



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS

DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS

INGENIERÍA EN LOGÍSTICA Y TRANSPORTE

TEMA

“Elaboración y aplicación de un modelo matemático con programación lineal para la localización de bodegas de una empresa que comercializa materiales de construcción en Quito”

**INFORME DEL PROYECTO DE GRADUACIÓN
(DENTRO DE UNA MATERIA DE LA MALLA)**

Previo a la obtención del título de:

Ingeniero en Logística y Transporte

Presentado por:

LUIS ALFREDO MARIÑO GARZON

EDUARDO AGUSTÍN SERRANO ESTRADA

GUAYAQUIL-ECUADOR

2013

AGRADECIMIENTOS

Primero agradeciendo a Dios por todas las bendiciones brindadas, a mis padres, a mi hermano por el apoyo incondicional durante este ciclo de mi vida, al ingeniero Víctor Vega por haberme guiado en todo el proceso de este proyecto y al ingeniero Abel Bonilla por haber colaborado con la realización del mismo, a la señorita Adela Hidalgo por sus constantes lecturas y correcciones del documento, y a todos mis amigos que de una u otra manera aportaron.

Luis Alfredo Mariño Garzón

A todas las personas que participaron muchas gracias por su apoyo y enseñanza, al ingeniero Guillermo Baquerizo Palma director, ingeniero Víctor Vega Chica asesor externo, por saber guiarnos en este proyecto, al ingeniero Abel Bonilla por su colaboración constante en este trabajo y a todos los que me conocen que de una u otra manera pudieron hacer posible el mismo.

Eduardo Agustín Serrano Estrada

DEDICATORIAS

Este proyecto se lo dedico a mis padres y a mi hermano que siempre me estuvieron apoyando para poder cumplir con todos mis objetivos que me he planteado, a toda mi familia por haber estado siempre pendiente del desarrollo del mismo.

Luis Alfredo Mariño Garzón

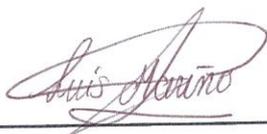
A Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor, a mis amados padres por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

Eduardo Agustín Serrano Estrada

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este informe del Proyecto de Graduación (dentro de una malla), nos corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)



Luis Alfredo Mariño Garzón



Eduardo Agustín Serrano Estrada

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Ing. Guillermo Alejandro Baquerizo Palma

DIRECTOR DEL PROYECTO DE GRADUACIÓN



Ing. Nelson Washington Armas Cabrera

DELEGADO DE LA FCNM

RESUMEN

En este proyecto se realiza el análisis y evaluación de la localización de bodegas en una empresa que fábrica materiales de construcción en Quito, para optimizar los costos de distribución y almacenamiento, con el fin de que dichos valores no influyan en el precio final del producto.

El trabajo está enmarcado en el tipo de investigación proyectiva, se emplearon una serie de técnicas e instrumentos para la tabulación de datos, creación de plantillas tarifarias y almacenamiento, pronósticos (software R) y la elaboración de un modelo matemático de cadena de suministros y de localización (software Gams).

De esta manera se puede concluir que con el modelo matemático que se implementó se generará una reducción en los costos de almacenamiento y distribución, además de la eficiencia de la bodega seleccionada.

ABSTRACT

In this project, it performed the analysis and evaluation of the warehouse location of one company that makes construction materials in Quito, to optimize the distribution and storage costs, so these values do not influence the final price of the product.

The project was framed in the kind of projective research, it was used a number of techniques and tools for data tabulation, create of tariff templates and warehouse, forecast (software R) and the elaboration of a mathematical model for supply chain and location (software Gams).

So it can conclude that the mathematical model was implemented, it will generate a reduction in storage and distribution costs, as well as the efficiency of the selected warehouse.

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
GLOSARIO.....	IX
INTRODUCCIÓN.....	XI
CAPÍTULO 1.....	1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1 Situación Actual del Negocio.....	1
1.2 Problemática.....	3
1.3 Hipótesis de trabajo.....	3
1.4 Justificación del problema.....	4
1.5 Objetivo general.....	4
1.6 Objetivos específicos.....	4
CAPÍTULO 2.....	5
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Estado del arte.....	5
2.2 Marco conceptual.....	7
2.2.1 Introducción.....	7
2.2.2 Modelo de la cadena de suministros.....	8
2.2.3 Gestión de la cadena de suministros.....	9
2.2.4 Costos de almacenamiento y mantenimiento.....	9
2.2.5 Consolidación.....	13
2.2.6 Costos de distribución.....	13
2.2.7 Modelo de localización de instalaciones.....	15
2.2.8 Modelo tarifario.....	17
2.2.8.1 Parámetros del modelo.....	18
2.2.8.2 Parámetros de ruta.....	19

2.2.8.3 Costos fijos.....	20
2.2.8.4 Costos variables.....	21
CAPÍTULO 3.....	23
3. METODOLOGÍA DE TRABAJO	23
3.1 Diagrama de flujo	23
3.1.1 Calendario de actividades.....	24
3.2 Gráficos	26
CAPÍTULO 4.....	28
4. ANÁLISIS DE RESULTADOS	28
4.1 Selección de flota.....	28
4.1.1 Aspectos económicos para la selección de flota	28
4.1.2 Aspectos técnicos del vehículo.....	29
4.1.3 Análisis de servicio post-venta.....	29
4.1.4 Forma de evaluación	30
4.1.5 Matriz de ponderación	30
4.2 Modelo tarifario para determinar costos.....	32
4.2.1 Modelos de función lineal adaptada al proyecto	32
4.2.1.1 Definición de costos fijos	32
4.2.1.2 Definición de costos variables	34
4.2.2 Valor del servicio de transporte.....	36
4.3 Zonificación de la ciudad de Quito	37
4.4 Ordenanza municipal de la ciudad de Quito	37
4.5 Distancia de un punto a otro.....	42
4.6 Tipos de productos.....	42
4.7 Pronóstico	43
4.8 Modelo warehouse.....	44
4.8.1 Definición costos fijos	45
4.8.2 Costo del Inventario	45
4.8.3 Costo de bodega.....	45
4.8.4 Costos de montacargas	45
4.8.5 Servicios de bodega	46

4.8.6	Nómina de la bodega.....	47
4.8.7	Costo personal.....	48
4.8.8	Costos Informáticos.....	48
4.8.9	Finanzas (Seguros, Pólizas y Garantías).....	48
4.8.10	Mantenimiento y reparaciones civiles.....	48
4.8.11	Servicios de seguridad.....	49
4.8.12	Administración y operaciones.....	49
4.9	Valor total de la bodega.....	49
4.10	Modelo matemático de localización de bodegas.....	50
4.10.1	Datos.....	50
4.10.2	Variables.....	50
4.10.3	Restricciones.....	51
4.10.4	Descripción del modelo matemático.....	52
4.11	Aplicación de la solución y análisis de resultados.....	53
4.11.1	Vehículo seleccionado.....	53
4.11.2	Resultados del modelo tarifario.....	54
4.11.3	Resultado del pronóstico.....	56
4.11.3.1	Los Chillos.....	57
4.11.3.2	Calderón.....	58
4.11.4	Resultado del modelo warehouse.....	59
4.11.5	Resolución del modelo matemático.....	60
4.11.5.1	Año 2013.....	60
4.11.5.2	Año 2015.....	62
4.11.5.3	Año 2018.....	63
4.11.6	Análisis comparativo.....	65
CAPÍTULO 5.....		69
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		69
5.1 Conclusiones.....		69
5.2 Recomendaciones.....		72
ANEXOS.....		73
MODELO TARIFARIO.....		74
MODELO WAREHOUSE.....		78

PRONÓSTICOS	83
5.3 Quito Norte	83
5.4 Quito Centro	83
5.5 Quito Sur.....	84
5.6 Tumbaco	84
5.7 Norte2.....	85
5.8 Carapungo	85
5.9 Guayllabamba.....	86
5.10 Machachi.....	86
5.11 El Quinche	87
5.12 Cumbayá.....	87
5.13 Mitad del mundo.....	88
5.14 Cliente retira	88
5.15 Cliente con descuento	89
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO 1

Tabla 1.1 Factor de decisión para abastecer a los clientes	2
--	---

CAPITULO 3

Tabla 3.1 Tabla de Actividades	25
--------------------------------------	----

CAPÍTULO 4

Tabla 4.1 Esquema de la matriz ponderación	31
Tabla 4.2 Vehículos de carga	38
Tabla 4.3 Clasificación de los productos	42
Tabla 4.4 Resultado final de selección de vehículo	54
Tabla 4.5 Costos variables	54
Tabla 4.6 Costos fijos	55
Tabla 4.7 Función de costos para modelo tarifario	55
Tabla 4.8 Modelos de pronósticos por zona	56
Tabla 4.9 Pronóstico para la zona Los Chillos	57
Tabla 4.10 Pronóstico para la zona Calderón	58
Tabla 4.11 Costos del modelo warehouse	59
Tabla 4.12 Valor en <i>tm</i> por el uso de cada bodega	60
Tabla 4.13 Producción y rotación mensual en el año 2013	61
Tabla 4.14 Producción y rotación mensual en el año 2015	63
Tabla 4.15 Producción y rotación mensual en el año 2018	64
Tabla 4.16 Tabla de datos y costo total en la bodega de Pifo	65
Tabla 4.17 Datos y costo total en las bodegas de Aloag y Quito Sur	66
Tabla 4.18 Tabla de selección y ahorro obtenido	67
Tabla 4.19 Valor agregado al producto	68

ANEXOS

Anexo 1.1 Costo total a pagar por cada tipo de vehículo	74
Anexo 1.2 Costo de las baterías	74
Anexo 1.3 Rendimiento en distintos tipos de terreno	75
Anexo 1.4 Precio de filtros Hino 300	75
Anexo 1.5 Precio de filtros Hino 500	75
Anexo 1.6 Concesión de cada tipo de llanta a ser utilizada por algún vehículo de la flota	76
Anexo 1.7 Precio de filtros Hino 500	77

Anexo 1.8 Precio de filtros Hino 700.....	77
Anexo 1.9 Distancias entre las distintas zonas con cada una de las bodegas	78
Anexo 1.10 Costo de combustible de los montacargas	78
Anexo 1.11 Área total de la bodega	78
Anexo 1.12 Costo del mantenimiento	79
Anexo 1.13 Nómina de empleados	79
Anexo 1.14 Costo Personal	80
Anexo 1.15 Costos informáticos	80
Anexo 1.16 Servicio de seguridad	81
Anexo 1.17 Gastos administrativos.....	81
Anexo 1.18 Selección de vehículo	82
Anexo 1.19 Pronóstico de Quito Norte.....	83
Anexo 1.20 Pronóstico de Quito Centro.....	83
Anexo 1.21 Pronóstico de Quito Sur.....	84
Anexo 1.22 Pronóstico de Tumbaco	84
Anexo 1.23 Pronóstico de Norte2	85
Anexo 1.24 Pronóstico de Carapungo	85
Anexo 1.25 Pronóstico de Guayllabamba	86
Anexo 1.26 Pronóstico de Machachi.....	86
Anexo 1.27 Pronóstico de El Quinche	87
Anexo 1.28 Pronóstico de Cumbayá.....	87
Anexo 1.29 Pronóstico de Mitad del mundo.....	88
Anexo 1.30 Pronóstico de Cliente retira.....	88
Anexo 1.31 Pronóstico de Cliente con descuento.....	89

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

Figura 2.1 Proceso de la Cadena de Suministros.....	8
Figura 2.2 Consolidación de carga	13

CAPÍTULO 3

Figura 3.1 Flujograma	23
Figura 3.2 Calendario de actividades.....	24
Figura 3.3 Pirámide administrativa de la empresa	26
Figura 3.4 Línea del negocio.....	27

CAPÍTULO 4

Figura 4.1 División política de Quito (parroquias rurales y urbanas).....	37
Figura 4.2 Arterias de Quito	38
Figura 4.3 Los Chillos datos actuales y pronóstico; Error! Marcador no definido.	
Figura 4.4 Calderón datos actuales y pronóstico	58

GLOSARIO

STOCK

Cantidad de productos, materias primas, herramientas, etc., que es necesario tener almacenadas para compensar la diferencia entre el flujo del consumo y el de la producción. Constituye una inversión que permite asegurar en condiciones óptimas la continuidad de las ventas, las fabricaciones y la explotación normal de la empresa.

WAREHOUSE

Es un edificio comercial para el almacenamiento de mercancías, utilizado por fabricantes importadores, exportadores, mayoristas y transportistas. Por lo general son edificios grandes llanos de las zonas industriales de ciudades, pueblos y aldeas. Los almacenes están diseñados para la carga y descarga de mercancías directamente de los ferrocarriles, aeropuertos o puertos marítimos.

PICKING

La preparación de órdenes de despacho se inicia desde el momento que se recibe la instrucción del cliente en el centro de distribución por vía electrónica. El sistema asigna al operador de picking quién retira la mercadería solicitada desde las posiciones que le instruye el sistema a través de una ruta lógica.

PALLET

Es una estructura de transporte plana que soporta los bienes de una manera estable, mientras que siendo levantado por una carretilla elevadora, trans-paleta, cargador frontal, protector de trabajo u otro dispositivo de gato.

STRECH FILM

Es una película que se envuelve alrededor de los elementos. La recuperación elástica mantiene los elementos fuertemente ligados.

LAYOUT

Cuando se habla de lay-out en logística, se está haciendo referencia al diseño o disposición de los productos/servicios en sectores o categorías en los puntos de venta de una empresa.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo trata de complementar el uso de herramientas logísticas a las actividades de una empresa que fabrica materiales de construcción. Estas herramientas ayudarán a la reducción de costos de distribución y almacenamientos de los mismos.

En el primer capítulo se describe el entorno del negocio en la actualidad. Se plantea la problemática, se establece la hipótesis, el objetivo general y los objetivos específicos del presente proyecto de graduación, así como la justificación, los alcances y los límites de la misma.

El capítulo dos se refiere al marco teórico y al estado del arte. Se presentan conceptos y los métodos empleados para la elaboración de una solución a la problemática en la organización.

En el tercer capítulo se define la metodología de trabajo, calendario de actividades. Se presenta en detalle del proceso de trabajo para la obtención del resultado del proyecto de graduación y los departamentos afectados con el estudio.

En el cuarto capítulo se enuncian las estrategias implementadas. Los modelos tarifarios y de warehouse, pronóstico y modelo matemático. Se pretende adaptar una solución para minimizar los costos de distribución y de almacenamiento, por medio de una correcta selección de una bodega de acuerdo a la situación y necesidades de la empresa.

En el quinto y último capítulo se presentan las conclusiones a las que se llegaron con el estudio. Se cumple con el objetivo general y específicos del proyecto de graduación y se enuncian las recomendaciones a implementar para una reducción en los costos de almacenamiento y la eficiencia de la bodega seleccionada.

CAPÍTULO 1

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Situación Actual del Negocio

La empresa objetivo, a la cual denominaremos “Materiales de Fabricación”, es una empresa multinacional líder en fabricar productos para la construcción como por ejemplo: sellantes, morteros, pintura y diferentes tipos de cementos, y su alcance es a nivel nacional e internacional.

Actualmente dicha empresa posee su única planta en Ecuador, la cual se encuentra ubicada en Guayaquil. Fue construida hace diez años, durante el pasar del tiempo la demanda de la empresa fue aumentando puesto que sus productos son apetecidos cada vez más en el mercado.

Durante un estudio realizado por la empresa se obtuvo que la planta actual no posee la capacidad para cumplir la demanda pronosticada y determinó problemas de desabastecimiento en sus diversos centros de almacenamiento estratégicamente ubicados en el territorio nacional.

Una vez concluido dicho estudio, se decidió construir una planta en Quito, la cual tendrá como objetivo satisfacer las demandas de sus clientes y de los potenciales clientes.

Por el momento en Quito se tienen dos bodegas, las cuales al entrar en funcionamiento la nueva planta con su respectivo centro de almacenamiento, puede hacer que las dos bodegas pierdan porcentualmente o en su totalidad dicha efectividad, puesto que dicho costo en carecerá el producto, a su vez al estar la planta lejos de Quito hace que el cliente tenga que recorrer más distancia hasta su lugar de reposición y así bajar su nivel de servicio, lo que deja una disyuntiva, que es dar un mejor servicio vs. menor costo, eso es lo que se explica en la tabla 1.1.

Factor de decisión para abastecer a los Clientes		Nivel de servicio	
		<i>Alto</i>	<i>Bajo</i>
Costo	<i>Alto</i>	Abrir las dos Bodegas	Abrir una Bodega
	<i>Bajo</i>	Abrir una Bodega	No abrir las Bodegas

Tabla 1.1 Factor de decisión para abastecer a los clientes

Fuente: Creado por los autores

1.2 Problemática

Conociendo que existe una planta en Guayaquil y dos bodegas en Quito, la empresa mediante análisis realizados, decidió construir una nueva planta en la capital del Ecuador puesto que es la segunda ciudad más comercial y poblada del país.

La empresa “Materiales de Fabricación” no analizó que sucederá con dichas bodegas una vez construida la planta, se deberá tomar alguna decisión, puesto que dicha multinacional ofrece algunos servicios, tanto en la planta como centro de distribución, formando así distintos escenarios, con el fin de que uno de ellos pueda maximizar el servicio al cliente y reducir costos logísticos y que éstos no influyan de una manera significativa en el precio final del producto.

1.3 Hipótesis de trabajo

Minimizar los costos de distribución y almacenamiento, mejorar los niveles de gestión logística de las bodegas y la eficiencia de las mismas, por ende, disminuir la brecha entre percepciones y expectativas.

Para esto, se debe tomar la decisión de cerrar uno, ambos o ningún centro de distribución, para cumplir con estos requerimientos.

1.4 Justificación del problema

Además de contar con un estudio en el cual se proponga detalladamente los costos logísticos en Quito, también se cuentan los siguientes beneficios:

- Mejorar la estructura e integración de las operaciones.
- Incrementar la competitividad y mejorar la rentabilidad de la empresa para enfrentar el reto de la globalización.
- Coordinar de una forma óptima todos los factores que influyan en la decisión final.

1.5 Objetivo general

Localizar las bodegas que optimicen los costos de distribución y almacenamiento, maximicen el nivel de servicio al cliente, con el fin de que dichos valores no influyan en el precio final del producto.

1.6 Objetivos específicos

- Diseñar un modelo matemático de cadena de suministros y de localización.
- Minimizar los costos de distribución y almacenamiento.
- Crear un modelo tarifario y de warehouse.
- Determinar el impacto de los costos en el precio del producto.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del arte

- La investigación del 2009, titulada “La influencia de la calidad de servicio logístico en la lealtad. Un análisis del papel moderador de las TIC”, Europa, ratifica la notable incidencia positiva de la calidad del servicio logístico sobre la lealtad del cliente a través de la influencia sobre el valor primero y la satisfacción después. En segundo lugar, medir la capacidad de las TIC como variable de segmentación, observando el comportamiento de los grupos de empresas identificados en la cadena de consecuencias descrita anteriormente (Laporte, 2009).
- La investigación del 2008, titulada “The Four Supply Chain Archetypes”, España. Los cuatro arquetipos enfatizan el rol de coordinar las operaciones en el sistema de distribución, siendo esta coordinación la forma de alcanzar la eliminación del efecto látigo, una estabilidad de los inventarios y altos niveles de satisfacción al cliente. Recordando que existen factores que dificultan esta misión como la situación geográfica de los clientes y la demanda (Disney, 2006).

- La investigación del 2008, titulada “Modelo de diseño de nodos de integración en las cadenas de suministro”, Cuba, mediante el modelo de nodos de integración se tiene una idea más específica de compenetración de las cadenas de suministro volviendo más eficiente el nodo de fábrica cliente (Gómez, 2009).
- La investigación del 2011, titulada “Nuevas claves y propuestas para que los agentes gestionen eficientemente la cadena de suministro”, España, los estudios de la cadena de suministro han puesto de manifiesto la importancia de su gestión eficiente, pero el efecto látigo que se produce en la cadena, incluso con la demanda constante, dificulta su control. En este trabajo se introduce una propuesta para reducir este efecto con actuaciones encaminadas a centralizar y compartir la información entre todos los agentes, manteniendo una trazabilidad global de la información (Palma, 2008).

2.2 Marco conceptual

2.2.1 Introducción

Para el desarrollo de este proyecto se utilizarán los siguientes conceptos:

- Modelo para la cadena de suministros
- Gestión de la cadena de suministros
- Costos de almacenamiento y mantenimiento
- Consolidación
- Costos de distribución
- Modelo de localización de instalaciones
- Modelo tarifario

En esta sección se analizarán los distintos temas y conceptos, los cuales servirán para poder cumplir los objetivos trazados en la realización de este proyecto.

2.2.2 Modelo de la cadena de suministros

La cadena de suministros se refiere a la integración funcional del suministro, la producción, el transporte, las actividades de almacenamiento, la integración especial de actividades a través de la dispersión geográfica de proveedores, recursos y mercados, y a la planeación jerárquica sobre horizontes estratégicos, tácticos y operacionales (Otero, 2008).

En la planeación estratégica se definen entre otras cosas, las decisiones del número de locaciones, la capacidad y el tipo de plantas de manufactura y almacenes a usar, el grupo de proveedores a seleccionar, los canales de transporte a usar, la cantidad de materias primas y productos a fabricar y a enviar a los proveedores, plantas, almacenes y clientes, la cantidad de materias primas todas estas almacenadas en las localizaciones de inventario. Estas decisiones, propias del administrador de la cadena, son muy delicadas debido a la gran cantidad de variables y los posibles conflictos en los objetivos perseguidos (Otero, 2008).

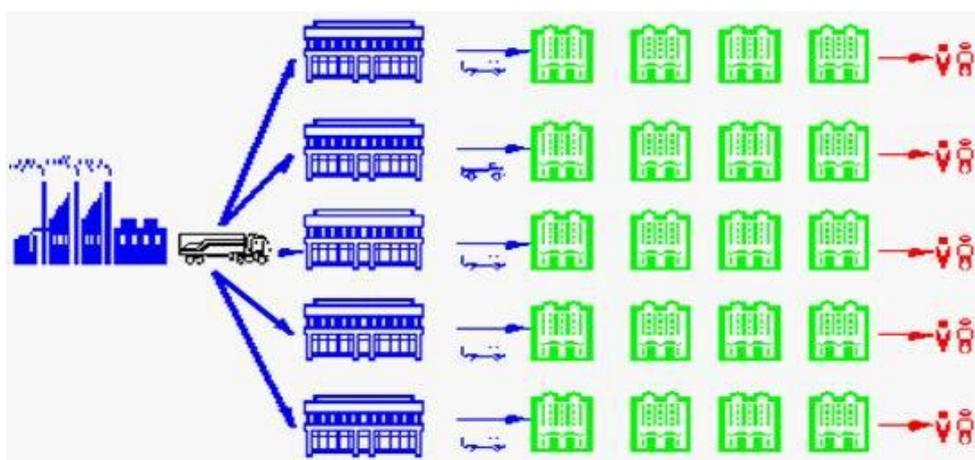


Figura 2.1 Proceso de la Cadena de Suministros

Fuente: Creado por Luis Felipe Ramírez

2.2.3 Gestión de la cadena de suministros

Es un conjunto de enfoques y herramientas utilizadas para integrar eficientemente a proveedores, empresas manufactureras, centros de distribución y locales de venta, de modo que los bienes sean producidos y distribuidos en las cantidades correctas, a los lugares y en los momentos correctos, a fin de minimizar los costos en el sistema global, satisfaciendo al mismo tiempo los requerimientos de nivel de servicio (unicen, 2009).

2.2.4 Costos de almacenamiento y mantenimiento

Se refiere a los costos referentes al nivel de stock de cada uno de los productos de inventario, por ello también se les denomina costos de posesión de inventario (PAEZMIGUEL, 2008).

Los costos aludidos, son los que incrementan o varían según el número de unidades de cada producto que se mantengan en el almacén (PAEZMIGUEL, 2008).

Otro factor importante que interviene en este tipo de costos es el factor tiempo, ya que el nivel de stock de cada producto varía con él (PAEZMIGUEL, 2008).

Los conceptos de costo que se ven afectados por el nivel de stock:

- **Capital Invertido en Stock o costo de oportunidad del capital**

Se refiere al costo en que se incurre al mantener inmovilizado el producto, en vez de invertirlo (PAEZMIGUEL, 2008).

- **Costo variable de almacenamiento**

El mantenimiento de inventarios implica la necesidad de disponer de bodegas, personal, equipo de manejo de materiales, alquiler de espacio de almacenaje, etc. El costo de almacenamiento es lo que cuesta mantener los artículos en el almacén. El costo de almacenaje (CA) se suele medir por unidades físicas de artículos, de forma que para hallar el costo de almacenaje total, multiplicamos el costo de mantener cada unidad (Ca) por el stock medio $\left(\frac{Q}{2}\right)$, Q es la cantidad que se pide (PAEZMIGUEL, 2008):

$$CA = Ca \times \frac{Q}{2}$$

A esto se le debe sumar el costo de almacenar el stock de seguridad. Este costo se calcula multiplicando el costo unitario por el stock de seguridad. Teniendo en cuenta esto, el costo de almacenamiento quedará de la siguiente manera (PAEZMIGUEL, 2008):

$$CA = Ca \times \left(\frac{Q}{2} + SS \right)$$

- **Costo de espacio**

Hay que tomar en cuenta los costos relativos a la edificación del almacén. La unidad de medida más frecuente del costo del espacio es la relación monetaria, frente a la superficie y la unidad de tiempo. Si se conoce la relación kg/m^2 , se puede calcular el costo por kilogramo almacenado por semana y multiplicando por el número de semanas de cada kilogramo en stock; así se obtendrá el costo de espacio por kilogramo de salida (PAEZMIGUEL, 2008).

Si se denomina cm^2 al costo anual por metro cuadrado, **S** a la relación kg/m^2 y **R** al número de semanas que permanece el stock, y considerando que cada año tiene 52 semanas, se tendrá que el costo semanal del espacio por kilogramo será (PAEZMIGUEL, 2008):

$$CE = \frac{cm^2 \times S \times R}{52}$$

- **Costo de Instalación**

El costo de las instalaciones es el conjunto de inversiones realizadas en elementos empleados en el recinto donde se almacenan los productos, con el objetivo de mejorar su capacidad de almacenamiento y facilitar el

manejo de las descargas (como pueden ser las estanterías y otras instalaciones fijas). El cual se encuentra directamente ligado al costo del espacio, y es considerado en muchos casos otro de sus componentes, ya que tienen muchos aspectos comunes. La unidad de medida empleada para valorarlo es la relación entre la totalidad de los gastos mencionados (al año) y la capacidad máxima de almacenamiento proporcionada por esas instalaciones, generalmente en huecos de almacén. Esta unidad de medición se obtiene realizando el cociente entre el costo total de las instalaciones y el número de huecos del almacén. Hay que relacionar esta medida con la unidad de tiempo elegida, ya sea el mes, el año u otra. Otra forma de calcularlo es considerando el capital invertido en instalaciones como un porcentaje anual del valor de la mercancía almacenada. Calculando este costo por semana (el costo anual entre 52), y multiplicándolo por el número de kilogramos que estas instalaciones pueden almacenar y por el número de semanas que permanece el stock al año, se obtiene el costo de las instalaciones por kilogramo vendido. Al expresarlo en una relación matemática, se llamará I al costo de capital en porcentaje y por año, C al costo medio del kilogramo, y R a la rotación del stock (PAEZMIGUEL, 2008).

$$CI = \frac{I \times C \times R}{52}$$

El riesgo de deterioro, desperfecto, las condiciones ambientales no adecuadas, accidentes, robos o pérdidas, pueden afectar a los artículos almacenados (FABIOLA, 2011).

Seguros e Impuestos: Que también constituyen costes que varían de acuerdo con el nivel de stock (PAEZMIGUEL, 2008).

2.2.5 Consolidación

Si los productos son fabricados en múltiples facilidades, y los clientes no pueden garantizar la carga completa. En estos escenarios puede convenir consolidar los envíos pequeños en envíos de mayor volumen (unicen, 2009).

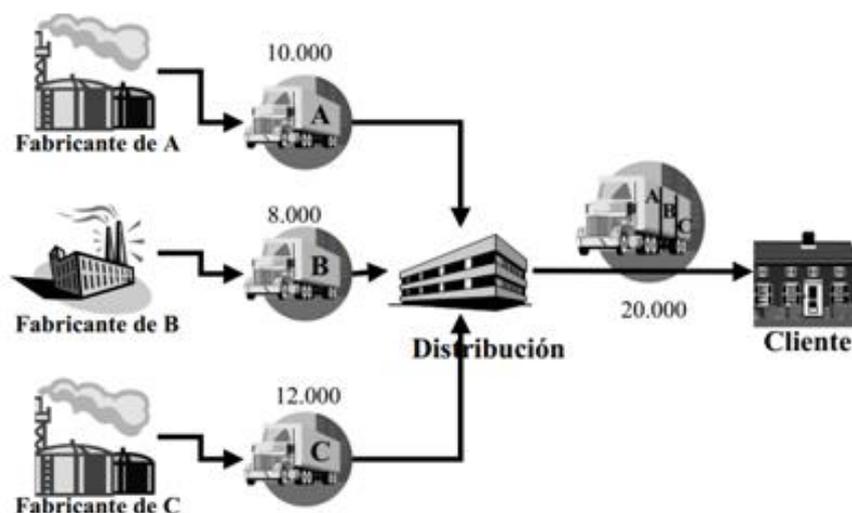


Figura 2.2 Consolidación de carga
Fuente: Creado por Unicen

2.2.6 Costos de distribución

Los costos de distribución son definidos de dos formas y comprenden todos los costos que incurren desde el momento en que se fabrica el producto y se entrega en el almacén hasta que sea convertido

en efectivo. Los costos de distribución también se los conoce como gastos de ventas y mercado (GARCIAFABIOLA, 2010).

Estos costos de distribución comprenden:

- **Gastos de empaque y de embarque**

Comprenden el material de empaque, mano de obra de empaque, proporción de gastos del edificio, gastos de equipo de entrega y gastos del personal de oficina (GARCIAFABIOLA, 2010).

- **Gastos de ventas**

Comprenden los sueldos de los vendedores, gastos de viajes de los vendedores, comisiones, publicidad, franqueos, gastos de cobranza, alquiler, impuestos, seguros, depreciación y gastos de oficina (GARCIAFABIOLA, 2010).

- **Gastos administrativos y financieros**

Aplicables a la conversión en efectivo de los productos fabricados (GARCIAFABIOLA, 2010).

- **Costos de obtención de pedidos**

Comprenden todos los costos involucrados con las funciones para obtener un pedido. Se incluyen los costos de los vendedores, las comisiones y la publicidad (GARCIAFABIOLA, 2010).

- ✓ Costos directos de ventas.
- ✓ Publicidad y promociones de ventas.

- **Costos de servicio a domicilio**

Comprende los costos de llevar la mercancía hasta los clientes y cobrarles, incluyen las funciones de empaque y embarque, facturación y gastos de cobranza. La información de costos debe acumularse en cuentas que se agrupen por funciones de tal forma que la persona a cargo de cada función conozca el costo en que se haya incurrido para alcanzar el objetivo funcional del costo total (GARCIAFABIOLA, 2010).

- Transportación y entrega.
- Gastos de almacenamiento y depósitos.
- Gastos de créditos y cobranzas

2.2.7 Modelo de localización de instalaciones

La localización de instalaciones ya sean industriales o de servicios, representa un elemento fundamental que se debe tomar en cuenta a la

hora de planificar las futuras operaciones de cualquier empresa. Es importante destacar que la extensión del ciclo de vida de una organización depende ampliamente del sitio o región donde se quiera instalar, ya que si algunos factores decisivos de localización fallan en el momento de la concepción de la organización, ésta tiende a acortar su ciclo de vida o se tiende a recurrir en el reacomodo de las instalaciones (FABIOLA, 2011).

➤ **Factores para la localización**

Cuando una empresa de carácter nacional analiza varias regiones dentro de una nación o país determinado para fijar sus operaciones de producción o de servicios, estudia diversos factores que son el pro y contra de la región que permita ubicar plantas para poder realizar sus actividades de expansión (FABIOLA, 2011).

Cuando una empresa ha escogido una región que le resulta conveniente para sus operaciones, entonces procede a realizar un estudio detallado de las posibles ciudades, poblaciones de su interés que se encuentren dentro de la región que se está analizando (FABIOLA, 2011).

Dentro de una región se debe tomar en cuenta los diferentes aspectos que, influirán en la nueva instalación (FABIOLA, 2011).

- ✓ Aspectos culturales de un país.
- ✓ Restricciones jurídicas y gubernamentales.
- ✓ Crecimiento y expansión a nivel mundial del movimiento ecologista.

- ✓ Condiciones climáticas y ambientales de un país.

2.2.8 Modelo tarifario

El modelo de costos de transporte básicamente consiste en determinar la tarifa de transporte de diferentes rutas con diferentes tipos de vehículos y seleccionar la alternativa óptima o menos costosa, con esto se logra determinar la capacidad del vehículo que debe realizar una ruta específica y el valor de la tarifa a pagar por el transporte (dSPACE, 2012).

- a) Ingresar datos específicos de una ruta para los diferentes tipos de vehículos.
- b) Bases de datos para orígenes, destinos y distancias, para resultados obtenidos y para los elementos de los costos fijos, variables y peajes (dSPACE, 2012).

- **Elementos de cálculo**

Los elementos de cálculo o variables son aquellos que forman la estructura del modelo tarifario (dSPACE, 2012).

- Parámetros del Modelo
- Parámetros de ruta
- Costos fijos
- Costos variables

2.2.8.1 Parámetros del modelo

Son variables que se introducen en el modelo tarifario de transporte para poder determinar la tarifa de transporte. Estos valores se establecen en base al producto que se transporte y a su entorno (dSPACE, 2012).

- **Inversión**

Costo inicial del vehículo incluyendo los costos que se incurren en la preparación necesaria del vehículo para desarrollar la actividad de transporte (dSPACE, 2012).

- **Tiempo de vida útil del vehículo**

Número de años en los cuales el vehículo es apto para el trabajo. Una vez que transcurra esta cantidad de años, es necesaria la renovación del vehículo. El tiempo de vida útil depende de las características del negocio, las regulaciones del sector y la capacidad de pago de la compañía (dSPACE, 2012).

- **Rotación del activo (ROA)**

El valor designado para el ROA deberá ser determinado en base a las condiciones del entorno económico del país donde sea aplicado el modelo, las características del negocio, las regulaciones del sector y la capacidad de pago de la compañía (dSPACE, 2012).

- **Utilidad**

El modelo tarifario de transporte se define como utilidad, esto es, ganancias anuales del inversionista (dSPACE, 2012).

2.2.8.2 Parámetros de ruta

Son aquellas características que diferencian a las rutas de transporte.

- **Origen**

Es el punto de inicio en donde comienza la ruta (dSPACE, 2012).

- **Destino**

Es el punto en donde finaliza el recorrido de la ruta (dSPACE, 2012).

- **Distancia**

Es el kilometraje que existe entre origen y destino (dSPACE, 2012).

- **Recorrido**

El recorrido empieza y termina en el origen. Es la distancia multiplicada por 2 (dSPACE, 2012).

- **Peaje**

Es el valor que se le paga a una empresa concesionaria por los servicios de mantenimiento y de seguridad de un tramo específico de carretera (dSPACE, 2012).

- **Estado de la Carretera**

Las carreteras pueden ser de primero, segundo y tercer orden dependiendo del estado de las mismas. En base a esta información se determina un coeficiente de corrección de rendimiento de neumáticos que varía la vida útil de los mismos (dSPACE, 2012).

2.2.8.3 Costos fijos

Costos fijos son aquellos que se mantienen inalterables independientemente de la distancia de la ruta o recorrido que el vehículo efectuará (dSPACE, 2012).

- **Impuestos de inversión**

Es el 12% del valor del vehículo y de los arreglos que se realiza a éste para que pueda desarrollar la actividad deseada. Este valor se lo anualiza dividiéndolo para el tiempo de trabajo del vehículo (dSPACE, 2012).

- **Mano de obra y alimentación**

La mano de obra y alimentación tienen diferentes componentes como los son: el sueldo base, los décimos, el IESS patronal, las vacaciones, las horas extras, etc (dSPACE, 2012).

Estos componentes son introducidos en una tabla de rol de pagos para determinar el costo de mano de obra en forma mensual de la empresa (dSPACE, 2012).

- **Fondo de reserva**

La depreciación es la reducción del valor de un activo en el tiempo. Contablemente un vehículo se deprecia a 5 años, sin embargo el modelo tarifario de transporte empleará un fondo de reserva en lugar de la depreciación contable del vehículo, para darle al usuario flexibilidad y determinar la depreciación del activo de acuerdo al tiempo de vida útil, considerando las características del negocio (dSPACE, 2012).

- **Seguro**

El seguro para este tipo de actividad enmarca daño propio, al vehículo como consecuencia directa de choque, volcadura, incendio, robo, hurto o cualquier otro suceso originado por una fuerza externa, repentina y violenta; responsabilidad civil, a terceros por lesiones corporales o daños causados a personas o bienes que se encuentren fuera del vehículo; a ocupantes por lesiones corporales que sufran las personas que viajan dentro del vehículo asegurado (dSPACE, 2012).

- **Permisos**

Los permisos de operación de un vehículo son pagados anualmente y dependen de la actividad que se va a realizar y del tipo de vehículo (dSPACE, 2012).

- **Gastos administrativos**

Los gastos administrativos son aquellos valores que se pagan por ciertos servicios adicionales que una empresa de transporte o un particular requiere para un mejor control del negocio como: radio, celular, secretaria y/o contador, control de monitoreo satelital, alquiler de establecimiento, etc. (dSPACE, 2012).

2.2.8.4 Costos variables

Son aquellos que varían de acuerdo a la distancia de la ruta o recorrido (dSPACE, 2012).

- **Neumáticos**

Para determinar el costo que genera el uso de los neumáticos es necesario tener la siguiente información: tipo de neumáticos, cantidad, el costo unitario y sus componentes y el rendimiento promedio. El rendimiento de los neumáticos varía en base al estado de la carretera y al tipo de vehículo (dSPACE, 2012).

- **Mantenimiento**

Se lo divide en mantenimiento preventivo y correctivo. Para determinar el valor de mantenimiento es necesario enlistar todos los ítems y/o repuestos necesarios para la operación de un vehículo, el costo unitario, la cantidad de ítems y el rendimiento por kilómetro de cada repuesto o ítem (dSPACE, 2012).

- **Combustible**

El costo de combustible se determina de similar manera que el costo de los neumáticos y los costos de mantenimiento. Se necesitan el tipo de combustible que usa el vehículo, el costo del combustible por galón y el rendimiento en galones por kilómetro de los diferentes tipos de vehículos que pueden ser ingresados en el modelo tarifario de transporte (dSPACE, 2012).

CAPÍTULO 3

3. METODOLOGÍA DE TRABAJO

3.1 Diagrama de flujo

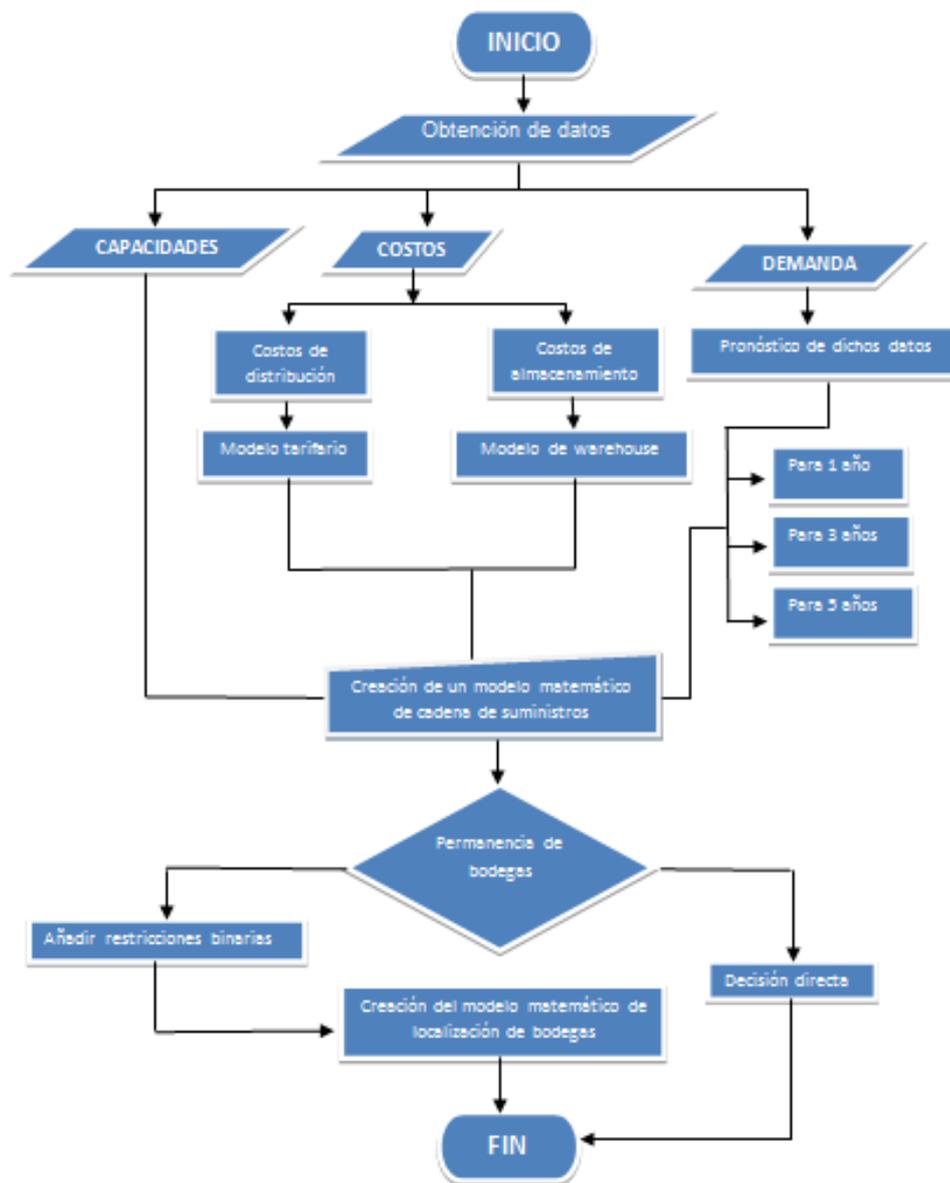


Figura 3.1 Flujograma
Fuente: Creado por los autores

En el diagrama de flujo adjunto se explica el proceso de trabajo para la obtención del resultado final:

- Obtener los datos(capacidades, costos, demanda)
- Crear el modelo tarifario con los costos de distribución
- Crear el modelo warehouse con los costos de almacenamiento
- Predecir la demanda actual con la finalidad de saber el alcance de las ventas
- Unificar los resultados anteriores y formular el modelo matemático de cadena de suministros
- Obtener resultados del primer modelo, si no hay una decisión inicial añadir restricciones, caso contrario finalizar
- Añadir restricciones nos da un el modelo matemático de localización de bodegas, aplicando variables binarias y asegurar la toma de una decisión.

3.1.1 Calendario de actividades

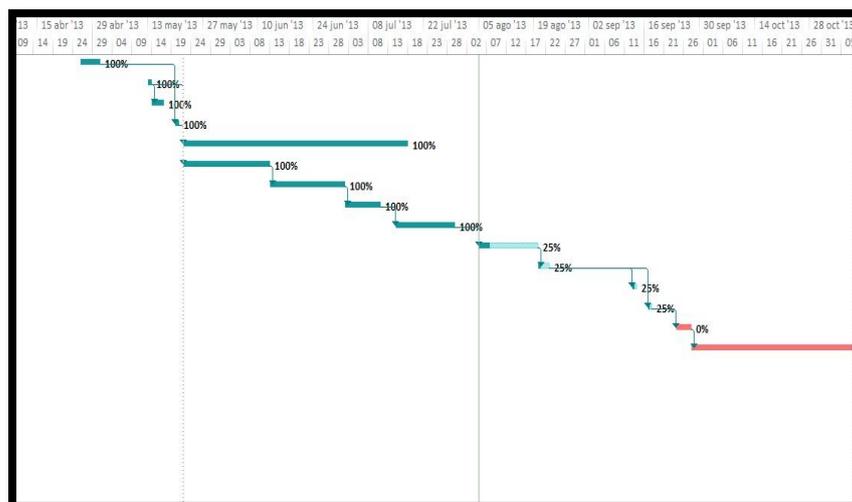


Figura 3.2 Calendario de actividades

Fuente: Creado por los autores

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
OBTENCION DEL TEMA	3 días	viernes 26/04/13	martes 30/04/13		recursos humanos; transporte
INICIO DE CLASES	1 día	lunes 13/05/13	lunes 13/05/13		transporte
INDICACIONES GENERALES	3 días	mar 14/05/13	jueves 16/05/13	2	transporte
PROPUESTA DEL TEMA	1 día	lunes 20/05/13	lunes 20/05/13	1	recursos humanos; transporte
PLANTEAMIENTO DEL TEMA	41 días	miércoles 22/05/13	miércoles 17/07/13	4	material bibliográfico; recursos humanos; transporte
DESARROLLO DEL CAPÍTULO 1	16 días	miércoles 22/05/13	miércoles 12/06/13	2	material bibliográfico; recursos humanos; transporte
DESARROLLO DEL CAPÍTULO 2	13 días	jueves 13/06/13	lunes 01/07/13	6	material bibliográfico; recursos humanos; transporte
DESARROLLO DEL CAPÍTULO 3	7 días	mar 02/07/13	miércoles 10/07/13	7	material bibliográfico; recursos humanos; transporte
DESARROLLO DEL CAPÍTULO 4	11 días	lunes 15/07/13	lunes 29/07/13	8	Alimentación; hospedaje; material bibliográfico; recursos humanos; transporte
DESARROLLO DEL CAPÍTULO 5	11 días	lunes 05/08/13	lunes 19/08/13	9	material bibliográfico; recursos humanos; transporte
PRESENTACIÓN DEL PROYECTO	3 días	mar 20/08/13	jueves 22/08/13	10	material bibliográfico; recursos humanos; transporte
FIN DEL SEMESTRE	1 día	viernes 13/09/13	viernes 13/09/13	11	transporte
REVISIÓN FINAL	1 día	martes 17/09/13	martes 17/09/13	11	material bibliográfico; recursos humanos
ASIGNACIÓN DEL VOCAL	4 días	martes 24/09/13	viernes 27/09/13	13	recursos humanos
SUSTENTACIÓN	30 días	sábado 28/09/13	jueves 07/11/13	14	material bibliográfico; recursos humanos; transporte

Tabla 3.1 Tabla de Actividades

Fuente: Creado por los autores

- Todas las actividades han sido desarrolladas de acuerdo a lo planificado.
- En esta tabla se describe el tiempo y los recursos utilizados para poder realizar este proyecto.

- Los intervalos de tiempo propuesto son los días de plazo de entrega de cada avance del proyecto.

3.2 Gráficos



Figura 3.3 Pirámide administrativa de la empresa
Fuente: Creado por los autores

Departamentos de la empresa de estudio que son afectados

- Gerente Financiero es el que aprueba o no el proyecto.
- Departamento de Logística y Abastecimiento de Quito.
- Departamento de Recursos Humanos de Quito.
- Personal operativo

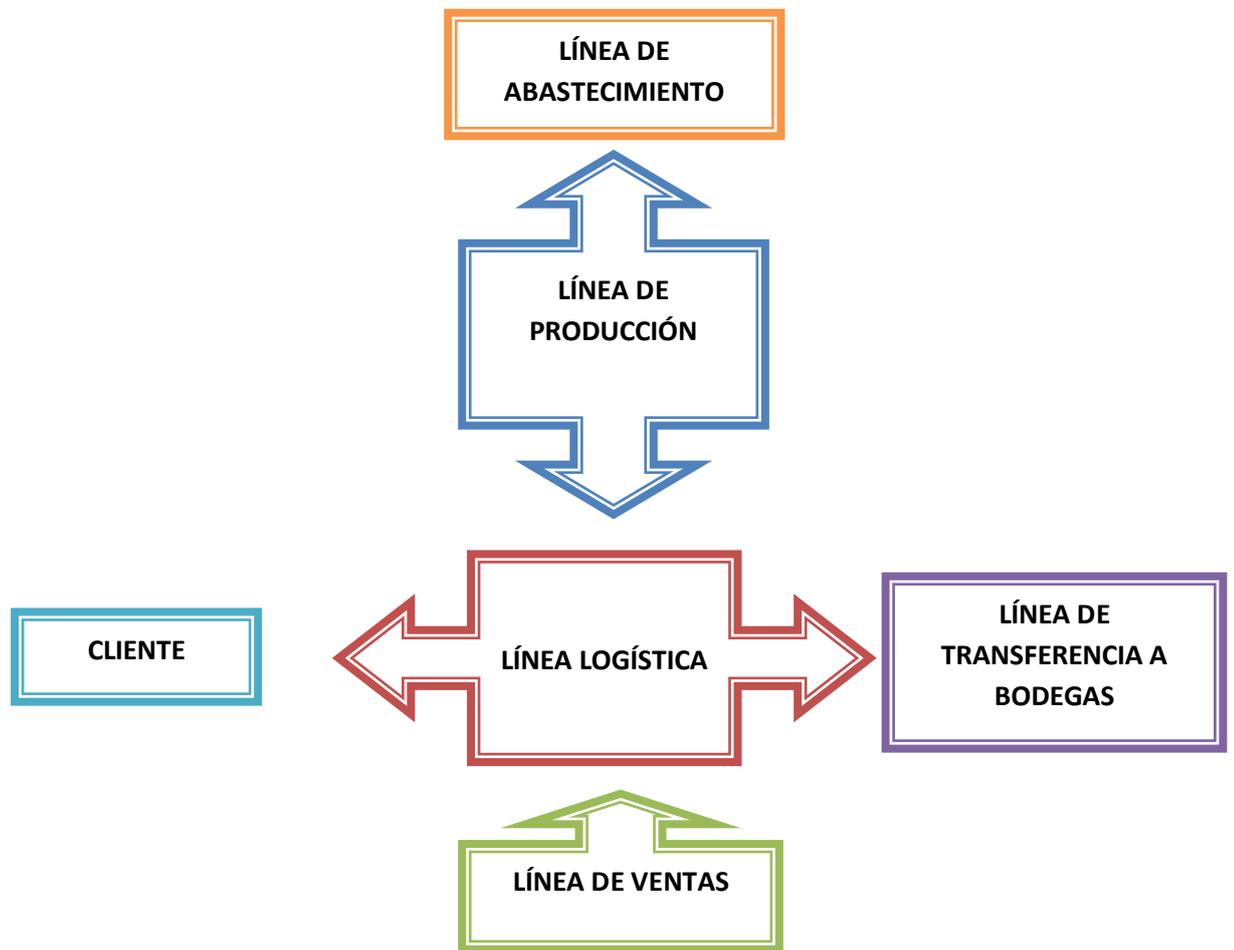


Figura 3.4 Línea del negocio
Fuente: Creado por los autores

Línea de proceso del negocio que es parte de estudio

- Línea de ventas de la empresa
- Línea de abastecimientos Quito
- Línea de producción
- Línea logística de distribución
- Línea logística de transferencia a bodegas

CAPÍTULO 4

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se pretende adaptar una solución de acuerdo a la situación y necesidades de la empresa.

4.1 Selección de flota

Para esto, es fundamental considerar vehículos de una sola marca que analizarán cuidadosamente las características económicas, tácticas y el servicio de post-venta relacionado, las cuales van a ser explicadas a continuación.

En la actualidad, existen 3 marcas las cuales son líderes en vehículos pesados:

- Hino
- Chevrolet
- Hyundai

4.1.1 Aspectos económicos para la selección de flota

Se considera el valor total a pagar y se obtiene mediante la entrada o pago inicial de cada vehículo de la respectiva flota, se han seleccionado vehículos con capacidad máxima de carga de 30 toneladas.

4.1.2 Aspectos técnicos del vehículo

Son los aspectos más relevantes del vehículo al momento de su desempeño. Para este tipo de información fue necesario entrevistar a personas que poseen experiencia en el medio, y que trabajen con auditorías de desempeño vehicular.

Consolidando esta información se definieron las siguientes características:

- Motor.
- Transmisión y Chasis
- Transmisión
- Embrague
- Frenos (Del. - Tras.)
- Caja de cambios
- Medidas y Capacidades
- Largo y alto (longitud total)
- Diámetro de giro
- Señalización y simbología (interna y externa)
- Comodidad cabina del conductor

4.1.3 Análisis de servicio post-venta

Siendo ésta una característica esencial al momento de comprar un vehículo, se enfatizaron las siguientes variables:

- Posición competitiva
 - ✓ Posicionamiento en el país
 - ✓ Procedencia de los vehículos
 - ✓ Representación y solidez
- Repuestos y mantenimiento
 - ✓ Siniestralidad
 - Costos de componentes
 - Tiempos de cambio
 - ✓ Repuestos y garantías
 - Disponibilidad de repuestos
 - Tiempos de respuesta

4.1.4 Forma de evaluación

Se entrevistó al Jefe de Logística de la empresa, quien tenía experiencias con cada una de las marcas antes expuestas, debido a esto, se obtuvo una idea más clara de las características, variables, aspectos técnicos y servicio post-venta de cada vehículo respectivamente, es decir que la marca seleccionada se basará en la opinión de él.

4.1.5 Matriz de ponderación

Para poder medir y observar los respectivos porcentajes de importancia de cada categoría y sub categoría, se pidió al representante de la

empresa que decidiera entre los porcentajes mostrados en la siguiente matriz:

Pesos	Ítems	Peso C/U	Opción1	Opción 2	Opción 3	ASPECTO
17,00%	Análisis Técnico					TÉCNICO (22%)
	Motor	30%				
	Caja	15%				
	Embrague	15%				
	Longitud total	20%				
	Diámetro de giro	10%				
	Sistema de frenos	10%				
5,00%	Ergonomía					POST-VENTA (45%)
	Señalización y simbología	45%				
	Comodidad Conducción	55%				
10,00%	Respaldo y trayectoria					POST-VENTA (45%)
	Posicionamiento en el país	30%				
	Procedencia vehículos	30%				
	Representación y solidez	40%				
5,00%	Siniestralidad					POST-VENTA (45%)
	Costos componentes	45%				
	Tiempos de cambio	55%				
30,00%	Repuestos y garantías					ECONÓMICO (33%)
	Disponibilidad de repuestos	60%				
	Tiempos de respuesta	40%				
33,00%	Precio	100%				ECONÓMICO (33%)

Tabla 4.1 Esquema de la matriz ponderación
Fuente: Creado por los autores

4.2 Modelo tarifario para determinar costos

Mediante este modelo se obtendrá un costo o una tarifa referencial para el uso de los vehículos en sus distintas trayectorias en Quito.

- Primero se deben definir los factores que caracterizan al modelo.
- Seleccionar entre los distintos modelos un número determinado de vehículos de una marca en específico.
- Conocer la geografía de Quito.
- Determinar el conjunto de vehículos que tendrán una mejor opción para realizar el flete basada en su costo y capacidad.

4.2.1 Modelos de función lineal adaptada al proyecto

La expresión (4.1) describe el costo de un viaje sin retorno, el cual es la suma de los costos fijos más los costos variables por los kilómetros recorridos.

$$\begin{aligned} \text{Costo por Viaje} \\ = \text{CostoFijo} + \text{CostoVariable} * \text{KilometrosRecorridos} \end{aligned} \quad (4.1)$$

4.2.1.1 Definición de costos fijos

- **Pago de la cuota del vehículo**

El crédito directo para estos vehículos es de 3 años; sin embargo, por normas de la empresa se requiere que el préstamo se extienda a 5

años, por lo cual se acudió a bancos en busca de financiamiento, seleccionando un plan de 30% de entrada para los vehículos cuya capacidad sea menor a 7 toneladas y 40% para los vehículos cuya capacidad de carga exceda a las 7 toneladas. El interés anual es del 15% para cada tipo de vehículo, más información ver en anexos [Anexo 1.1].

- **Matrícula**

El costo de la matrícula es el importe que se paga anualmente y es calculado de acuerdo a las leyes de tránsito vigentes. Las variables que influyen en el costo de la matrícula son: año, marca, modelo y precio del vehículo. El valor que se utiliza para realizar este cálculo es dado por la concesionaria de vehículos puesto que ellos cotidianamente tramitan y conocen un estimado del valor de la matrícula para cada año.

- **Seguro**

Para objeto del cálculo de este modelo tarifario se utilizó un porcentaje del costo del vehículo, puesto que, por las distintas funciones o alcances del producto pueden variar ampliamente entre un seguro u otro. Se decidió usar el 4% correspondiente al valor del vehículo.

- **Baterías**

El cálculo del uso de las baterías se obtuvo a través de los mecánicos que trabajan en la empresa, quienes concluyeron que se necesitan 2

cambios de baterías cada 12 meses, es decir, 2 baterías al año, más información ver en anexos [Anexo 1.2].

- **Sueldos de choferes**

Es el pago que se realiza actualmente en la empresa definido como cuatrocientos cincuenta dólares americanos.

4.2.1.2 Definición de costos variables

- **Consumo de combustible**

El costo del combustible se encuentra en dólares por kilómetro $\$/km$,

el mismo que se calcula considerando lo siguiente:

- Precio de cada galón de combustible $\left(\frac{\$}{Galón}\right)$.

- Número de kilómetros recorridos por cada galón $\left(\frac{Km}{Galón}\right)$.

- El cálculo consiste en dividir el precio de cada galón para el número de kilómetros recorridos por galón $\frac{\$}{Km} (Diesel) =$

$$\left(\frac{\$}{Galón}\right) \left(\frac{1}{\frac{Km}{Galón}}\right)$$

Además, se conoce que la geografía de Quito es muy variada, por lo que se establecen tres escenarios:

- Terreno plano
- Terreno con gradiente mediana

- Terreno con gradiente pronunciada

Para cada uno de los escenarios se tuvo que pedir a la concesionaria que por auditorias pasadas de los distintos tipos de vehículos pudieran dar una aproximación del valor $km/galón$ de rendimiento en cada uno de los escenarios planteados, los cuales están detallados en anexos [Anexo 1.3].

- **Consumo de llantas**

Se puede decir que, por las diferentes características y marcas de llantas, ver en anexos [Anexo 1.4] se prioriza el tipo de rendimiento en los diferentes escenarios, estos son:

- Carreteras en buen estado
- Carreteras en mal estado

Entre las distintas marcas y precios, se debe seleccionar aquel que proporcione un mejor rendimiento con un precio favorable

$$\frac{\$}{Km} (Llantas) = \frac{Precio}{Vida \text{ útil}}$$

- **Consumo de lubricantes**

Se refiere a los distintos tipos de lubricantes para el mantenimiento del camión los cuales son:

- ✓ Aceite para motor

- ✓ Aceite para caja de cambio
- ✓ Aceite para transmisión
- ✓ Aceite para la dirección hidráulica

La selección de marcas se realizó mediante un acuerdo del personal de mantenimiento vehicular de la empresa.

- **Consumo de filtros**

En vehículos pesados se usan distintos tipos de combinaciones de filtros que varían por cada modelo, ver en anexos [Anexo 1.5 - 1.8] se pueden agrupar en 3 clases, estas son:

- ✓ Filtro de aceite
- ✓ Filtro de combustible
- ✓ Filtro de aire

Fueron otorgados por el taller de repuestos autorizado de la casa comercial en Ecuador.

4.2.2 Valor del servicio de transporte

Una vez definido el costo lineal de transportación se debe establecer el valor del servicio de transporte en el que la empresa incurre. Si se considera una utilidad del 15% mensual para el operador, el valor que deberá cancelar es:

$$\text{Valor del servicio} = 1.15 * \text{Costo por viaje}$$

Clasificación	Longitud máxima	Ancho máxima	N. de ejes	N. de llantas
CL Cargas Livianas	7.5	2.3	2	4-6
CM Carga Mediana	12	2.6	2-3	6-10
CP Carga pesada	18.3	2.6	3-6	10-22

Tabla 4.2 Vehículos de carga

Fuente: Creado por los autores.

b) Altura permitidas

La altura máxima de los vehículos con sus cargas, permitidas en la circulación por las vías de Quito es de 4.10m.



Figura 4.2 Arterias de Quito

Fuente: Ilustre Municipio de Quito

- Belisario Quevedo
- Carcelén
- Centro Histórico
- Cochapamba
- Comité del Pueblo
- Cotocollao
- Chilibulo
- Chillogallo
- Chimbacalle
- El Condado
- Guamaní
- Iniaquito
- Itchimbía
- Jipijapa
- Kennedy
- La Argelia
- Concepción
- La Ecuatoriana
- La Ferroviaria
- La Libertad
- La Magdalena
- La Mena
- Mariscal Sucre
- Ponceano
- Puengasí
- Quitumbe
- Rumipamba
- San Bartolo
- San Isidro del Inca
- San Juan
- Solanda
- Turubamba
- Alangasí
- Amaguaña
- Atahualpa
- Calacalí
- Calderón
- Conocoto
- Cumbayá
- Chavezpamba
- Checa
- El Quinche

- Gualea
- Yaruquí
- Guangopolo
- Zábiza
- Guayllabamba
- La Merced
- Llano Chico
- Lloa
- Nanegal
- Nanegalito
- Nayón
- Nono
- Pacto
- Perucho
- Pífo
- Píntag
- Pomasqui
- Puéllaro
- Puenbo
- San Antonio
- San José de Minas
- Tababela
- Tumbaco

Por ser un número grande de parroquias y algunas de ellas con una demanda insignificante, se optó por agrupar algunos sectores de Quito en 14 zonas, en algunas de ellas se unieron parroquias para tener una mejor consolidación de carga. Estas zonas son:

Parroquias Urbanas

- ✓ Quito Norte
- ✓ Quito Centro
- ✓ Quito Sur

Parroquias Rurales

- ✓ Tumbaco
- ✓ Los Chillos
- ✓ Norte 2
- ✓ Carapungo
- ✓ Guayllabamba
- ✓ Calderón
- ✓ Machachi
- ✓ Quinche
- ✓ Cumbayá
- ✓ Mitad del mundo
- ✓ Retira cliente (sin descuento Quito)
- ✓ Retira cliente descuento (Quito)

4.5 Distancia de un punto a otro

Las coordenadas fueron tomadas mediante la aplicación de Google-Earth, para tener una distancia real para cada zona, ver Anexo 1.9. Entre las dos bodegas y la fábrica, se formularon los puntos de cada posición, para obtener las distancias más cercanas en kilómetros.

4.6 Tipos de productos

Grupos	% de artículos	% de costo de total	Grado de control	Tipo de registro	Inventario de seguridad	Procedimiento de pedido
A Artículos	10 - 20%	70 - 80%	intenso	complejo, seguro	bajo	cuidadoso, seguro, revisiones frecuentes
B Artículos	30 - 40%	15 - 20%	normal	complejo, seguro	moderado	pedidos normales alguna rapidez
C Artículos	40-60%	5 - 10%	simple	simplificado	grande	órdenes periódicas, abastecimiento de 1 a 2 años

Tabla 4.3 Clasificación de los productos
Fuente: Creado por los autores

Los productos en la empresa “Materiales de Fabricación” están catalogados como productos tipos A, B y C por el objeto de almacenamiento, inventario y demanda. Para efecto de estudio, se pudo extraer en su totalidad la base de datos de todos los tipos de productos.

4.7 Pronóstico

Se escogió la opción de demanda por mes y por cliente, siendo más sencillo de manipular y posteriormente, pronosticar las demandas para los años venideros con un porcentaje del $\pm 0.005\%$ que puede ser afectado por pérdidas y hurtos del total de la demanda mensual.

Selección de una técnica para realizar un pronóstico

- Factores a considerar:
 - Período
 - ✓ Inmediato (< 1 mes)
 - ✓ Corto plazo (1-3 meses)
 - ✓ Mediano plazo (>3 meses y < 3 años)
 - ✓ Largo plazo (≥ 3 años)

En este estudio, por la facilidad de datos, se pueden enunciar pronósticos a mediano plazo.

- Patrón de los datos:
 - ✓ Presencia de tendencia, ciclo, variación estacional, o alguna combinación de ellos.
 - ✓ Modelo de una variable vs. causal
- Costo del pronóstico:
 - ✓ Tipo de software requerido

- Exactitud deseada: 5%
- Disponibilidad de la información:
 - ✓ Datos históricos
 - ✓ Variables disponibles
 - ✓ Exactitud de los datos (confiabilidad)
 - ✓ Puntualidad de los datos (relevancia)

La empresa dispone de un personal calificado, debido a esto, se tiene la certeza de tener datos relevantes y puntuales al momento de pronosticar, estos fueron extraídos de una base de datos existente, por lo que se concluye una clara confiabilidad.

Es de suma importancia que el administrador (quien decide) entienda el modelo y las técnicas a utilizar.

4.8 Modelo warehouse

Esta es la forma básica de nuestro modelo y se va a expandir cuando se siga desarrollando el modelo.

Se describe la ecuación en la que se encuentra el costo total de

warehousing *dólares/años*.

$$\begin{aligned}
& \textit{Costo total warehousing} \\
& = (\textit{Costos de bodega}) \\
& + (\textit{Costos de montacargas}) \\
& + (\textit{Servicios de bodegas}) \\
& + (\textit{Nomina de bodegas}) + \textit{Finanzas} \\
& + (\textit{Mantenimiento y reparaciones civiles}) \\
& + (\textit{Servicios de seguridad}) \\
& + (\textit{Administración y operaciones})
\end{aligned}$$

4.8.1 Definición costos fijos

Los costos fijos son aquellos que la empresa debe pagar independientemente de su nivel de operación, es decir, produzca o no produzca debe pagarlos.

4.8.2 Costo del Inventario

Este es dado por la empresa como un costo fijo $\left(\frac{\$}{Tms}\right)$.

4.8.3 Costo de bodega

En esta sección se observa la infraestructura de almacenamiento que tiene la bodega, más información ver en [Anexo 1.10].

4.8.4 Costos de montacargas

La empresa “Materiales de Fabricación” cuenta con un número determinado de montacargas propios y sirven para los distintos tipos de

procesos dentro de la bodega y su costo está dado en $\left(\frac{\$}{\text{Año}}\right)$.

A su vez, los costos asociados a los montacargas son los siguientes:

- Consumo de combustible
- Mantenimiento

Esta información se detalla en [Anexo 1.11 - 1.12].

4.8.5 Servicios de bodega

Son procesos que van de la mano al picking para mantener la calidad del producto, además de saber las cantidades en $tms/pallets$ de los

respectivos procesos, están dados en $\left(\frac{\$}{\text{Año}}\right)$.

- **Strech film**

Es la cantidad total de rollos plásticos utilizados en el transcurso de todo

un año $\left(\frac{\$}{\text{Año}}\right)$.

- **Volumen de picking**

El porcentaje del área de picking es del 25% en cada bodega.

- **Pallets alistados**

Es el peso total del pallet con su mercadería al máximo permitido

$\left(\frac{Tms}{Pallets}\right)$.

- **Consumo por pallet**

Es el número de rollos de plástico Stretch film por cada pallet listo para su

despacho $\left(\frac{Pallet}{Rollo(Stretchfilm)}\right)$

- **Faltantes o mermas**

Es el costo total en el año de los faltantes y está dado por la siguiente

forma $\left(\frac{\$}{Año}\right)$

- ✓ **Factor de faltantes por mes**

Es el faltante que tiene toda bodega, se obtiene por el promedio de los años anteriores, estos valores son para todas las bodegas y es el 0.005%,

está dado por $\left(\frac{Tms}{Mes}\right)$.

- ✓ **Costo por toneladas faltantes**

Es el costo que tienen los faltantes al momento calcular el volumen total

de toneladas vendidas por mes $\left(\frac{\$}{Tms}\right)$.

4.8.6 Nómina de la bodega

Son todos los cargos asignados dentro del área estipulada, estos costos

están dado por $\left(\frac{\$}{mes}\right)$.

Para mayor referencia consultar en [Anexo 1.12].

4.8.7 Costo personal

Son los gastos en que incurre la empresa al dar servicios y bienestar laboral a sus empleados, información detallada en [Anexo 1.13].

Están dados por $\left(\frac{\$}{mes}\right)$.

4.8.8 Costos Informáticos

Engloba el valor de servicios informáticos y de conectividad, ver en [Anexo 1.14]

Están dados por $\left(\frac{\$}{mes}\right)$.

4.8.9 Finanzas (Seguros, Pólizas y Garantías)

- Bodega 0.18% anual del total de costos de la bodega
- Montacargas 0.55% anual del total de montacargas
- Inventario 0.20% el volumen anual en toneladas
- Muebles 0.51% costo total informático
- Accidentes personales (pólizas), 36 salarios básicos unificados por persona.

4.8.10 Mantenimiento y reparaciones civiles

- Techo (limpieza), $0.35 \left(\frac{\$}{m^2}\right)$ del área total techada
- Mantenimiento de pisos, pilares y paredes, $1.30 \left(\frac{\$}{m^2}\right)$ del área total techada

- Mantenimiento de baños y canales de drenaje, $0.1 \left(\frac{\$}{m^2} \right)$ del área total techada
- Mantenimiento de sistema de aguas lluvias, $0.10 \left(\frac{\$}{m^2} \right)$ del área total sin techar
- Pintura del lay-out (demarcaciones), $0.5 \left(\frac{\$}{m^2} \right)$ del área total de la bodega
- Lámparas $0.30 \left(\frac{\$}{m^2} \right)$ del área total de la bodega

4.8.11 Servicios de seguridad

Son las personas encargadas de dar protección en la empresa, más información en [Anexo 1.15].

Está dado por $\left(\frac{\$}{Mes} \right)$

4.8.12 Administración y operaciones

Gastos relacionados a la administración y operación ver anexos [tabla 4.39].

4.9 Valor total de la bodega

Una vez definido el costo total del warehouse se debe establecer el valor de servicio en el que la empresa incurre. Se considera una utilidad del 15% mensual para la empresa, el valor que deberá cancelar está dado por la siguiente expresión:

$$\text{Valor del servicio} = 1.15 * \text{Costo total warehousing}$$

4.10 Modelo matemático de localización de bodegas

4.10.1 Datos

ÍNDICES

i Fábricas

j Bodegas

t Tiempo en meses

h Zonas de clientes

k Tipos de vehículo

PARÁMETROS

$capcar_k$ = Capacidad de tonelaje del vehículo k

$costofv_k$ = Costo de flete por vehículo k

$costofb_j$ = Costo fijo por bodega j

$stock_j$ = Máxima capacidad de inventario por bodega j

TABLAS

$DEMANDA_{h,t}$ = Demanda pronosticada de la zona h en el tiempo t

$CAP2_{j,i}$ = Capacidad de envío de la fábrica i a la bodega j

$costo_{n,j}$ = Costo de envío de la bodega j a los clientes h

$costo2_{i,j}$ = Costo de envío de la fábrica i a la bodega j

ESCALARES

$costob$ = Costo fijo por unidad en stock

4.10.2 Variables

VARIABLES POSITIVAS

$PRO_{i,t}$ = Cantidad a producir en la fábrica i en el tiempo t

$X_{i,j,t}$ = Cantidad a enviar de la fábrica i a la bodega j

$Y_{j,h,t,k}$ = Cantidad a enviar de la bodega j al cliente h en el tiempo t con el vehículo k

$NUMCAR_{k,h}$ = Cantidad de vehículos k a utilizar en cada cliente h

$STOCK_{j,t}$ = Cantidad de inventario en la bodega j en el tiempo t

$NI_{t,j}$ = Nivel de utilidad de la bodega j en el tiempo t

VARIABLES BINARIAS

$BOD_j = 1$; si se abre la bodega j

4.10.3 Restricciones

$$PRO_{i,t} = \sum_j^n X_{i,j,t} \quad \forall i \in \text{fábricas}, \forall t \in \text{tiempo} \quad (1.1)$$

$$\sum_i^n X_{i,j,t} + STOCK_{j,t-1} = STOCK_{j,t} + \sum_{k,h}^n Y_{j,h,t,k} \quad \forall j \in \text{bodegas}, \forall t \in \text{tiempo} \quad (1.2)$$

$$\sum_{k,j}^n Y_{j,h,t,k} \geq DEMANDA_{h,t} \quad \forall h \in \text{clientes}, \forall t \in \text{tiempo} \quad (1.3)$$

$$X_{i,j,t} \leq NI_{t,j} * CAP2_{j,i} \quad \forall i \in \text{fábricas}, \forall j \in \text{bodegas}, \forall t \in \text{tiempo} \quad (1.4)$$

$$NI_{t,j} = \left(\frac{\sum_h^n DEMANDA_{h,t}}{\sum_i^n CAP2_{j,i}} \right) * BOD_j \quad \forall t \in \text{tiempo}, \forall j \in \text{bodega} \quad (1.5)$$

$$BOD_{\text{nueva bodega}} = 1 \quad (1.6)$$

$$\sum_j^n BOD_j \leq 3 \quad (1.7)$$

$$STOCK_{j,t} \leq stock_j * BOD_j \quad \forall j \in \text{bodegas}, \forall t \in \text{tiempo} \quad (1.8)$$

$$STOCK_{\text{inicio}} = 0 \quad (1.9)$$

$$NUMCAR_{k,h} * capcar_k = \sum_{j,t}^n Y_{j,h,t,k} \quad \forall h \in \text{clientes}, \forall k \in \text{camiones} \quad (1.10)$$

$$\begin{aligned}
Min z = & \sum_{j,h,t,k}^n Y_{j,h,t,k} * costo_{h,j} + \sum_{h,k}^n NUMCAR_{k,h} * costofv_k + \sum_{i,j,t}^n X_{i,j,t} * costo2_{i,j} \\
& + \sum_j^n BOD_j * costofb_j + \sum_{j,t}^n STOCK_{j,t} * costob \quad (1.11)
\end{aligned}$$

4.10.4 Descripción del modelo matemático

- (1.1) Restricción de producción, lo mismo que se envía a la bodega j, es lo mismo que se producirá en la fábrica i en cada tiempo t.
- (1.2) Restricción de inventario y equilibrio, el inventario de cada bodega j en tiempo t será igual al inventario del tiempo t-1, más lo que llegó a la bodega en el tiempo t y menos lo que saldrá al cliente h en el tiempo t.
- (1.3) Restricción de demanda, lo que sale de la bodega j debe ser igual a la demanda de cada cliente h.
- (1.4) Restricción de envío, la capacidad de la bodega j se le añade su nivel de utilización, aumenta su capacidad por el motivo de que es norma FIFO,
- (1.5) Restricción de nivel, se obtiene el porcentaje de utilización de las bodegas j de acuerdo a la demanda h en el tiempo t.
- (1.6) Restricción de existencia, la bodega nueva es la que se va a mantener, siempre será igual a 1 o verdadera.
- (1.7) Restricción de elección, se elegirá entre las tres bodegas existentes las más útiles.
- (1.8) Restricción de inventario, el inventario por bodega j no debe superar su capacidad máxima.

- (1.9) Restricción inicial, el inventario inicial será igual a 0
- (1.10) Restricción de vehículos, el número de vehículo k en el tiempo t es igual a la demanda del cliente h en el tiempo t , dividido entre la capacidad del vehículo k
- (1.11) Función objetivo, se minimiza los costos de envíos de fábrica i a bodega j , de bodega j a cliente h , costos fijos de bodega j , el número de vehículos por cliente y asociado con el costo del stock.

4.11 Aplicación de la solución y análisis de resultados

A continuación se mostrarán los resultados obtenidos luego de implementar las soluciones elaboradas en los subtítulos anteriores. Los resultados consisten en la elección del vehículo apropiado a las necesidades de la empresa, además de la definición de una tarifa de transporte, pronóstico de la demanda, definición del costo fijo de cada bodega, y el análisis de los resultados obtenidos utilizando el modelo matemático.

4.11.1 Vehículo seleccionado

Después de efectuar entrevistas a cuatro evaluadores, se tabularon e ingresaron los datos a la matriz de ponderación y se obtuvieron los siguientes resultados, ver en [Anexo 1.16].

Con los datos de la Tabla 4.40 se puede valorar las distintas alternativas de vehículos. Se muestran en la siguiente tabla:

	Hino	Chevrolet	Hyundai
Análisis técnico	21.35	20.4	20.1
Ergonomía	51	51.8	50.1
Respaldo y trayectoria	34.2	33.9	34.9
Siniestralidad	50.5	50.1	51
Repuestos y garantías	56	55	52
Precio	80	71	72
Porcentaje	55.3245	51.883	51.322

Tabla 4.4 Resultado final de selección de vehículo
Fuente: Creado por los autores

En la Tabla 4.4 se muestra la calificación total obtenida por cada uno de los vehículos evaluados.

4.11.2 Resultados del modelo tarifario

Como se definió previamente, el modelo utilizado es de tipo lineal, y consta de costos fijos y variables.

A continuación, se detallan los valores encontrados para los dos tipos de costos.

Costos variables	Hino 300	Hino 300	Hino 300	Hino 500	Hino 500	Hino 700
	4.71 Ton	5.76 Ton	6.10 Ton	11.99 Ton	19.12 Ton	28,30 Ton
Consumo de combustible	\$ 0.0630 / Km	\$ 0.0650 / Km	\$ 0.0654 / Km	\$ 0.0707 / Km	\$ 0.0743 / Km	\$ 0.0743 / Km
Consumo de llantas	\$ 0.1083 / Km	\$ 0.1108 / Km	\$ 0.1108 / Km	\$ 0.2442 / Km	\$ 0.3847 / Km	\$ 0.3504 / Km
Consumo de lubricantes	\$ 0.0352 / Km	\$ 0.0352 / Km	\$ 0.0352 / Km	\$ 0.0563 / Km	\$ 0.0563 / Km	\$ 0.1268 / Km
Consumo de filtros	\$ 0.0061 / Km	\$ 0.0061 / Km	\$ 0.0061 / Km	\$ 0.0041 / Km	\$ 0.0046 / Km	\$ 0.0075 / Km
TOTAL COSTO VARIABLE	\$ 0.2126 / Km	\$ 0.2170 / Km	\$ 0.2175 / Km	\$ 0.3754 / Km	\$ 0.5199 / Km	\$ 0.5590 / Km
COSTO VARIABLE (\$/Km.Tn)	\$ 0.045 / Km.Tm	\$ 0.038 / Km.Tm	\$ 0.036 / Km.Tm	\$ 0.031 / Km.Tm	\$ 0.027 / Km.Tm	\$ 0.020 / Km.Tm

Tabla 4.5 Costos variables
Fuente: Creado por los autores

- **Costos fijos**

CAMIÓN	Hino 300 4.705	Hino 300 5.76	Hino 300 6.1	Hino 500 11.985	Hino 500 19.115	Hino 700 28,3
Chasis + Furgón (al año [V.U. 5 años])	11,102	11,853.52	12,468.4	24,035.2	30,044	40,112.8
Matrícula (al año)	2,400	2,400	2,400	3,000	6,000	8,000
Seguro(Al año 4%)	2,220.4	2,370.704	2,493.68	4,807.04	6,008.8	8,022.56
Batería (al año [V.U. 1 año])	394.2624	394.2624	394.2624	566.7424	566.7424	566.7424
Sueldo Chofer (al año)	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400
Lavado (12 lavados al año)	200	200	420	420	420	420
Mantenimiento anual (4% chasis + furgón)	2,220.4	2,370.704	2,493.68	4,807.04	6,008.8	8,022.56
Costo anual	23,937	24,989.19	26,070.02	43,036.02	54,448.34	70,544.66

Tabla 4.6 Costos fijos

Fuente: Creado por los autores

Una vez establecidos los costos fijos y variables se puede elaborar la función objetivo. El modelo de la función se obtendrá en kilómetros, la variable X representa el número de kilómetros recorridos de un punto inicial a uno final.

	Hino 300 4,71 Ton	Hino 300 5,76 Ton	Hino 300 6,10 Ton	Hino 500 11,99 Ton	Hino 500 19,12 Ton	Hino 700 28,30 Ton
km por recorrer	X	X	X	X	X	X
Costos fijos	76,72*(X)	80,09*(X)	83,55*(X)	137,936*(X)	174,514*(X)	226,105*(X)
Costos variables	0,045*(X)	0,038*(X)	0,036*(X)	0,031*(X)	0,027*(X)	0,020*(X)
Costo Total	76,767*(X)	80,131*(X)	83,593*(X)	137,967*(X)	174,541*(X)	226,124*(X)
Costo más ganancia	88,282*(X)	92,151*(X)	96,132*(X)	158,662*(X)	200,722*(X)	260,043*(X)

Tabla 4.7 Función de costos para modelo tarifario

Fuente: Creado por los autores

4.11.3 Resultado del pronóstico

Para la realización de los pronósticos se usó el programa R con el cual se obtuvo como solución, los pronósticos para dos años 2013, 2015, 2018. Y serán detallados a continuación por cada zona.

División en zonas a Quito	Modelo de pronóstico aplicado
Quito Norte	<i>SARIMA</i> (0,1,1)(1,1,0)
Quito Centro	<i>SARIMA</i> (0,1,1)(0,1,0)
Quito Sur	<i>SARIMA</i> (0,1,1)(0,1,0)
Tumbaco	<i>SARIMA</i> (0,0,0)(0,1,0)
Los Chillos	<i>ARIMA</i> (0,2,1)
Norte2	<i>SARIMA</i> (2,0,0)(0,1,0)
Carapungo	<i>SARIMA</i> (0,0,0)(0,1,0)
Guayllabamba	<i>ARIMA</i> (0,1,1)
Calderón	<i>SARIMA</i> (0,1,1)(0,0,1)
Machachi	<i>SARIMA</i> (0,0,0)(0,1,0)
El Quinche	<i>SARIMA</i> (0,2,1)(0,1,0)
Cumbayá	<i>SARIMA</i> (0,2,1)(0,1,0)
Mitad del mundo	<i>SARIMA</i> (0,1,0)(1,0,0)
Cliente Retira	<i>SARIMA</i> (0,1,0)(0,1,0)
Cliente con descuento	<i>ARIMA</i> (0,1,0)

Tabla 4.8 Modelos de pronósticos por zona

Fuente: Creado por los autores

4.11.3.1 Los Chillos

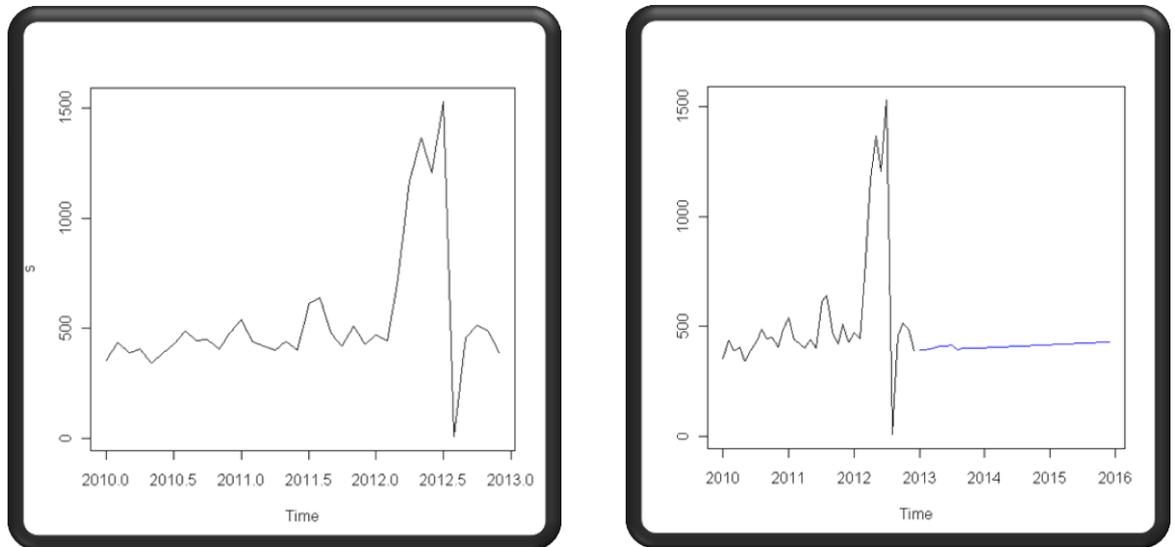


Figura 4.3 Los Chillos datos actuales y pronóstico

Fuente: Creado por los autores

	2013	2015	2018
ENERO	392.6870	417.2947	443.278546
FEBRERO	393.4063	418.3774	444.361206
MARZO	398.8007	419.4600	445.443866
ABRIL	406.7956	420.5427	446.526526
MAYO	410.9164	421.6253	447.609186
JUNIO	409.4862	422.7080	448.691847
JULIO	415.5056	423.7907	449.774507
AGOSTO	392.9402	424.8733	450.857167
SEPTIEMBRE	401.0263	425.9560	451.939827
OCTUBRE	403.0065	427.0386	453.022487
NOVIEMBRE	403.6324	428.1213	454.105147
DICIEMBRE	403.2201	429.2040	455.187807

Tabla 4.9 Pronóstico para la zona Los Chillos

Fuente: Creado por los autores

En la zona de los Chillos se nota una frecuencia con picos muy altos y otros muy bajos formando una frecuencia constante al final, para ello se aplicó un modelo $ARIMA(0,2,1)$, está compuesto con dos diferenciaciones y un modelo $Ma(1)$.

4.11.3.2 Calderón

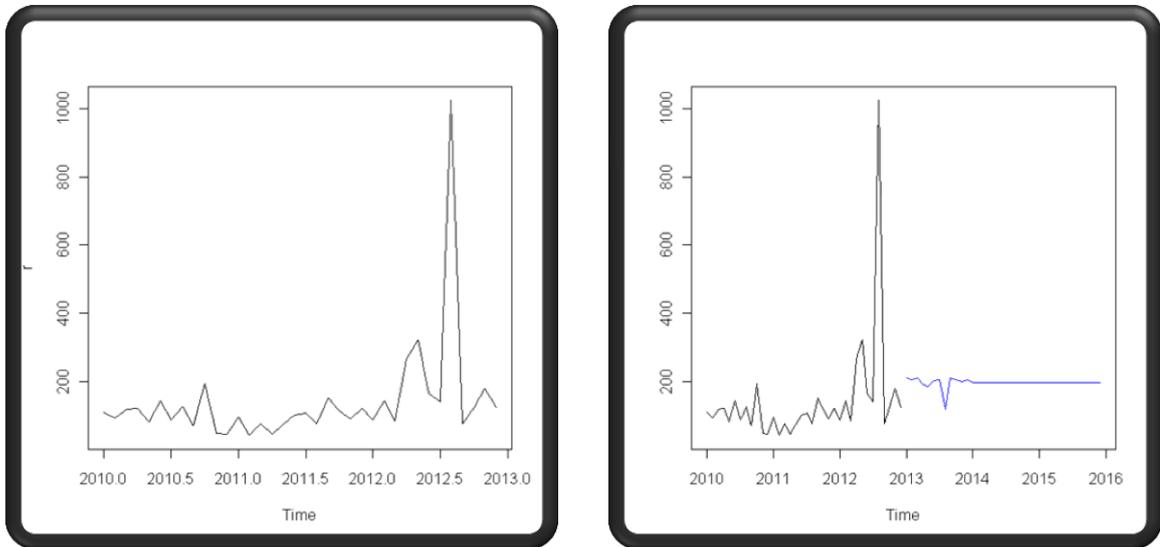


Figura 4.4 Calderón datos actuales y pronóstico
Fuente: Creado por los autores

	2013	2015	2018
ENERO	199.2304	208.952	197.139
FEBRERO	239.4791	204.056	197.139
MARZO	194.9554	209.362	197.139
ABRIL	345.3345	191.979	197.139
MAYO	397.0446	186.131	197.139
JUNIO	266.4677	201.326	197.139
JULIO	245.1227	203.711	197.139
AGOSTO	998.1656	117.305	197.139
SEPTIEMBRE	196.1142	209.520	197.139
OCTUBRE	235.5099	205.010	197.139
NOVIEMBRE	275.1708	200.138	197.139
DICIEMBRE	231.3391	205.294	197.139

Tabla 4.10 Pronóstico para la zona Calderón
Fuente: Creado por los autores

En el modelo de Calderón se observa una tendencia variante con un gran pico en meses del 2012, para esta frecuencia se eligió un modelo $SARIMA(0,1,1)(0,0,1)$, con una diferenciación ordinaria, un modelo $MA(1)$ y un $SMA(1)$.

4.11.4 Resultado del modelo warehouse

Como se definió previamente, el modelo utilizado servirá para obtener el costo fijo de las bodegas, a continuación se detallan los valores encontrados.

	Distancia fábrica	Distancia bodega Eloy Alfaro	Distancia bodega Aloag
Costo de bodega \$/año	200,727.976	198,827.976	798,970
Costos de montacargas \$/año	29,670.6	19,780.4	98,902
Servicios de bodega \$/año	1,309.95573	788.493665	3,219.73708
Nómina de la bodega \$/año	85,404	49,156	140,654
Costo personal \$/año	30,602	30,602	30,602
Costos informáticos \$/año	14,674	14,674	14,674
Finanzas (seguros. pólizas y garantías) \$/año	76,786.4147	38,612.5485	141,529.043
Mantenimiento y reparaciones civiles \$/año	2,594.70509	2,569.20509	10,604.25
Servicios de seguridad \$/año	18,000	18,000	54,000
Administración y operaciones \$/año	2,0132.7756	2,0129.8346	21,065.5123
Costo total warehousing \$/año	479,902.427	393,140.458	1,314,220.54

Tabla 4.11 Costos del modelo warehouse

Fuente: Creado por los autores

En la tabla 4.23 se obtuvo el costo total del modelo tarifario, este será útil para el modelo matemática.

Para objetivo de la empresa es obtener el valor de cada tonelada almacenada en cada una de las bodegas en cuestión, se detalla continuación:

	Distancia fábrica	Distancia bodega Eloy Alfaro	Distancia bodega Aloag
Costo Total Warehousing[\$/tm.]	260.962619	355.166098	290.756757
Profit (%)	26.0962619	35.5166098	29.0756757
Valor Total Warehousing [\$/tm.]	287.058881	390.682708	319.832433

Tabla 4.12 Valor en *tm* por el uso de cada bodega
Fuente: Creado por los autores

4.11.5 Resolución del modelo matemático

Después de haber obtenido los costos del modelo tarifario, el pronóstico de la demanda, los costos fijos de cada bodega y la aplicación del modelo matemático de localización de bodegas, se obtuvo los siguientes resultados.

Se planteó tres escenarios:

4.11.5.1 Año 2013

Se minimizó los costos relacionados con la cadena de suministros (planta-bodegas-clientes), su costo total relacionado es de \$ 1, 577,025.078

- La bodega apertura fue la nueva bodega que está ubicada en la planta
- Para evitar el desabastecimiento la planificación de la bodega siempre tiene un inventario de seguridad de 3 días. que corresponde al 20% de la capacidad de la bodega
- También se tomó en cuenta el número de carros que acceden a cada zona de demanda. en este caso con la marca Hino

- Por medio del nivel rotación de los productos. nos dará a conocer la eficiencia de la bodega seleccionada
- Se cumplió con toda la demanda existente en el año

<i>meses/variables</i>	Envíos a la bodega de Pifo	Nivel de rotación de la bodega	Stock de seguridad
Enero	4,958	137%	904
Febrero	5,712	158%	904
Marzo	5,573	154%	904
Abril	6,150	170%	904
Mayo	6,238	173%	904
Junio	5,541	153%	904
Julio	6,658	184%	904
Agosto	6,062	193%	904
Septiembre	6,368	176%	904
Octubre	6,982	193%	904
Noviembre	6,313	175%	904
Diciembre	5,901	163%	904

Tabla 4.13 Producción y rotación mensual en el año 2013

Fuente: Creado por los autores

4.11.5.2 Año 2015

Con la demanda pronosticada para dentro de dos años se notó en ciertas zonas el aumento y disminución de la demanda, este año en análisis tiene las siguientes características:

- Costo total relacionado es de \$ 3, 059,882.65.
- La demanda aumento un 11% en el año 2015. aumentando la producción de la planta.
- Nuestro inventario de seguridad se mantiene con el 20% de la capacidad de la bodega.
- El nivel de rotación de la planta se incrementó en este año. la bodega es eficiente.

<i>meses/variables</i>	Envíos a la bodega de Pifo	Nivel de rotación de la bodega	Stock de seguridad
Enero	5,942	164%	904
Febrero	6,673	185%	904
Marzo	6,510	180%	904
Abril	6,847	189%	904
Mayo	6,830	189%	904
Junio	6,262	173%	904
Julio	7,284	201%	904
Agosto	6,796	188%	904

Septiembre	6,944	192%	904
Octubre	7,474	207%	904
Noviembre	6,724	186%	904
Diciembre	6,353	176%	904

Tabla 4.14 Producción y rotación mensual en el año 2015

Fuente: Creado por los autores

4.11.5.3 Año 2018

Otro escenario propuesto fue en cinco años para determinar si existe algún cambio en selección tomando en cuenta que la demanda propuesta también es pronosticada.

- Costo total relacionado es de \$ 3,659,543.97
- Nivel de rotación alto. se eligió la bodega con mayor capacidad.
- Inventario de seguridad se mantiene con el 20% de la capacidad de la bodega.
- La producción de la fábrica aumento un 54% con respecto al año 2013

<i>meses/variables</i>	Envíos a la bodega de Pifo	Nivel de rotación de la bodega	Stock de seguridad
Enero	8,258	228%	904
Febrero	8,357	231%	904
Marzo	8,718	241%	904
Abril	8,573	237%	904
Mayo	8,598	238%	904
Junio	8,746	242%	904
Julio	9,093	251%	904
Agosto	8,840	244%	904
Septiembre	8,996	249%	904
Octubre	8,993	249%	904
Noviembre	9,022	250%	904
Diciembre	9,123	252%	904

Tabla 4.15 Producción y rotación mensual en el año 2018
Fuente: Creado por los autores

4.11.6 Análisis comparativo

En esta sección vamos a realizar la comparación de los resultados obtenidos de la empresa vs. los obtenidos en este proyecto, con la finalidad de ratificar la mejora que existe en el proceso logístico y el ahorro de dinero de la empresa.

	BODEGA DE PIFO			
	2012		2013	
	ENVÍOS A LA BODEGA	NIVEL DE ROTACIÓN	ENVÍOS A LA BODEGA	NIVEL DE ROTACIÓN
ENERO	2,042	56%	4,958	137%
FEBRERO	4,494	124%	5,712	158%
MARZO	4,691	130%	5,573	154%
ABRIL	4,979	138%	6,150	170%
MAYO	6,022	167%	6,238	173%
JUNIO	5,249	145%	5,541	153%
JULIO	6,836	189%	6,658	184%
AGOSTO	5,662	157%	6,062	193%
SEPTIEMBRE	5,533	153%	6,368	176%
OCTUBRE	6,257	173%	6,982	193%
NOVIEMBRE	5,624	156%	6,313	175%
DICIEMBRE	5,187	143%	5,901	163%
TOTAL	\$ 1,322,300.66		\$ 1,601,909.32	

Tabla 4.16 Tabla de datos y costo total en la bodega de Pifo
Fuente: Creado por los autores

	2012				2013			
	BODEGA ALOAG		BODEGA QUITO		BODEGA ALOAG		BODEGA QUITO	
	ENVÍOS A LA BODEGA	NIVEL DE ROTACIÓN	ENVÍOS A LA BODEGA	NIVEL DE ROTACIÓN	ENVÍOS A LA BODEGA	NIVEL DE ROTACIÓN	ENVÍOS A LA BODEGA	NIVEL DE ROTACIÓN
ENERO	539	231%	1,502	231%	3,602	560%	1,357	560%
FEBRERO	2,751	507%	1,743	507%	4,041	645%	1,671	645%
MARZO	2,949	530%	1,742	530%	4,169	629%	1,404	629%
ABRIL	2,812	562%	2,167	562%	4,731	694%	1,419	694%
MAYO	3,414	680%	2,609	680%	4,533	704%	1,705	704%
JUNIO	2,933	593%	2,316	593%	4,011	626%	1,530	626%
JULIO	4,161	772%	2,675	772%	5,130	752%	1,528	752%
AGOSTO	4,347	639%	1,315	639%	5,205	786%	1,757	786%
SEPTIEMBRE	4,015	625%	1,518	625%	5,001	719%	1,367	719%
OCTUBRE	4,596	707%	1,661	707%	5,528	788%	1,454	788%
NOVIEMBRE	4,144	635%	1,480	635%	5,008	713%	4,470	713%
DICIEMBRE	3,684	586%	1,503	586%	1,305	666%	1,430	666%
TOTAL	\$ 1,826,615.60				\$ 2,199,739.22			

Tabla 4.17 Datos y costo total en las bodegas de Aloag y Quito Sur
Fuente: Creado por los autores

Se realizó la comparación del año 2012 y 2013 por la razón de que estos son años reales en donde se va a determinar cuánto fue el monto invertido en el proceso logístico, y explicar el ahorro que pudo y puede tener la empresa al aplicar el modelo matemático propuesto, a continuación se enunciará algunas características comparativas:

- Ambas tablas presentadas cumplen con la demanda requerida, satisfaciendo al cliente pero con costos totales diferentes.
- Cumplen con el 20% del inventario especificado anteriormente.
- El número de vehículos tiene la misma similitud y cumplen con el traslado en cada zona de demanda.
- La distribución planta-bodegas es diferente ya que el modelo propuesto elige sólo la bodega de la planta, minimizando los costos y creando el ahorro que se presenta a continuación:

	BODEGA SELECCIONADA	AHORRO
AÑO 2012	BODEGA DE PIFO	\$ 504,314.94
AÑO 2013		\$ 597,829.90

Tabla 4.18 Tabla de selección y ahorro obtenido
Fuente: Creado por los autores

- Por medio de esta tabla se da a conocer que la bodega seleccionada es la idónea, porque el producto transportado no adiciona ningún valor agregado por flete, debido a que esta se encuentra dentro de la fábrica.
- En la actualidad las dos bodegas operativas adicionan un valor agregado que desconoce si el cliente esté dispuesto a pagar.

	FÁBRICA	BODEGA ALOAG	BODEGA QUITO SUR
FÁBRICA	0	\$ 1.34	\$ 1.77
BODEGA ALOAG	\$ 1.34	0	\$ 0.793
BODEGA QUITO SUR	\$ 1.77	\$ 0.793	0

Tabla 4.19 Valor agregado al producto
Fuente: Creado por los autores

CAPÍTULO 5

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

El análisis de la situación actual se realizó con la indagación y el respectivo seguimiento de los procesos de selección de vehículo, realización de un modelo tarifario, pronóstico de la demanda en distintos periodos de tiempo, modelo de warehouse y todo esto, para la aplicación de un modelo de localización de bodegas.

Conclusiones del proyecto:

- Por medio de la utilización del modelo matemático se pudo determinar la bodega más cercana a la planta, por el motivo de almacenamiento de sus productos y posteriormente su distribución hacia las distintas zonas de Quito.
- Al momento de minimizar los costos fijos de las bodegas es más eficiente seleccionar sólo una bodega, con una gran capacidad para sostener la demanda de Quito, en lugar de tener bodegas circunscritas a lo largo de la ciudad.

- Es posible mejorar el nivel de entrega al momento de tener todas las bodegas abiertas pero los costos harían encarecer el producto el cual sería poco atractivo, debido a esto se reduce considerablemente el costo operativo al momento de tener una sola bodega que cumpla con las demandas de las zonas.
- Con una sola bodega con una capacidad significativa y con una demanda en crecimiento, se obtiene un nivel alto de rotación, calificando a la bodega como eficiente.
- Por el motivo de una aplicación de norma FIFO en las bodegas, se obtuvo que el inventario por mes es igual a cero, es decir, todo el producto se evacúa.
- Los escenarios propuestos anteriormente tienen el fin de mostrar que aunque la demanda crezca en el tiempo, la bodega seleccionada tiene la capacidad de almacenar todo el producto requerido sin colapsar.
- Por medio de la aplicación del modelo matemático se obtuvo una planificación de la producción mensual total, una correcta distribución y se justificó la elección de la bodega seleccionada,

tras la minimización de los costos fijos y variables relacionados con dicha cadena de suministros.

AÑOS INVESTIGADOS	COSTO TOTAL POR PERIODO DE TIEMPO
2013	\$ 1, 577,025.078
2015	\$ 3, 059,882.65
2018	\$ 3, 659,543.97

Tabla 5.1 Costos totales de la cadena de suministros en los años estudiados
Fuente: Creado por los autores

5.2 Recomendaciones

- Por el crecimiento de la demanda, es recomendable medir el grado de eficiencia de los empleados y considerar que en un futuro se exceda la cantidad de clientes a ser atendidos por trabajador, lo que obligará a la contratación adicional de personal humano para mejorar el servicio prestado.
- Si la bodega elegida colapsa, sería recomendable que las bodegas alternas no se las venda, por el motivo de ser un respaldo inmediato para la planta, por lo que se considera como mejor opción alquilarlas.
- Para complementar el estudio desarrollado, sería útil realizar un trabajo relacionado con ruteo vehicular con el propósito de optimizar no sólo el área de almacenamiento sino minimizar el costo de traslado de productos al cliente.
- Se recomienda aplicar una política de almacenamiento para maximizar la utilización del espacio de la bodega, con el fin de agilizar el picking.

ANEXOS

Modelo tarifario

	Hino 300	Hino 300	Hino 300	Hino 500	Hino 500	Hino 700
	4.71 Ton	5.76 Ton	6.10 Ton	11.99 Ton	19.12 Ton	28.30 Ton
Valor Actual	\$ 36,400.00	\$ 38,864.00	\$ 40,880.00	\$ 82,880.00	\$ 103,600.00	\$ 138,320.00
30% de entrada	10,920.00	11,659.20	12,264.00			
40% de entrada				33,152.00	41,440.00	55,328.00
Capital sin entrada	25,480.00	27,204.80	28,616.00	49,728.00	62,160.00	82,992.00
15% de interés anual 5 años	19,110.00	20,403.60	21,462.00	37,296.00	46,620.00	62,244.00
Total a Pagar	\$ 55,510.00	\$ 59,267.60	\$ 62,342.00	\$ 120,176.00	\$ 150,220.00	\$ 200,564.00

Anexo 1.1 Costo total a pagar por cada tipo de vehículo

Fuente: Creado por los autores

Concesionaria	Batería	Hino 300	Hino 300	Hino 300	Hino 500	Hino 500	Hino 700
		4.71 Ton	5.76 Ton	6.10 Ton	11.99 Ton	19.12 Ton	28.30 Ton
Tecfaroni S.A.	Bosch 12/105/17 (30 H HD)	176.01	176.01	176.01	-	-	-
Tecfaroni S.A.	Bosch 12/140/23 (N150 HD)	-	-	-	253.01	253.01	253.01
Menor Precio		176.01	176.01	176.01	253.01	253.01	253.01

Anexo 1.2 Costo de las baterías

Fuente: Creado por los autores

CARGA (TM)		Hino 300	Hino 300	Hino 300	Hino 500	Hino 500	Hino 700
		4.71 Ton	5.76 Ton	6.10 Ton	11.99 Ton	19.12 Ton	28.30 Ton
TERRENO PLANO	Rendimiento (Km/galón)	18	17.5	17.4	16	15	15
PISTA CON GRADIENTE MEDIANA	Rendimiento (Km/galón)	16.5	16	15.89	14.7	14	14
PISTA CON GRADIENTE PRONUNCIADA	Rendimiento (Km/galón)	15.2	14.5	14.38	13.02	12.51	12.5

Anexo 1.3 Rendimiento en distintos tipos de terreno

Fuente: Creado por los autores

Hino 300	Precio
Filtro Aceite Euro 3	33.74
Filtro de Aire	44.35
Filtro Comb. Dut Eur	22.48
Filtro Comb. Dut 3	9.64

Anexo 1.4 Precio de filtros Hino 300

Fuente: Creado por los autores

Hino 500 11.985 Tm	Precio
Filtro Aceite GH8	21.9
Filtro de Aire GDIJLUA	71.3
Filtro de Aire GDIJLUA	22.09
Filtro Comb. Gh8j	15
Filtro Comb. Gh8j	13.62

Anexo 1.5 Precio de filtros Hino 500

Fuente: Creado por los autores

M A R C A	M O D E L O	Hino 300			Hino 300			Hino 300			Hino 500			Hino 500			Hino 700		
		4.71 Ton			5.76 Ton			6.10 Ton			11.99 Ton			19.12 Ton			28.30 Ton		
		Dirección	Tracción	Mixtas															
Good Year	205/75 R 17.5	325	329	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Good Year	215/75 R 17.5	-	-	-	330	335	-	330	335	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Good Year	12 R 22.5			-							682	708							
Good Year	295/80 R 22.5			-									678.72	722					
Good Year	11 R 20			-													415	455	449
Good Year	12 R 22.5			-							772	778							
Triangle	205/75 R 17.5	209	209	-															
Triangle	215/75 R 17.5			-	214	214		214	214										
Triangle	12 R 22.5			-							470	475	473						
Triangle	295/80 R 22.5			-										446	449	446			
Triangle	11 R 20			-													403	408	407

Anexo 1.6 Concesión de cada tipo de llanta a ser utilizada por algún vehículo de la flota

Fuente: Creado por los autores

Hino 500 19.115 Tm	Precio
Filtro Aceite FDT SFD	12.79
Filtro de Aire GDIJLUA	71.3
Filtro de Aire GDIJLUA	22.09
Filtro Comb. FB4JG	20.82
Filtro Combustible F	10.83

Anexo 1.7 Precio de filtros Hino 500

Fuente: Creado por los autores

Hino 700	Precio
Filtro Aceite FSIE	10.48
Filtro Aceite FSIE	31.54
Filtro de Aire	108.17
Filtro de Aire	45.94
Filtro Comb. FSIE	18.85
Filtro Comb. FSIE	12.15

Anexo 1.8 Precio de filtros Hino 700

Fuente: Creado por los autores

			Fabrica	Bodega Norte	Bodega Sur
Fabrica	-0.221697	-78.339433	0	0	0
Bodega Norte	-0.143447	-78.469574	0	0	0
Bodega Sur	-0.26842222	-78.547644	0	0	0
QUITO NORTE	-0.165324	-78.477127	26.7	3.9	15.9
QUITO CENTRO	-0.234534	-78.514209	27.5	13.2	6
QUITO SUR	-0.25914	-78.530549	32.1	17.6	2.5
TUMBACO	-0.214039	-78.375716	9.7	22.1	42.2
LOS CHILLOS	-0.2666667	-78.4833333	28.3	23.3	15.1
NORTE 2	-0.205654	-78.486723	23.2	8.8	12.6
CARAPUNGO	-0.09373333	-78.449617	34.4	11.4	27.8
GUAYLLABAMBA	-0.054062	-78.350144	34.6	30.6	46.9
CALDERON	-0.082528	-78.419443	34.6	14.7	31.4
MACHACHI	-0.50958056	-78.57005	37.7	55.3	32.9
QUINCHE	-0.10998612	-78.2961889	18.1	47	63.4
CUMBAYA	-0.203708	-78.426007	13.8	14.6	28.7
MITAD DEL MUNDO	-0.00231112	-78.455775	50.7	22.8	36.5

RETIRA CLIENTE (SIN DESCUENTO UIO)	-0.201041	-78.53381	40.3	21.7	15.9
RETIRA CLIENTE DESCUENTO(UIO)	-0.261221	-78.522076	39.1	16.5	5.4

Anexo 1.9 Distancias entre las distintas zonas con cada una de las bodegas

Fuente: Creado por los autores

Modelo warehouse

	Dist. Bod Eloy Alfaro	Dist. Bod Aloag	Dist. Fabrica
m2 MP	1,015.52	848.54	2,540.31
m2 PT	3,025.87	3,247.56	4,500.52
m2 Staging Area	243.23	261.05	292.96
m2 Loading Area	1,621.52	1,740.32	1,786.40
m2 offices	150.00	150.00	150.00
m2 land	6,056.14	6,247.47	9,270.20
m2 Techados	5812.91224	5,986.42271	8,977.24118
m2 sin Techar	243.22788	261.048166	292.96069
m2 total	6056.14012	6,247.47087	9,270.20187

Anexo 1.11 Área total de la bodega

Fuente: Creado por los autores

Costo de Combustible de los montacargas	
Costo Kg. Gas (\$)	0.75
Costo Combustible por mes Mont. Simple	444.60
Costo Combustible por mes Mont. Doble	471.12

Anexo 1.10 Costo de combustible de los montacargas

Fuente: Creado por los autores

Mantenimiento de Montacargas	
\$unit/300 hr	\$ 100.00
\$unit/900 hr	\$ 115.00
\$unit/1200 hr	\$ 190.00
\$unit/1800 hr	\$ 650.00
\$unit/2400 hr	\$ 2,000.00

Anexo 1.12 Costo del mantenimiento
Fuente: Creado por los autores

	Dist. Bod Eloy Alfaro	Dist. Bod Aloag	Dist. Fabrica	Sueldo
Jefe de Bodega	1	1	0	1500.00 \$/mes.
Auxiliar Contable	1	1	1	500.00 \$/mes.
Bodeguero	3	3	3	500.00 \$/mes.
Controlador/Facturador	1	1	1	1000.00 \$/mes.
Auxiliar de servicios varios	1	1	1	350.00 \$/mes.
Operarios	5	4	4	350.00 \$/mes.
Choferes	2	1	1	450.00 \$/mes.
Vacacionista	1	1	1	318.00 \$/mes.

Anexo 1.13 Nómina de empleados
Fuente: Creado por los autores

Costo Personal	\$/año	Dist. Bod Eloy Alfaro	Dist. Bod Aloag	Dist. Fabrica
Gastos de alimentación	\$ 2.00 /dia-pers	\$ 7,512.00	\$ 7,512.00	\$ 7,512.00
Uniformes	\$ 250.00 /pers.año	\$ 3,000.00	\$ 3,000.00	\$ 3,000.00
Transporte de personal	\$ 1.00 /dia-pers	\$ 3,756.00	\$ 3,756.00	\$ 3,756.00
Seguro médico	\$ 28.50 /pers.mes	\$ 4,104.00	\$ 4,104.00	\$ 4,104.00

Anexo 1.14 Costo Personal
Fuente: Creado por los autores

Costos informáticos	\$/año	Dist. Bod Eloy Alfaro	Dist. Bod Aloag	Dist. Fabrica
Licencias Informáticas	\$ 400.00 /año	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00
Licencias Offices	\$ 200.00 /año	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00
Conectividad	\$ 684.00 /año	\$ 3,420.00	\$ 3,420.00	\$ 3,420.00
Mantenimiento (4 puntos prom)	\$ 50.00 /año. punto	\$ 250.00	\$ 250.00	\$ 250.00

Anexo 1.15 Costos informáticos
Fuente: Creado por los autores

Servicios de Seguridad	\$/año	Dist. Bod Eloy Alfaro	Dist. Bod Aloag	Dist. Fabrica
# de puestos de seguridad	numero	2	1	1
Costo por puesto de seguridad (\$/mes / turno 24h)	\$ 1,500/puesto	\$ 3,000.00	\$ 1,500.00	\$ 1,500.00

Anexo 1.16 Servicio de seguridad

Fuente: Creado por los autores

Administración y Operaciones	\$/año
Consumo de agua	2.41 \$/m3
Consumo energía	0.09 \$/Kw-H
Teléfonos	4.00 \$/pers.mes
Fumigación y control plagas	0.10 \$/m2 sin techar
Recolección de basura	25.00 \$/mes
Suministros de limpieza	0.008 \$/pers (000')
Papelería y útiles de oficina	0.015 \$/pers (000')
Permisos de funcionamiento	\$/año
Radios y comunicaciones	45.00 \$/equipo. Mes

Anexo 1.17 Gastos administrativos

Fuente: Creado por los autores

Pesos	Ítems	Peso C/U	Hino	Chevrolet	Hyundai	ASPECTO
17.00%	Análisis Técnico					Tecnico (22%)
	Motor	30%	41	39	38	
	Caja	15%	18	17	21	
	Embrague	15%	5	9	9	
	Longitud Total	20%	20	7	10	
	Diámetro de giro	10%	7	16	10	
	Sistema de Frenos	10%	9	18	12	
5.00%	Ergonomía					
	Señalización y simbología	45%	40	32	49	
	Comodidad Conducción	55%	60	68	51	
10.00%	Respaldo y Trayectoria					POST-VENTA (45%)
	Posicionamiento en el país	30%	21	30	33	
	Procedencia vehículos	30%	37	31	18	
	Representación y Solidez	40%	42	39	49	
5.00%	Siniestralidad					
	Costos componentes	45%	45	49	40	
	Tiempos de cambio	55%	55	51	60	
30.00%	Repuestos y garantías					
	Disponibilidad de repuestos	60%	80	75	60	
	Tiempos de respuesta	40%	20	25	40	
33.00%	Precio	100%	80	71	72	ECONÓMICO (33%)

Anexo 1.18 Selección de vehículo

Fuente: Creado por los autores

Pronósticos

5.3 Quito Norte

	2013	2015	2018
ENERO	214.99879	131.78211	283.479227
FEBRERO	294.84538	282.92921	285.957374
MARZO	273.06728	239.62777	288.435522
ABRIL	243.88228	219.74425	290.91367
MAYO	268.40809	245.25262	293.391817
JUNIO	331.93835	324.61288	295.869965
JULIO	223.34486	147.35539	298.348113
AGOSTO	449.80661	45.48786	300.82626
SEPTIEMBRE	159.01738	62.45437	303.304408
OCTUBRE	192.05882	90.80685	305.782556
NOVIEMBRE	134.06781	27.00787	308.260703
DICIEMBRE	165.36178	72.92548	310.738851

y una estacional con un modelo $AR(1)$. En la zona Quito Norte se nota una tendencia decreciente con picos altos en algunos meses, para dicha frecuencia se aplicó un modelo $SARIMA(0,1,0)(1,1,0)$, está compuesto de una diferenciación ordinaria

Anexo 1.19 Pronóstico de Quito Norte

Fuente: Creado por los autores

5.4 Quito Centro

	2013	2015	2018
ENERO	196.5355	182.1970	132.812975
FEBRERO	200.2626	185.9241	130.514558
MARZO	220.6124	206.2739	128.21614
ABRIL	168.3162	153.9778	125.917723
MAYO	179.7407	165.4022	123.619306
JUNIO	190.9677	176.6292	121.320889
JULIO	204.0781	189.7396	119.022472
AGOSTO	212.8968	198.5583	116.724055
SEPTIEMBRE	173.6303	159.2919	114.425638
OCTUBRE	187.8032	173.4647	112.127221
NOVIEMBRE	178.0134	163.6749	109.828803
DICIEMBRE	163.2092	148.8707	107.530386

En la zona Quito Centro se nota una tendencia casi constante con picos pequeños, para estos datos utilizamos un modelo $SARIMA(0,1,1)(0,1,0)$, tiene frecuencia estacional por ese motivo se aplicó una diferenciación tanto ordinaria como estacional y combinada con un modelo $MA(1)$.

Anexo 1.20 Pronóstico de Quito Centro

Fuente: Creado por los autores

5.5 Quito Sur

	2013	2015	2018
ENERO	311.7538	311.7458	291.54497
FEBRERO	595.0207	595.0167	284.62374
MARZO	355.3419	355.3399	277.70250
ABRIL	405.2996	405.2986	270.78126
MAYO	594.7791	594.7785	263.86003
JUNIO	401.0244	401.0241	256.93879
JULIO	467.5091	467.5089	250.01755
AGOSTO	443.7530	443.7529	243.09632
SEPTIEMBRE	363.8757	363.8757	236.17508
OCTUBRE	380.2105	380.2105	229.25384
NOVIEMBRE	328.5185	328.5185	222.33261
DICIEMBRE	387.9842	387.9842	215.41137

En la zona Quito Sur se observa una frecuencia constante con picos altos en los primeros meses, para esta gráfica utilizamos un modelo $SARIMA(0,1,1)(0,1,0)$ ya que tiene una frecuencia mensual fue oportuno diferenciar de una forma ordinaria y estacional una vez y adicionalmente un $MA(1)$.

Anexo 1.21 Pronóstico de Quito Sur

Fuente: Creado por los autores

5.6 Tumbaco

	2013	2015	2018
ENERO	58.4262	25.4164	80.72
FEBRERO	39.4481	6.4383	93.49
MARZO	28.4906	0.0000	56.00
ABRIL	65.9690	32.9592	77.16
MAYO	69.2002	36.1903	54.00
JUNIO	37.1194	4.1095	68.24
JULIO	68.0792	35.0693	67.00
AGOSTO	72.9155	39.9057	80.00
SEPTIEMBRE	62.5265	29.5166	85.10
OCTUBRE	63.3744	30.3645	76.37
NOVIEMBRE	50.7172	17.7073	60.30
DICIEMBRE	57.4584	24.4486	78.72

En la zona de Tumbaco se nota una tendencia a decrecer pero con picos altos, para este tipo de frecuencia se utilizó un modelo $SARIMA(0,0,0)(0,1,0)$, se aplicó una estacional.

Anexo 1.22 Pronóstico de Tumbaco

Fuente: Creado por los autores

5.7 Norte2

	2013	2015	2018
ENERO	212.8644	221.0008	255.80559
FEBRERO	166.1337	172.9597	258.76052
MARZO	204.0008	209.7275	261.71545
ABRIL	167.7265	172.5309	264.67038
MAYO	214.0716	218.1022	267.62531
JUNIO	146.9306	150.3121	270.58024
JULIO	190.8064	193.6433	273.53517
AGOSTO	194.4555	196.8355	276.4901
SEPTIEMBRE	188.3843	190.3810	279.44503
OCTUBRE	228.0958	229.7709	282.39996
NOVIEMBRE	208.0071	209.4125	285.35489
DICIEMBRE	247.8171	248.9962	288.30982

Anexo 1.23 Pronóstico de Norte2

Fuente: Creado por los autores

En la zona Norte2 observamos una serie con tendencia constante con picos altos y bajos, se aplicó un modelo $SARIMA(2,0,0)(0,1,0)$, está compuesto de un modelo $AR(2)$ y una diferenciación estacional.

5.8 Carapungo

	2013	2015	2018
ENERO	32.3928	16.6772	48.420
FEBRERO	25.8171	10.6345	44.250
MARZO	31.7723	15.4364	45.000
ABRIL	30.0830	12.5605	37.955
MAYO	54.0209	33.6295	48.945
JUNIO	36.7836	18.3358	40.480
JULIO	43.2401	24.8064	47.000
AGOSTO	41.9870	20.5075	32.000
SEPTIEMBRE	23.3965	6.5706	34.413
OCTUBRE	24.0932	9.2061	43.860
NOVIEMBRE	31.1209	14.2657	42.005
DICIEMBRE	16.8580	0.0000	24.185

Anexo 1.24 Pronóstico de Carapungo

Fuente: Creado por los autores

Para el modelo de Carapungo se observa una tendencia constante con picos muy bajos, para ello se aplicó un modelo $SARIMA(0,0,0)(0,1,0)$, el modelo consta de solo una diferenciación estacional.

5.9 Guayllabamba

	2013	2015	2018
ENERO	0.0000	0.0000	0.0000
FEBRERO	0.0000	0.0000	0.0000
MARZO	0.0000	0.0000	0.0000
ABRIL	0.0000	0.0000	0.0000
MAYO	0.0000	0.0000	0.0000
JUNIO	0.0000	0.0000	0.0000
JULIO	0.0000	0.0000	0.0000
AGOSTO	0.0000	0.0000	0.0000
SEPTIEMBRE	0.0000	0.0000	0.0000
OCTUBRE	0.0000	0.0000	0.0000
NOVIEMBRE	0.0000	0.0000	0.0000
DICIEMBRE	0.0000	0.0000	0.0000

En la zona de Guayllabamba se observa una frecuencia constante, con un gran pico en un mes, para este tipo de frecuencia se utilizó un modelo $ARIMA(0,1,1)$, este modelo consta de una diferenciación ordinaria y modelo $MA(1)$.

Anexo 1.25 Pronóstico de Guayllabamba

Fuente: Creado por los autores

5.10 Machachi

	2013	2015	2018
ENERO	6.000	6.000	47.8431
FEBRERO	9.000	9.000	50.8431
MARZO	318.000	318.000	359.8431
ABRIL	763.100	763.100	118.1531
MAYO	35.000	35.000	76.8431
JUNIO	96.000	96.000	137.8431
JULIO	355.000	355.000	396.8431
AGOSTO	39.000	39.000	80.8431
SEPTIEMBRE	123.000	123.000	164.8431
OCTUBRE	31.034	31.034	72.8771
NOVIEMBRE	1.410	1.410	43.2531
DICIEMBRE	16.000	16.000	57.8431

En el modelo de la zona de Machachi se nota picos altos en el último año por esta razón se mantiene su tendencia en los siguientes años, se utilizó el modelo $SARIMA(0,0,0)(0,1,0)$, este tiene una diferenciación estacional.

Anexo 1.26 Pronóstico de Machachi

Fuente: Creado por los autores

5.11 El Quinche

	2013	2015	2018
ENERO	133.4907	209.2475	300.771837
FEBRERO	155.8493	232.4955	305.12643
MARZO	112.7640	190.2994	309.481023
ABRIL	99.3086	177.7334	313.835616
MAYO	93.3333	172.6473	318.190209
JUNIO	167.1679	247.3713	322.544802
JULIO	119.5426	200.6353	326.899395
AGOSTO	160.9872	242.9692	331.253988
SEPTIEMBRE	168.7859	251.6572	335.608581
OCTUBRE	163.0915	246.8521	339.963174
NOVIEMBRE	148.8992	233.5491	344.317767
DICIEMBRE	151.5458	237.0851	348.67236

Anexo 1.27 Pronóstico de El Quinche

Fuente: Creado por los autores

En la zona de el Quinche tenemos una frecuencia creciente con picos altos, para ello aplicamos un modelo $SARIMA(0,2,1)(0,1,0)$, en el cual se aplicó dos diferenciaciones ordinarias y una estacional y se aplicó un modelo $MA(1)$.

5.12 Cumbayá

	2013	2015	2018
ENERO	75.9648	67.5429	136.024598
FEBRERO	134.7337	123.7794	138.282842
MARZO	121.0475	107.5610	140.541086
ABRIL	89.2754	73.2565	142.799331
MAYO	65.8142	47.2630	145.057575
JUNIO	97.7091	76.6256	147.315819
JULIO	94.9829	71.3671	149.574063
AGOSTO	102.7168	76.5686	151.832307
SEPTIEMBRE	177.5486	148.8682	154.090551
OCTUBRE	187.8834	156.6707	156.348795
NOVIEMBRE	182.6063	148.8612	158.607039
DICIEMBRE	68.8781	32.6008	160.865283

Anexo 1.28 Pronóstico de Cumbayá

Fuente: Creado por los autores

En la zona de Cumbayá hay una frecuencia constante con picos altos y tendencia creciente, se utilizó el modelo $SARIMA(0,2,1)(0,1,0)$, este consta de dos diferenciaciones ordinarias, una estacional y un modelo $MA(1)$.

5.13 Mitad del mundo

	2013	2015	2018
ENERO	20.073	23.588	24.3086
FEBRERO	6.576	20.314	30.3210
MARZO	0.000	17.391	38.9151
ABRIL	22.957	24.288	40.1710
MAYO	13.161	21.912	37.3551
JUNIO	0.000	17.610	38.2294
JULIO	0.000	16.913	39.4762
AGOSTO	13.738	22.051	23.5234
SEPTIEMBRE	30.080	26.016	6.6494
OCTUBRE	28.509	25.635	14.6348
NOVIEMBRE	20.073	23.588	10.0022
DICIEMBRE	6.576	20.314	14.2350

Anexo 1.29 Pronóstico de Mitad del mundo

Fuente: Creado por los autores

En la zona de Mitad del mundo observamos una tendencia decreciente, con picos muy bajos, para esta frecuencia se utilizó un modelo $SARIMA(0,1,0)(1,0,0)$, está compuesto de una diferenciación ordinaria y un modelo $SAR(1)$.

5.14 Cliente retira

	2013	2015	2018
ENERO	3,104.021	4,120.339	6,015.90394
FEBRERO	3,450.944	4,411.290	6,092.98305
MARZO	3,314.555	4,222.010	6,170.06215
ABRIL	3,342.030	4,199.508	6,247.14126
MAYO	3,842.242	4,652.495	6,324.22036
JUNIO	3,359.795	4,125.424	6,401.29947
JULIO	4,230.567	4,954.030	6,478.37857
AGOSTO	3,838.381	4,521.999	6,555.45767
SEPTIEMBRE	4,301.068	4,947.037	6,632.53678
OCTUBRE	4,857.657	5,468.049	6,709.61588
NOVIEMBRE	4,350.838	4,927.614	6,786.69499
DICIEMBRE	3,984.481	4,529.491	6,863.77409

Anexo 1.30 Pronóstico de Cliente retira

Fuente: Creado por los autores

En la zona para los Clientes retira hay una tendencia creciente con picos no muy bajos, se aplicó un modelo $SARIMA(0,1,0)(0,1,0)$, consta de una diferenciación ordinaria y una diferenciación estacional.

5.15 Cliente con descuento

	2013	2015	2018
ENERO	0.000	0.0000	0.0000
FEBRERO	0.000	0.0000	0.0000
MARZO	0.000	0.0000	0.0000
ABRIL	0.000	0.0000	0.0000
MAYO	0.000	0.0000	0.0000
JUNIO	0.000	0.0000	0.0000
JULIO	0.000	0.0000	0.0000
AGOSTO	0.000	0.0000	0.0000
SEPTIEMBRE	0.000	0.0000	0.0000
OCTUBRE	0.000	0.0000	0.0000
NOVIEMBRE	0.000	0.0000	0.0000
DICIEMBRE	0.000	0.0000	0.0000

Anexo 1.31 Pronóstico de Cliente con descuento

Fuente: Creado por los autores

En la zona Cliente con descuento tiene un decaimiento total en el último año dando como resultado este modelo $ARIMA(0,1,0)$, solo con una diferenciación ordinaria.

Referencias bibliográficas

- [1] Disney, S. C. (Junio de 2006). *Universidad de Valencia*. Recuperado el 2 de Julio de 2013 de <http://disneycontent.blogspot.com/2006/10.html>.
- [2] Dspace. (Julio de 2012). *Espol*. Recuperado el 4 de Mayo del 2013 de <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5993/33/Capitulo3-DiseñodelModeloTarifario.pdf>.
- [3] Fabiola, H. G. (Septiembre de 2011). *Google*. Recuperado el 7 de Febrero del 2013 de <http://webdelprofesor.ula.ve/economia/gsfran/Asignaturas>.
- [4] Garcia Fabiola, H. (Enero de 2010). *Google*. Recuperado el 10 de Junio del 2013 de <http://es.scribd.com/doc/59407763/Analisis-Del-Costo-de-Distribucion>.
- [5] Gómez, Y. P. (Julio de 2009). *Google*. Recuperado el 15 de Mayo del 2013 de <http://wordreference.com/definicion/distribución>.
- [6] Laporte, M. A.-S. (Julio de 2009). *Google*. Recuperado el 15 Junio de 2013 de <http://www.eio.upc.es/~elena/web/PresentacionesBaeza.pdf>.
- [7] Otero, D. V. (Noviembre de 2008). *Google*. Recuperado el 16 de Julio del 2013 de [http://upct.es/~gio/cadena de suministro.htm](http://upct.es/~gio/cadena%20de%20suministro.htm).
- [8] Paez Miguel, F. (Mayo de 2008). *Google*. Recuperado el 17 de Mayo del 2013 de <http://miguelfernandezp.blogspot.com/2007/10/costes-de-almacenamiento.html>.

[9] Palma, R. A. (Enero de 2008). *Google*. Recuperado el 25 de Julio del 2013 de <http://www.slideshare.net/JOHOR2581/almacenamiento-en-bodegas>.

[10] Unicen. (Julio de 2009). *Cadena de Suministros*. Recuperado el 30 de Mayo del 2013 de <http://www.exa.unicen.edu.ar/catedras/modem.pdf>.