sentidos de las vías, vías alternas y horarios de restricción, los cuales son ingresados como factores en la programación como tiempo en calle útil, esto es de importancia para que la ruta no exceda el tiempo y se tenga la necesidad de pagar horas extras y, en el caso de tener restricción de horarios, multas por circulación en horarios restringidos.

### **3.3.3. Selección de rutas mediante software de apoyo**

Para proceder a seleccionar las rutas utilizando el software de apoyo se deben tomar en cuenta tres aspectos: restricciones para cálculos, cálculo de óptima flota y balanceo correspondiente de rutas. Por lo tanto, a continuación se presenta la propuesta del balanceo de las rutas correspondiente a veinte canales de distribución dentro de la ciudad capital.

Para la selección de los programas se realizó una convocatoria de empresas que prestarán el servicio, siendo convocadas 5 empresas, cada una con amplia trayectoria en el diseño de software. Bajo un contrato de confidencialidad se les proporcionó un extracto de la base de datos de clientes y realizarían una presentación con su respectivo software, sus atribuciones y las soluciones que presentan. Realizando un consenso entre el gerente de logística y la dirección financiera, fueron seleccionados 2 proveedores, dado que la utilización de uno solo no cumplía con todos los lineamientos necesitados.

Los programas cuentan con un sistema de licenciamiento de 3 años, al finalizar el período se realizará nuevamente la convocatoria, se aclaró a dichos proveedores que solo sería seleccionado uno y se les brindó la totalidad de las necesidades para implementarlas en sus modelos.

#### **3.3.3.1. Restricciones para cálculos**

Se realizará el estudio para veinte rutas correspondientes, cuyo rendimiento se describe en la tabla IX. Se procede a calcular la cantidad óptima de transporte para cubrir el requerimiento según los litros en cada ruta, sin tomar en cuenta aún la distribución de rutas para cada transporte, ya que eso se dilucidará en el balanceo de rutas.

Mediante un previo análisis se determinan las variables para realizar los cálculos, cada variable fue analizada para verificar su impacto en la distribución, al igual que su relevancia.

Las restricciones primarias serán: cantidad de cliente, volumen y kilómetros, siendo estos el núcleo del cálculo, sin embargo existen otras variables que serán ingresadas al modelo que, aunque no tienen una menor relevancia, son implícitas y tienen gran impacto y surge la necesidad de contemplarlas. Son: tiempo en calle, esta restricción contempla el tiempo que se encuentra el camión en calle antes de incurrir en horas extras; horario de restricción, este factor se utiliza en unidades mayores de toneladas, el horario de restricción en la ciudad capital inicia a las 5am y finaliza a las 8am, posteriormente inicia a las 5pm y finaliza a las 9pm.

### **3.3.3.2. Cálculo óptimo de flota**

Como ya fue descrito, actualmente la empresa cuenta con tres tipos de transporte de diversos volúmenes. Para tenerlo presente se nombrarán a continuación:

- Camiones con un volumen máximo de 5 000 litros
- Camiones a detalle con un volumen máximo de 2 400 litros
- Paneles con un volumen máximo de 1 000 litros

En la tabla VIII se describe la capacidad instalada total, para cubrir las veinte rutas descritas para analizar.

Tabla X. **Capacidad instalada**

<b>Capacidad instalada</b>			
<b>Transporte</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Volumen (Lt)</b>	<b>Total (Lt)</b>
Camiones	16	1 400	22 400
Disponibilidad de litros			22 400

Fuente: elaboración propia.

En este momento no se calculará la ruta óptima, únicamente la capacidad óptima de la flota, por lo que las rutas asignadas no necesariamente serán las requeridas, sin embargo, la cantidad de transporte a utilizar sí.

Ya que se cuenta con una disponibilidad total de 22 400 litros, se analizará cada transporte por separado, puesto que, al hacerlo global, es posible incurrir en errores de capacidad real instalada. Cada ruta cuenta con el volumen de litros óptimo de transporte, así como la cantidad de vehículos óptimos requeridos.

Por medio del software Tracer se determina que para la distribución óptima para alcanzar un alcance eficiente se deben distribuir los litros con las rutas de la manera en que se verá (esta distribución del balance de litros cumple con los máximos permitidos por el departamento de flota). Estos cálculos fueron revisados por el jefe de distribución y el gerente de logística y se utilizaron tanto las restricciones primarias como las secundarias, siendo kilómetros, litros y cantidad de clientes, las secundarias horarias útiles y el horario de restricción. Durante las simulaciones los escenarios fueron óptimos y

se realizarán pruebas con camiones y condiciones reales antes de lanzar la ruta real, dado que no se quiere perjudicar a los clientes con el nivel de servicio.

Tabla XI. **Redistribución de litros por ruta**

<b>PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN</b>						
<b>No.</b>	<b>RUTA</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CAPACIDAD</b>	<b>CLIENTES</b>	<b>LITROS actual(L)</b>	<b>LITROS propuesta(L)</b>
1	10	890	5,25	38	547,57	725,5
2	11	811	5,25	36	327,88	505,8
3	13	817	5,25	25	349,01	526,9
4	15	898	5,25	27	368,72	546,6
5	20	901	5,25	33	383,43	561,3
6	21	895	5,25	38	391,97	569,9
7	23	893	5,25	36	1 055,17	1 233,1
8	24	889	5,25	32	1 150,97	1 328,9
9	25	888	5,25	41	557,17	735,1
10	30	923	5,25	38	494,63	672,5
11	32	904	5,25	32	411,08	589,0
12	33	894	5,25	43	633,65	811,6
13	35	905	5,25	38	568,18	746,1
14	36	891	5,25	38	732,65	910,6
15	40	900	5,25	30	452,52	630,4
16	41	934	5,25	38	826,28	1 004,2

Fuente: elaboración propia.

### **3.3.3.3. Balance de rutas**

Finalmente, luego de obtener la distribución de los litros se procede a balancear las rutas según la cantidad de clientes y litros requeridos, teniendo así las cantidades óptimas por ruta.

Para realizar el balance de rutas fue necesario utilizar el segundo software denominado Deliver, pues este permitía clarificar la disponibilidad de litros versus la necesidad de distribuir a través de las rutas según la cantidad de clientes, de manera eficiente para aprovechar al máximo el volumen correspondiente en cada vehículo de transporte.

Fueron realizadas 10 propuestas para la elaboración de las rutas, inicialmente se realizaron distribuciones usando únicamente una restricción, litros, kilómetros y clientes, los resultados presentaron mejoras en términos de rendimiento y mejora en las rutas.

Para realizar la distribución con la máxima distribución se realizaron iteraciones combinadas, tal como se realiza la programación lineal con algoritmos bastante complejos mezclando las diferentes variables.

Tabla XII. **Balanceo de rutas**

Balanceo								
No,	Ruta	Unidad	Capacidad	Clientes balanceados	Litros actuales	Litros balanceados	Km prog actual	Km prog balanceado
1	10	890	5,25	38	547,57	725,48	44,34	56,34
2	11	811	5,25	36	327,88	505,79	52,63	64,63
3	13	817	5,25	25	349,01	526,92	32,99	44,99
4	15	898	5,25	27	368,72	546,63	40,15	52,15
5	20	901	5,25	33	383,43	561,34	105,01	117,01
6	21	895	5,25	38	391,97	569,88	36,93	48,93
7	23	893	5,25	36	1 055,17	1 233,08	55,52	67,52
8	24	889	5,25	32	1 150,97	1 328,88	47,48	59,48
9	25	888	5,25	41	557,17	735,08	60,35	72,35
10	30	923	5,25	38	494,63	672,54	75,96	87,96
11	32	904	5,25	32	411,08	588,99	28,89	40,89
12	33	894	5,25	43	633,65	811,56	128,67	140,67
13	35	905	5,25	38	568,18	746,09	59,79	71,79
14	36	891	5,25	38	732,65	910,56	33,31	45,31
15	40	900	5,25	30	452,52	630,43	42,73	54,73
16	41	934	5,25	38	826,28	1 004,19	24,62	36,62

Fuente: elaboración propia.

Aquí se puede observar la manera en que los vehículos deben distribuirse a través de las rutas, tomando en cuenta capacidad volumétrica, tiempos de entrega y kilómetros programados para recorrer.

### 3.4. Indicadores claves

Un indicador clave son las metodologías de implantación de indicadores clave en las empresas, que permiten la evaluación y desempeño de las diferentes áreas. Se puede tener un panorama de cualquier factor medible a través del tiempo, además se puede ir visualizando con respecto a cualquier

medida de tiempo si está mejorando o disminuyendo algún rendimiento, generalmente son unidades compartidas representadas en una diferencia de quetzales/unidad o kilómetros/cliente.

El software permite enfocarse en tres indicadores claves que determinan el 84,3 % de la eficiencia en el proceso de distribución del producto terminado hacia sus diversos puntos de abastecimiento, este porcentaje es calculado con los costos de la nueva distribución dividido con la distribución antigua.

#### **3.4.1. Indicadores obtenidos mediante software de apoyo**

Tal y como es posible observar en la tabla IX, es muy importante tener controlado los kilómetros programados a recorrer, ya que el combustible utilizado estará en función de ese dato determinante, así como la depreciación del vehículo y su tiempo de mantenimiento por kilómetros recorridos.

Se sabe que la mano de obra es un costo constante, por lo que no es un indicador que permita tener margen de mejora en eficiencia. Así que claramente debe hacerse hincapié en el recorrido, así como en los tiempos de entrega de la mercancía para lograr completar el 100 % de los pedidos diarios.

Dentro de las características de la implementación de herramientas está la elaboración más fácil de lo que son los tableros de resultados y evitar que un analista de datos calcule de forma manual, siendo estas algunas ventajas que agregan valor al proyecto

### **3.5. Comparación de distribuciones**

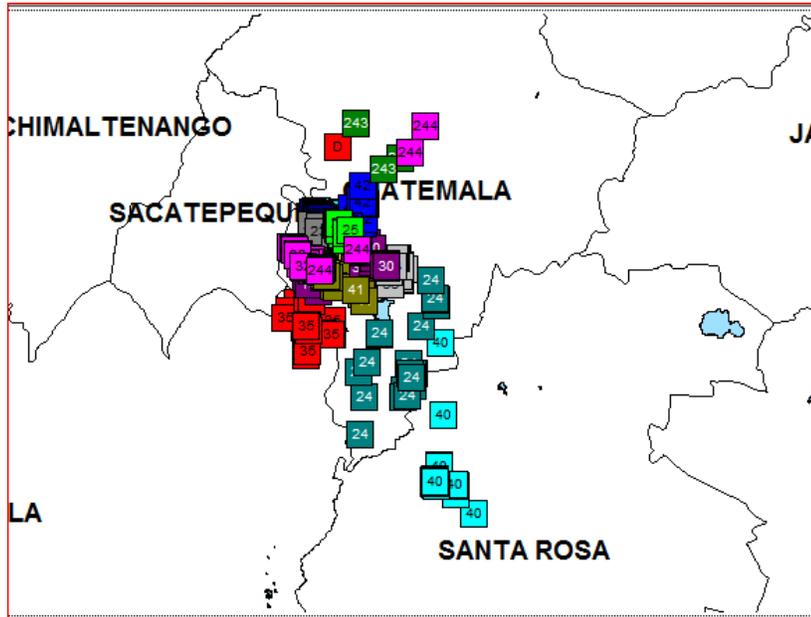
A continuación se presentan los resultados de los mapas de distribución propuestos por el software de cálculo de rutas y costos, tomando en cuenta las variables y las restricciones descritas en los apartados anteriores. La ventaja de tener un software de apoyo es la facilidad de realizar comparaciones en los diseños fácilmente, mientras que antes la evaluación tomaba días o semanas, era un tiempo extremadamente grande. Al montar en el programa la distribución anterior se puede apreciar con facilidad las áreas de oportunidad que se tienen.

Otros análisis que se pueden realizar serán sobre clientes que por su distancia no son rentables y se tiene que tomar decisiones sobre ellos, si se realiza una renegociación del volumen de la venta, incrementándolo de modo que el costo de transporte sea compensando.

#### **3.5.1. Resultados de distribución antigua**

En la figura 13 se puede observar la distribución de rutas a través de la Ciudad de Guatemala, contemplando algunos clientes pertenecientes a los territorios más lejanos de la ciudad capital. Dicho listado se encuentra segmentando de forma gráfica por colores.

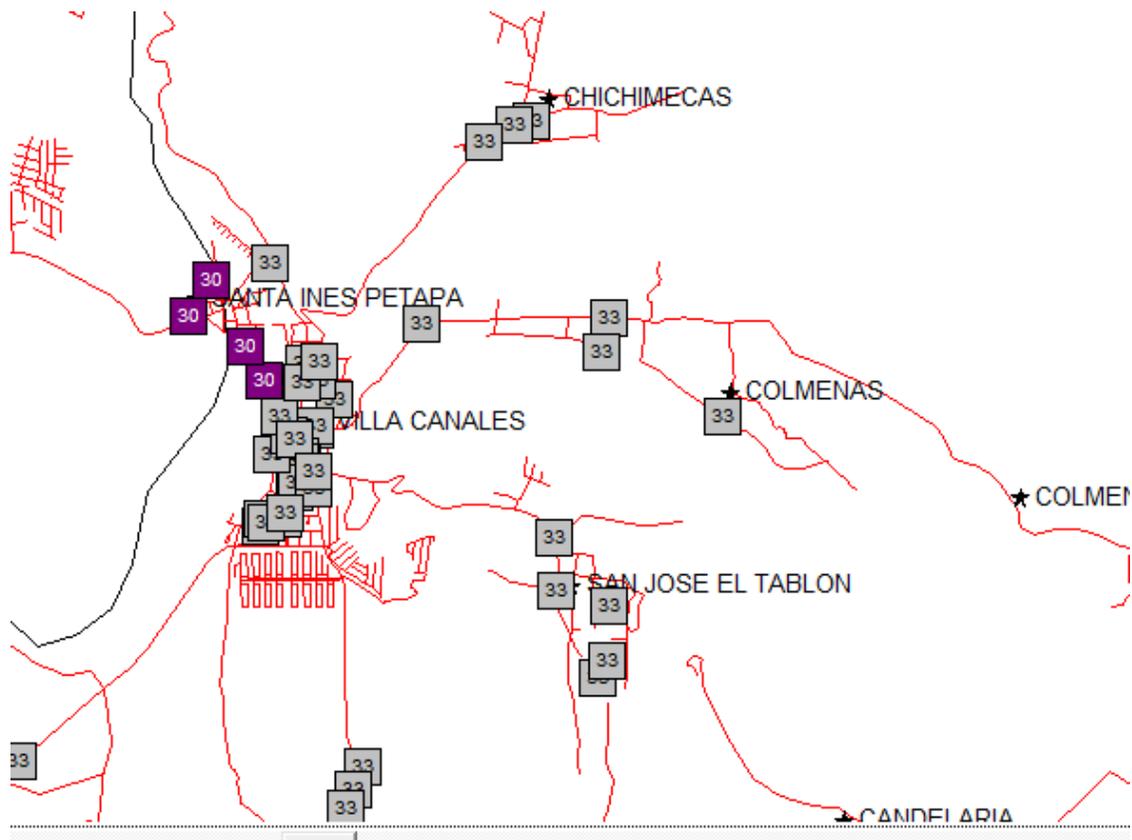
Figura 13. **Distribución de rutas en la Ciudad de Guatemala**



Fuente: elaboración propia, empleando software Tracer.

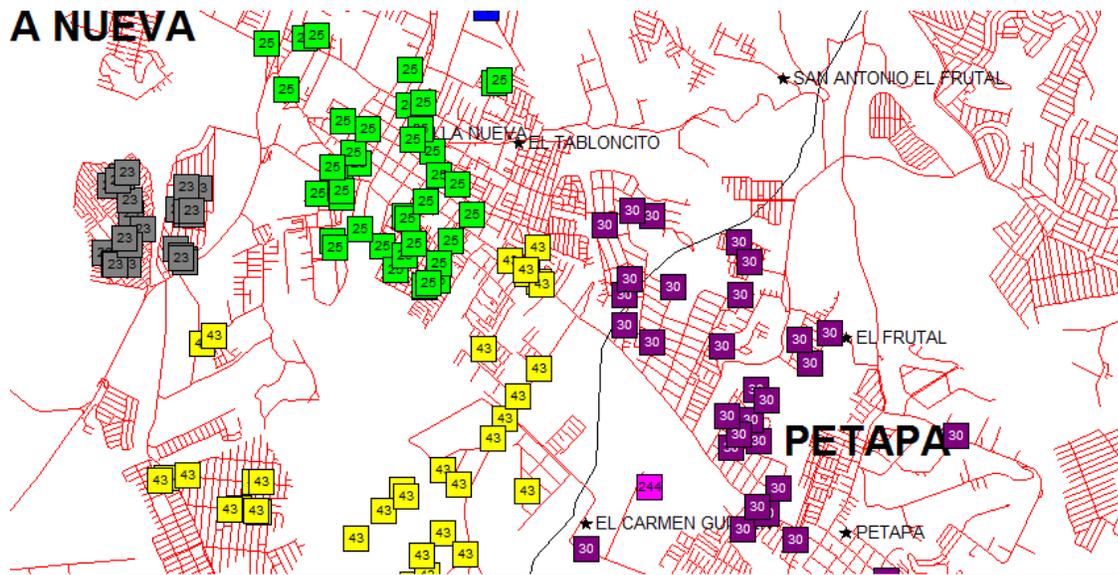
En la siguiente figura se observa la distribución de las diferentes rutas asignadas para la distribución completa, esto incluye, además del área metropolitana, el área de Villa Canales, Chichimecas y San José el Tablón, entre otros. Esta es la propuesta original con la que cuenta la distribución de clientes a través de las rutas:

Figura 14. **Distribución de clientes de sector Villa Canales**



Fuente: elaboración propia, empleando software Tracer.

Figura 15. **Distribución de clientes de sector de Villa Nueva y Petapa**

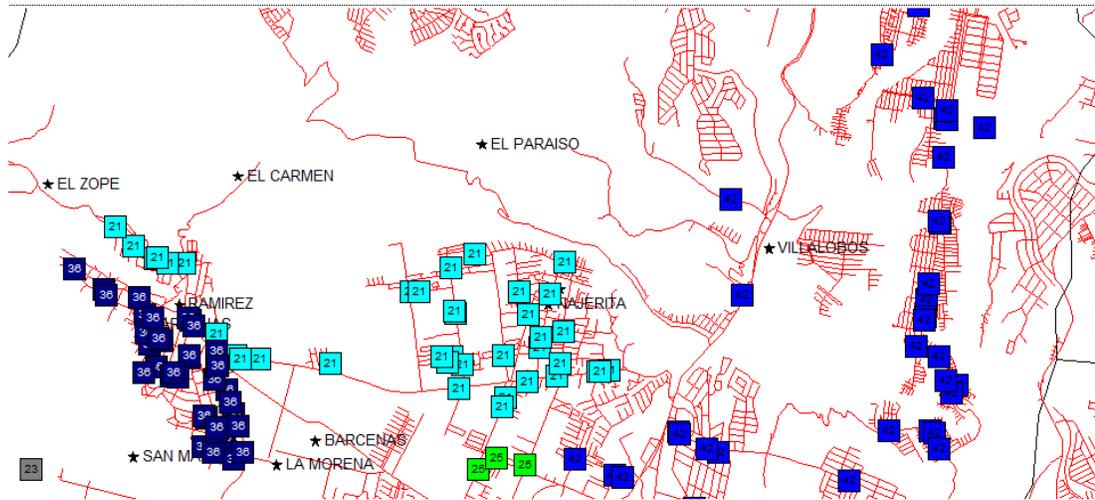


Fuente: elaboración propia, empleando software Tracer.

Tal y como se refleja en las figuras 12 y 13, la distribución de clientes es bastante dispersa entre las rutas, por lo que el software complementario, llamado Deliver, permitirá visualizar la línea de ruta crítica que facilite el despacho del producto, optimizando los costos relacionados.

El software como tal no cuenta con una conexión directa al GPS, lo que se tiene es la base de datos de todos los clientes en la que está incluida la geoposición, y es con base en esta característica que se genera la información.

Figura 16. **Distribución de clientes de sector de Bárcenas**

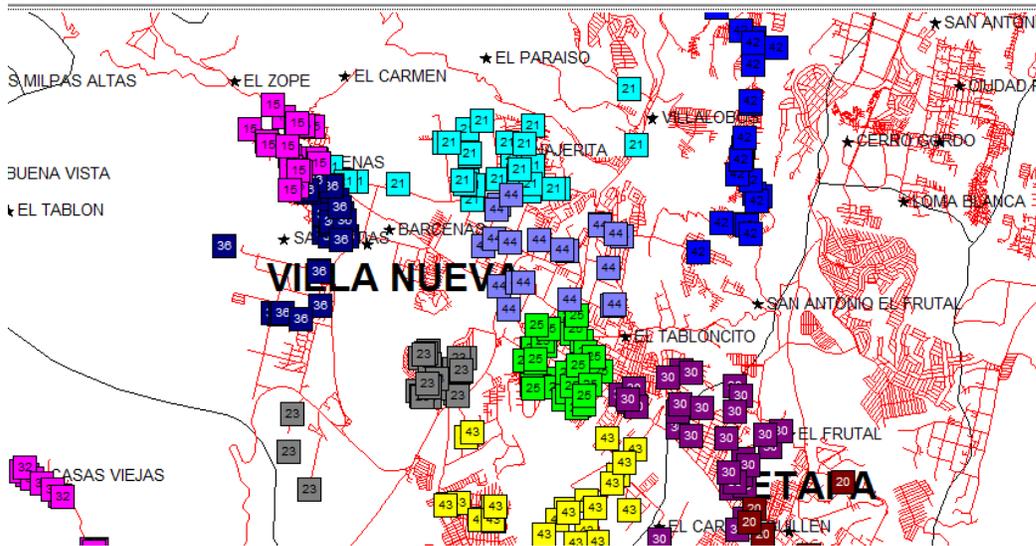


Fuente: elaboración propia, empleando software Tracer.

### 3.5.2. **Resultados de nueva distribución**

A continuación se presentan los resultados de la nueva distribución de clientes conforme al avance del ruteo de los vehículos analizados. Se podrá observar en todos los casos una mejor conglomeración de clientes, debido a la redistribución de rutas, que permiten visualizar mejores oportunidades de ruteo que no solo logren ahorrar costos de combustible y mantenimiento, sino aumentar los tiempos de entrega a las zonas de distribución analizadas. Tal y como se refleja en la figura 14, con una nueva distribución de clientes a través de las rutas existentes:

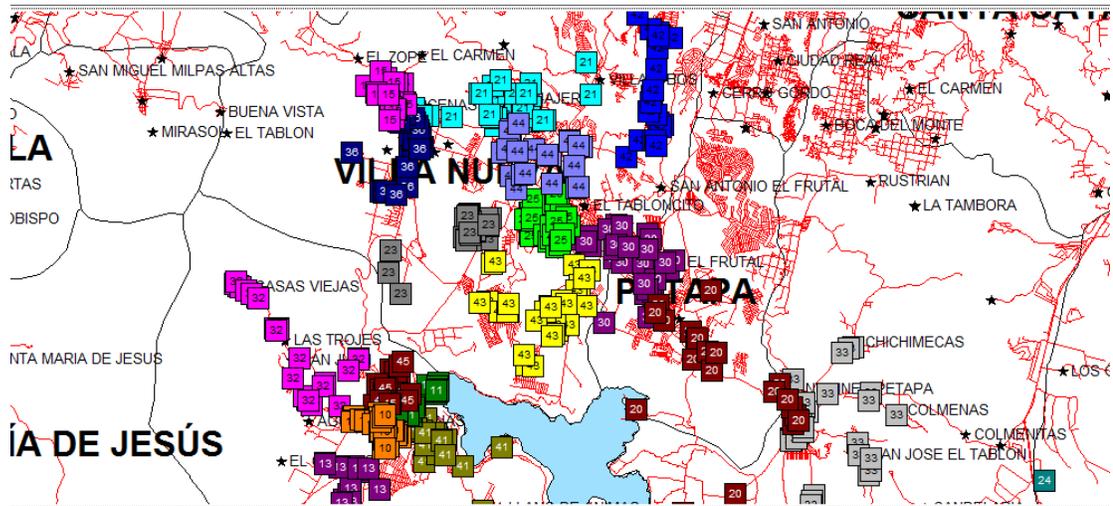
Figura 17. Nueva distribución de clientes de Villa Nueva



Fuente: elaboración propia, empleando software Tracer.

Al realizar la revisión del área se puede ver que existen áreas que, aunque está muy próxima la constitución geográfica, no permiten la facilidad de movimiento en los sectores. Aquí se ve la importancia del involucramiento del jefe de distribución y su conocimiento de los diferentes sectores.

Figura 18. Nueva distribución de clientes de Bárcenas

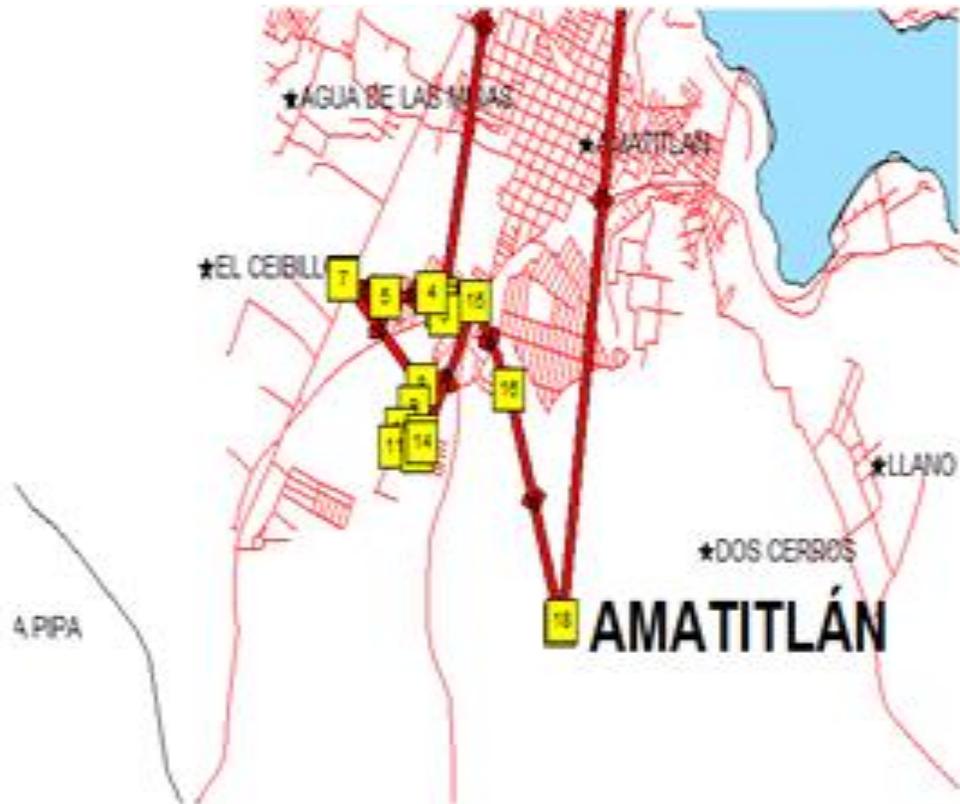


Fuente: elaboración propia, empleando software Tracer.

### 3.6. Comparación de resultados

En este apartado se presentan los resultados finales con la conglomeración de la nueva distribución de clientes a través del nuevo ruteo realizado, además de presentar las rutas óptimas que permitan tener un proceso de distribución eficiente. Aquí entra en escena el software complementario Deliver, el cual presenta de manera gráfica la ruta a seguir para los vehículos previamente balanceados en sus rutas correspondientes.

Figura 19. Nueva distribución de Amatitlán



Fuente: elaboración propia, empleando software Deliver.

En esta ruta correspondiente a Amatitlán se puede observar en la ruta propuesta una mayor uniformidad en la atención de la misma, puesto que los clientes ubicados en Agua de las Minas fueron ubicados en otra ruta, lo cual permite atenderles en menor tiempo, pues no esperan a que el ruteo termine por El Cebillo.

Figura 20. Nueva distribución de Villa Nueva



Fuente: elaboración propia, empleando software Deliver.

En Villa Nueva es en donde se observa el mayor avance en ruteo, pues la nueva distribución permite atender un mayor número de clientes en un tiempo menor, haciéndose énfasis en una mejor distribución de los vehículos de transporte y ubicación de rutas.

Figura 21. Nueva distribución de Villa Canales



Fuente: elaboración propia, empleando software Deliver.

El mismo efecto se puede observar en Villa Canales, en donde la readequación de los clientes, según el volumen de litros de consumo, permite tener una mejor distribución a través de la ruta, logrando una mejora de hasta un 30 % en ahorro de combustible según los kilómetros recorridos.

### 3.7. Análisis de escenarios

Realizando la comparación de los escenarios planteados en el presente trabajo de investigación, tal y como lo demuestra la tabla XIII en el balanceo de rutas, evidentemente hay una mejor redistribución utilizando el software

determinado para la eficiencia de la distribución. Los costos obtenidos se reducen hasta en un 15 %, atendiendo el mismo requerimiento de litros y de clientes en la región departamental analizada.

Tal y como se sugiere en el capítulo 5, eventualmente hay que realizar reestructuraciones, por temas de crecimiento y cobertura de cliente, esto según el área de oportunidad de nuevas optimizaciones.

La creación de diversos escenarios ayudará en la toma de decisiones en relación de movimientos o creación de nuevos centros de distribución, dado que, en la medida que un crecimiento se da, así como la expansión de territorio, la lejanía del centro de distribución es un factor que no se puede reducir, tanto el tiempo de llegada al primer cliente como la distancia al mismo, esto de carácter doble, kilómetros de ida y de vuelta, siendo una medida sustitutiva la creación de nuevos centros de distribución.

Tabla XIII. Análisis de balanceo

Imputación de costos											
No.	Ruta	Clientes	Litros	Litros	Km prog	Km prog	Tiempo prog	Combustible	Lubricantes	Depreciación	Mano de obra
1	10	38	547,57	725,48	44,34	56,34	06:47	118,31	102,54	43,95	339,00
2	11	36	327,88	505,79	52,63	64,63	06:04	135,72	117,63	50,41	339,00
3	13	25	349,01	526,92	32,99	44,99	06:20	94,48	81,88	35,09	339,00
4	15	27	368,72	546,63	40,15	52,15	08:49	109,52	94,91	40,68	339,00
5	20	33	383,43	561,34	105,01	117,01	08:46	245,72	212,96	91,27	339,00
6	21	38	391,97	569,88	36,93	48,93	07:53	102,75	89,05	38,17	339,00
7	23	36	1055,17	1 233,08	55,52	67,52	07:32	141,79	122,89	52,67	339,00
8	24	32	1150,97	1 328,88	47,48	59,48	07:22	124,91	108,25	46,39	339,00
9	25	41	557,17	735,08	60,35	72,35	08:07	151,94	131,68	56,43	339,00
10	30	38	494,63	672,54	75,96	87,96	06:31	184,72	160,09	68,61	339,00
11	32	32	411,08	588,99	28,89	40,89	06:06	85,87	74,42	31,89	339,00
12	33	43	633,65	811,56	128,67	140,67	06:15	295,41	256,02	109,72	339,00
13	35	38	568,18	746,09	59,79	71,79	07:39	150,76	130,66	56,00	339,00
14	36	38	732,65	910,56	33,31	45,31	07:33	95,15	82,46	35,34	339,00
15	40	30	452,52	630,43	42,73	54,73	08:39	114,93	99,61	42,69	339,00
16	41	38	826,28	1 004,19	24,62	36,62	07:33	76,90	66,65	28,56	339,00
Totales								2 228,88	1 931,69	827,87	5,424

Fuente: elaboración propia.

Se observa el aumento de la cantidad de clientes por ruta, alcanzando una productividad de 35 clientes promedio por cada una, en comparación a los 28 clientes por ruta que se trabajaban anteriormente.

## **4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA**

### **4.1. Plan de acción**

A continuación se presenta la propuesta para llevar a cabo la implementación de las rutas establecidas y optimizar los costos de ruteo en las ubicaciones analizadas.

Las actividades abarcan varias áreas, el trabajo en equipo de los diferentes departamentos serán un factor clave para el éxito del proyecto, así como el cambio de mentalidad y la oposición al cambio son factores humanos que serán tratados por aparte por cada jefe de área en conjunto con el recurso humano.

#### **4.1.1. Implementación del plan**

Se presenta un diagrama de Gantt con los pasos más importantes para llevar a cabo la propuesta, sin que el proceso se vea comprometido. El traslape de la fase es muy importante para evitar inconvenientes con las entregas de los clientes de las rutas que se van a ver afectadas.

Tabla XIV. Diagrama de Gantt de implementación

ACTIVIDAD	INICIO DEL PLAN	DURACIÓN DEL PLAN	INICIO REAL	DURACIÓN REAL	PERIODOS									
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Notificación de cambio de horarios a las tiendas en las rutas determinadas	1	5	1	4	█	█	█	█	█					
Notificación al área de mantenimiento para alistamiento de las unidades según sus nuevos recorridos	1	5	1	3	█	█	█	█	█					
Capacitación de nuevo ruteo a la tripulación	2	4	6	4	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Primera salida Ruta 10, 11, 13, 15	4	8	4	6				█	█	█	█	█	█	█
Segunda salida Rutas 20, 21, 23	6	2	4	8				█	█	█	█	█	█	█
Tercera salida Rutas 24, 25, 30, 32, 33, 35	8	3	4	6				█	█	█	█	█	█	█
Retroalimentación	10	4	5	3					█	█	█	█	█	█

Fuente: elaboración propia.

En la primera semana de la implementación se debe realizar una notificación en el ruteo original, hacia los comercios para informarles sobre el cambio progresivo de los horarios de suministro y cambio de tripulación de ruta, para que estén informados y evitar inconvenientes posteriores. Se planificaron cinco días.

En la segunda semana, luego de las notificaciones a los comercios y haber revisado algún caso especial que un cliente haya solicitado, se procede a realizar la notificación oficial al departamento de mantenimiento de flota, para que puedan reprogramar sus días de mantenimiento y recalibrar sus indicadores de mantenimiento preventivo.

Con la confirmación del departamento de mantenimiento, se procede paralelamente a realizar una capacitación a la tripulación, para informarles sobre los cambios de ruta y que puedan brindar comentarios para que sirvan de retroalimentación a los tripulantes que les haya tocado nuevas rutas que otros tripulantes hayan tenido anteriormente.

Esto es muy importante, ya que prácticamente se hace entrega de la ruta de tripulación a tripulación, el personal administrativo de igual manera debe redistribuirse y trasladar la información de las rutas al personal respectivo, para evitar confusiones en cuestiones de crédito, los suministrado y lo pendiente de suministrar.

A finales de la segunda semana y a inicios de la tercera, se realiza la apertura de las primeras rutas descritas, y consecuentemente se hace el lanzamiento progresivo de las rutas restantes conforme avancen la semana tres y la semana cuatro, hasta tener completado el cien por ciento del nuevo ruteo, en el primer día de la quinta semana, luego de haber iniciado la implementación.

#### **4.1.2. Entidades responsables**

Las entidades responsables de dar seguimiento y de la medición de los resultados que se vayan obteniendo son la gerencia y el departamento de logística, los cuales deben reportar semanalmente el avance de la implementación, el control del proceso durante el traslape y la medición de resultados.

Se realizará una asamblea general a la cual asistirán todos los colaboradores de la empresa, coordinada con recursos humanos y dirigida por logística, en la cual inicialmente se tratarán temas de concientización del estado actual de la empresa con temas de pertenencia y compromiso. Se expondrá la necesidad y el surgimiento del proyecto y los beneficios que este aportará, dado que la mayoría de departamentos están involucrados en cuanto a sus roles y atribuciones dentro del proyecto.

Los proveedores anteriormente seleccionados realizarán una presentación de sus programas, casos de éxito y cómo se proyectan dentro de la empresa.

Otra convocatoria será realizada con los jefes de las diferentes áreas para explicarles sus atribuciones directas y su plan de capacitación con los implementadores del programa.

##### **4.1.2.1. Gerencia**

La gerencia deberá analizar los resultados determinados por el departamento de logística, y direccionará los ajustes necesarios en caso de que haga falta algún cambio en el proceso para alcanzar los resultados. Se definirán

los KPI'S a medir y se tendrá una junta quincenal, junto con los responsables directos del proyecto en el departamento de logística.

La gerencia, dentro de sus atribuciones, tendrá un gran involucramiento con todas las áreas, dado que en la transición en el mejor de los casos no existirán complicaciones, pero siempre existe un riesgo que tendrán que manejar mientras se van cumpliendo la incineración y la implementación de las nuevas metodologías. Durante la implantación la gerencia cuenta con un rol administrativo de las actividades en el caso de realizar cambios, aplazamiento o anticipación de los mismos, por cuestiones de necesidad, entre otros.

Los accionistas medirán a las diferentes gerencias con el éxito del proyecto y el cumplimiento de los beneficios ofrecidos, donde los cumplimientos de los kpi surgen, un gerente será el administrador del proyecto, el cual fue seleccionado por el gerente de logística.

#### **4.1.2.2. Departamento de logística**

El departamento de logística debe implementar en sus áreas administrativas y operativas el montaje del proyecto según el cronograma de ejecución, así como la supervisión diaria en el cumplimiento de los procesos dirigidos por la gerencia.

La tripulación debe estar clara sobre los cambios realizados, de manera que no se pierdan o existan confusiones en las nuevas rutas establecidas. Se deben reducir al máximo las entregas duplicadas por falta de coordinación entre rutas.

El jefe distribución se reunirá con los implementadores y revisarán los diferentes escenarios dado sus conocimientos de los territorios. Los pilotos realizarán una capacitación en que se les presentarán los territorios para que se empiecen a familiarizar. El encargado de rutas realizará pruebas de campo con un camión asignado por flota para revisar los diferentes escenarios y, si se apegan con la realidad, realizar comentarios y sugerencias al igual que modificaciones en la base de datos.

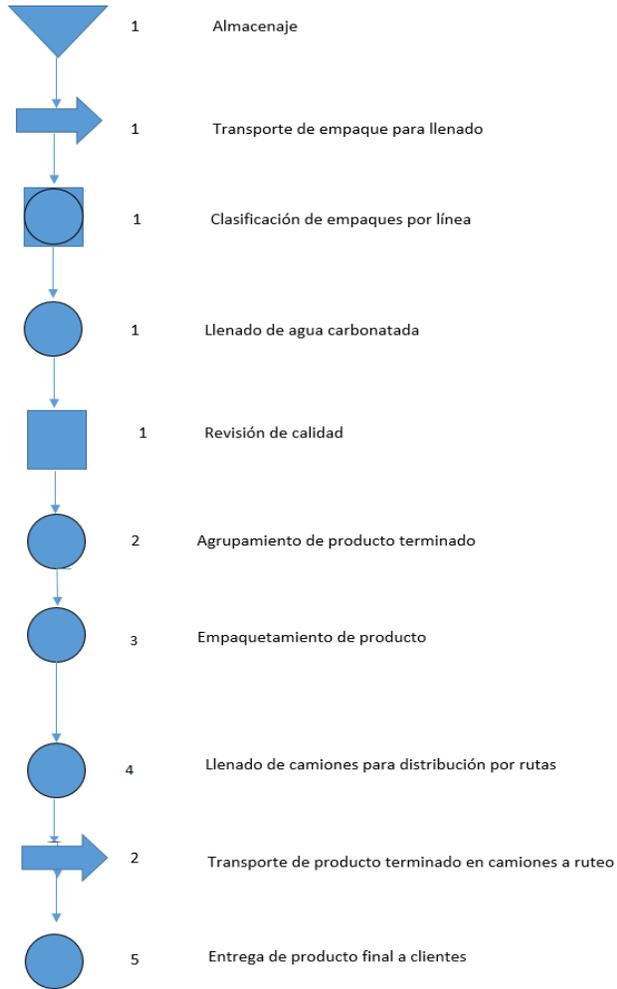
## **4.2. Redistribución de rutas**

Las redistribuciones de rutas quedan plasmadas en los resultados obtenidos por el software de apoyo, por lo cual se presentan a continuación.

### **4.2.1. Diagrama de proceso**

El siguiente diagrama de proceso representa el flujo de producción de bebidas carbonatadas y su distribución hacia el cliente.

Figura 22. Diagrama de proceso



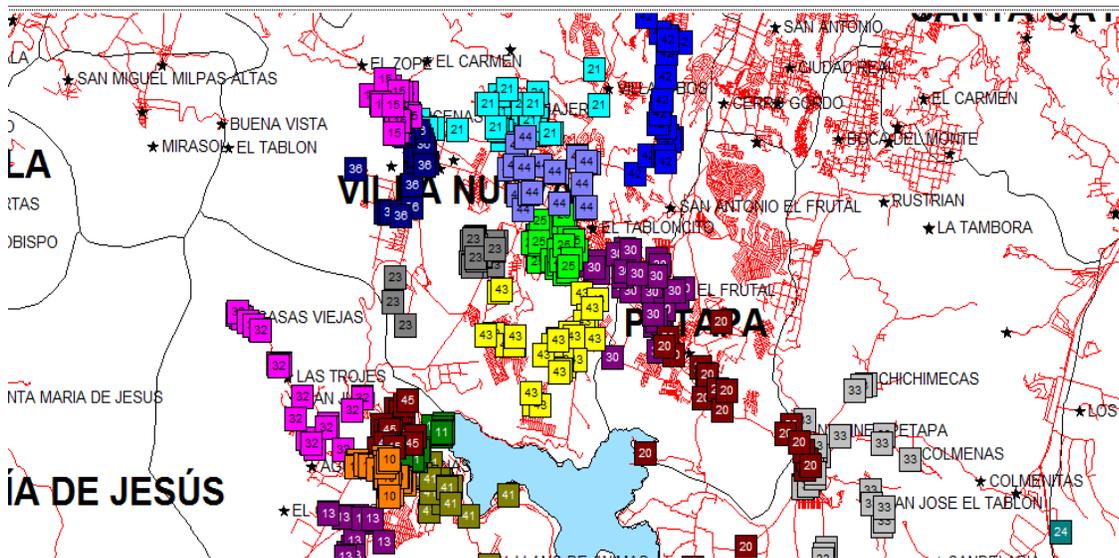
RESUMEN		
Símbolo	Descripción	Cantidad
	Almacenamiento	1
	Tranporte	2
	Inspección-Operación	1
	Operación	5
	Inspección	1
	Demora	0

Fuente: elaboración propia.

#### 4.2.2. Áreas designadas

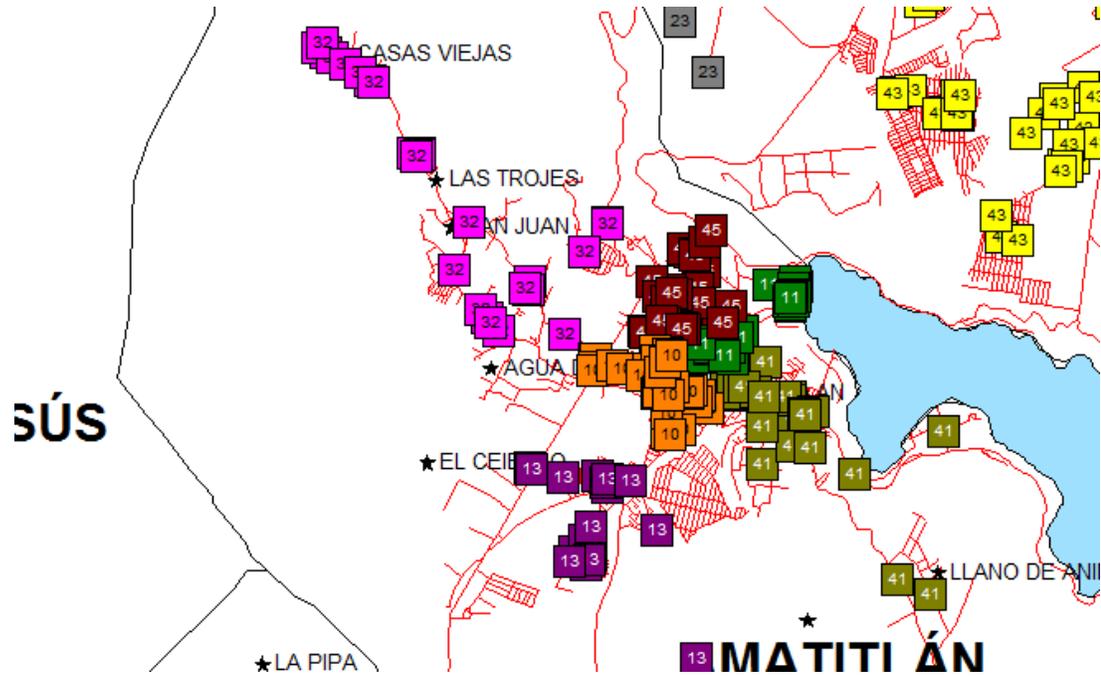
Las áreas designadas para llevar a cabo el nuevo ruteo antes de su masificación al resto de rutas pendientes fueron las áreas de Villa Nueva, Amatlán, Petapa y zonas aledañas.

Figura 23. Mapeo de Villa Nueva



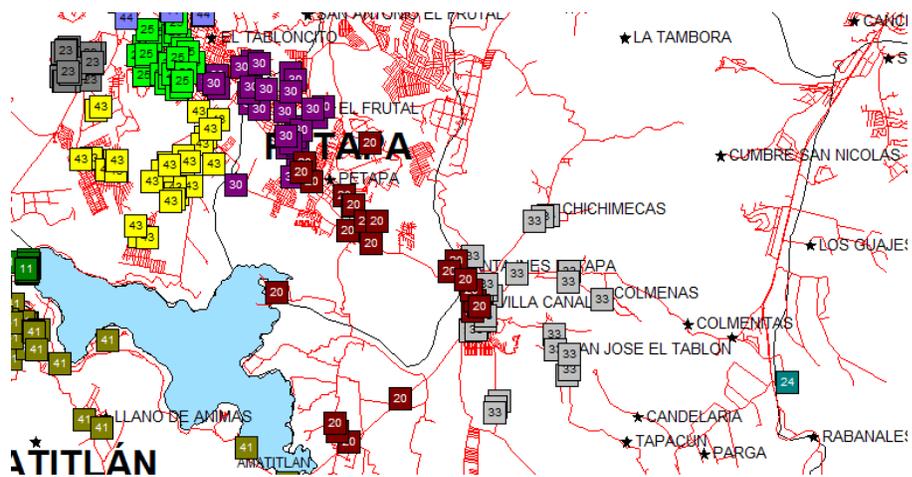
Fuente: elaboración propia, empleando software Tracer.

Figura 24. Mapeo de Amatlán



Fuente: elaboración propia, empleando software Tracer.

Figura 25. Mapeo de Petapa

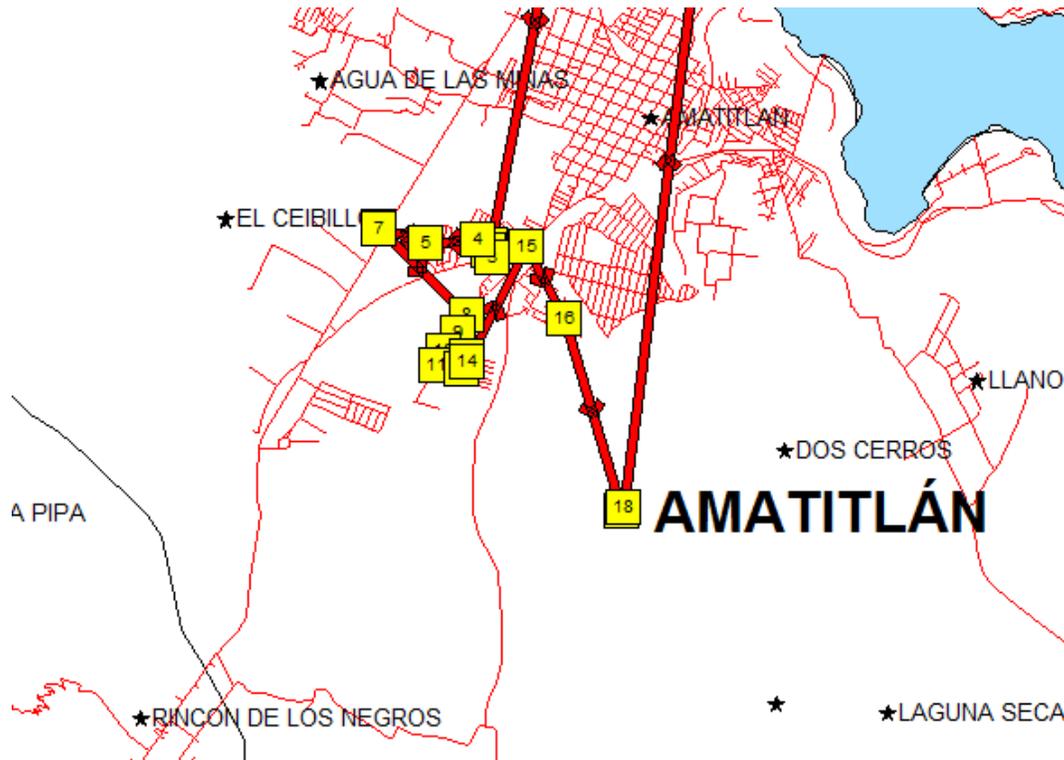


Fuente: elaboración propia, empleando software Tracer.

### 4.2.3. Ruta lógica

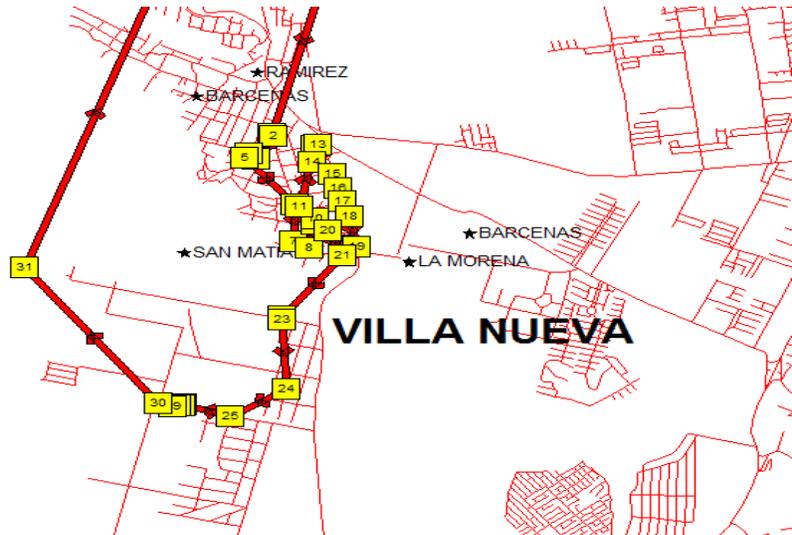
A continuación se presentan las rutas lógicas que describe el software Tracer y Deliver, con la trayectoria lineal de punto a punto, esperando una actualización que permita especificar calles y avenidas de ser necesario. Pero con este análisis es suficiente para alcanzar la ruta óptima.

Figura 26. Ruta lógica de Amatitlán



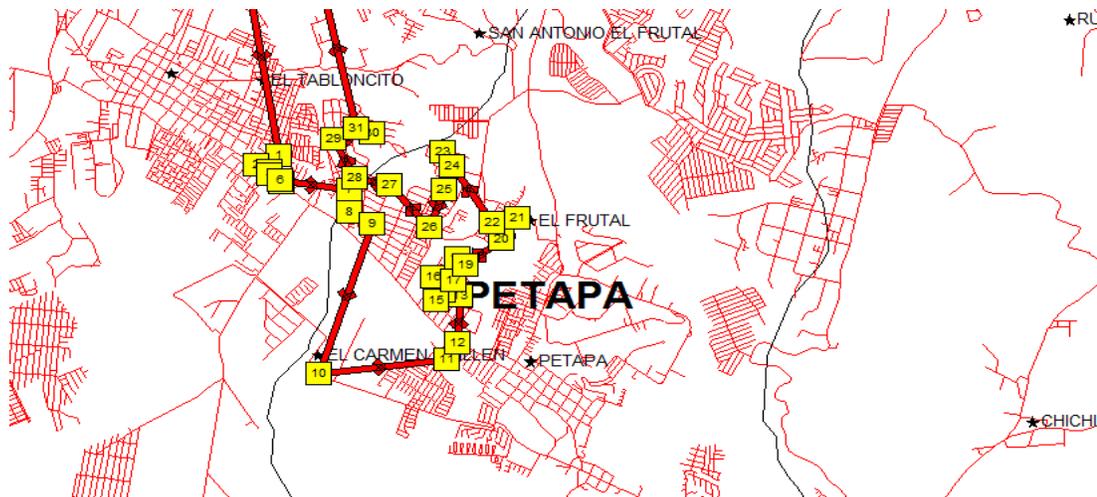
Fuente: elaboración propia, empleando software Tracer.

Figura 27. Ruta lógica de Villa Nueva



Fuente: elaboración propia, empleando software Tracer.

Figura 28. Ruta lógica de Petapa



Fuente: elaboración propia, empleando software Tracer.

### 4.3. Evaluación financiera

La evaluación financiera comprende la parte del estudio en que se evalúa si el proyecto es viable. Esto se realiza generalmente luego de determinar la factibilidad del proyecto, y se proyecta el comportamiento financiero de las variables que se encuentran involucradas en el proceso de mejora planteada.

#### 4.3.1. Flujo de efectivo

El flujo de efectivo representa los ingresos y egresos a través del tiempo, debido a que la cantidad de litros y de clientes se mantiene constante con las mejoras y se obtienen los mismos ingresos.

Tabla XV. Flujo de efectivo para un año calendario

Mes	Ingresos	Egresos	Inversión	Flujo Neto
0			Q 75 000,00	-Q 75 000,00
1	Q 28 000,00	Q 10 412,44		Q 17 587,56
2	Q 28 000,00	Q 10 412,44		Q 17 587,56
3	Q 28 000,00	Q 10 412,44		Q 17 587,56
4	Q 28 000,00	Q 10 412,44		Q 17 587,56
5	Q 28 000,00	Q 10 412,44		Q 17 587,56
6	Q 28 000,00	Q 10 412,44		Q 17 587,56
7	Q 28 000,00	Q 10 412,44		Q 17 587,56
8	Q 28 000,00	Q 10 412,44		Q 17 587,56
9	Q 28 000,00	Q 10 412,44		Q 17 587,56
10	Q 28 000,00	Q 10 412,44		Q 17 587,56
11	Q 28 000,00	Q 10 412,44		Q 17 587,56
12	Q 28 000,00	Q 10 412,44		Q 17 587,56

Fuente: elaboración propia.

La diferencia se encuentra en los egresos, ya que se pasó de tener costos de distribución de Q 12 352,27 (este dato se obtiene al sumar todos los insumos

requeridos, por lo que el dato fue proporcionado por el área de nóminas y contabilidad) a Q 10 412,44.

#### 4.3.2. VPN (Valor Presente Neto)

El valor presente neto no es más que el valor que tiene el dinero futuro en el día en que se analiza el estudio financiero. Se obtiene mediante una tasa ponderada, la cual es calculada tomando en cuenta una TREMA del proyecto. El valor de la TREMA se obtuvo a partir de los siguientes datos.

Tabla XVI. **Tabla de tasas**

Tasa de rentabilidad de mercado	55 %
Tasa activa	13,01 %
Tasa pasiva	5,25 %
Tasa de inflación	4,13 %
Tasa libre de riesgos	5 %

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **Cálculo de TREMA**

<b>TREMA</b>	61,40 %	De la rentabilidad e inflación
	75,17 %	De la rentabilidad y tasa líder activa
	63,14 %	De la rentabilidad y tasa líder pasiva
	62,75 %	De la rentabilidad y tasa libre de riesgos
TREMA Promedio	65,61 %	Anual
	<b>23,53 %</b>	Tasa ponderada anual

Fuente: elaboración propia.

Por lo tanto se obtiene una tasa ponderada anual de 23,53 %, lo que es equivalente a una tasa de 1,96 % mensual, con la que se procede a calcular el valor presente neto de los flujos a día de hoy. Así es que se obtiene un valor actual neto de Q 111 441,94. Es positivo, por lo que el primer indicador se acepta.

Tabla XVIII. **VAN**

VAN	Q 111 441, 94
-----	---------------

Fuente: elaboración propia.

#### **4.3.3. TIR (Tasa Interna de Retorno)**

La tasa interna de retorno es el rendimiento con el que la empresa recuperará su inversión, determina el nivel de rentabilidad que tiene el proyecto. Por lo tanto, se obtuvo una TIR de 21 %, por lo que se considera aceptable para el proyecto.

Tabla XIX. **TIR de proyecto**

TIR	21 %
-----	------

Fuente: elaboración propia.

#### **4.3.4. Análisis de beneficio/costo**

En análisis beneficio/costo representa la proporción de beneficios en relación a los costos a través del tiempo. Se lleva a valor presente los ingresos y egresos; se dividen entre ellos y si el factor es mayor a 1, se considera viable el proyecto.

Tabla XX. **Índice de beneficio/costo**

VNA IN	Q296 821,96
VNA EG	Q110 380,02
Total, EG	Q185 380,02
B/C	1,6

Fuente: elaboración propia.

Se observa que el índice de beneficio/costo es igual a 1,6, por lo que los ingresos son 6 veces mayores a los egresos, por lo tanto se acepta el proyecto.

#### **4.4. Cadena de valor**

La cadena de valor está formada por las etapas más importantes dentro del flujo de proceso, etapas que son imprescindibles para la operatividad ideal del sistema.

##### **4.4.1. Integración con la fuerza de ventas**

Un factor para el incremento de la cadena de valor es la integración con la fuerza de ventas, dado que es la que genera el cumplimiento de la demanda hacia los departamentos de la cadena de suministros, el contacto inicial con el cliente, creando la preventa, siendo una parte esencial dentro del proceso. La integración cuenta con seguimiento de los vendedores, en el caso de tener algún inconveniente con el cliente, reuniones con los supervisores de ventas, siendo un escalón superior, y con los jefes de ventas, quienes tienen información útil para la planeación futura.

#### **4.4.2. Integración con cadena de suministros**

La integración de los diversos departamentos de la cadena de suministros tiene una gran importancia en la cadena de valor, en el planeamiento, el abastecimiento y la distribución, que son partes importantes para el incremento en la cadena de valor.

#### **4.5. Formación de departamento**

El departamento debe estar compuesto de 3 elementos fundamentales: tripulación, jefatura y clientes, por lo que se proponen las siguientes características:

##### **4.5.1. Formación de tripulación**

El plan de capacitación de la tripulación será asignado al departamento de recursos humanos, supervisado por el jefe de distribución. Los factores de capacitación de la tripulación constan de los temas sobre la utilización del sistema de facturación, al igual que un gran enfoque a servicio al cliente. El servicio al cliente se toma con una gran relevancia dado que cuenta con el contacto con el consumidor final, que espera que se le atienda de la mejor manera.

##### **4.5.2. Capacitación a la jefatura**

Dentro de la capacitación de la jefatura se incluyen temas de liderazgo que se tienen que dar a la tripulación, las políticas de la empresa y capacitaciones de la administración de recursos implícitos a la distribución.

## **4.6. Validación de clientes**

La validación de clientes comprende una validación de códigos, validación de puntos y un monitoreo de GPS de la ubicación física de los comercios.

### **4.6.1. Validación de clientes por código**

En esta validación se realiza dado que existen clientes que cuentan con varios puntos de ventas, utilizando el mismo código por motivos de no apertura más razones sociales. Estos tipos de clientes deben revisarse para no caer en piratería de clientes o que los mismos clientes caigan en prácticas anómalas.

### **4.6.2. Validación de puntos**

Durante la implementación es necesario verificar que la geoposición sea la correcta, dado que existe la posibilidad de que el personal encargado de realizar la geoposición coloque de forma incorrecta dichos puntos, pudiendo causar problemas a la hora de realizar la distribución dinámica, desviando las rutas de sus bloques destinados e incrementando los kilometrajes por rutas.

## **4.7. Seguridad en la ruta**

Se describirán los aspectos más importantes a tomar en cuenta para la seguridad de las rutas.

### **4.7.1. Monitoreo GPS**

Dentro de las medidas de seguimiento y seguridad para las rutas, se contempla la instalación de un sistema de seguimiento GPS, que estará siendo

monitoreado por una empresa externa dedicada al seguimiento GPS de cada unidad, estando al tanto de la ubicación de estas para que no se desvíen de su trayectoria, esto es una gran ventaja dado que se puede saber dónde está cada unidad en determinado momento. En el caso de tener alguna queja de que no fue visitado algún cliente, es posible visualizar si llegó al punto o no, por cumplimiento de seguridad es necesaria la programación para tener una prima de los posibles escenarios, al igual que la coordinación de los custodios.

La empresa de seguridad cuenta con mecanismos de seguimiento en caso que la unidad se desvíe del sector indicado. En el caso de que la unidad se desvíe 1 kilómetro de su sector, la empresa recibirá una alerta y se llamará al piloto para verificar por qué el desvío, de no contestar y desviarse 2 kilómetros será notificado el jefe de distribución para indicar si tiene conocimiento del desvío. En el caso de no tener respuesta, en cualquiera de los anteriores casos se coordinará una patrulla de asistencia para verificar el estado de la unidad y de la tripulación.

La unidad GPS adicional contará con alertas de velocidad en el caso de que los camiones rebasen los límites de velocidad establecidos en la ciudad capital. Todas las unidades GPS serán verificadas cada 2 meses por el departamento de seguridad, verificando su funcionamiento óptimo.

#### **4.7.2. Seguimiento asistido**

El acompañamiento de un agente de seguridad armado en cada una de las rutas garantizará disminuir en un gran porcentaje el riesgo de un ataque de carácter vandálico, siendo brindado por otra empresa dedicada a la seguridad, teniendo la característica de un custodio dentro del camión, y con eventualidad de una unidad de acompañamiento motorizada en sectores peligrosos. La

seguridad de la tripulación es la prioridad de la empresa y, en segunda instancia, los bienes físicos el camión y la mercadería.

Se acordó con la empresa de seguridad contar con patrullas de respuesta rápida en el caso de ingresar en zonas con peligro de delincuencia. En el caso de ingresar a zonas rojas se coordinará con la Policía Nacional Civil el acompañamiento.



## **5. SEGUIMIENTO O MEJORA**

### **5.1. Resultados**

La cuantificación de la reducción de costos se verá reflejada en la disminución de tiempos de entrega, así como el alargamiento de la vida útil de la flota debido a una mejor distribución de recorrido.

#### **5.1.1. Interpretación de resultados**

Según la nueva redistribución de rutas, existe aún un espacio disponible en las unidades de transporte, con las cuales se pretende trabajar una futura expansión de los servicios de suministro de bebidas a los clientes. Se contempla también un crecimiento de pedidos por alto consumo en temporada alta.

El nuevo ruteo permitirá a la tripulación tener una mejor distribución de sus recorridos, lo que colaborará con una mejor atención al cliente, así como el mejoramiento del clima laboral, pues existe una distribución más justa y ninguna ruta queda significativamente más corta o más larga que otra, por lo que la actitud de la tripulación fue muy satisfactoria frente a los nuevos cambios.

Para replicar el modelo hacia el restante de rutas a nivel de ciudad capital y luego a nivel nacional, se debe analizar un mínimo de cuatro meses de rendimiento de estas rutas pilotos, para entender de mejor manera el proceso e identificar situaciones de mejora que permitan afinar el mismo.

## **5.2. Ventajas y beneficios del uso de software de apoyo**

El software de apoyo permite al analista tener una mejor visualización del panorama a analizar, ya que la herramienta permite enfocarse en la toma de decisiones, más que en la operativa, en la cual se tiene una confianza del 95% del producto de simulaciones realizadas en los cálculos descritos de la solución del problema.

Entre los beneficios de la implementación no solo se obtienen los de carácter monetario y ahorro de tiempo operacional. Al reducirse el tiempo en calle los pilotos y auxiliares tienen mayor tiempo de descanso, siendo una herramienta que ayuda a las diferentes áreas implicadas, desde el personal operativo hasta el administrativo, incrementando la efectividad de los departamentos, maximizando los recursos y minimizando los costos.

Son 2 los puntos clave en torno a los cuales gira la aplicación de un optimizador de rutas: generar un plan de transporte, con el apoyo de una herramienta tecnológica que permite optimizar el recurso móvil, por lo cual es posible disminuir el uso de estos vehículos en otros centros de distribución que requieran camiones. Con menos kilómetros recorridos la optimización permite ordenar de forma óptima el proceso y utilizar una lógica que permita ahorrar recursos, siempre respetando los requerimientos, el nivel de servicio y cumpliendo con las visitas programadas.

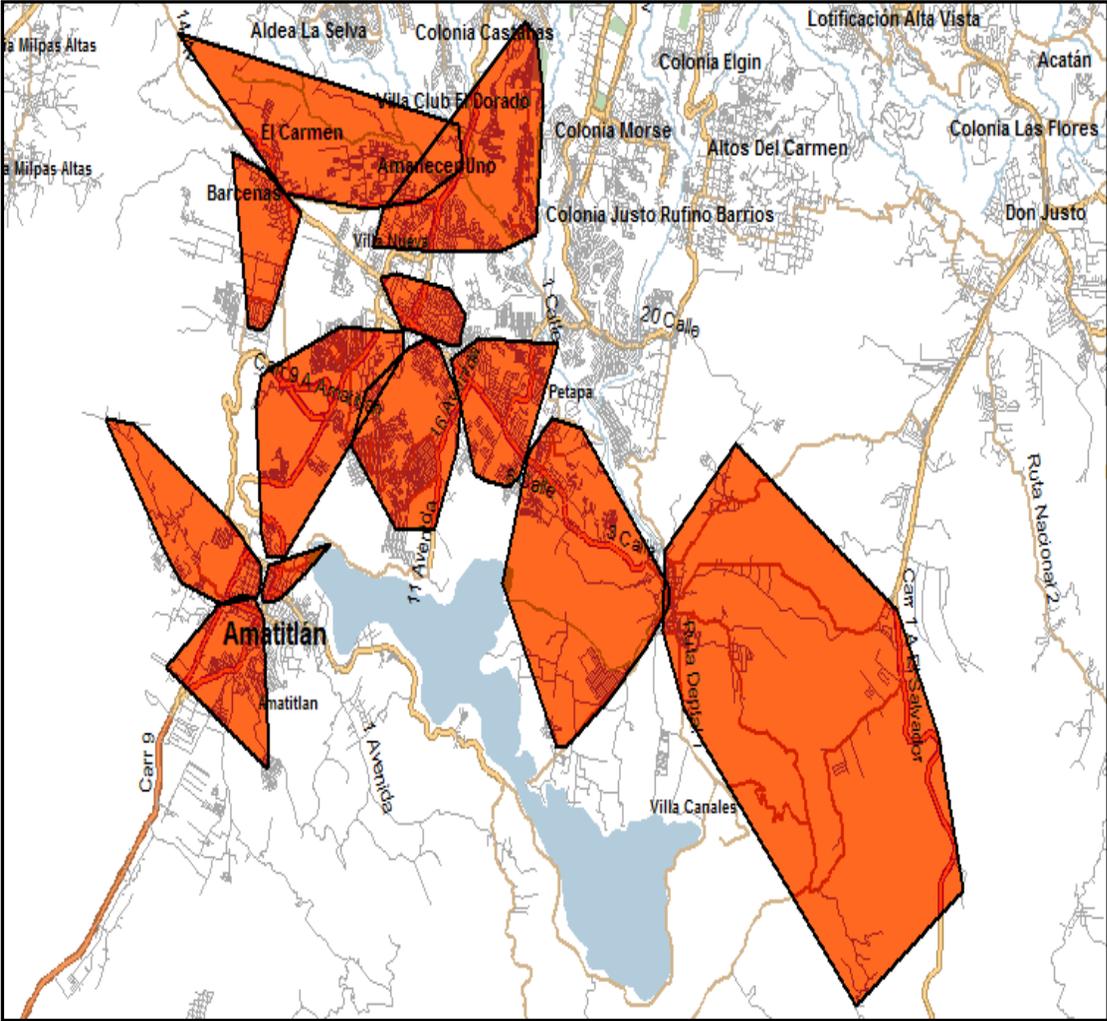
### **5.2.1. Ventajas**

- El uso constante del software de apoyo es determinante para tener una mejora progresiva, debido a las expansiones o reducciones que puedan verse en las rutas, se recomienda realizar una recalibración de rutas

cada tres meses, puesto que se controla de mejor manera las variables del mercado según la demanda.

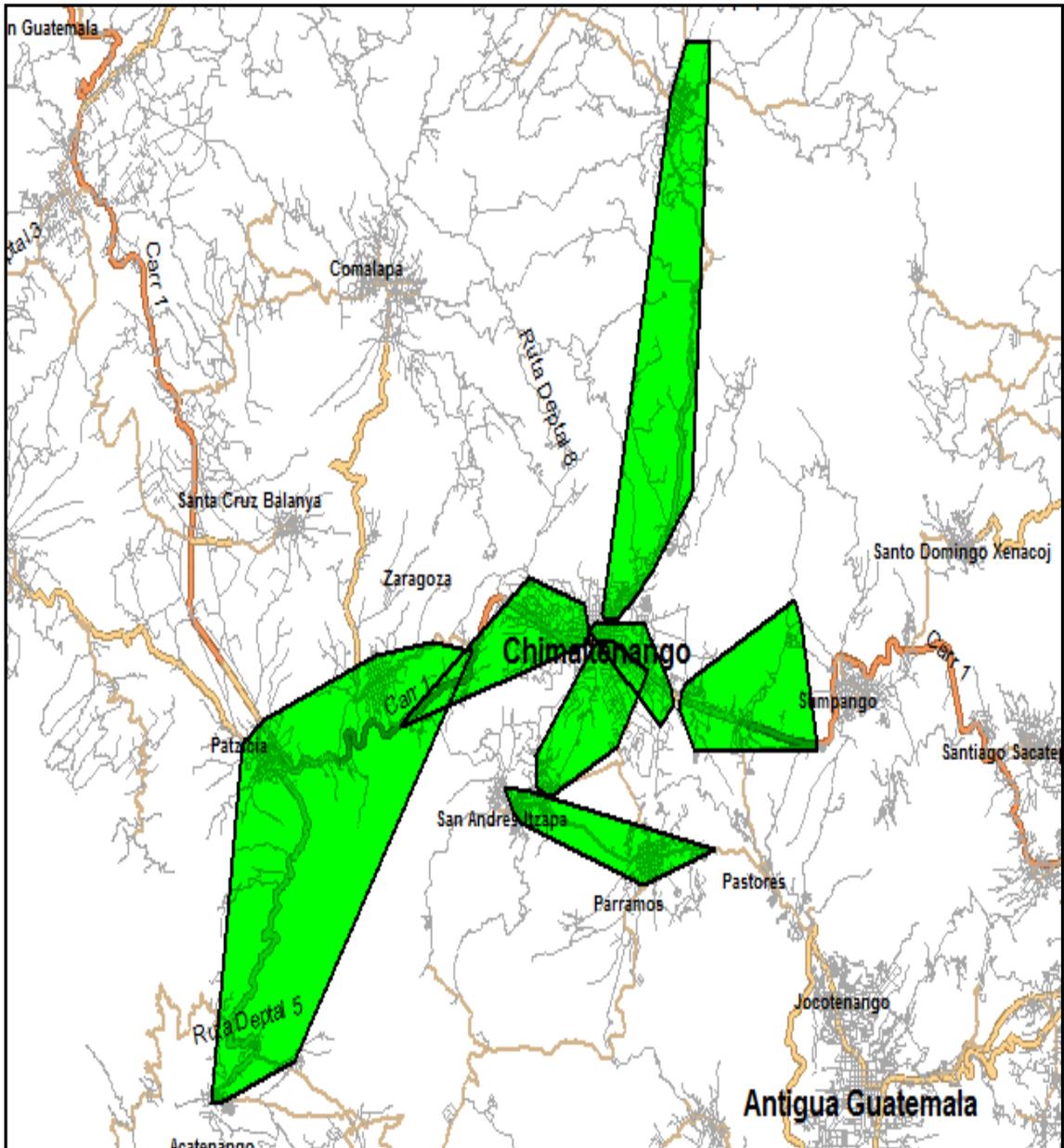
- Es impensable querer llegar a ser competitivo sin el uso de los recursos tecnológicos disponibles en un mercado en el que cada día el uso de la tecnología y la automatización de los procesos permiten tener una mayor eficiencia en el proceso y mejores resultados para el cliente.
- En las siguientes páginas se presentan de manera gráfica las zonas recomendadas con sus rutas correspondientes para realizar las recalibraciones periódicas, de manera que se pueda mantener la optimización en los costos y los tiempos de atención.

Figura 29. **Polígonos de frecuencia de atención a clientes**



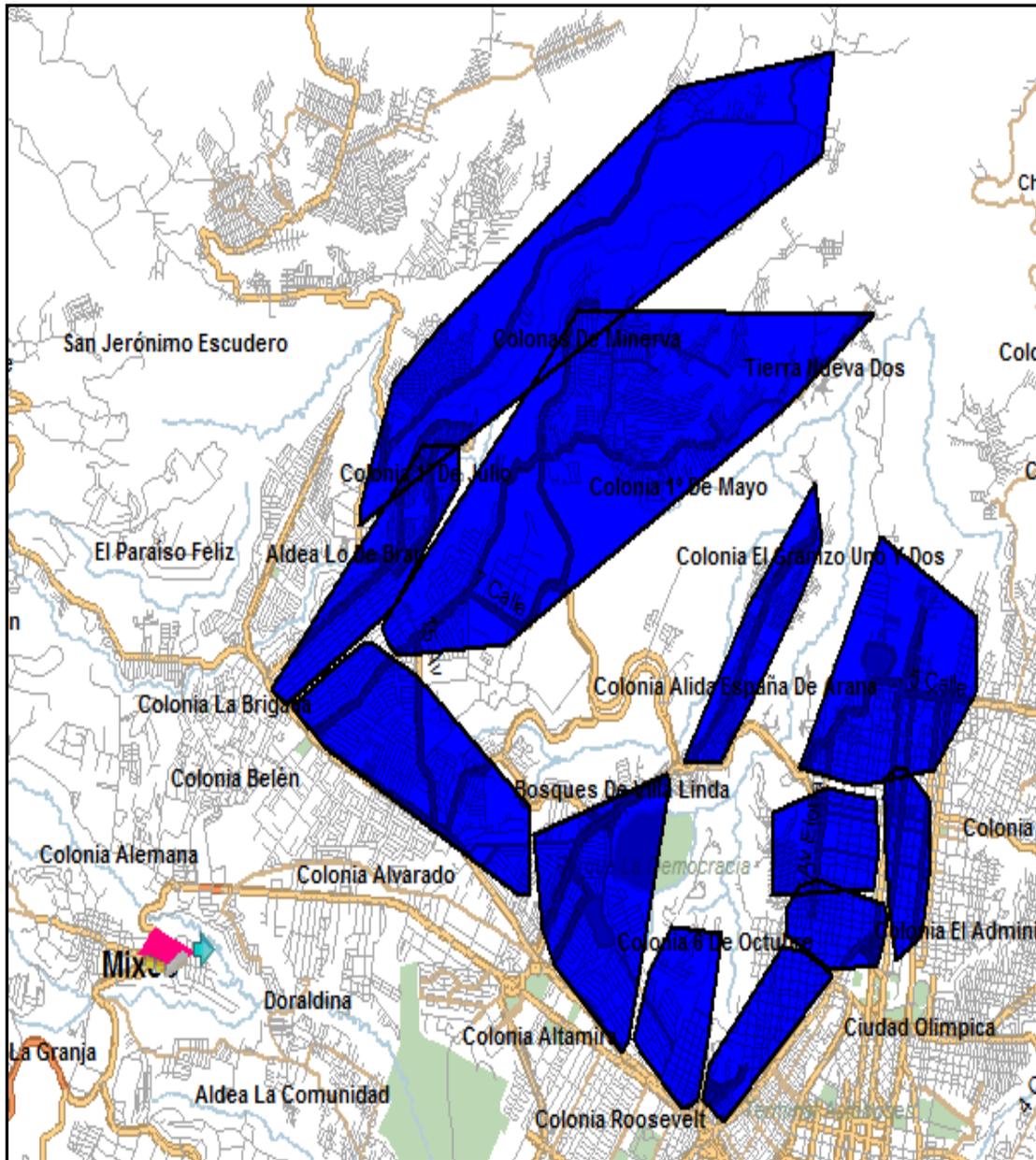
Fuente: elaboración propia, empleando software Deliver.

Figura 30. Recalibración periódica en Chimaltenango



Fuente: elaboración propia, empleando software Deliver.

Figura 31. Recalibración en Región II de la Ciudad de Guatemala



Fuente: elaboración propia, empleando software Deliver.

### **5.3. Acciones correctivas**

- Se debe establecer un plan de monitoreo y control de rutas, que permita identificar cuando alguna ruta comience a elevar su costo para realizar el análisis de costos y determinar el porqué de ese incremento.
- Se deben considerar las variables externas como el precio del combustible, manifestaciones o condiciones naturales, así como las variables internas tales como reducción o aumento de pedidos, cambios en la tripulación, ruteo extraordinario, entre otros.

### **5.4. Auditorías**

Las auditorías a llevar a cabo deben ser internas y externas, para obtener resultados que enmarquen la situación global.

#### **5.4.1. Auditorías internas**

El plan de auditorías internas está establecido realizarlo por varios departamentos, como tal el jefe de distribución está encargado de realizar un plan de auditorías mensuales, las cuales cuentan con una serie de parámetros a evaluar, desde utilización de equipo de protección personal hasta atención correcta al cliente y correcta manipulación de los productos.

#### **5.4.2. Auditorías externas**

Las auditorías externas comprenden una situación similar a la auditoría interna, con la salvedad de que sus niveles de tolerancia son menores, al igual que tienen diferentes parámetros de evaluación acordados por gerencia, esos

realizados por una empresa dedicada a las auditorías externas. Se contratarán empresas especializadas para realizar auditorías externas para empresas de distribución de consumo masivo para la realización de las mismas.

## **5.5. Plan de recalibración de rutas**

Un plan efectivo de recalibración de rutas permitirá a la empresa tener sus rutas actualizadas y evitar el desperdicio de recursos que provoca la ausencia de la calibración de estas. Según el éxito del proyecto se pretende realizar una reestructura anual, se tiene establecido que un 90 % de los clientes no se cambian de ubicación, pero según registros históricos de la empresa existe un crecimiento de un 7 % en los diversos canales anualmente.

El crecimiento de los diversos canales, al igual que el crecimiento en las ventas, son variables que se tendrán contemplar para realizar los nuevos balances y recalibraciones, para mantener el estándar en las rutas y que no existan conflictos entre pilotos por sentirse sobrecargados.

### **5.5.1. Rediseños**

Con el crecimiento de los clientes, o por el factor de cierre de negociación, incluso el cambio de dirección, es necesario repuntear los clientes, para tener alimentada correctamente la base de datos que utilizan los programas. La actualización de los mapas mediante actualizaciones es también de utilidad, ya que en algunos casos los cambios que realizan las instituciones de tránsito pueden cambiar las direcciones de las vías. Esta información es importante para la secuencia lógica de visita de los clientes.

## CONCLUSIONES

1. Se debe contar con un jefe de distribución que coordine los procesos administrativos, un jefe de los despachos que brinda las instrucciones a la tripulación en la operación de ruteo de producto terminado.
2. En función de la capacidad instalada, se pueden trabajar hasta 16 rutas de manera óptima, dejando espacio para un posible requerimiento extraordinario en alguna ruta por motivos especiales.
3. Se requiere de un camión con capacidad de 5,5 toneladas con una capacidad de 1 800 litros, del cual se pretende utilizar un 80 % de su volumen total.
4. Es factible distribuir 2 847 litros dentro de las 16 rutas de la nueva distribución, cargando un aproximado de 177 litros a cada una sin exceder los 1 800 litros máximos estimados para cada ruta.
5. Con la nueva redistribución de rutas se contempla atender a 563 clientes, teniendo un promedio de 35 clientes por ruta a nivel flota, con lo que se logra atender la misma cantidad, con menos consumo de combustible y desgaste de la flota, así como con una mejora en el tiempo de despacho a cada uno de los clientes en sus rutas respectivas.
6. Se logró optimizar 1 120,41 kilómetros distribuidos en 20 rutas, lo que permite promediar 56,02 km por ruta, es decir un aproximado de 2,08 clientes por kilómetro recorrido.

7. Con la implementación del seguimiento vía GPS y el sistema de seguridad proporcionado por empresas externas se cumple la seguridad y monitoreo correcto.

## RECOMENDACIONES

1. Establecer un plan de trabajo en conjunto con los responsables estratégicos y operativos para concatenar los procedimientos desde un inicio y reducir la curva de aprendizaje lo más posible durante la implementación.
2. Se debe realizar una recalibración de rutas en intervalos prudentes de tiempo para contemplar expansiones o reducciones de clientes, así como el control de pedidos extraordinarios.
3. Con los recursos ahorrados se debe implementar una planificación de incremento de flota, que permita vaciar rutas más cargadas en una mejor distribución de producto terminado.
4. Implementar un control de calidad de cara al cliente, con una encuesta virtual para el monitoreo del servicio de la tripulación, así como los tiempos de atención y despacho de producto.
5. En caso de rutas extraordinarias, se debe establecer un plan de recalibración de kilómetros por camión perteneciente a la flota designada de las rutas de pilotos, para tener una reacción más efectiva y no ocasionar problemas a las rutas modificadas debido al pedido extraordinario.



## BIBLIOGRAFÍA

1. BARAHONA VELA, Julio Antonio. *La logística de distribución interna de una embotelladora: rutas de abastecimiento en la bodega de producto terminado*. Trabajo de graduación de Ingeniería Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2010. 121 p.
2. KRAJEWSKI, Lee J. *Administración de operaciones: proceso y cadena de suministro*. México: Pearson Educación, 2013. 220 p.
3. ORTÍZ AGUIRRE, Anna Irma. *Implementación de un sistema de control de rendimiento de materia prima en la empresa Suministro Internacional de Mercadería S. A.* Trabajo de graduación de Ingeniería Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2013. 119 p.
4. PÉREZ TENÍ, Mirilla Macbeth. *Implementación de un sistema de planificación y control de producción y calidad en las empresas papelera La Castellana S.A. y Litografía e Imprenta Avance Gráfico*. Trabajo de graduación de Ingeniería Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2004. 217 p.
5. QUIROA MORALES, René Adalberto. *Implementación de indicadores de productividad, en una planta embotelladora de bebidas carbonatadas y no carbonatadas*. Trabajo de graduación de

Ingeniería Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2006. 81 p.

6. YEP LEUNG, Tommy Alejandro. *Propuesta y aplicación de herramientas para la mejora de la calidad en el proceso productivo de la planta manufacturera de pulpa y papel tisú*. Trabajo de graduación de Ingeniería Industrial. Facultad de Ciencias e Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Perú, 2011. 110 p.