

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE POSTGRADOS**

PROYECTO DE TITULACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

**“MAGÍSTER EN LOGÍSTICA Y TRANSPORTE CON MENCIÓN EN
MODELOS DE OPTIMIZACIÓN”**

TEMA:

**DESARROLLO DE UN MODELO MATEMÁTICO QUE PERMITA
MINIMIZAR EL COSTO DEL FLETE INTERNACIONAL DESDE LAS
DIFERENTES FÁBRICAS HASTA LOS PUNTOS DE DESTINO EN
EL ECUADOR.**

AUTOR:

LEONARDO GUERRERO

Guayaquil - Ecuador

2019

RESUMEN

En la actualidad, la aplicación de una correcta logística es un aspecto fundamental que sirve para mejorar la operatividad de una compañía, cumplir con todos los horarios y rutas establecidas y llegar al objetivo de contar con un buen nivel de servicio, al mínimo costo. El transporte elegido, ya sea nacional o internacional, juega un papel importante en el costo del producto y también en el servicio que se ofrece al cliente, por ello es un tema esencial que se debe analizar a profundidad para que la compañía pueda alcanzar el objetivo antes mencionado.

El propósito de este trabajo es minimizar el costo para transportar la carga de un lugar a otro, sin descuidar el nivel de servicio y los días de tránsito. A través de la programación matemática se ha implementado un modelo de transporte que logra hallar a la mejor naviera que cumple con los parámetros antes mencionados.

Además, optimizar el costo de transporte sin descuidar el nivel de servicio ha permitido la reducción del pago de impuesto a la Aduana, ya que el flete se lo considera como un rubro para el cálculo de impuestos. De esta manera, se ha logrado tener un precio competitivo en el mercado y con esto es posible generar mayores ventas y también fidelizar a los clientes con la marca.

ABSTRACT

At present, the application of correct logistics is a fundamental aspect that serves to improve the operability of a company, comply with all established schedules and routes and reach the objective of having a good level of service, at the minimum cost. The chosen transport, whether national or international, plays an important role in the cost of the product and also in the service offered to the customer, so it is an essential issue that must be analyzed in depth so that the company can achieve the objective aforementioned.

The purpose of this work is to minimize the cost of transporting cargo from one place to another, without neglecting the level of service and transit days. Through the mathematical programming, a transport model has been implemented that manages to find the best shipping company that meets the aforementioned parameters.

In addition, optimizing the cost of transport without neglecting the level of service has allowed the reduction of the Customs tax payment, since freight is considered as an item for the calculation of taxes. In this way, it has been possible to have a competitive price in the market and with this it is possible to generate higher sales and also loyalty to customers with the brand.

DEDICATORIA

El esfuerzo, la investigación y el resultado de la presente tesis deseo dedicarla en una principal parte a todos quienes forman parte del sector logístico ecuatoriano, por ser integrantes de uno de los mercados más dinámicos y estratégicos que tiene el Ecuador. Una logística eficiente permite que los productores, importadores y exportadores puedan ubicar sus productos en el mercado en los tiempos y condiciones más favorables, y es por eso que desde mi trabajo sé que puedo aportar a todos quienes deseen encontrar una mejor solución a su trabajo logístico y de transporte.

También deseo dedicar este trabajo, no siendo menos importante, a todos mis compañeros universitarios que no han podido tener la oportunidad de recibir todos los conocimientos y aprendizajes que se adquieren en una maestría y en una enseñanza de cuarto nivel. Tengo la convicción de que esta experiencia y resultados obtenidos en este trabajo les servirá a ustedes y me motivará a mi a seguir encontrando mejores alternativas y soluciones para optimizar diversos procesos que se presentan cada día en esta desafiante actividad.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar quiero agradecer a Dios por permitirme y darme la oportunidad de crecer de manera profesional, tengo la convicción de que este proceso de estudio y de tesis no fue una casualidad y que en cada momento de adversidad, duda y obstáculos Él estuvo ahí para despejar el camino. Mi familia, mi sustento, a mis padres, mi esposa, mi hija y demás parientes y amigos que admiran y celebran este gran paso profesional que estoy dando, sin su apoyo y entrega de tiempo hubiese sido difícil este logro.

Agradezco a mis profesores quienes con cada experiencia, conocimientos y opiniones enriquecieron más mi aprendizaje, en esta etapa tan desafiante. A todos los profesionales y colegas que me ayudaron a plasmar, corregir y a mejorar cada modelo y caso planteado en mis tesis, les agradezco porque ustedes también forman parte de este trabajo y de esta grata experiencia.

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por los hechos y doctrinas expuestas en este Proyecto de Titulación, me corresponde exclusivamente y ha sido desarrollado respetando los derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría. El patrimonio intelectual del mismo, corresponde exclusivamente a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

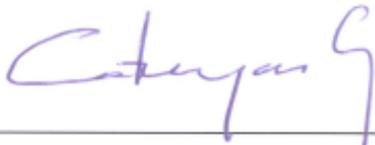


Leonardo Guerrero

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



M.Sc. David De Santis Bermeo
PRESIDENTE



José Cabezas García, Ph.D.
DIRECTOR



Mgtr. Nadia Cárdenas Escobar
VOCAL 1



M.Sc. Víctor Vega Chica
VOCAL 2

ABREVIATURAS O SIGLAS

CFR: Costo y flete

FOB: Libre a bordo

EXW: En fábrica

WM: Lavadora

REF: Refrigeradora

RAC: Aire acondicionado

SENAE: Servicio Nacional de Aduana del Ecuador

CNTZO: China Taizhou

CNXIP: China Xingang

KRPUS: Corea Pusan

THLCH: Tailandia Laem Chabang

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes	1
1.1.1 Descripción del Problema.....	5
1.2 Objetivos	8
1.2.1 Objetivo general.....	8
1.2.2 Objetivos específicos.....	8
1.3 Hipótesis	9
1.4 Alcance	9
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	10
2.1. Flete Internacional	10
2.1.1 Negocio del transporte internacional.....	11
2.1.2 Optimización del flete internacional.....	14
2.2 Operatividad de la compañía	15
2.2.1 Ventas e Inventarios.....	15
2.2.2 Movimiento de contenedores por cliente.....	17
2.2.3 Puertos más utilizados.....	22
2.3 Análisis de ventas	26
2.3.1 Modelo Estadístico.....	26
2.4 Pronóstico de ventas para las diferentes categorías.	30
2.4.1 Pronóstico de Ventas para los productos RAC.....	30
2.4.2 Pronóstico de venta para los productos REF.....	33
2.4.3 Pronóstico de venta para los productos WM.....	36
2.5 Aduana	39
2.5.1 Formalidad Aduanera.....	39
2.5.2 Aranceles.....	39
CAPÍTULO 3 : MODELO LINEAL Y ANÁLISIS DE COSTO	40
3.1 Modelo Matemático	40
3.2 Análisis del resultado	46
3.2.1 Análisis desde el puerto de Tailandia.....	49
3.2.2 Análisis desde el puerto de Corea del Sur.....	51
3.2.3 Análisis desde el puerto de Xingan.....	52
5.2.4 Análisis desde el puerto de Taizhou.....	54

Capítulo 4: Conclusion y Recomendaciones	55
4.1 Conclusión.....	55
4.2 Recomendaciones.....	56
5 Referencia Bibliográfica	57
6. Apéndices y anexos	58

LISTADO DE FIGURAS

ILUSTRACIÓN 1 FÁBRICAS A NIVEL MUNDIAL QUE EXPORTAN SUS PRODUCTOS AL ECUADOR.....	5
ILUSTRACIÓN 2 FLETE INTERNACIONAL DESDE LAS DIFERENTES FÁBRICAS HACIA EL ECUADOR.....	6
ILUSTRACIÓN 3 MOVIMIENTO DE CONTENEDORES DESDE EL 2015 HASTA EL 2018	11
ILUSTRACIÓN 4 INCOTERM CFR.....	13
ILUSTRACIÓN 5 TOTAL FACTURADO DESDE EL 2015 HASTA EL 2018.....	15
ILUSTRACIÓN 6 TOTAL FACTURADO EN EL 2016.....	16
ILUSTRACIÓN 7 TOTAL FACTURADO EN EL 2015	16
ILUSTRACIÓN 8 TOTAL FACTURADO 2017	17
ILUSTRACIÓN 9 TOTAL FACTURADO 2018	17
ILUSTRACIÓN 10 TOTAL FACTURADO POR CLIENTE DESDE EL 2015 HASTA EL 2018	17
ILUSTRACIÓN 11 RELACIÓN VALOR DEL FLETE CON EL TOTAL DE NÚMEROS DE CONTENEDORES EN EL 2015	18
ILUSTRACIÓN 12 RELACIÓN VALOR DEL FLETE CON EL TOTAL DE NÚMEROS DE CONTENEDORES EN EL 2016	18
ILUSTRACIÓN 13 RELACIÓN VALOR DEL FLETE CON EL TOTAL DE NÚMEROS DE CONTENEDORES EN EL 2017	19
ILUSTRACIÓN 14 RELACIÓN VALOR DEL FLETE CON EL TOTAL DE NÚMEROS DE CONTENEDORES EN EL 2018	19
ILUSTRACIÓN 15 VALOR DEL FLETE EN RELACION DE LA CANTIDAD DE CONTENEDORES QUE MOVIO EL CLIENTE 11 EN EL 2017	20
ILUSTRACIÓN 16 VALOR DEL FLETE EN RELACION A LA CANTIDAD DE CONTENEDORES QUE MOVIERON EL CLIENTE 16,8,3,13	21
ILUSTRACIÓN 17 PUERTOS MAS USADOS DESDE EL 2015 HASTA EL 2018	23
ILUSTRACIÓN 18 PORCENTAJE DE UTILIZACION DEL PUERTO DE LAEM CHABANG	23
ILUSTRACIÓN 19 TOTAL DE CONTENEDORES QUE ZARPARON DESDE LOS DIFERENTE PUERTOS DE CHINA ..	24
ILUSTRACIÓN 20 PUERTOS MAS USADOS EN EL 2015.....	24
ILUSTRACIÓN 21 PUERTOS MAS USADOS EN EL 2016.....	24
ILUSTRACIÓN 22 PUERTOS MAS USADOS EN EL 2017.....	25
ILUSTRACIÓN 23 PUERTOS MAS USADOS EN EL 2018.....	25
ILUSTRACIÓN 24 COMPARATIVO DE LAS DIFERENTES CATEGORIAS	26
ILUSTRACIÓN 25 PRONÓSTICO DE VENTAS PARA EL 2020 DE LA CATEGORIA RAC.....	30
ILUSTRACIÓN 26 TENDENCIA CRECIENTE REPRESENTADA POR LA LINEA ROJA PARA LA CATEGORIA REF	33
ILUSTRACIÓN 27 PRONÓSTICO DE VENTA PARA EL 2020 DE LA CATEGORIA REF	33
ILUSTRACIÓN 28 TENDENCIA CRECIENTE REPRESENTADA POR LA LINEA ROJA PARA LA CATEGORÍA WM....	36
ILUSTRACIÓN 29 PRONÓSTICO DE VENTA PARA EL 2020 DE LA CATEGORÍA WM	36
ILUSTRACIÓN 30 ESQUEMA DEL POBLEMA	44
ILUSTRACIÓN 31 MOVIMIENTO DE CONTENEDORES EN EL 2018.....	46
ILUSTRACIÓN 32 VALOR DEL FLETE EN RELACION DEL MOVIENTO DE CONTENEDORES DESDE XINGAN.....	47
ILUSTRACIÓN 33 VALOR DEL FLETE EN RELACION DEL MOVIENTO DE CONTENEDORES DESDE BUSAN	47
ILUSTRACIÓN 34 VALOR DEL FLETE EN RELACION DEL MOVIENTO DE CONTENEDORES DESDE LAEM CHABANG	48
ILUSTRACIÓN 35 MOVIMIENTO DE CONTENEDORES DESDE THAILANDIA	49
ILUSTRACIÓN 36 MOVIMIENTO DE CONTENEDORES DESDE COREA DEL SUR	51
ILUSTRACIÓN 37 MOVIMIENTO DE CONTENEDORES DESDE XINGAN	52
ILUSTRACIÓN 38 MOVIMIENTO DE CONTENEDORES DESDE TAIZHOU.....	54

LISTADO DE TABLAS

TABLA 1 PRONOSTICO DE VENTA DEL 2019 CATEGORIA RAC	30
TABLA 2 PRONÓSTICO DE VENTA PARA EL AÑO 2019 PARA LA CATEGORÍA REF.....	34
TABLA 3 PRONOSTICO DE VENTAS PARA EL 2019 PARA LA CATEGORIA WM	37
TABLA 4 EVALUACIÓN GENERAL POR NAVIERA	43
TABLA 5 MOVIMIENTO DE CONTENEDORES DESDE LOS DIFERENTES PUERTOS.....	45
TABLA 6 TOTAL DE IMPUESTOS WM 2018.....	49
TABLA 7 TOTAL DE IMPUESTOS WM 2019.....	50
TABLA 8 TOTAL DE IMPUESTOS 2019 SI USAMOS LA NAVIERA MSC	50
TABLA 9 TOTAL DE IMPUESTO RAC 2018.....	52
TABLA 10 TOTAL DE IMPUESTOS RAC 2019	53
TABLA 11 PAGO DE IMPUESTO REF 2019	54

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

En la actualidad, la compañía tiene contratos con diferentes navieras en los cuales se especifican los valores del flete para los distintos tipos de contenedores, días de tránsito, rutas, y días libres cuando el contenedor esté realizando el proceso de nacionalización en destino.

El 70% de todos los embarques desde las diferentes fábricas se los maneja solo con una naviera y es en este punto donde se plantea la siguiente pregunta ¿Por qué no manejar los embarques con otras navieras sin afectar el servicio? Esta pregunta se debe responder a través de un modelo matemático que permita escoger la naviera con el mejor servicio y el costo más óptimo para el despacho a realizarse, de cada fábrica en lugar de usar procedimientos empíricos o tradicionales.

La compañía cuenta con industrias en Taiwán, China, Vietnam, México, Corea del Sur y Tailandia, cada una fabrica un producto determinado y a su vez cuenta con diferentes tipos de ubicaciones geográficas. Con el modelo a presentar se tratará de encontrar para cada fábrica la adecuada línea naviera con el costo y servicio más óptimo.

A nivel mundial, el valor del flete internacional siempre está variando y está sujeto a cambios que pueden ocurrir debido al precio del petróleo, es por eso que el modelo debe de adaptarse a esos cambios con la finalidad de que siempre vaya encontrando la solución más óptima.

Las líneas navieras generalmente deben cubrir dos grandes costos para poder operar: recursos humanos y bunker. El costo del recurso humano es básicamente la contratación de personal para coordinar operaciones, realizar labores comerciales, manejar las finanzas y dirigir los buques entre otras cosas. Por otro lado, el costo del bunker, es simplemente el uso de combustible que necesitan los barcos para poder desplazarse. **(Shipstra, 2018)**

El desarrollo de esta tesis se basa en usar programas informáticos en los que se analizarán diferentes datos, tales como frecuencia de pedidos, sistemas de distribución por parte de la fábrica, tiempos de tránsito, tiempos de despacho, entre otros.

Buscamos encontrar una disminución en los costos operativos e impuestos aduaneros que afectan al precio de venta del producto, en el caso de que se encuentre permitirá a largo plazo un ahorro significativo al cliente y su fidelización.

La compañía en los últimos 5 años ha intentado buscar varias formas para mejorar sus procesos operativos, entre ellos el logístico, sin embargo, este tema ha sido un desafío porque también se busca mejorar el servicio al cliente al menor costo posible, ante esta situación la empresa ha buscado a través de formas avanzadas un método que permita simplificar esta problemática.

Fidelizar al cliente con la marca no ha sido suficiente por lo que la compañía ha venido innovando sus procesos internos con la finalidad de mantener siempre satisfecho al cliente y el valor del flete es un rubro que se lo ha estado considerando durante varios años para el cálculo del pago de impuesto por lo que la compañía lo considera de suma importancia. Esto quiere decir que mientras mayor sea el flete más grande será el rubro a pagar a la SENA, por esto ha sido importante buscar una forma de encontrar el flete óptimo que permita ahorrar estos costos y de esta forma fidelizar aún más al cliente y lograr diferenciarse a la competencia.

Por otro lado, es importante reconocer que el transporte internacional en las últimas décadas ha sido un factor fundamental para que las grandes compañías de este sector busquen mejores rutas, optimicen el uso de combustible e incluso que la fabricación de sus buques puedan abarcar hasta 12.000 contenedores. Todo esto sin dejar de lado los términos de negociación que en el transcurso del tiempo se han ido adaptando a las formas o métodos de hacer negocios y que se los conocen como Incoterms.

Se buscaron diferentes artículos con cierta información similar al tema, al igual que en páginas web oficiales del sector logístico. Dentro de la fase investigativa se encontraron proyectos o trabajos universitarios de tercer y cuarto nivel similares, entre ellos modelos de red de distribución logística, modelos matemáticos para optimizar redes de transporte, modelos para el transporte aplicado a una compañía productora de juguetes y otras.

Sin embargo, no se encontró un proyecto o tesis universitaria que trate sobre la optimización de los costos del flete internacional. Por lo tanto, se puede decir que el estado actual del conocimiento del problema es nuevo, con un potencial para analizarlo y más adelante ponerlo en práctica.

Los aspectos logísticos relacionados son los siguientes:

Definición 1.1.- Logística en el embarque

El embarque es la acción de cargar o manipular las mercaderías sobre los diferentes medios de transporte que salen de un espacio aduanero específico con destino a otras aduanas alrededor del mundo

“El término embarque es aquel que se utiliza para hacer referencia al momento en el cual una persona o un objeto se introduce a algún tipo de embarcación para ser transportada de un lugar a otro” **(Bembibre, 2010)**

Definición 1.2.- Transporte internacional:

Es el medio de transporte que se utiliza para trasladar la mercadería de un lugar a otro. En la actualidad, existen diferentes tipos de transporte que se adaptan a diferentes clases de mercadería y que hacen que el precio del flete también se eleve.

Es importante saber que el precio del petróleo es una variable que influye en la variabilidad del precio del costo del flete internacional.

Servicio que ofrece la naviera:

Aquí intervienen varios factores que ayudan a que el cliente se sienta satisfecho. A continuación, se detallan algunos servicios que ofrecen las navieras:

- Días libres después de que la carga haya arribado al país de destino.
- Exoneración de garantías por el tema de los contenedores
- Costos bajos por el retiro de los documentos de embarque o que a su vez estén dentro del valor del flet

1.1.1 Descripción del Problema

El negocio de la compañía es vender productos electrónicos y estos productos se fabrican en varias partes del mundo, por ejemplo, China fabrica un producto específico, México otro producto específico y de igual forma lo hace Corea del Sur, Thailandia, India y Vietnam.



Ilustración 1 Fábricas a nivel mundial que exportan sus productos al Ecuador

Fuente: Autor

La compañía en el Ecuador no realiza ningún tipo de nacionalización de la carga, ni tampoco tiene bodegas para almacenamiento de la carga que se va a importar, lo operativo en la venta consiste en que las fábricas de los diferentes países realizan el Bill of Lading (Conocimiento de Embarque) a nombre de los clientes de la compañía, de esta forma son los clientes que realizan la nacionalización de la carga y son ellos quienes almacenan y distribuyen la mercadería para las diferentes tiendas que tienen en todo el país.

Gran parte del transporte de la mercadería lo maneja la compañía y por ser una empresa internacional y por el volumen de carga que maneja puede negociar con las diferentes navieras el transporte de la carga a un valor competitivo. Esto se logra, a diferencia de que si el cliente quisiera manejar el transporte de la carga con su naviera pues no tendría los mismos costos y beneficios que la compañía le puede ofrecer.

En la actualidad, la empresa maneja con la mayoría de sus clientes la carga bajo el Incoterm CFR (Costo y flete), es decir la compañía cubre los gastos locales que se originan en el puerto de origen y otros gastos en origen. El flete internacional de la carga, gastos locales en destino y el transporte interno en destino son cubiertos por el cliente.

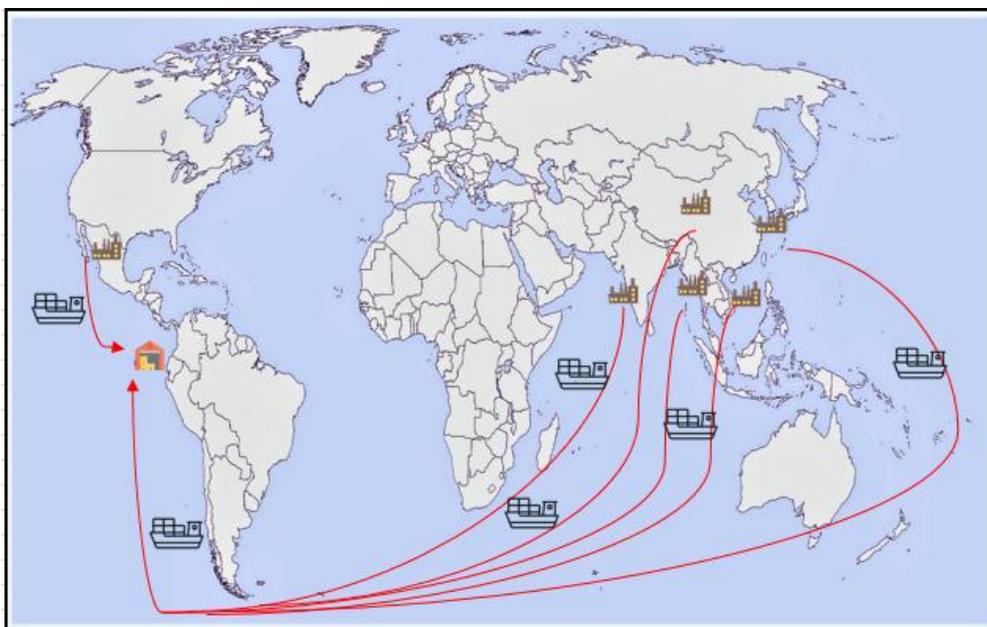


Ilustración 2 Flete internacional desde las diferentes fábricas hacia el Ecuador

Fuente: Autor

El problema del flete internacional es que actualmente el 70% de la carga se despacha solo con una naviera y la compañía tiene una base de datos con precios de más de 8 líneas navieras, adicional a esto la base de datos cuenta con otras variables a considerar, como los días de tránsitos, días libres de almacenamiento una vez que la carga arribe al país. Se trata de buscar a través de un modelo matemático el valor de flete más bajo pero sin afectar el servicio que ofrece cada naviera a nivel local, por eso se ha establecido parámetros de medición al servicio que actualmente brindan las diferentes navieras, de los cuales se ha considerado los siguientes puntos:

- Servicio al cliente
- Resolución de problemas
- Servicio personalizado
- Tiempo de respuesta de los correos
- Visitas a la compañía
- Costos de gastos locales
- Calidad en las operaciones en origen
- Calidad en las operaciones en destino
- Cumplimiento en los días de tránsito
- Cumplimiento en la fecha de zarpe y arribo

El flete internacional en nuestro país se lo considera como un rubro en el cálculo de los impuestos que debe pagar el cliente al momento de nacionalizar la carga. Si se logra encontrar a través del modelo matemático un mejor valor de flete se estaría ayudando al cliente a pagar un poco menos de impuesto y con el transcurrir del tiempo será notable el ahorro para la empresa.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Analizar los costos, mediante un procedimiento que servirá para elaborar un modelo que ayude a encontrar el flete óptimo para el transporte de electrodomésticos desde las diferentes fábricas internacionales al país, esto con la finalidad de reducir los costos operativos del cliente y a su vez disminuir el rubro de pago de impuesto ante el Servicio Nacional de Aduana del Ecuador (SENAE)

1.2.2 Objetivos específicos

- Realizar un seguimiento a los diferentes tipos de productos que solicitan los clientes.
- Validar la información de los costos de flete de diferentes navieras.
- Validar el nivel de servicio que ofrecen las navieras.
- Verificar los tiempos de tránsito de las navieras y beneficios adicionales para el cliente.
- Analizar las demandas históricas de cada cliente, para conocer su distribución

1.3 Hipótesis

H1. Con el seguimiento de pedidos de productos que solicitan los clientes a cada fábrica se podrá determinar cuál producto es el más solicitado y a su vez se podrá establecer rutas y costos de transporte adecuado desde cada fábrica con destino al Ecuador.

H2. A través del modelo matemático se podría establecer desde cada fábrica la naviera indicada con el costo y servicio óptimo, la misma que se continuará usando a medida que mantengan precios y servicios competitivos

H3. Los clientes podrán tener un transporte internacional a menor tiempo, mejor servicio y al menor costo, lo cual va a repercutir en el aumento de la ventas de los diferentes productos y fidelización de la marca.

1.4 Alcance

Este proyecto es el primero en su tipo que trata de buscar una solución a un tema muy importante como es la logística de transporte internacional marítima y lo que concierne a ella. El mismo se centra en buscar un transporte simple y que a su vez no represente un valor muy alto para al cliente y también busca una calidad en el servicio que no todas las empresas que se dedican al transporte internacional de carga lo tienen.

En primer lugar, se busca dar al cliente una opción del transporte internacional de la carga a un buen costo y con un excelente servicio que implica:

- Que la compañía cuente con estudios y análisis adecuados de cada naviera y sus respectivas rutas.
- Buenas negociaciones con cada naviera.
- Una logística propia que le permita solucionar problemas de manera inmediata en cualquier parte del mundo.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1. Flete Internacional

El flete es un término que se lo usa mucho en el comercio a nivel internacional y nacional, es básicamente el transporte de la mercadería desde un lugar de origen hasta un lugar de destino. Cuando se habla de flete también se menciona el costo del transporte de la mercadería, ya sea por medio de un vehículo, avión o buque, un concepto con mejor definición del flete es el siguiente:

Precio que paga el fletador al propietario del medio de transporte (avión o buque) o al transportista. En la fijación del precio de los fletes se incluyen muchas variables, como la naturaleza de la carga, su cantidad, valor, relación peso/medida, distancia a recorrer, costes de manipulación, costes de los servicios aeroportuarios, tipos de embalaje, competencia en el mercado, etc. **(GlobalNegotiator, 2019)**

Existen compañías que se dedican a este tipo de negocios las cuales sacan un beneficio monetario del mismo, es decir pactan un precio de acuerdo a los días de tránsito, el volumen que se transporta, el tipo de carga, o por peso de la carga. Muchas de estas empresas ofrecen precios asequibles para el transporte de la carga y no solo se enfocan en los precios, sino que también ofrecen otro tipo de servicio, seguridad, bodegaje y rapidez en la entrega, entre otros.

Se ha analizado los datos de la compañía y se ha podido establecer que en los últimos cuatro años se han transportado vía marítima 5.150 contenedores desde Vietnam, Tailandia, Mexico, Corea y China hasta Ecuador. Este trabajo se va a enfocar en los puertos que más contenedores mueven con la finalidad de realizar un análisis de mejora en los costos que incurren en transportar esos contenedores, y no solo se busca un menor costo de transporte sino que a su vez se busca el mejor servicio hacia los clientes.



Ilustración 3 Movimiento de contenedores desde el 2015 hasta el 2018

Fuente: Datos en Power BI.

Aproximadamente lo facturado fue \$139 millones y el costo del flete para mover todos estos contenedores fue de \$ 5.5 millones. El enfoque a esta investigación es netamente en el valor del flete pues trata de disminuir el valor del flete a cada contenedor con la finalidad de que el cliente reduzca el pago de los impuestos al momento de nacionalizar la carga, ya que el valor del flete se lo considera como base para el cálculo del pago de impuesto

2.1.1 Negocio del transporte internacional

Existen ciertas modalidades o formas de realizar un negocio de transporte con los clientes y es que en este tipo de negocios de compra y venta se debe detallar y dejar muy en claro cuáles son las obligaciones del vendedor y comprador. La compañía no realiza la nacionalización del producto, la compañía coloca la orden de compra y en la misma se detalla el incoterm con la que se va a realizar la compra, la cual se determina a través de un proceso de negociación con los clientes, la mayoría de las negociaciones que se mantiene con ellos es de transportar la carga bajo el término CFR pero también negocia con otros tipos de incoterm, por ejemplo en FOB (Libre a bordo) o EXW (En fábrica), en esta investigación se analizará la negociación bajo el término CFR, ya que en este la compañía tiene la obligación de transportar la mercadería.

El objetivo principal de los incoterms es establecer los criterios acerca de la distribución de los costes, así como de la transmisión de los riesgos entre el comprador y el vendedor en el contrato de una transacción comercial internacional. Es importante destacar que los incoterms no se trata de un esquema jurídico de obligatorio cumplimiento, sino que son una serie de condiciones estandarizadas y aceptadas tanto por el comprador como por el vendedor. Gracias a esta normalización, ambas partes son conocedoras en todo momento de los requisitos a los cuáles deben atenerse. **(Kanvel, 2017)**

Cuando la compañía en el Ecuador coloca la orden de compra en el sistema se detalla el incoterm con la que se va a manejar la compra y a su vez cuando la fábrica recibe el pedido ellos van a observar el incoterm y manejan el transporte de la carga bajo el incoterm que Ecuador haya establecido, cabe recalcar que en las negociaciones de transporte bajo el término CFR que se mantiene con los clientes se le detalla los valores del flete que se puede ofrecer, versus los fletes que ellos podrían conseguir en el mercado.

Debido a que es una compañía transnacional los beneficios y costos de transporte que se le puede ofrecer no se compararían a los que ellos pudieran conseguir por su propia cuenta y es en este preciso momento en donde se establece que por costos de transporte sale más adecuado que la compañía lo maneje.

El término CFR significa Costo y Flete, este incoterm indica que la fábrica siempre está en la obligación de transportar la carga bajo la naviera que ellos crean conveniente, la fábrica se encargaría de transportar la mercadería y cubrir los gastos en origen mientras que el importador se encargaría de contratar un seguro para la carga y de los gastos locales en el país de destino.

INCOTERM CFR



Ilustración 4 Incoterm CFR

Fuente: (Miró, 2019)

Como fábrica, ésta se encarga del transporte de la carga y ellos a su vez elaboran el documento de transporte conocido como Bill of Lading (Conocimiento de Embarque), en la cual se detalla el nombre de quién está vendiendo la mercadería como el nombre de la compañía que la está comprando y también en el documento se detalla el peso de la carga, descripción de la mercadería, tipo de contenedor, volumen de carga, unidades, fecha de embarque etc.

El Conocimiento de Embarque es un documento propio del transporte marítimo que cumple varias funciones. Básicamente sirve para proteger el cargador frente a la naviera y se utiliza como contrato de transporte de las mercancías en un buque en línea regular. La función primordial que cumple el Documento de Embarque es certificar que el transitario ha tomado a su cargo la mercancía para entregarla en el punto de destino, a quien figure como consignatario de ésta o a quien la haya adquirido por endoso total o parcial. Se convierte en un recibo de las mercancías embarcadas que certifica el estado en que se encuentran. **(Agcnewtral, 2013)**

La compañía está en la obligación de entregar la documentación como el Bill of Lading (Conocimiento de Embarque), factura comercial y packing list (lista de empaque) al cliente para que ellos puedan realizar el trámite de importación una vez que la mercadería haya arribado al país.

2.1.2 Optimización del flete internacional

El concepto de optimización es el siguiente:

“Es el procedimiento usado en el diseño de un sistema para maximizar o minimizar algún índice de desempeño. Puede implicar la selección de un componente, un principio de funcionamiento o una técnica.” **(Tesauro, 2013)**.

Unas de las técnicas que se tratarán de implementar para buscar la optimización del flete es un modelo matemático de transporte. Se va a analizar el costo del flete a los diferentes tránsitos o rutas de navieras que zarpan desde las diversas fábricas a nivel mundial con destino a Ecuador.

Los problemas de programación lineal pretenden buscar el valor óptimo de una función objetivo lineal (su valor máximo o mínimo) de múltiples variables, de forma que dichas variables estén sujetas a una serie de restricciones expresadas mediante un sistema de inecuaciones también lineales (usando \leq y \geq). **(Galindo, 2016)**

También se analizarán algunas variables como costos, días de tránsito, fechas de zarpe y arribo, entre otras variables, adicional a esto vamos a entender cómo funciona el proceso de pedidos y cómo se planifican las diferentes órdenes de clientes, además de cómo se logra un acuerdo de venta con el cliente sin sobre stockear su inventario, con la finalidad de tener una negociación ganar-ganar y permitir la fidelización de la marca al consumidor y tener una ventaja con los diferentes competidores.

2.2 Operatividad de la compañía

2.2.1 Ventas e Inventarios

En los últimos 4 años la compañía ha facturado bajo la modalidad de CFR un valor aproximado de 138 millones de dólares lo cual es considerado como un resultado muy favorable de ventas e ingresos. Una vez efectuada la transacción y cuando la mercadería haya llegado a las bodegas del cliente, semanalmente se determina la cantidad de productos que van rotando con la finalidad de ayudar a aquellos que no tienen una buena rotación.

Cuando ocurre esto, la empresa debe de castigar el costo de su producto a través de una nota de crédito para ayudar a que el cliente realice rebajas del producto en sus almacenes, para lograr tener un nivel bajo de stock en bodega.

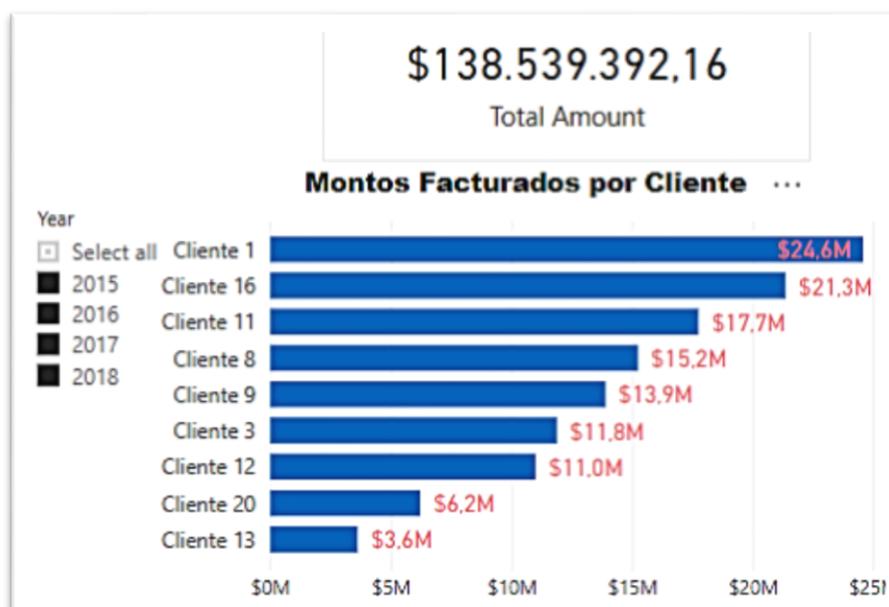


Ilustración 5 Total Facturado desde el 2015 hasta el 2018

Fuente: Datos en Power BI.

En las ilustraciones 6,7,8 y 9 podemos observar que el año que más se vendió bajo la modalidad CFR fue el 2018 con una facturación de 49 millones de dólares y el año que menos se vendió fue en el 2016 con una facturación de 23 millones de dólares. Las ventas con el transcurso del tiempo han ido en alza y esto se debe a las reformas que ha realizado el Estado al reducir la entrega de varios documentos de control previo para la importación de ciertos productos, cada año el Gobierno trata de buscar o proteger el mercado ecuatoriano y una de las formas de hacerlo es exigiendo a las grandes multinacionales una serie de requisitos a los diferentes productos o a través del alza de impuestos y de esta forma hacer que la empresa ecuatoriana sea la más beneficiada. En el 2018 fue un buen año en ventas debido a que no hubo muchas barreras comerciales.



Ilustración 7 Total facturado en el 2015

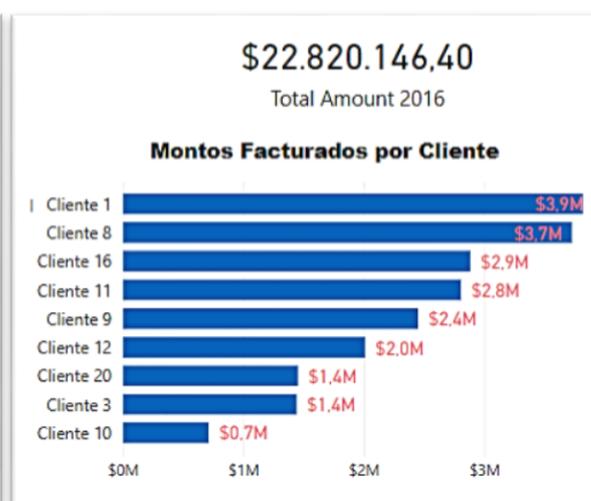


Ilustración 6 Total facturado en el 2016

Fuente: Datos en Power BI.



Ilustración 8 Total facturado 2017



Ilustración 9 Total facturado 2018

Fuente: Datos en Power BI.

2.2.2 Movimiento de contenedores por cliente

Desde el 2015 hasta el 2018 se han movido 5.150 contenedores bajo la modalidad CFR, en la ilustración 10 se puede observar que existen ciertos clientes que mueven más contenedores que los otros lo cual más adelante nos va a permitir realizar un análisis de cuánto el cliente está pagando en impuesto a la Aduana con el valor del flete actual, y se aclara que el monto fue de 138.539.392 millones de dólares es en valor FOB y para llegar al CFR se suma el valor FOB + Flete, es decir $\$138.539.392 + \$5.496.794$.

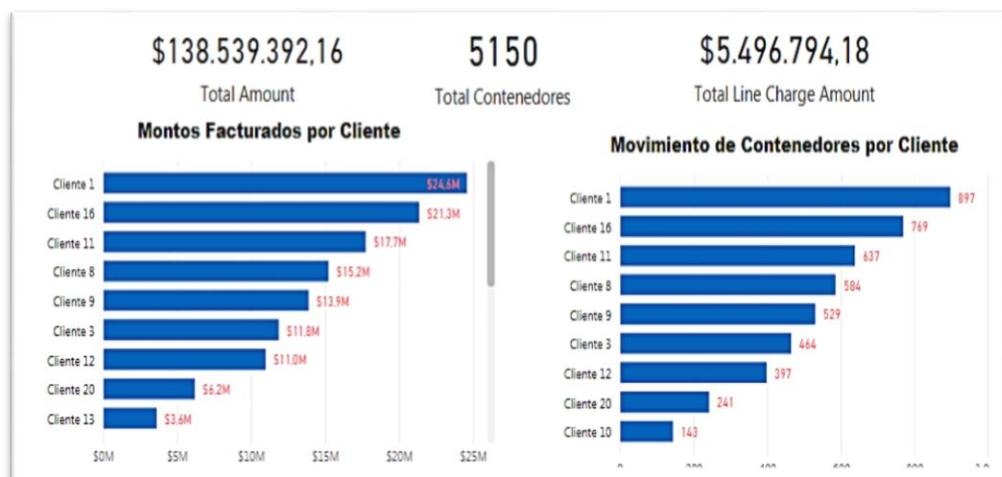


Ilustración 10 Total facturado por cliente desde el 2015 hasta el 2018

Fuente: Datos en Power BI.

En la ilustración 11,12,13 y 14 vamos a poder observar por cada año el número de contenedores que movió cada cliente y también el valor del flete que se necesitó para transportar los contenedores desde su origen hasta su destino.



Ilustración 11 Relación valor del flete con el total de números de contenedores en el 2015

Fuente: Datos en Power BI.



Ilustración 12 Relación valor del flete con el total de números de contenedores en el 2016

Fuente: Datos en Power BI.



Ilustración 13 Relación valor del flete con el total de números de contenedores en el 2017

Fuente: Datos en Power BI.



Ilustración 14 Relación valor del flete con el total de números de contenedores en el 2018

Fuente: Datos en Power BI.

Se puede observar que las ventas han aumentado con el transcurso de los años. También se percibe que existen clientes que han movido más contenedores que otros y por este motivo es necesario saber cómo funciona el método de negociación en CFR. A continuación, el detalle en un ejemplo.

En el 2017, (ilustración 15) se puede observar que el cliente 11 movió 236 contenedores contando todos los puertos, lo cual representa un valor FOB de \$6.288.939 y por otro lado se puede notar que para mover los 236 contenedores el cliente tuvo que pagar \$246,798 por concepto de flete. La suma del valor FOB + Flete es igual a CFR.

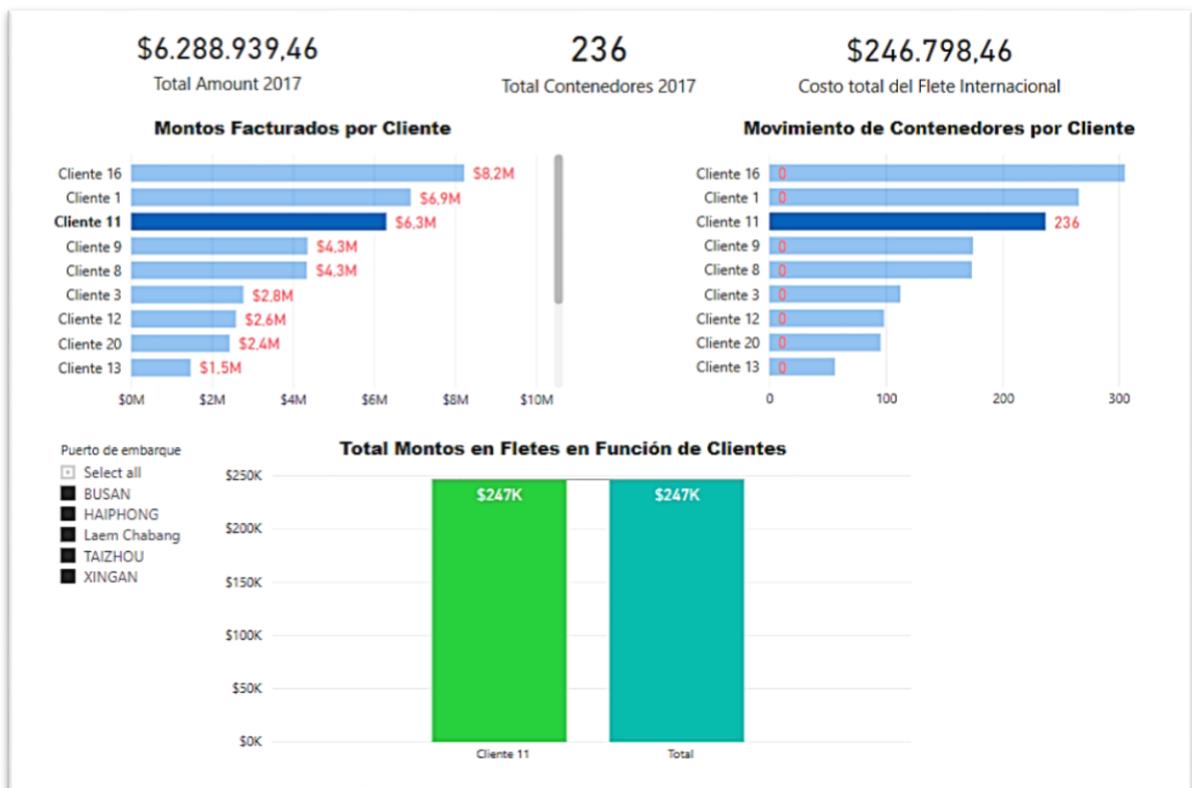


Ilustración 15 Valor del flete en relación de la cantidad de contenedores que movió el cliente 11 en el 2017

Fuente: Datos en Power BI.

En este otro ejemplo podemos observar que el número de contenedores que movió el cliente número 3 fue de 170 en el año 2018, y para mover los 170 contenedores tuvo que gastar en transporte \$124.399, para llegar el CFR sería el valor FOB \$4,127.689 + Flete \$124.399 = CFR.

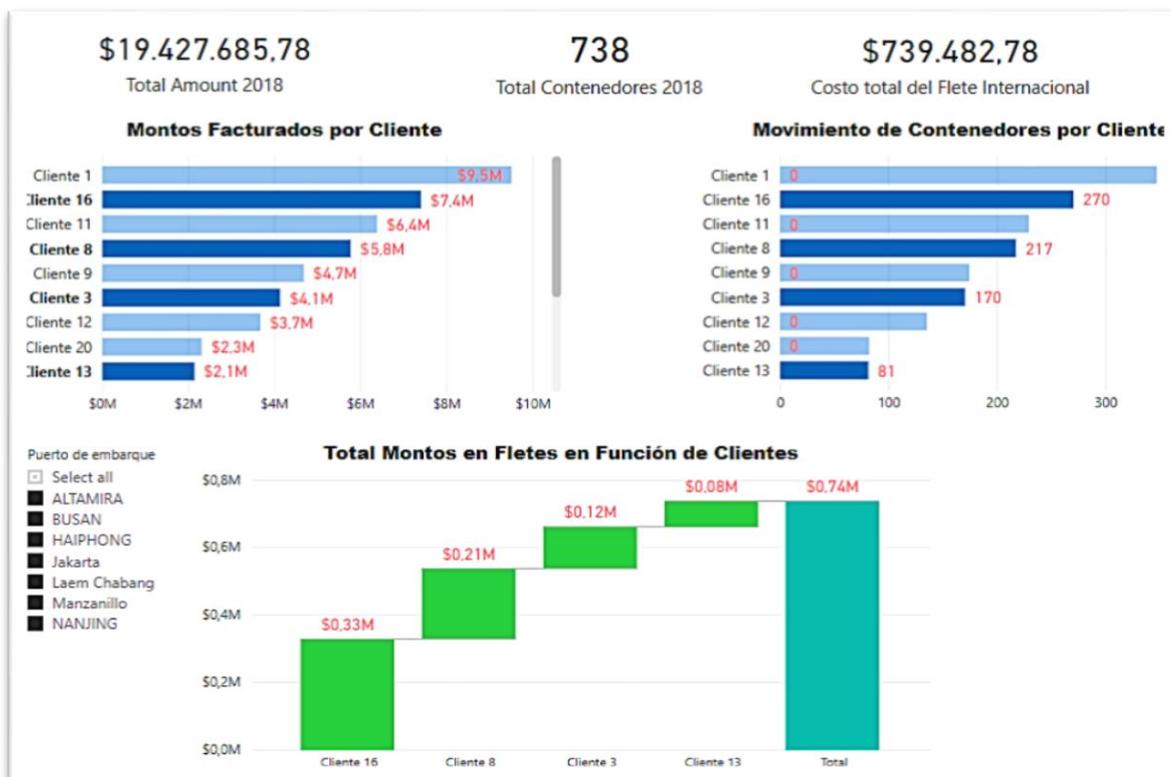


Ilustración 16 Valor del flete en relación a la cantidad de contenedores que movieron el cliente 16,8,3,13

Fuente: Datos en Power BI.

2.2.3 Puertos más utilizados

Los diferentes productos que se comercializan en Ecuador son fabricados en diferentes países. A continuación, se detalla el país y el puerto que se usa para el despacho de la carga hacia Ecuador.

- México – Altamira
- México – Manzanillo
- Corea del Sur – Busan
- Tailandia – Laem Chabang
- China – Xingan
- China – Taizhou
- Vietnam – Haiphong
- India – Jakarta
- China – Nanjing

Como se menciona anteriormente, cada país se especializa en fabricar un producto específico, pero existen ciertos países que mueven más productos en comparación con otros. A continuación, el análisis:

En los últimos cuatro años el país que más contenedores mueve es Tailandia, desde su puerto Laem Chabang, el cual ha movido un total de 2.497 contenedores que representan el 48.49% del total de contenedores. Casi la mitad de contenedores que se han movido durante los últimos cuatro años salen desde este puerto, esto indica que este es el puerto en el cual se debe buscar un ahorro en el transporte del flete. El segundo país que ha movido más contenedores es China, mediante el puerto de Xingan y Taizhou y entre estos dos puertos se han movido una total de 2202 contenedores que representan el 43% del total de contenedores.

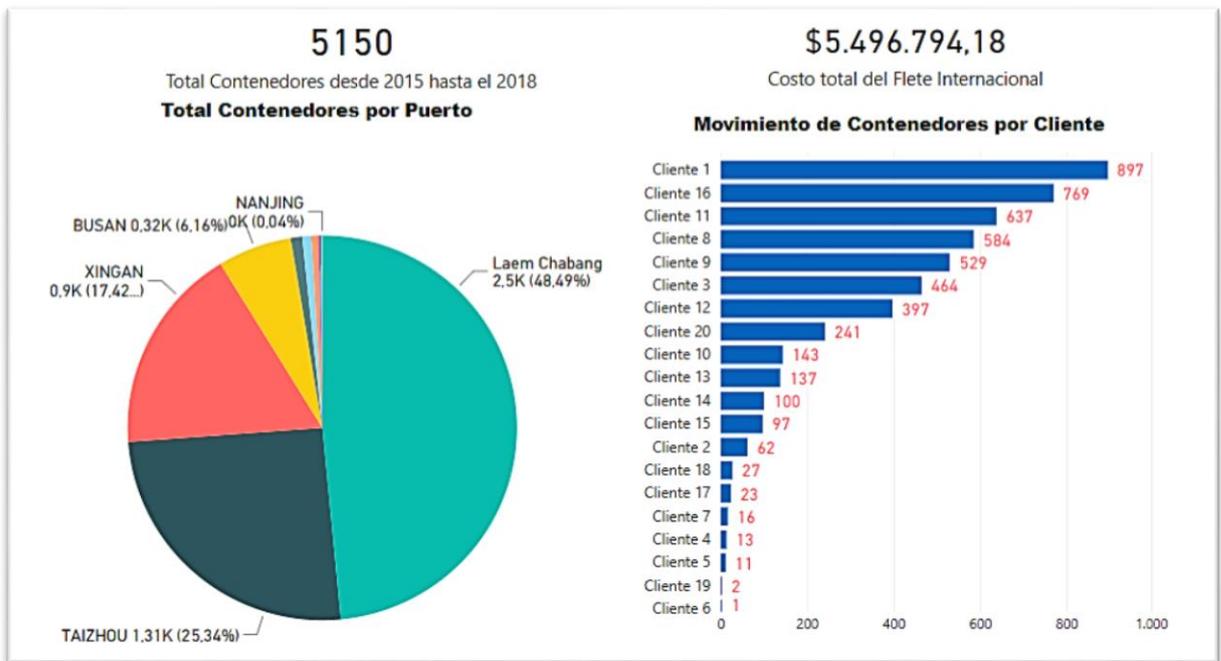


Ilustración 17 Puertos mas usados desde el 2015 hasta el 2018

Fuente: Datos en Power BI.

En los últimos 4 años se puede observar que para mover 2.497 contenedores de Tailandia se ha necesitado pagar \$3,860.039 en flete internacional y para mover los 2.497 contenedores de China se ha necesitado pagar un valor de \$1,232.800

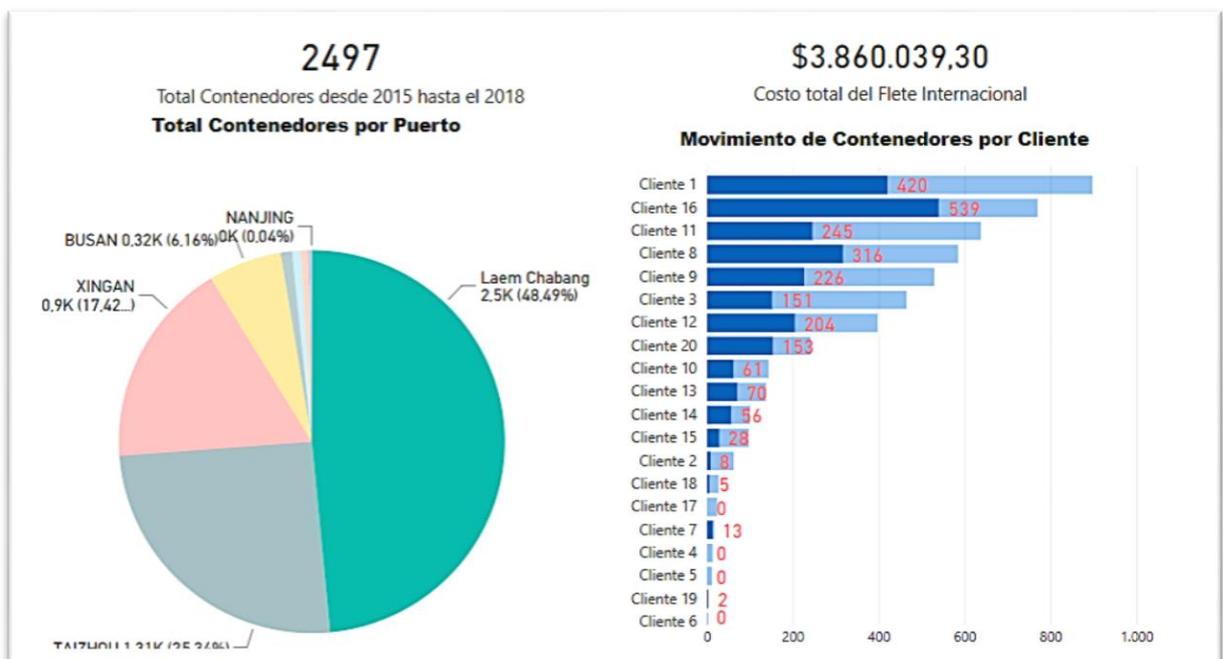


Ilustración 18 Porcentaje de utilización del puerto de Laem Chabang

Fuente: Datos en Power BI.

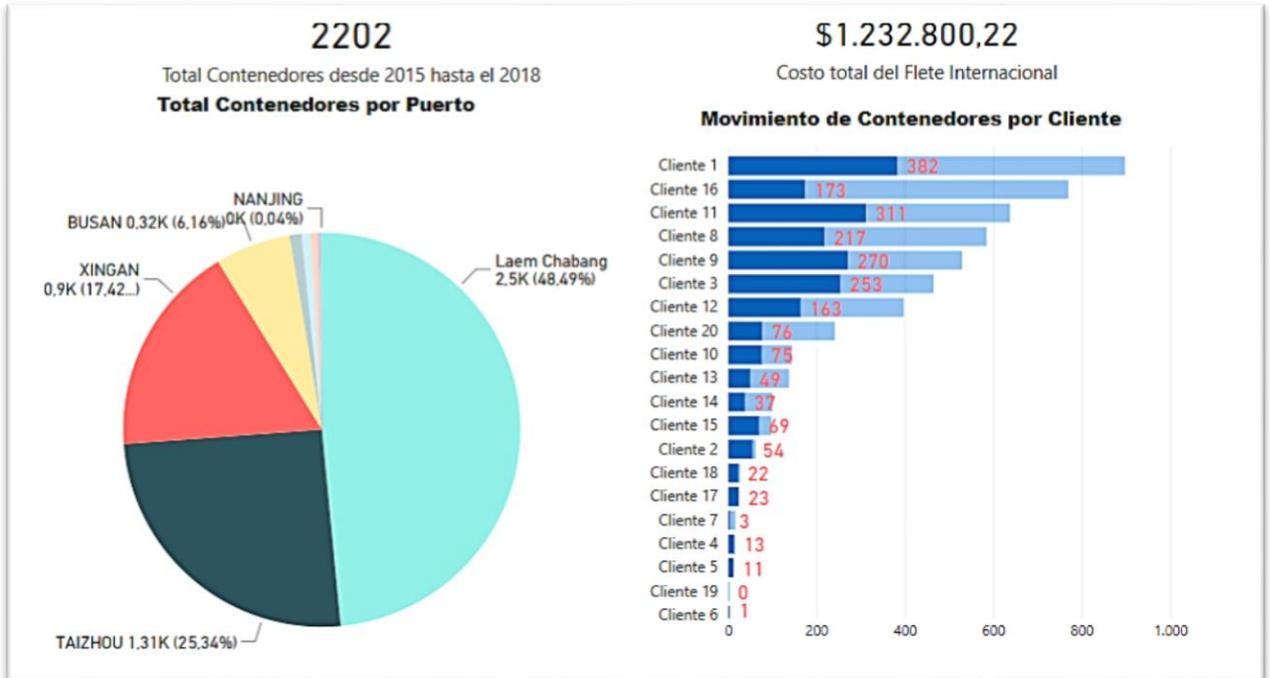


Ilustración 19 Total de contenedores que zarparon desde los diferente puertos de China

Fuente: Datos en Power BI.

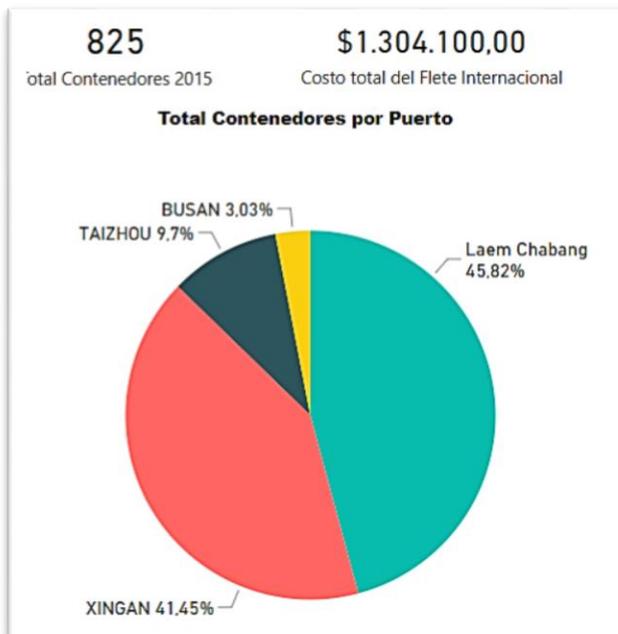


Ilustración 20 Puertos mas usados en el 2015

Fuente: Datos en Power BI.

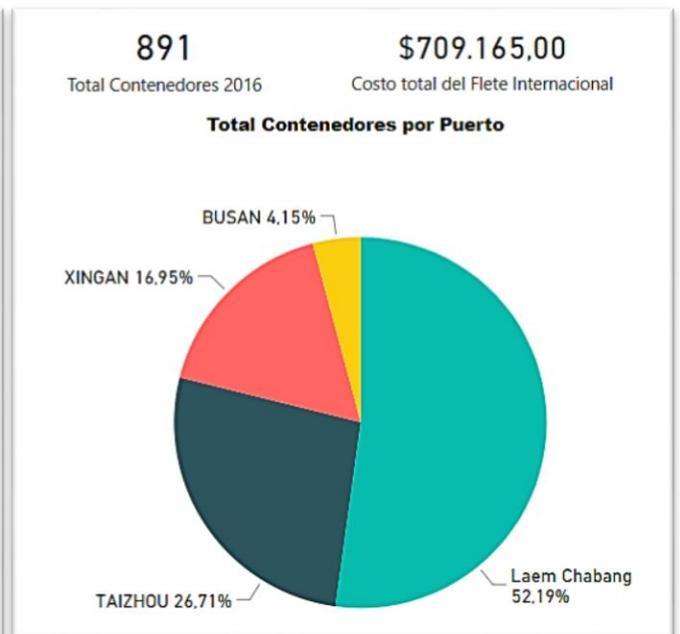


Ilustración 21 Puertos mas usados en el 2016

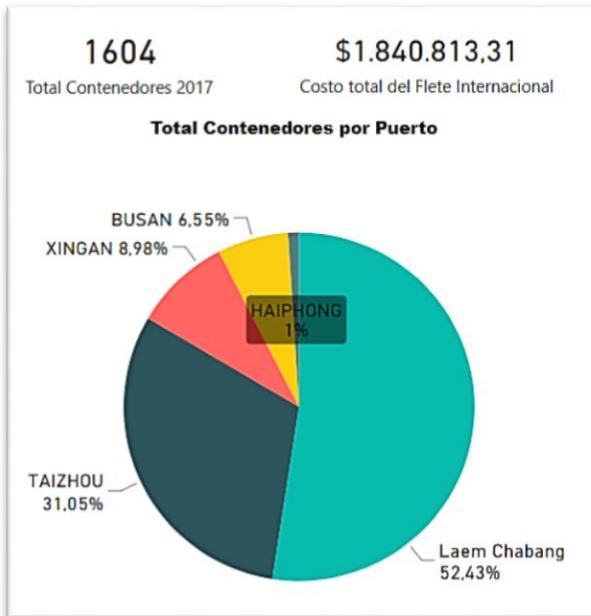


Ilustración 22 Puertos mas usados en el 2017

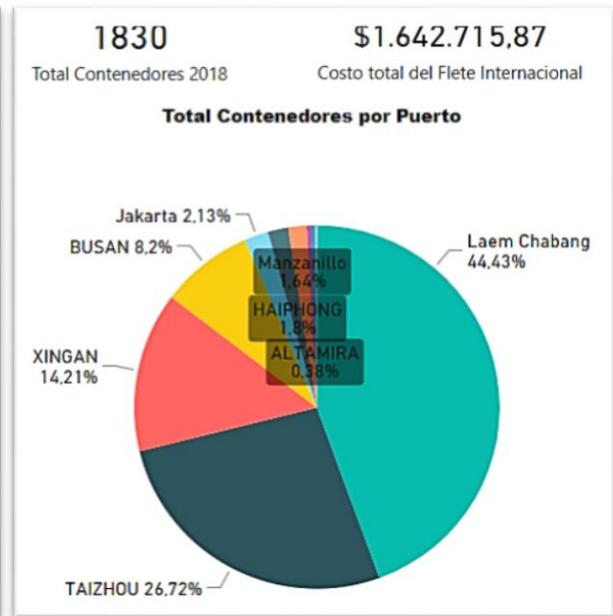


Ilustración 23 Puertos mas usados en el 2018

Fuente: Datos en Power BI.

En el transcurso del tiempo podemos observar, que el movimiento de contenedores (ver ilustración 20,21,22,23) se va incrementando y se podría decir que el mayor movimiento y costo de transporte lo tiene Tailandia y China y levemente Corea del Sur. Por ende, se va a buscar un modelo que permita escoger una naviera con el costo más óptimo y al mejor servicio, para el movimiento de estos contenedores los diferentes clientes han pagado una gran cantidad de dinero y lo que se busca con el modelo es que se reduzca ese costo de transporte manteniendo un buen servicio. De esta forma la compañía podrá usar la naviera que más le convenga al cliente y le daría un plus en el servicio, reduciendo sus costos operativos.

En el 2018, se observa que hay movimiento de pequeñas cantidades de contenedores desde los puertos de Nanjing, Jakarta y Busan y se prevé que para los próximos años aumenten las importaciones en dichos puertos.

2.3 Análisis de ventas

2.3.1 Modelo Estadístico

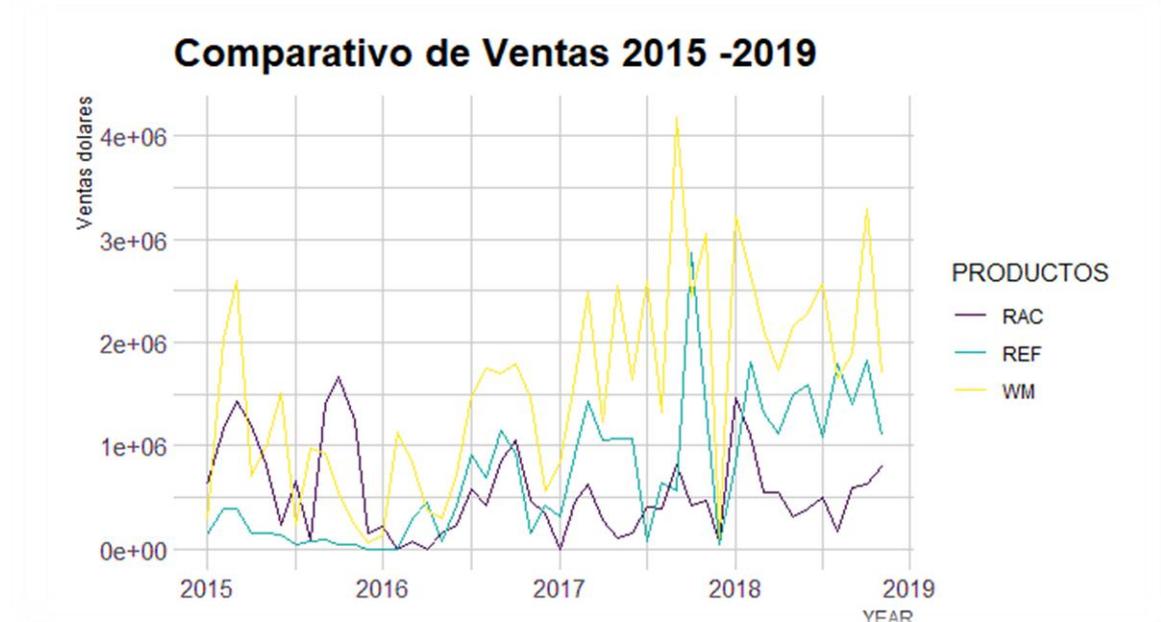


Ilustración 24 Comparativo de las diferentes categorías

Fuente: Datos ingresados en R.

En la ilustración 24 (comparativo de las diferentes categorías) se puede observar que la categoría que más se vende es la WM (Lavadoras), seguida por la categoría REF (Refrigeradoras) y al final está la categoría RAC (Aire acondicionado) que en los últimos años ha tenido un leve crecimiento.

La categoría de WM ha crecido notablemente en el 2017 y 2018, por otro lado también se puede observar que la categoría REF tiene un gran despunte a partir del 2016 pues en el 2015 las ventas estuvieron muy bajas debido a las regulaciones para las importaciones de este tipo de producto. También la categoría de RAC se ha mantenido estable durante estos últimos años pero se debe recalcar que el año que más se vendieron productos RAC fue en el 2015, luego esta categoría tuvo una fuerte competencia en especial con los productos chinos lo que no permite tener un gran despunte. Este gráfico también nos indica que las ventas son estacionales y se puede observar que para todas las categorías las ventas tienen un pico en los primeros meses del año, esto se debe a que los clientes se abastecen lo suficiente

para poder cumplir con la demanda en el mes que se celebra el día de Las Madres (mayo), luego se puede observar que la ventas caen a mediados de años y para el último trimestre del año las ventas vuelven a subir por motivos de las fiestas del Black Friday (en noviembre) y en Fin de año (diciembre), entre otras promociones que hacen que los productos se vendan a una gran escala y este patrón de venta se repite año tras año.

Aparte de la estacionalidad antes mencionada, en el gráfico también se puede observar que existe una tendencia de crecimiento, un modelo estadístico que predice de una forma razonable es el modelo de Holt-Winters, este permite modelar la estacionalidad. El método de Holt-Winters es un método de pronóstico, este metodo supone que la serie tiene un nivel y que ese nivel tiene una tendencia, pero además de eso la serie indica una serie de números que se conocen como estacionalidad, por ende, el modelo que se va a escoger para pronosticar la demanda es el modelo Holt-Winter.

El método Holt-Winter (Multiplicativo) utiliza las siguientes fórmulas:

La fórmula para la estimación del nivel es:

(Fórmula 1)

$$N_t = \alpha * \frac{X_t}{S_{t-s}} + (1-\alpha) * (N_{T-1} + T_{T-1})$$

Donde:

N_T es el valor suavizado del nivel del periodo t

- α (letra griega alpha) es la constante de suavizamiento del nivel
- X_t es la observación histórica en el periodo t
- El subíndice s representa la longitud de la estacionalidad, normalmente un año
- S_{t-s} es el valor suavizado de la estacionalidad del periodo $t-s$
- N_{t-1} es el valor suavizado del nivel del periodo $t - 1$
- T_{t-1} es la estimación de la tendencia en el periodo $t - 1$

La fórmula para la estimación de la tendencia es:

(Fórmula 2)

$$T_t = \beta(N_t - N_{t-1}) + (1 - \beta) T_{t-1}$$

Donde:

- T_t es la estimación de la tendencia en el periodo t
- β (letra griega beta) es la constante de suavizamiento de la tendencia
- N_t y N_{t-1} son los valores suavizados del nivel del periodo t y $t - 1$ respectivamente
- T_{t-1} es la estimación de la tendencia en el periodo $t - 1$

La fórmula para la estimación de la estacionalidad es:

(Fórmula 3)

$$E_t = \gamma * \frac{X_t}{N_t} + (1 - \gamma) * E_{t-s}$$

Donde:

- E_t es la estimación de la estacionalidad en el periodo t
- γ (letra griega gama) es la constante de suavizamiento de la estacionalidad
- X_t es la observación histórica en el periodo t
- N_t es el valor suavizado del nivel del periodo t
- El subíndice s representa la longitud de la estacionalidad
- E_{t-s} es la estimación de la estacionalidad en el periodo $t - s$

La fórmula de la previsión es:

(Fórmula 4)

$$F_{t+1} = (N_t + T_t) * E_{t-s+1}$$

Donde:

- F_{t+1} es la previsión del periodo t
- N_t es el valor suavizado del nivel del periodo t
- T_t es la estimación de la tendencia en el periodo t
- El subíndice s representa la longitud de la estacionalidad
- E_{t-s+1} es la estimación de la estacionalidad en el periodo $t - s + 1$

2.4 Pronóstico de ventas para las diferentes categorías.

2.4.1 Pronóstico de Ventas para los productos RAC.

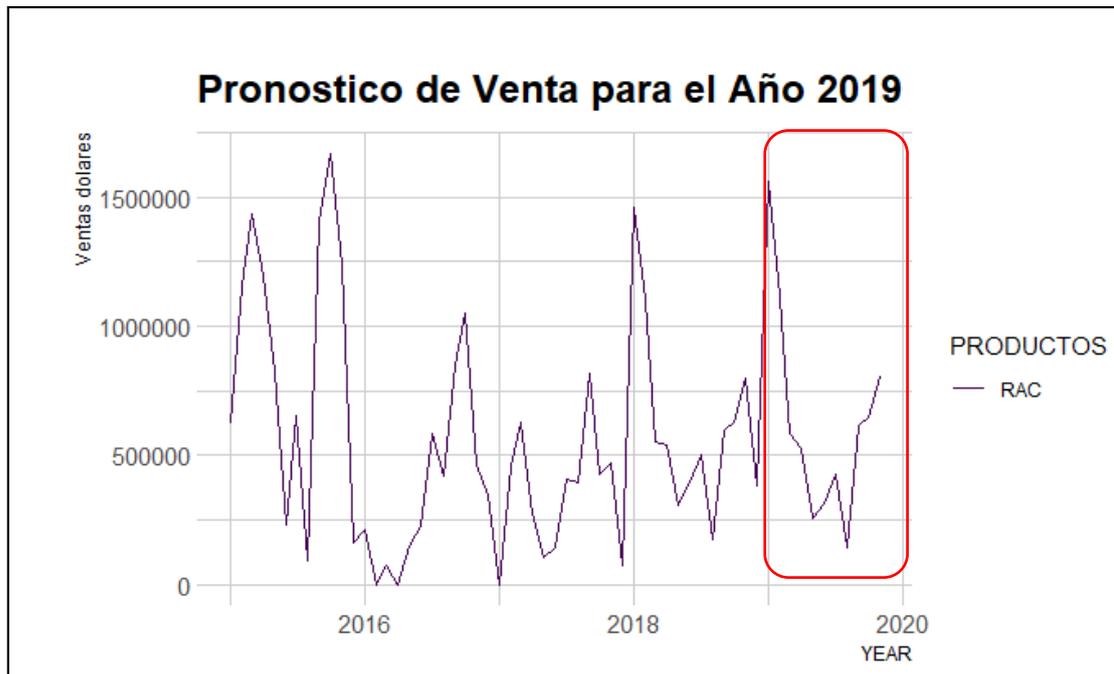


Ilustración 25 Pronóstico de ventas para el 2020 de la categoría RAC

Fuente: Datos ingresados en R.

Pronóstico 2019

Categoría RAC

MES	VALOR \$
Enero	\$ 1,560,973.60
Febrero	\$ 1,116,605.70
Marzo	\$ 582,390.50
Abril	\$ 525,457.10
Mayo	\$ 258,579.80
Junio	\$ 315,545.50
Julio	\$ 424,742.10
Agosto	\$ 141,708.20
Septiembre	\$ 615,333.60
Octubre	\$ 645,139.60
Noviembre	\$ 804,505.30
Diciembre	\$ 379,858.00

TOTAL \$	\$ 7,370,839.00
-----------------	------------------------

Tabla 1 Pronostico de venta del 2019 Categoría RAC

Fuente: Datos en Excel.

Se ha pronosticado que para el 2019 las ventas serían de \$7,370,839 lo cual equivaldría a mover un promedio de 300 contenedores desde el puerto de Xingan-China. Cabe recalcar que cada pronóstico realizado en esta tesis se lo ha efectuado bajo un modelo estadístico llamado Holt-Winter y se lo ha programado bajo el software estadístico R.

Se determina el subíndice S que es la longitud de la estacionalidad, en otras palabras es el número de periodos que forma una estación. En este caso los periodos son mensuales y la estacionalidad es anual entonces S= 12, es decir la estacionalidad tiene una longitud de 12 periodos.

(Fórmula 1)

$$N_{13} = \alpha * \frac{X_{13}}{S_{13-12}} + (1-\alpha) * (N_{13-1} + T_{13-1})$$

La fórmula 1 coge la observación X_{13} y se la divide para el componente estacional S_{13-12} para obtener el nivel.

Se tiene un número α entre 0 y 1 para el nivel N_{13}

(Fórmula 2)

$$T_{13} = \beta(N_{13} - N_{13-1}) + (1 - \beta) T_{13-1}$$

Esta fórmula de la tendencia se utiliza para $t > s = 12$, es decir a partir de $t = 13$.

Se tiene un número β entre 0 y 1 para tendencia T_{13}

(Fórmula 3)

$$E_{13} = \gamma * \frac{X_{13}}{N_{13}} + (1 - \gamma) * E_{13-12}$$

Se escoge la observación X_{13} se divide para el nivel N_{13} para obtener el componente estacional.

Se tiene un número γ entre 0 y 1 para la estacionalidad E_{13}

(Fórmula 4)

$$F_{13+1} = (N_{13} + T_{13}) * E_{13-12+1}$$

En esta fórmula se está realizando el pronóstico para los siguientes periodos.

2.4.2 Pronóstico de venta para los productos REF.

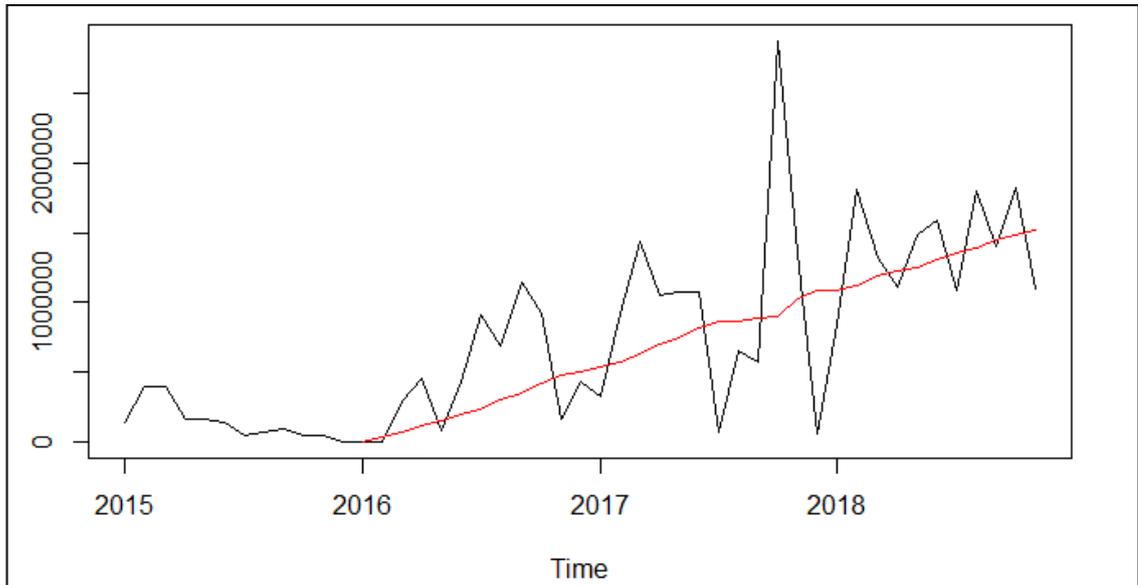


Ilustración 26 Tendencia creciente representada por la línea roja para la categoría REF

Fuente: Datos ingresados en R.

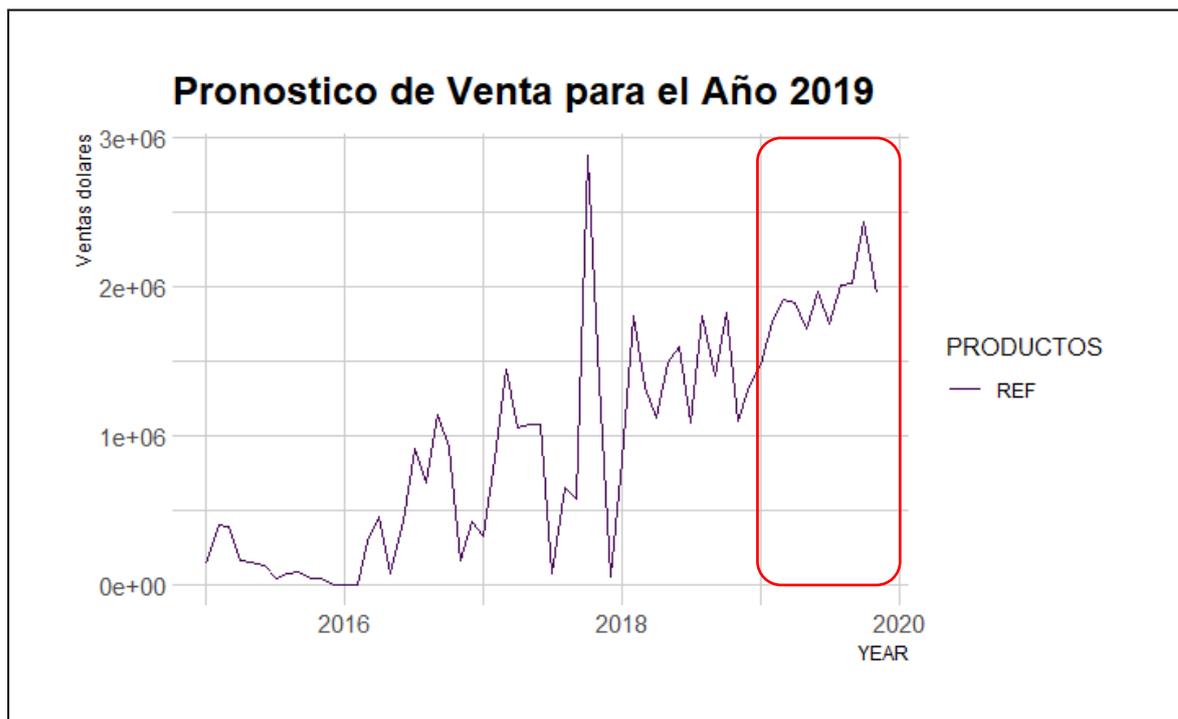


Ilustración 27 Pronóstico de venta para el 2020 de la categoría REF

Fuente: Datos Ingresados en R

Pronóstico 2019
Categoría REF

MES	VALOR \$
Enero	\$ 1,475,874.00
Febrero	\$ 1,752,843.00
Marzo	\$ 1,905,728.00
Abril	\$ 1,883,518.00
Mayo	\$ 1,717,523.00
Junio	\$ 1,964,942.00
Julio	\$ 1,750,940.00
Agosto	\$ 2,005,713.00
Septiembre	\$ 2,012,348.00
Octubre	\$ 2,426,595.00
Noviembre	\$ 1,949,910.00
Diciembre	\$ 1,328,565.00

TOTAL \$	\$ 22,174,499.00
-----------------	-------------------------

Tabla 2 Pronóstico de venta para el año 2019 para la categoría REF

Fuente: Datos en Excel

Se ha pronosticado que para el 2019 las ventas serían de \$22,174,499 lo cual equivaldría a mover un promedio de 900 contenedores. De ellos, el 85% sería despachado desde el puerto de Taizhou-China y el otro 15% se repartiría desde los puertos de Manzanillo-México y Busan-Corea del Sur.

También se puede observar en la ilustración 26 que la tendencia para esta categoría es creciente.

(Fórmula 1)

$$N_{13} = \alpha * \frac{X_{13}}{S_{13-12}} + (1-\alpha) * (N_{13-1} + T_{13-1})$$

La fórmula 1 coge la observación X_{13} y se la divide para el componente estacional S_{13-12} para obtener el nivel.

Se tiene un número α entre 0 y 1 para el nivel N_{13}

(Fórmula 2)

$$T_{13} = \beta(N_{13} - N_{13-1}) + (1 - \beta) T_{13-1}$$

Esta fórmula de la tendencia se utiliza para $t \geq 12$, es decir a partir de $t=13$.

Se tiene un número β entre 0 y 1 para tendencia T_{13}

(Fórmula 3)

$$E_{13} = \gamma * \frac{X_{13}}{N_{13}} + (1 - \gamma) * E_{13-12}$$

Se escoge la observación X_{13} se divide para el nivel N_{13} para obtener el componente estacional.

Se tiene un número γ entre 0 y 1 para la estacionalidad E_{13}

(Fórmula 4)

$$F_{13+1} = (N_{13} + T_{13}) * E_{13-12+1}$$

En esta fórmula se está realizando el pronóstico para los siguientes periodos.

2.4.3 Pronóstico de venta para los productos WM

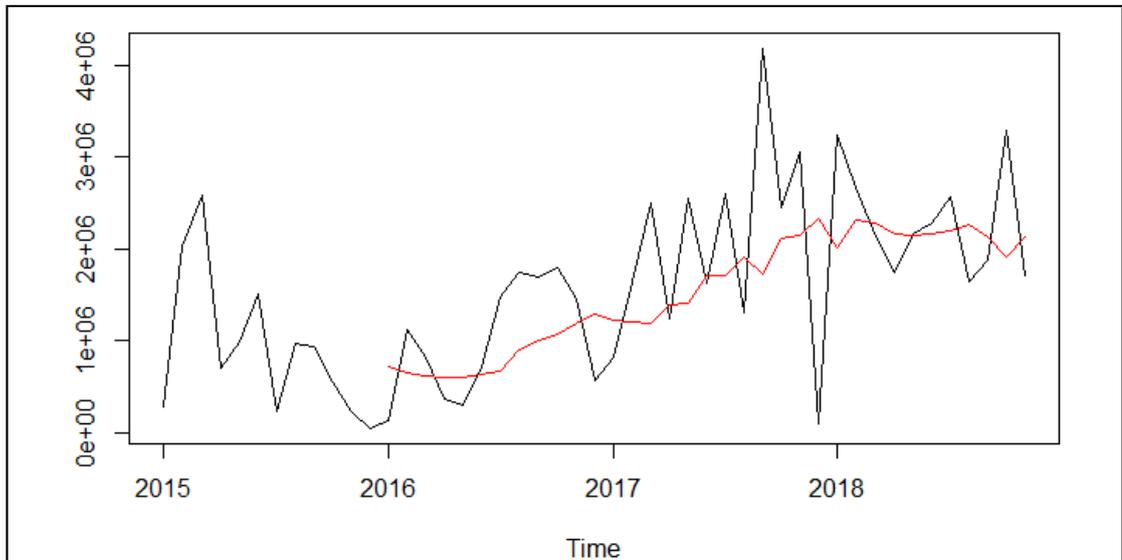


Ilustración 28 Tendencia creciente representada por la línea roja para la categoría WM

Fuente: Datos ingresados en R.

Pronostico de Venta para el Año 2019

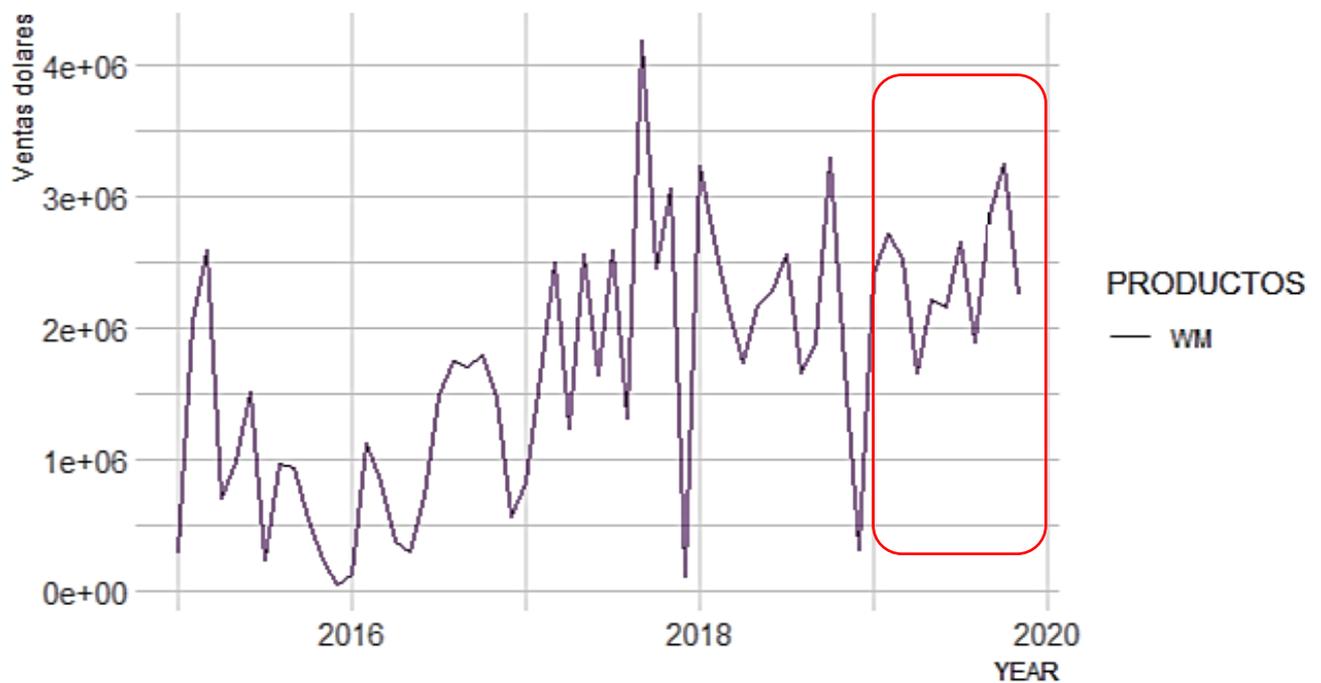


Ilustración 29 Pronóstico de venta para el 2020 de la categoría WM

Fuente: Datos ingresados en R.

Pronóstico 2019
Categoría WM

MES	VALOR \$
Enero	\$ 2.401.459,20
Febrero	\$ 2.716.705,10
Marzo	\$ 2.529.093,70
Abril	\$ 1.652.447,00
Mayo	\$ 2.217.818,50
Junio	\$ 2.157.830,10
Julio	\$ 2.656.760,50
Agosto	\$ 1.891.615,80
Septiembre	\$ 2.858.996,00
Octubre	\$ 3.247.742,10
Noviembre	\$ 2.240.671,10
Diciembre	\$ 315.557,90
TOTAL \$	\$ 26.886.697,00

Tabla 3 Pronostico de ventas para el 2019 para la categoría WM

Fuente: Datos en Excel.

Se ha pronosticado que para el 2019 las ventas serían de \$26,886,697 lo cual equivaldría a mover un promedio de 1.000 contenedores, de los cuales el 83% se despacharía desde el puerto de Laem Chabang - Tailandia y el otro 17% sería despachado del puerto Busan-Corea del Sur y Haiphong-Vietnam.

(Fórmula 1)

$$N_{13} = \alpha * \frac{X_{13}}{S_{13-12}} + (1-\alpha) * (N_{13-1} + T_{13-1})$$

La fórmula 1 coge la observación X_{13} y se la divide para el componente estacional S_{13-12} para obtener el nivel.

Se tiene un número α entre 0 y 1 para el nivel N_{13}

(Fórmula 2)

$$T_{13} = \beta(N_{13} - N_{13-1}) + (1 - \beta) T_{13-1}$$

Esta fórmula de la tendencia se utiliza para $t \geq 12$, es decir a partir de $t=13$.

Se tiene un número β entre 0 y 1 para tendencia T_{13}

(Fórmula 3)

$$E_{13} = \gamma * \frac{X_{13}}{N_{13}} + (1 - \gamma) * E_{13-12}$$

Se escoge la observación X_{13} se divide para el nivel N_{13} para obtener el componente estacional.

Se tiene un número γ entre 0 y 1 para la estacionalidad E_{13}

(Fórmula 4)

$$F_{13+1} = (N_{13} + T_{13}) * E_{13-12+1}$$

En esta fórmula se está realizando el pronóstico para los siguientes periodos.

2.5 Aduana

2.5.1 Formalidad Aduanera

Los productos que se venden a los diferentes clientes desde varios puertos en origen, se despachan en varios tipos de contenedores como por ejemplo puede ser un contenedor de 20st (st significa estándar), un contenedor de 40st pies o un contenedor de 40HC (HC significa High Cube) que a diferencia del estandar es un poco más alto, al momento que la mercadería arribe al país el cliente debe de cumplir con las obligaciones aduaneras, es decir pagar los tributos, realizar la declaración aduanera correspondiente, estar registrado como importador entre otras obligaciones que la ley ecuatoriana exige para poder nacionalizar la carga. Es importante mencionar que todos los importadores deben de actuar en el marco de la ley ya que dentro de la formalidad existen varios controles por parte de la Aduana que permite investigar y de ser el caso de actuar cuando algún importador comete algún tipo de evasión de impuesto, o hay mercadería falsamente declarada, entre otras, la aduana tiene el derecho de cumplir y hacer cumplir las leyes.

2.5.2 Aranceles

Los aranceles de los productos de las compañías están dentro de un rango entre el 15% y el 30%, cabe recalcar que estos aranceles pueden variar a medida que el Gobierno así lo solicite. Es importante para la compañía tomar en cuenta este factor ya que es un punto que incide mucho en las ventas, los aranceles se aplican a la suma de el valor de la carga + el valor del flete + el valor del seguro, es decir mientras mayor sea el valor de estos rubros mayor cantidad de impuesto debería pagar al Estado, es por eso que la compañía tratará de encontrar a través de un modelo matemático escoger un flete óptimo el cual va a poder disminuir significativamente el pago de los impuestos.

CAPÍTULO 3 : MODELO LINEAL Y ANÁLISIS DE COSTO

3.1 Modelo Matemático

En este capítulo se presenta y describe el problema a resolver.

Varios tipos de productos p deben enviarse desde diferentes orígenes i usando la naviera j . Existe un pronóstico de contenedores con productos p que se van a mover en el 2019 desde los diferentes orígenes i , a esta variable se la ha llamado oferta $_{ip}$.

El problema consiste en determinar las cantidad de contenedores w_{ijp} , que se debe enviar desde el origen i usando la naviera j y trasportando el producto p .

Los cuatros elementos principales de este problema son:

1 Parámetros

n : el número de orígenes

m : el número de navieras

v : el número de productos

t_i : los días de transito según el origen i

k_i : los días libres permitidos según el origen i

ns_j : el nivel de servicio de la naviera j

oferta $_{ip}$: cantidad permitida de contenedores desde el origen i del producto p

costo $_{ij}$: el costo de transporte desde el origen i con la naviera j

transito $_{ij}$: los días de tránsito desde el origen i con la naviera j

diaslibres $_{ij}$: los días libres que otorga la naviera j que sale desde el origen i

2 Conjunto de Indices

$$i \in \{CNTZO, CNXIP, KRPUS, THLCH\}$$

$$p \in \{AC, WM, RE\}$$

$$j \in \{APL, CMA, COSCO, HAPAG, HMN, HSUD, KLINE, MSC, MSK, NYK, PIL\}$$

3 Variables

w_{ijp} : la cantidad de contenedores a enviar del origen i con la naviera j los productos p

$$y_j: \begin{cases} 1 & \text{si se escoge la naviera} \\ 0 & \text{si no se escoge la nave} \end{cases}$$

4 Restricciones. Las restricciones de este problema son:

1.-

$$\sum_{j=1}^m w_{(cntzo j re)} \geq \text{oferta}_{(cntzo re)}$$

2.-

$$\sum_{j=1}^m w_{(cnxip j ac)} \geq \text{oferta}_{(cnxip ac)}$$

3.-

$$\sum_{j=1}^m w_{(krpus j wm)} \geq \text{oferta}_{(krpus wm)}$$

4.-

$$\sum_{j=1}^m w_{(thlch j wm)} \geq \text{oferta}_{(thlch wm)}$$

Las primeras cuatro condiciones indican que la cantidad del producto p que se debe de enviar desde el origen i usando la naviera j debe ser mayor o igual al pronóstico de contenedores que se van a mover en el 2019.

5.-

$$\sum_{i=1}^n \sum_{p=1}^v w_{ijp} \leq \mathbf{BIG}_M \times y_j$$

La quinta condición indica la relación de la variable entera con la binaria y se coloca un número grande para que garantice la apertura de la binaria y_j

6.-

$$\sum_{j=1}^m y_j \mathbf{transito}_{ij} \leq t_i$$

La sexta condición asegura que la naviera j que se escoja también debe cumplir con el menor tránsito desde cualquier origen i . Esto va a permitir que la compañía cumpla con las fechas de entrega de la carga a los diferentes clientes.

7.-

$$\sum_{j=1}^m y_j \mathbf{diaslibres}_{ij} \geq k_i$$

La séptima condición nos asegura que la naviera j que se escoja debe otorgar la mayor cantidad de días libres al cliente, ya que estos permiten nacionalizar la carga con tranquilidad sin tener la preocupación de que la carga tenga que pagar por demora.

8.-

$$\sum_{j=1}^m y_j ns_j \geq 29$$

Por último, la octava condición indica que la naviera j que se escoja debe de cumplir con un alto nivel de servicio al cliente.

EVALUACION GENERAL POR NAVIERA

	APL	CMA	COSCO	HAPAG	HMM	HSUD	KLINE	MSC	MSK	NYK	PIL
SERVICIO AL CLIENTE EN GENERAL	3	4	4	4	3	3	3	3	4	3	3
RESOLUCION DEL PROBLEMA	4	3	4	4	3	3	4	4	4	4	2
SERVICIO PERSONALIZADO	2	2	3	3	3	1	2	2	4	2	1
TIEMPO DE REPUESTA A LOS CORREOS	2	3	3	3	2	4	3	3	4	3	3
VISITAS A LA COMPAÑÍA	1	1	1	2	1	2	2	1	3	1	1
COSTOS DE GASTOS LOCALES	2	1	3	4	3	2	3	4	3	3	3
CALIDAD EN LAS OPERACIONES EN ORIGEN	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4
CALIDAD EN LAS OPERACIONES EN DESTINO	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	3
CUMPLIMIENTO EN LOS DIAS DE TRANSITOS	4	4	4	4	3	4	4	3	3	4	3
CUMPLIMIENTO EN EL DIA DE ZARPE Y DE ARRIBO	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	4
TOTAL	29	29	34	36	30	29	32	30	35	31	27
	58%	58%	68%	72%	60%	58%	64%	60%	70%	62%	54%
	APL	CMA	COSCO	HAPAG	HMM	HSUD	KLINE	MSC	MSK	NYK	PIL

1 POCO SATISFACTORIO

5 MUY SATISFACTORIO

Tabla 4 Evaluación general por naviera

Fuente: Datos en Excel

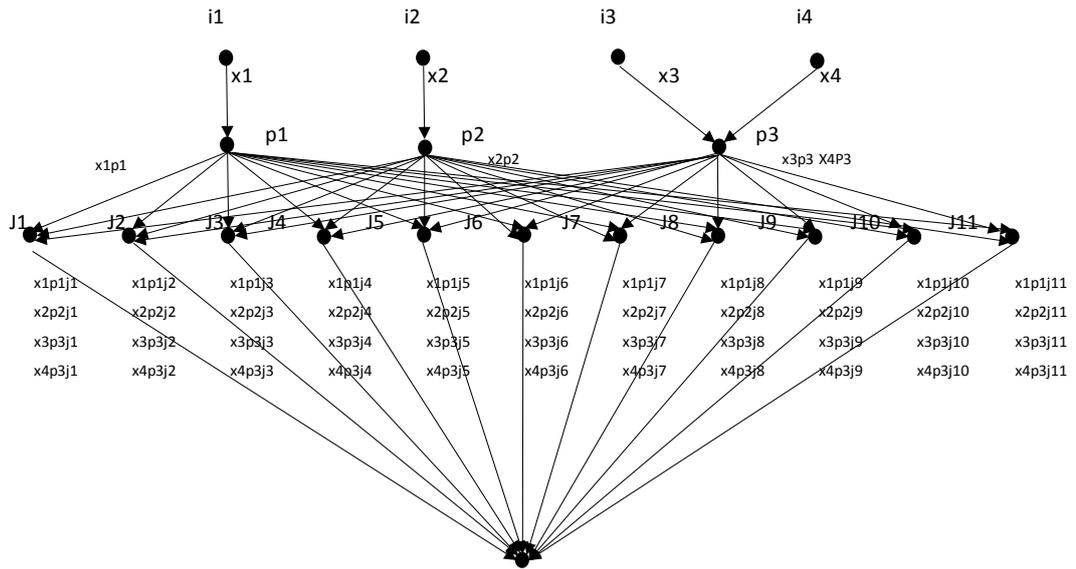


Ilustración 30 Esquema del problema

5 Objetivo que se debe optimizar. El objetivo de este problema es minimizar el costo del flete internacional (suma del costo del flete por unidad del contenedor transportando el producto p y multiplicado por las cantidades de contenedores enviadas desde el origen i usando la naviera j ; es decir, se debe minimizar

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{p=1}^v w_{ijp} \text{costo}_{ij}$$

Una vez que se han identificado los cuatros elementos se puede proceder a resolver el problema. A través del programa GAMS se puede solucionar este problema y encontrar un valor mínimo de \$ 3,728,400 para la función objetivo.

$$Z = \$ 3,728,400$$

Gams indica que para llegar al costo óptimo, cumpliendo las condiciones, es necesario mover la cantidad de contenedores pronosticados para el 2019 con la naviera HAPAG desde todos los puertos: CNTZO (China Taizhou), CNXIP (China Xingang), KRPUS(Corea Pusan) yTHLCH (Tailandia Laem Chabang)

	AC	WM	RE
CNTZO.HAPAG			900
CNXIP.HAPAG	300		
KRPUS.HAPAG		300	
THLCH.HAPAG		800	

Tabla 5 Movimiento de contenedores desde los diferentes puertos

Fuente: Datos en Excel.

Un posible fichero de entrada donde se formula y resuelve el problema en gams se puede visualizar en el apendice A y B.

3.2 Análisis del resultado

Según la ilustración 31 en el 2018 se movieron 1.712 contenedores de 40 HC desde los puertos de Busan, Xingan, Laem Chabang y Taizhou. Para mover estos contenedores se pagó un total de \$1,599,093.93 por concepto de flete y vamos a realizar un análisis de cuánto se pagó en impuesto en 2018 y cuánto se pagaría en el 2019, recordar que el valor del flete es una variable que la aduana usa para el cálculo de impuestos y el valor del flete por naviera esta variando cada año.

1712

Total Contenedores 2018

\$1.599.093,93

Costo total del Flete Internacional

Total Contenedores por Puerto

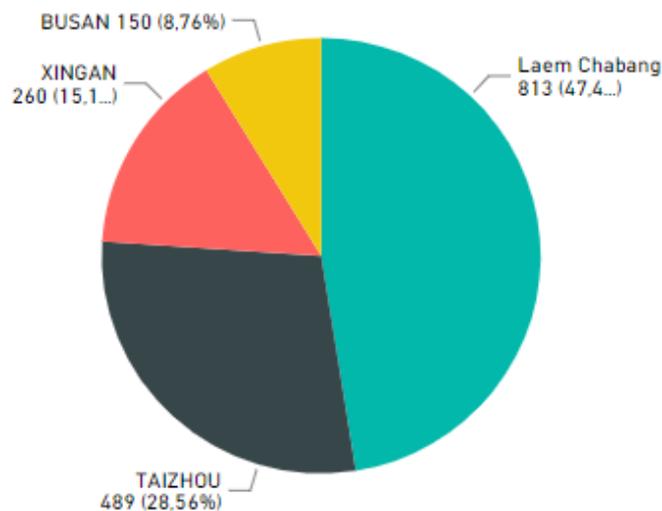


Ilustración 31 Movimiento de contenedores en el 2018

Fuente: Datos en Power BI

\$7.233.643,82

Total Amount

260

Total Contenedores desde Xingan 2018

\$137.014,82

Costo total del Flete Internacional

Total Montos en Fletes en Función de Clientes



Total Contenedores por Puer...

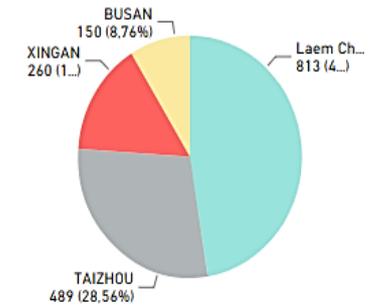


Ilustración 32 Valor del flete en relacion del moviento de contenedores desde Xingan

Datos en Pawor BI

\$3.404.674,81

Total Amount

150

Total Contenedores desde Busan 2018

\$144.624,81

Costo total del Flete Internacional

Total Montos en Fletes en Función de Clientes



Total Contenedores por Puer...

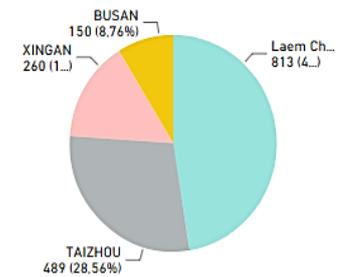


Ilustración 33 Valor del flete en relacion del moviento de contenedores desde Busan

Datos en Pawor BI

\$22.927.221,30

Total Amount

813

Contenedores desde Laem Chabang 2018

\$1.310.254,30

Costo total del Flete Internacional

Total Montos en Fletes en Función de Clientes



Total Contenedores por Puer...

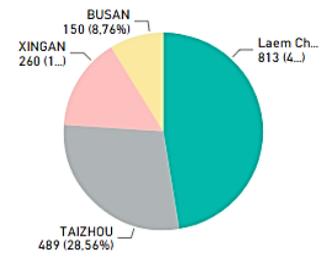


Ilustración 34 Valor del flete en relacion del movimiento de contenedores desde Laem Chabang

Datos en Pawor BI

3.2.1 Análisis desde el puerto de Tailandia

La ilustración 34 nos indica que Tailandia movió desde el puerto de Laem Chabang 813 contenedores de 40 HC en el 2018 lo que significó un flete de \$1,310,254.30. El producto que se despacha de este puerto paga un impuesto (derecho arancelarios) del 30%, es decir si calculamos el valor de impuestos que se tuvo que pagar para ingresar estos contenedores al país fue de \$ 7,340,024.34 tal como lo indica la tabla 6.

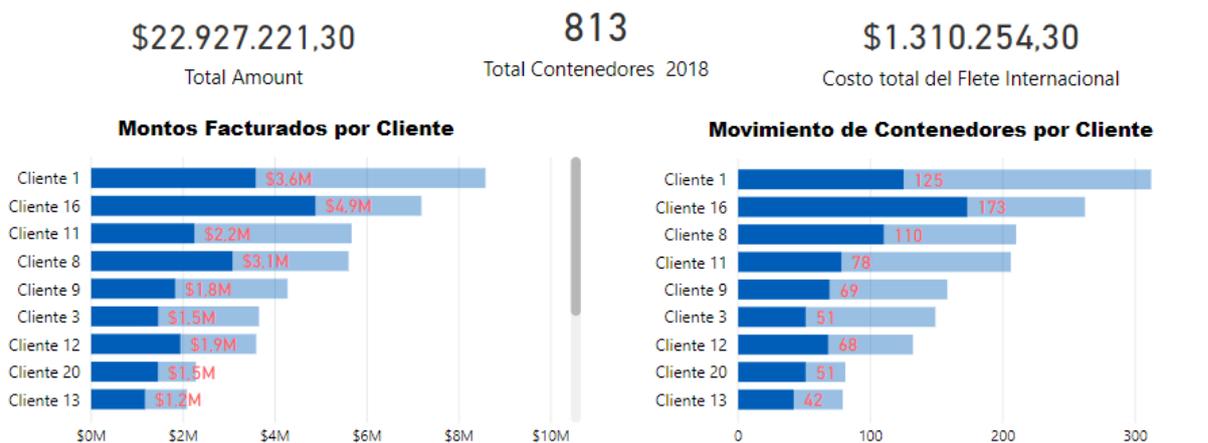


Ilustración 35 Movimiento de contenedores desde Thailandia

Fuente: Datos en Power BI.

PUERTO	Laem Chabang
FOB	\$ 22.927.221,30
FLETE	\$ 1.310.254,30
SEGURO 1% del FOB	\$ 229.272,21
CIF	\$ 24.466.747,81
DERECHOS ARANCELARIOS 30%	\$ 7.340.024,34

Tabla 6 Total de impuestos WM 2018

Fuente: Datos en Excel.

Según lo pronosticado (ver tabla 3) desde el puerto de Tailandia se va a mover en el 2019 un aproximado de 800 contenedores lo que equivaldría un valor FOB de \$ 26,886,697.00 el valor del flete óptimo calculado en el programa GAMS sería de

\$1,286,400 usando solo la naviera Hapag, esto indica que el pago de impuesto sería de \$8,532,589.19 (Ver tabla 7), si la compañía llegara a usar otra naviera el valor de impuesto y flete sería mas alto,por ejemplo (ver tabla 8) si se mueve con la naviera MSC el valor del flete total seria de \$1,660,000 y el valor de impuesto \$8,644,669.19, en otras palabras si no usamos la naviera Hapag y solo usamos la naviera MSC habria un incremento en los derechos arancelarios del 2%.

PUERTO	Laem Chabang
FOB	\$ 26.886.697,00
FLETE	\$ 1.286.400,00
SEGURO 1% VALOR FOB	\$ 268.866,97
CIF	\$ 28.441.963,97
DERECHOS ARANCELARIOS	\$ 8.532.589,19

Tabla 7 Total de impuestos WM 2019

Fuente: Datos en Excel.

PUERTO	Laem Chabang
FOB	\$ 26.886.697,00
FLETE	\$ 1.660.000,00
SEGURO 1% VALOR FOB	\$ 268.866,97
CIF	\$ 28.815.563,97
DERECHOS ARANCELARIOS	\$ 8.644.669,19

Tabla 8 Total de impuestos 2019 si usamos la naviera MSC

Fuente: Datos en Excel.

3.2.2 Análisis desde el puerto de Corea del Sur

Según la ilustración 36 desde Busan en el 2018 se han movido 150 contenedores de 40 HC que equivalen a un valor FOB de \$3,404,674.81 y un flete total de \$144,624.81. El producto que se despacha de este puerto no grava impuesto, pero el cliente podrá pagar un valor de flete menos costoso.

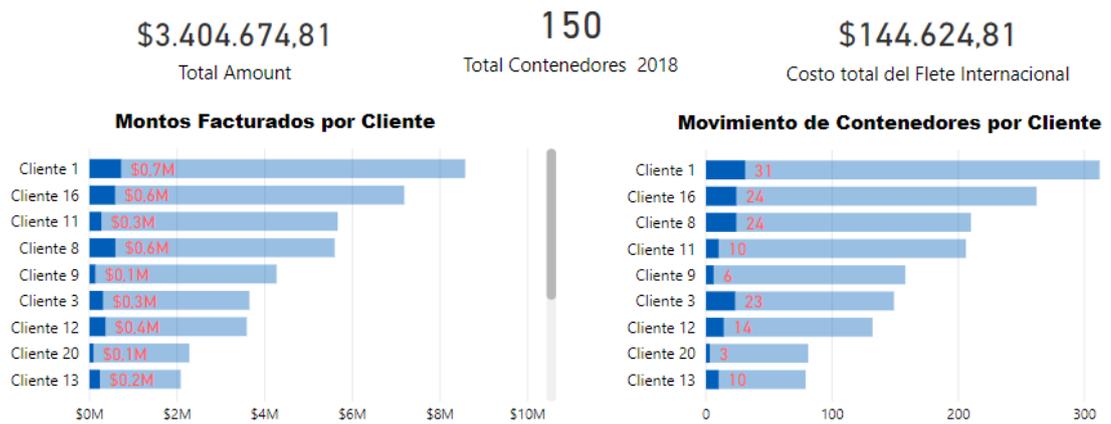


Ilustración 36 Movimiento de contenedores desde Corea del Sur

Fuente: Datos en Power BI.

Según lo pronosticado en el año 2019 la compañía moverá un total de 300 contenedores de 40HC equivalentes a un valor FOB de \$4,536,979.04, y si usa solo la naviera Hapag estaría pagando un flete de \$452,400.

3.2.3 Análisis desde el puerto de Xingan

Desde este puerto en el 2018 se han movido 260 contenedores de 40HC lo que significa un valor fob de \$7,233,643.82 y un flete de \$137,014.82, este producto grava el 15% de derechos arancelarios, lo que significa que para ingresar al país pagaron por concepto de derechos arancelarios un total de \$1,116,449.26 (ver tabla 6)

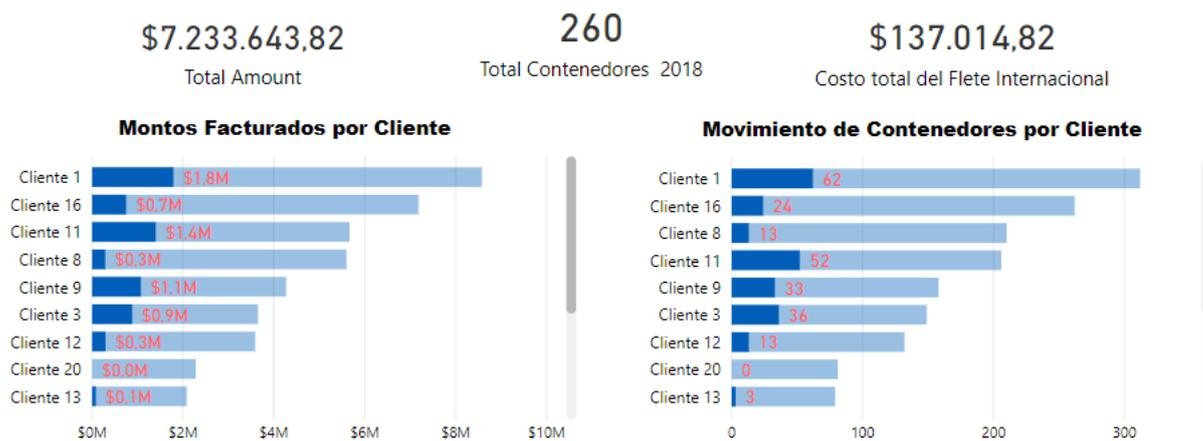


Ilustración 37 Movimiento de contenedores desde Xingan

Fuente: Datos en Power BI.

Puerto	Xingan
FOB	\$ 7,233,643.82
FLETE	\$ 137,014.82
SEGURO 1%	\$ 72,336.44
CIF	\$ 7,442,995.08
DERECHOS ARANCELARIOS 15%	\$ 1,116,449.26

Tabla 9 Total de impuesto RAC 2018

Fuente: Datos en Excel.

Según el pronóstico en el año 2019 se van a mover un promedio de 300 contenedores que equivaldría a un valor fob de \$7,370,839.00, usando la naviera Hapag se pagaría un total de flete de \$452,400.00 y un total de impuesto de \$ 1,184,542.11

PUERTO	Xingan
FOB	\$7.370.839,00
FLETE	\$452.400,00
SEGURO 1%	\$73.708,39
CIF	\$7.896.947,39
DERECHOS ARANCELARIOS	\$1.184.542,11

Tabla 10 Total de impuestos RAC 2019

Fuente: Datos en Excel.

5.2.4 Análisis desde el puerto de Taizhou

En el 2018 se movieron 489 contenedores de 40HC, en este caso particular el valor CFR es de \$12,703,817. Este producto grava un arancel del 20%, es decir que para ingresar al país se tuvo que pagar un total de \$2,540,763

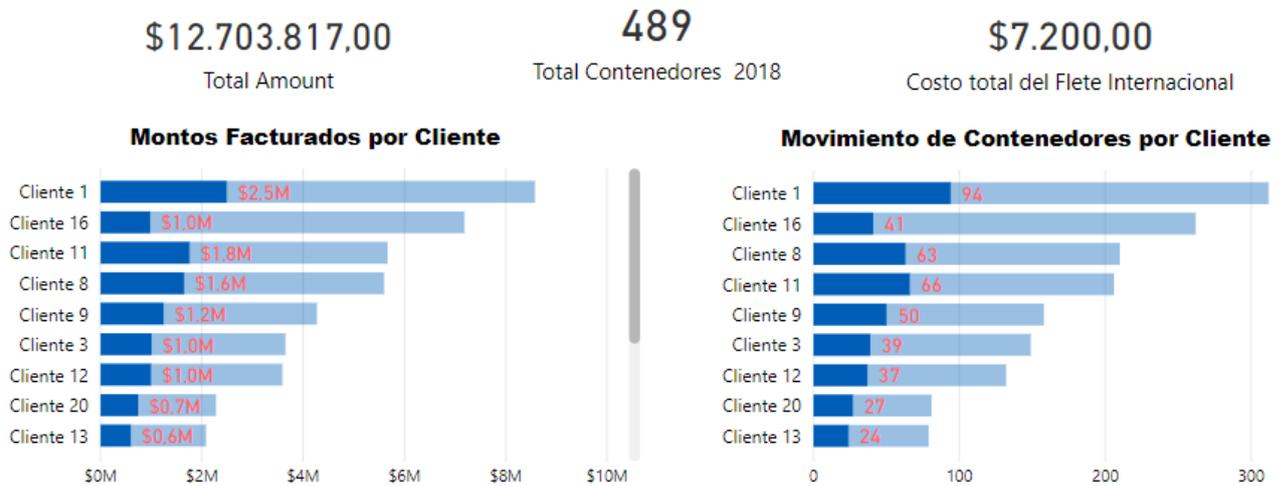


Ilustración 38 Movimiento de contenedores desde Taizhou

Fuente: Datos en Power BI.

En el año 2019 la compañía tiene pronosticado mover 900 contenedores de 40HC, lo que equivaldría a un valor FOB de \$22,174,499, si se usa solo la naviera hapag desde este puerto se estaría pagando un flete de \$1,537,200, que equivaldría a un impuesto de \$4,786,688.80.

Tabla 11 Pago de impuesto REF 2019

Fuente: Datos en Excel.

Capítulo 4: Conclusion y Recomendaciones

4.1 Conclusión

Se ha hecho un seguimiento de los pedidos que han realizado los clientes en los últimos años y se determinó que existen productos con mayor demanda en comparación con otros. Por ello, en esta investigación se ha hecho un énfasis en los puertos donde se despachan dichos productos, se ha logrado disminuir el tránsito, minimizar el costo del flete y también se ha podido encontrar la naviera que ofrece el mejor nivel de servicio.

El programa Gams ha arrojado un valor óptimo, cumpliendo con los parámetros de costo, servicio y tiempo de tránsito. Ante esto, es necesario saber que la compañía no va encontrar un valor menor a lo que indica el programa si se lo tratara de buscar por otros métodos, como por ejemplo la improvisación, o creyendo que lo podrá encontrar por medio del sentido común.

Por eso, es necesario usar la naviera que arrojó el programa para que la compañía cumpla con el objetivo de minimizar el costo del flete, pueda aumentar el nivel de satisfacción del cliente y disminuir el pago de impuestos en un 3% .

Si la compañía no logra mover todo el año la carga con la naviera que indica el programa, estaría aumentando el valor del producto. Por ejemplo, si la compañía traslada su carga desde Tailandia con otra naviera el valor se incrementaría hasta \$ 7 por producto, lo cual representa una desventaja en el mercado.

El modelo planteado en esta tesis ayudará a la compañía a obtener un aumento en sus ventas y a fidelizar la marca en el mercado. Esto encierra el concepto básico y esencial de la palabra logística que es encontrar el mejor servicio al mínimo costo.

4.2 Recomendaciones

El modelo planteado ayudará a la empresa a diferenciarse entre otras compañías que forman parte de su competencia. Sin embargo, esto puede ser solo el comienzo de una guerra logística con dichas empresas, ya que ellos también cuentan con los recursos para la implementación de un modelo matemático, es por eso que se recomienda a la compañía implementar modelos matemáticos o estadísticos en otras áreas.

Un ejemplo de aquello, se lo puede situar en la bodega donde se necesitaría mejorar el punto de reorden, modernizar el sistema de inventarios, entre otros aspectos. Por otro lado, la compañía debe de buscar siempre mejorar su operatividad y servicio, para demostrar a sus clientes su alta competitividad.

Cada año los valores del flete cambian como también el servicio que las navieras ofrecen e incluso los días de tránsito. Estos datos deben colocarse en el modelo para que el mismo escoja la naviera con el mejor costo y servicio y así coordine con la fábrica para que despachen la mercadería con la naviera que seleccionó el programa.

Es necesario recordar que el modelo sirve como referencia para la toma de decisiones, pero finalmente la última palabra la tendrá el presidente y los accionistas de la compañía.

5 Referencia Bibliográfica

- Agcnewtral. (2013). *¿Qué es el conocimiento de embarque marítimo y para qué se utiliza?* Obtenido de Agcnewtral: <http://www.agcnewtral.com/noticias/i/605/180/que-es-el-conocimiento-de-embarque-maritimo-y-para-que-se-utiliza>
- Bembibre, C. (Septiembre de 2010). *definicionabc*. Obtenido de definicionabc: <https://www.definicionabc.com/general/embarque.php>
- Galindo, J. (2016). *Dantzig: pensamiento positivo y programación lineal*. Obtenido de elpais: https://elpais.com/tecnologia/2016/05/27/actualidad/1464360674_314203.html
- GlobalNegotiator. (2019). *Diccionario de Comercio Internacional*. Obtenido de GlobalNegotiator: <https://www.globalnegotiator.com/comercio-internacional/diccionario/flete/>
- Kanvel. (2017). *¿Qué son los incoterms? Clasificación y tipos*. Obtenido de Kanvel: <https://kanvel.com/incoterms/>
- Miró, M. (2019). *Incoterm CFR: Responsabilidades y Riesgos*. Obtenido de Otra Empresa: <https://otraempresa.com/incoterms/cfr/>
- Shipstra. (2018). *EL PRECIO DEL PETRÓLEO AFECTA EL VALOR DE LOS FLETES*. Obtenido de Shipstra: <https://www.shipstra.com/blog-posts/el-precio-del-petroleo-afecta-el-valor-de-los-fletes>
- Tesouro. (2013). *Optimización*. Obtenido de boletinagrario: <https://boletinagrario.com/ap-6,optimizacion,3508.html>

6. Apéndices y anexos

Apéndice A: Fichero donde se resuelve el problema en Gams.

* TESIS DE LEONARDO BASADO EN EL COSTO DE TRANSPORTE DE NAVIERA

SETS

i conjunto de indices para recorrer origenes / CNTZO,CNXIP,KRPUS,THLCH /
 j conjunto de navieras /APL,CMA,COSCO, HAPAG,HMM,HSUD,KLINE,MSC,MSK,NYK,PIL /
 p numero de productos /AC,WM,RE/
 ;

PARAMETERS

t(i) días de tránsito segun el origen
 /CNTZO 55
 CNXIP 39
 KRPUS 35
 THLCH 54/

 k(i) días libres permitido segun el origen
 /CNTZO 26
 CNXIP 26
 KRPUS 26
 THLCH 26/

 ns(j) nivel de servicio de las navieras
 /APL 29
 CMA 29
 COSCO 34
 HAPAG 36
 HMM 30
 HSUD 29
 KLINE 32
 MSC 30
 MSK 35
 NYK 31
 PIL 27
 /
 ;

TABLE

oferta(i,p) cantidad permitido de contenedores de origen i del producto p

	AC	RE	WM
CNTZO		900	
CNXIP	300		
KRPUS			300
THLCH			800

TABLE

costo(i,j) costo de transporte desde el origen i con la naviera j

	APL	CMA	COSCO	HAPAG	HMM	HSUD	KLINE	MSC	MSK	NYK	PIL
CNTZO	1915	1750	1965	1708	2280	1750	1900	2030	1750	9999	9999
CNXIP	1600	1550	1965	1508	2050	1750	9999	1795	1675	1950	2650
KRPUS	1550	1550	1975	1508	1890	1550	1600	1800	1625	1750	2650
THLCH	1950	1900	1965	1608	9999	2000	1800	2075	1725	2150	2650

TABLE

tránsito(i,j) días de tránsito desde el origen i con la naviera j

	APL	CMA	COSCO	HAPAG	HMM	HSUD	KLINE	MSC	MSK	NYK	PIL
CNTZO	38	40	36	42	38	40	36	44	37	55	55
CNXIP	40	45	38	34	36	36	99	38	37	41	34

KRPUS	30	33	35	30	30	33	31	33	31	31	31
THLCH	48	45	42	54	55	47	56	53	41	51	37

TABLE

Días libres(i,j) días libres que da la naviera j desde el origen i

	APL	CMA	COSCO	HAPAG	HMM	HSUD	KLINE	MSC	MSK	NYK	PIL
CNTZO	21	30	30	30	21	20	30	30	30	0	0
CNXIP	21	30	30	30	21	20	0	30	30	30	30
KRPUS	21	30	30	30	21	20	30	30	30	30	30
THLCH	21	30	30	30	0	20	30	30	30	30	30;

VARIABLE

z función objetivo

POSITIVE VARIABLE

w(i,j,p) de enviar del origen i con la naviera j de los productos p

BINARY VARIABLE

y(j) 1 si coge la naviera 0 caso contrario

EQUATIONS

obj

rest11 restricción de cantidad de refrigeradoras que se envíen desde el puerto CNTZO sea mayor o igual a lo pronosticado en ventas para el año 2019

rest12 restricción de cantidad de aires acondicionado que se envíen desde el puerto CNXIP sea mayor o igual a lo pronosticado en ventas para el año 2019

rest13 restricción de cantidad de lavadoras que se envíen desde el puerto KRPUS sea mayor o igual a lo pronosticado en ventas para el año 2019

rest14 restricción de cantidad de lavadora que se envíen desde el puerto THLCH sea mayor o igual a lo pronosticado en ventas para el año 2019

rest2 restricción de activación de la naviera j

rest3 restricción de los días de tránsito desde el original i con la naviera j

rest4 restricción de los días libres que la naviera otorga

rest5 nivel de servicio que ofrece la naviera

;

obj.. z=e= sum((i,j,p),w(i,j,p)*costo(i,j));

rest11.. sum(j,w('cntzo',j,'re'))=g=oferta('cntzo','re');

rest12.. sum(j,w('cnxip',j,'ac'))=g=oferta('cnxip','ac');

rest13.. sum(j,w('krpus',j,'wm'))=g=oferta('krpus','wm');

rest14.. sum(j,w('thlch',j,'wm'))=g=oferta('thlch','wm');

rest2(j).. sum((i,p),(w(i,j,p)))=L=100000*y(j);

rest3(i).. sum((j),y(j)*transito(i,j))=L=t(i);

rest4(i).. sum((j),y(j)*diaslibres(i,j))=G=k(i);

rest5.. sum((j),y(j)*ns(j))=g=29;

model tesis1 /all/;

Solve tesis1 USING MIP MIN z ;

display w.l,z.l ,y.l,rest5

Apéndice B: Se muestra parte del fichero de salida en Gams.

	AC	WM	RE
CNTZO.HAPAG			900
CNXIP.HAPAG	300		
KRPUS.HAPAG		300	
THLCH.HAPAG		800	

---- 112 VARIABLE z.L = 3728400.000 funcion objetivo

---- 110 VARIABLE y.L 1 si coge la naviera 0 caso contrario

HAPAG 1.000

