

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

Cálculo de tarifas de transporte de carga pesada mediante la identificación
de los factores críticos.

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingenieros industriales

Presentado por:

Jenifer Mishell Murillo Flores

Dany Steeven Tenesaca López

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2020

DEDICATORIA

Dedicamos nuestro trabajo a nuestros padres que han puesto todo su esfuerzo para ayudarnos a culminar satisfactoriamente esta etapa universitaria, y a nuestra querida Universidad que nos permitió desarrollar este increíble proyecto.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro más sincero agradecimiento a Dios por permitirnos llegar a esta etapa de nuestra vida. A nuestra tutora, la Dra. Cinthia Pérez por habernos dado ánimos e inspirarnos durante los momentos difíciles que afrontamos durante nuestro último semestre, y por guiarnos durante cada una de las etapas para desarrollar nuestro proyecto. A nuestra querida ESPOL y sus docentes que dedicaron su tiempo y paciencia en prepararnos intelectual y profesionalmente.

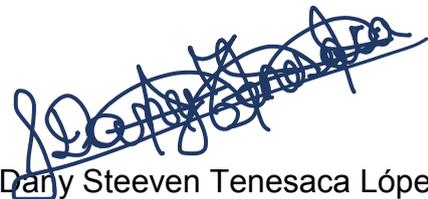
Y, sobre todo, agradecemos infinitamente a nuestros padres, familiares y amigos que con mucho esfuerzo nos apoyaron para poder culminar nuestra carrera universitaria satisfactoriamente.

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Jenifer Mishell Murillo Flores* y *Dany Steeven Tenesaca López* y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”



Jenifer Mishell Murillo Flores



Dany Steeven Tenesaca López

EVALUADORES

Marcos Buestán B., Ph.D.

PROFESOR DE LA MATERIA

Cinthia Pérez S., Ph.D.

PROFESORA TUTORA

RESUMEN

El segundo sector que más ingresos provee al país es el de servicios, en donde el transporte está considerado. De acuerdo al INEC, el sector del transporte es el cuarto servicio con más establecimientos presentes en el país; sin embargo, muchos transportistas de carga pesada establecen el costo de prestar sus servicios de acuerdo al mercado, porque no poseen un método estándar que ayude en el cálculo de la tarifa.

Las asociaciones de transporte de carga pesada quieren capacitar a sus transportistas afiliados acerca de los costos que deberían considerar al momento de establecer sus tarifas. El presente proyecto emerge con el objetivo de diseñar una propuesta de modelo tarifario que sea presentado en un software informático y que ayude a los transportistas a calcular una tarifa justa para los clientes y empresas. Además, que ayude en la toma de decisiones y planificación de sus operaciones. Es muy importante mejorar este servicio ya que su aporte no pasa desapercibido, al ser el sector que mueve la economía, conectando el comercio entre provincias.

Este trabajo se desarrolló bajo la metodología diseño desde cero, que requirió en primera instancia, detectar las necesidades de los usuarios. Luego, en base a los requerimientos de los clientes y a la naturaleza del negocio se seleccionó el tipo de modelo tarifario que más se ajuste y se recopiló la información sobre los datos necesarios para el diseño del modelo; así mismo se seleccionó el software en el cual se diseñará y se presentará la interfaz. Finalmente, se procedió a validar, con los transportistas, el modelo tarifario diseñado y que es presentado mediante el software elegido.

Los principales resultados obtenidos son el modelo tarifario final, la interfaz diseñada en un software informático, que calcula la tarifa mediante la estructura de costos del modelo, y considerando los efectos de las variables que afectan significativamente a la tarifa. El modelo resultó ser una herramienta de ayuda para la negociación con los clientes que desean transportar mercancías, ya que la interfaz ayuda a calcular la tarifa automáticamente, agilitando de esta manera la negociación.

Palabras Clave: Modelo tarifario, transporte de carga pesada, interfaz, software.

ABSTRACT

The second sector that provides the country with the most income is services, where transportation is considered. According to INEC, the transport sector is the fourth service with more establishments present in the country; however, many heavy cargo carriers establish the cost of providing their services according to the market, because they do not have a standard method to calculate the rate.

Heavy freight associations want to train their affiliated carriers about the costs they should consider when establish their rates. This project emerges with the objective of designing a proposal for a rate model that is presented in computer software and that helps carriers to calculate a fair rate for customers and companies. In addition, it helps in decision-making and planning of your operations. It is very important to improve this service since its contribution does not go unnoticed, as it is the sector that moves the economy, connecting trade between provinces.

This work was developed under the design-from-scratch methodology, which required, in the first instance, to detect the needs of the users. Then, based on the requirements of the clients and the nature of the business, the type of rate model that best suited was selected and the information on the data necessary for the design of the model was collected; likewise, the software in which the interface will be designed and presented was selected. Finally, we proceeded to validate, with the carriers, the tariff model designed and presented using the chosen software.

The main results obtained are the final rate model, the interface designed in computer software, which calculates the rate using the cost structure of the model, and considering the effects of the variables that significantly affect the rate. The model turned out to be a tool to help negotiate with customers who want to transport goods, since the interface helps us calculate the rate automatically, thus speeding up the negotiation.

Keywords: *Tariff model, heavy cargo transport, interface, software*

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	I
ABSTRACT	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS.....	V
SIMBOLOGÍA.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	VIII
CAPÍTULO 1	1
1 Introducción	1
1.1 Descripción del problema	1
1.2 Definición	2
1.2.1 Declaración de la oportunidad.....	2
1.2.2 Equipo de trabajo	3
1.2.3 Voz de los clientes	3
1.2.4 Alcance del proyecto	4
1.2.5 Restricciones.....	4
1.2.6 Objetivos de diseño.....	5
1.3 Justificación del problema.....	5
1.4 Objetivos.....	6
1.4.1 Objetivo General	6
1.4.2 Objetivos Específicos	6
1.5 Marco teórico	6
1.5.1 Transporte de carga pesada	6
1.5.2 Factores que afectan el transporte de carga pesada	8
1.5.3 Modelo tarifario.....	10

1.5.4	Costos fijos.....	11
1.5.5	Costos variables.....	11
1.5.6	Herramientas de control de calidad.....	11
1.5.7	Software para desarrollo de interfaces.....	12
CAPÍTULO 2		13
2	Metodología.....	13
2.1	Definición.....	13
2.2	Medición.....	13
2.3	Análisis.....	14
2.3.1	Selección del modelo.....	14
2.3.2	Selección del software para el diseño de la interfaz.....	26
2.4	Diseño.....	29
2.5	Implementación.....	30
CAPÍTULO 3		31
3	Resultados y análisis.....	31
3.1	Modelo tarifario.....	31
3.2	Variables críticas.....	40
3.3	Interfaz.....	51
3.4	Análisis de costos.....	54
CAPÍTULO 4		56
4	Conclusiones y recomendaciones.....	56
4.1	Conclusiones.....	56
4.2	Recomendaciones.....	59
BIBLIOGRAFÍA		
APÉNDICES		

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
MTOP	Ministerio de Transporte y Obras Públicas
ANT	Agencia Nacional de Tránsito
SRI	Servicio de Rentas Internas
SOAT	Seguro Obligatorio para Accidentes de Tránsito
SPPAT	Servicio de Pago de Accidentes de Tránsito
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
VAN	Valor Actual Neto

SIMBOLOGÍA

T	toneladas
km	kilómetro
\$	dólares
%	porcentaje

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Triple línea base	3
Figura 1.2 Reunión para el lanzamiento del proyecto	4
Figura 2.1 Gráfico de comparación de medias	16
Figura 3.1 Diagrama de Pareto de las variables críticas	41
Figura 3.2 Gráfico de efectos	42
Figura 3.3 Curvas de comportamiento: factores vs. costo del flete	44
Figura 3.4 Interacción entre las variables	46
Figura 3.5 Pantalla principal para el calculo de la tarifa	52
Figura 3.6 Parámetros a ingresar para calcular la tarifa de cualquier vehiculo	53
Figura 3.7 Parámetros a ingresar para calcular la tarifa de un vehículo específico.....	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Pesos y dimensiones máximas permitidas de los transportes de carga pesada	7
Tabla 1.2 Pesos y dimensiones máximas permitidas de los transportes de carga pesada	8
Tabla 2.1 Comparación de modelos tarifarios	15
Tabla 2.2 Comparación de aplicaciones para el desarrollo de la plataforma	27
Tabla 2.3 Ponderación del las aplicaciones para el desarrollo de la plataforma	28
Tabla 2.4 Cálculo del VAN del desarrollo de la plataforma	28
Tabla 3.1 Costos de mano de obra y alimentación.....	32
Tabla 3.2 Cálculo del fondo de reserva	33
Tabla 3.3 Costos de seguros.....	34
Tabla 3.4 Otros costos	34
Tabla 3.5 Costos de neumáticos	35
Tabla 3.6 Rendimiento de los neumáticos según el estado de las vías	35
Tabla 3.7 Costo de los neumáticos según el estado de la carretera	36
Tabla 3.8 Costo del combustible	36
Tabla 3.9 Variación del precio del diésel según la experiencia	36
Tabla 3.10 Costos de mantenimiento	37
Tabla 3.11 Modelo tarifario.....	38
Tabla 3.12 Resultados de costos	39
Tabla 3.13 Variables e interacciones críticas	41
Tabla 3.14 Rango de variación de las variables	42
Tabla 3.15 Variación de los factores y variable respuesta	44
Tabla 3.16 Rangos permisibles de variación.....	45
Tabla 3.17 Combinaciones con el precio del diesel.....	47
Tabla 3.18 Combinaciones con la cantidad de estibadores	48
Tabla 3.19 Combinaciones con el estado de la ruta.....	49
Tabla 3.20 Combinaciones con la experiencia del conductor.....	49
Tabla 3.21 Combinaciones con el costo de mantenimiento	50
Tabla 3.22 Costos de inversión de tiempo.....	54

CAPÍTULO 1

1 INTRODUCCIÓN

El siguiente trabajo se trata del “Diseño de un modelo tarifario de transporte de carga pesada”, dirigido a empresas que se dedican a esta actividad, para servir como guía en la identificación de los costos operacionales y el establecimiento de tarifas justas para clientes y empresas.

El transporte pesado es una actividad muy compleja que se encarga del traslado de bienes o mercancías que exceden las 3.5 toneladas (Reforma reglamento a la ley de caminos de la República del Ecuador, 2012); debido a esto, las empresas de transporte de carga han tratado de identificar sus costos operacionales y establecer tarifas justas para la prestación de sus servicios a nivel nacional e internacional, sin lograr resultados satisfactorios.

Las organizaciones han puesto sus esfuerzos en el desarrollo de sus propios modelos tarifarios, sin embargo, no se ha desarrollado un modelo estándar común para el cobro de las tarifas que sea útil para todas las organizaciones.

Es por ello que en el presente trabajo se buscará desarrollar un modelo tarifario de transporte de carga pesada mediante el análisis de diferentes modelos tarifarios y la selección del más adecuado; además, se identifican los costos operacionales asociados y se define el método de cálculo del modelo tarifario de transporte.

1.1 Descripción del problema

En la actualidad cada empresa de transporte utiliza una metodología empírica para el cálculo de costos operacionales. Algunas empresas consideran ciertos factores que otras no, por ejemplo: para establecer la tarifa solo toman en cuenta los costos de combustible, el sueldo del personal y los viáticos, cuando también se debería considerar otras variables como la depreciación del vehículo, el desgaste de los neumáticos, mantenimientos correctivos y preventivos, etc. El hecho de que no se considere todos los factores afecta la rentabilidad de una empresa porque se establece un valor sin tener claro todos los gastos en los que se incurren para realizar la actividad de transporte.

En su mayoría los transportistas no conocen con exactitud el impacto de las variables en sus costos, lo que conlleva a una discrepancia para determinar el costo del servicio en base a una estructura de costos. La falta de una metodología estándar que facilite el cálculo del costo de servicio aumenta la probabilidad de que los transportistas realicen cobros de tarifas menores a los costos, lo que representa pérdida para su negocio. Este proyecto tiene como objetivo servir como una guía para que los transportistas puedan identificar las variables que afectan los costos operacionales y puedan establecer tarifas transparentes tanto para la empresa como para los clientes.

1.2 Definición

1.2.1 Declaración de la oportunidad

Se optará por la herramienta 5W + 1H para declarar la oportunidad identificada.

- ¿Qué?
Diseñar una propuesta de modelo tarifario de transporte pesado.
- ¿Quién?
Líderes del proyecto.
- ¿Dónde?
A nivel nacional, Ecuador.
- ¿Cuándo?
Durante los meses de octubre 2020 a febrero del 2021.
- ¿Por qué?
Por la discrepancia que existe acerca de los costos que se deben considerar para el cálculo de una tarifa justa.
- ¿Cómo?
Mediante el análisis de las diferentes estructuras de costos existentes y el ajuste a las necesidades de los clientes.

Definiendo la declaración de oportunidad como:

Los líderes de proyecto diseñarán una propuesta de modelo tarifario de transporte pesado en Ecuador durante los meses de octubre 2020 a febrero del 2021, el cual será usado por los gremios empresariales para capacitar a los transportistas de carga pesada.

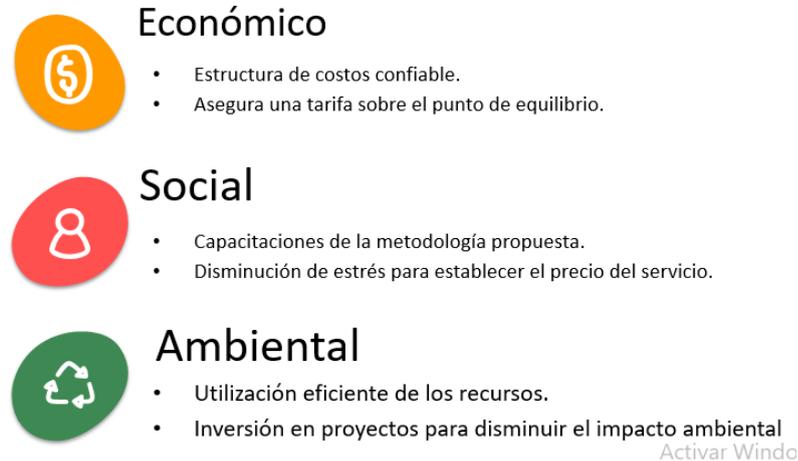


Figura 1.1 Triple línea base [Elaboración propia]

1.2.2 Equipo de trabajo

Los miembros que conforman el equipo de trabajo encargado del desarrollo del modelo tarifario de transporte pesado son: la Directora Ejecutiva del gremio empresarial, el presidente y un consultor logístico de la Asociación Logística del Ecuador. Por el lado de la ESPOL, el equipo está compuesto por la tutora, Ph.D. Cinthia Pérez y los líderes del proyecto, Jenifer Murillo y Dany Tenesaca

1.2.3 Voz de los clientes

La recolección de información se ha realizado junto con los gerentes de las asociaciones y un consultor logístico mediante reuniones ejecutivas virtuales utilizando las aplicaciones de Microsoft Teams como se muestra en la figura:



Figura 1.2 Reunión para el lanzamiento del proyecto [Elaboración propia]

1.2.4 Alcance del proyecto

El presente proyecto abarca la recolección y análisis de datos, la selección de un modelo para el diseño de un modelo tarifario estándar de transporte pesado de las rutas principales del Ecuador.

Sin embargo, también se propone un diseño de experimentos con los datos que se recolectaran, de esta forma se identificará el impacto que tiene una variable o un conjunto de variables en los costos operacionales.

1.2.5 Restricciones

Mediante la recolección de información por medio de la voz del cliente se identificó las limitaciones que se presentan en la elaboración del proyecto. A continuación, se mencionará cada una de ellas:

- Calidad y cantidad limitada de información: la información que se encuentra en la red no necesariamente es confiable, los sitios web oficiales de Ecuador no poseen información detallada acerca del transporte pesado; como ejemplo en las estadísticas del INEC no está segmentado para todos los tipos de transporte.
- Límite de tiempo: se ha asignado 4 meses para el desarrollo del proyecto.
- Recursos limitados: el gremio empresarial es una asociación sin fines de lucro lo cual limita principalmente el capital.
- Complejidad del servicio de transporte: existe un sin número de factores que influyen en el transporte de carga de pesada, por lo que se tiene que seleccionar aquellas que sean útiles para el modelo.

- Características de la organización de los transportistas: existen varias modalidades de transporte, en este caso es muy diferente el transporte público del transporte pesado.
- Disponibilidad de los equipos: las empresas transportistas deben tener equipos para poder usar la interfaz del modelo.
- Experiencia con aplicaciones digitales: no todos los transportistas usan aplicaciones digitales.
- Complejidad del software: mínima, de tal forma que cualquier usuario pueda utilizarlo.
- Alcance de servicio: el proceso del servicio de transporte no es estándar.
- Regulaciones de entidades: MTOP, ANT, entre otras.
- Desconfianza en las nuevas tecnologías: existen personas que no confían en las nuevas aplicaciones.

1.2.6 Objetivos de diseño

De acuerdo con las necesidades de los clientes se definieron los objetivos de diseño que se listan a continuación:

- Diseñar un modelo tarifario estándar para el transporte de carga pesada.
- Determinar las variables críticas del modelo tarifario.
- Diseñar una interfaz amigable para el usuario.

1.3 Justificación del problema

Como se mencionó en la descripción del problema, existe discrepancia acerca de los costos que se deben considerar para el cálculo de una tarifa justa, afectando la rentabilidad del transporte pesado en ciertos casos, por lo que se propone otorgar una herramienta a los principales beneficiarios, tales como las empresas de transporte pesado.

Es necesario buscar una solución a este problema, dado que el transporte conecta el comercio entre ciudades, lo que ayuda al crecimiento de un país, teniendo en cuenta que el transporte es la cuarta categoría que tiene más establecimiento de acuerdo con el INEC. Además, Ecuador es un país que transporta gran cantidad de productos entre diferentes puntos, haciendo más competitivo el mercado de transporte. Dado esto, las

empresas de transporte han optado por aumentar su eficiencia en la utilización de los recursos para trasladar mercadería y para esto deben tener herramientas que permitan la toma de decisiones.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Diseñar una propuesta de un modelo tarifario para el transporte de carga pesada con una interfaz amigable, analizando las variables críticas involucradas con la finalidad de proveer información confiable para la toma de decisiones de los transportistas.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Recolectar datos mediante investigación primaria y secundaria para el cálculo de la tarifa.
- Determinar el impacto que tienen las variables en los costos del transporte pesado en Ecuador para proponer un modelo tarifario confiable.
- Analizar diferentes modelos tarifarios del transporte de carga pesada para seleccionar el más adecuado de acuerdo con las necesidades de los clientes.

1.5 Marco teórico

A continuación, se definen varios términos que son muy importantes para el desarrollo del proyecto y que se utilizan en la investigación.

1.5.1 Transporte de carga pesada

Se trata del traslado de mercaderías por carretera con un peso mayor o igual a 3.5 toneladas de peso bruto, que incluye su carrocería o estructura portante, sean fabricados nacionalmente, importados o ensamblados.

Los pesos y dimensiones máximas de los vehículos permitidos para el transporte dentro del territorio nacional se detallan en Tabla 1.1 y Tabla 1.2.

Tabla 1.1 Pesos y dimensiones máximas permitidas de los transportes de carga pesada [MTOPI]

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO BRUTO VEHICULAR MÁXIMO PERMITIDO COMBINADO (toneladas)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
				Largo	Ancho	Alto
2S1			29	20,50	2,60	4,30
2S2			38	20,50	2,60	4,30
2S3			42	20,50	2,60	4,30
3S1			38	20,50	2,60	4,30
3S2			47	20,50	2,60	4,30
*3S3			48	20,50	2,60	4,30
2R2			32	20,50	2,60	4,30
**2R3			39	20,50	2,60	4,30
*3R3			48	20,50	2,60	4,30
**3R2			41	20,50	2,60	4,30
2B1			25	20,50	2,60	4,30
2B2			32	20,50	2,60	4,30
2B3			39	20,50	2,60	4,30
3B1			34	20,50	2,60	4,30
3B2			41	20,50	2,60	4,30
3B3			48	20,50	2,60	4,30

Tabla 1.2 Pesos y dimensiones máximas permitidas de los transportes de carga pesada [MTOF]

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO BRUTO VEHICULAR MÁXIMO PERMITIDO (toneladas)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
				Largo	Ancho	Alto
2D			7	5,50	2,60	3,00
2DA			10	7,50	2,60	3,50
2DB			18	12,20	2,60	4,10
3-A			27	12,20	2,60	4,10
4-C			31	12,20	2,60	4,10
4-0 OCTOPUS			34	12,20	2,60	4,10
V2DB			18	12,20	2,60	4,10
V3A			27	12,20	2,60	4,10
T2			18	8,50	2,60	4,10
T3			27	8,50	2,60	4,10
R2			14	10,00	2,60	4,10
R3			21	10,00	2,60	4,10
S1			11	13,20	2,60	4,10
S2			20	13,20	2,60	4,10
S3			24	13,20	2,60	4,10
B1			7	10,00	2,60	4,10
B2			14	10,00	2,60	4,10
B3			21	10,00	2,60	4,10

1.5.2 Factores que afectan el transporte de carga pesada

El transporte de carga pesada es una actividad muy compleja que involucra factores propios de la naturaleza humana, del medio ambiente y costos que son regulados por el gobierno. Todos estos factores y costos afectan de diferente manera al rendimiento de los vehículos, sus componentes y al consumo del combustible, por lo que es muy importante conocer a profundidad el efecto de cada uno de estos factores.

A continuación, se detalla la influencia que tiene cada uno de los factores y costos tanto en los componentes del vehículo como en el consumo del combustible. Esta información fue recopilada en base a estudios experimentales que se realizaron anteriormente, cuyos descubrimientos se presentan a continuación:

Experiencia del conductor

La experiencia del conductor es un factor que pasa desapercibido por muchos de los transportistas que desconocen la manera en la que afecta este factor especialmente en el consumo de combustible. Un conductor con muy poca experiencia puede llegar a aumentar en un 40% más el consumo de combustible lo que por ende aumentan los costos y la tarifa final que se cobra a los clientes. (Zhou, Jiun, & Wang, 2016)

Velocidad de conducción

La velocidad de conducción es otro de los factores que afecta al consumo de combustible, y está relacionado a la habilidad del conductor. Un conductor con amplia experiencia puede ajustar la velocidad y aceleración para evitar paradas en las señales de tráfico, así como puede ajustar la aceleración y desaceleración en otras áreas. Los conductores inexpertos pueden llegar a consumir un 30-40% más de combustible, aumentando así, sus costos operacionales. (Zhou, Jiun, & Wang, 2016)

Factores relacionados con el clima

El clima es otro de los factores que muy frecuentemente no se considera en el cálculo de los costos logísticos, sin embargo, tiene incidencia en estos. Factores como la humedad, el viento, temperatura ambiental pueden llegar a incrementar el consumo de combustible a través de los accesorios del vehículo, como por ejemplo el aire acondicionado con el que se puede ahorrar un 1% de combustible si el aire acondicionado es usado correctamente y si se utilizan bombas más eficientes. (Zhou, Jiun, & Wang, 2016)

Puntualmente las lluvias tienen un efecto indirecto en los costos, puesto que la velocidad del vehículo disminuye de entre 4 % a 7% lo cual aumenta el tiempo de viaje entre un 14% a 20 %, esto representa costos adicionales que no son fáciles de estimar. (Cheng, Tsapakis, & Bolbol, 2013)

1.5.3 Modelo tarifario

Un modelo tarifario es una herramienta que ayuda a calcular correctamente el costo total de la operación, a través de un análisis de las variables que intervienen.

A continuación, se define los modelos tarifarios existentes:

Función lineal: este modelo se utiliza cuando se calcula el costo de transporte de acuerdo a las variables involucradas en los costos operacionales en un solo tipo de carretera. Este modelo no considera variables como el costo de los peajes, la geografía de la ruta, el estado de la ruta, la experiencia del conductor y el clima. (Moscoso, 2007) Usualmente este modelo ayuda a calcular tarifas en empresas que no poseen rutas definidas para la entrega y existe una gran cantidad de transportistas que son contratados, sin embargo, este modelo no es muy confiable para la cuantificación de los costos operacionales logísticos.

Las variables que se toman en cuenta para calcular la tarifa con este modelo se relacionan con la distancia, y se expresa como (Moscoso, 2007):

$$\frac{\$(unidad\ monetaria)}{km\ (distancia)*t.(peso)} \quad (1.1)$$

Función escalón: Este modelo es útil cuando existen distintas distancias que se debe recorrer por el mismo camión, con esta función si el destino o la distancia se encuentra en una zona determinada tendrá el mismo costo y tarifa (Moscoso, 2007).

Para el desarrollo de este modelo se define intervalos de una zona donde se calcula el promedio de la distancia menor con la mayor, con el propósito de establecer una tarifa estándar para una zona. La utilidad de este modelo se refleja cuando existen recorridos para la entrega de productos a sectores o ciudades determinadas (Moscoso, 2007).

Las tarifas que calcula este tipo de modelo se las consideran uniformes para las zonas determinadas y se expresa igual que en el modelo anterior, pero distribuido en intervalos (Moscoso, 2007).

En base a rutas: el comportamiento de este modelo es parecido al lineal, sin embargo, se consideran variables adicionales como las características de la red vial, como: los peajes, el estado de la ruta y la topografía o geografía de la ruta. Donde el estado de la ruta influye en el rendimiento de los neumáticos o de las piezas que son cambiadas cada

cierto tiempo, la tipografía de ruta incide en el consumo de los combustibles, estas dos variables aumentan el costo operacional.

En conclusión, este modelo se considera más completo y preciso para el cálculo de los costos de transporte, pero es complejo, ya que se necesita información determinada de las rutas donde transitarán los vehículos, es decir la cantidad de información a recopilar es mayor.

1.5.4 Costos fijos

Son costos establecidos en los que se incurre cada periodo invariablemente. Estos costos son independientes de la demanda, la oferta y el nivel de producción, sus valores no son sensibles a los cambios en los niveles de la actividad. (Torres)

1.5.5 Costos variables

Estos costos cambian entre periodos. Se incurre en estos costos con valores cambiantes entre periodos que dependen del volumen de producción o actividad de la empresa. El cambio de estos valores es de forma lineal, es decir, mientras más aumenta el nivel de producción o actividad de la empresa, estos costos son mayores, y si el nivel de producción o actividad decrece, los costos lo hacen de igual manera. (Torres)

1.5.6 Herramientas de control de calidad

- **Voice of the costumers (VoC):** La voz del cliente es una expresión utilizada para referirse a la retroalimentación de los clientes acerca de sus necesidades y expectativas acerca de productos o servicios que se utilizan para crear nuevos o mejorar los existentes. Es una estrategia excepcional para las organizaciones ya que ayuda a la toma de decisiones según las necesidades de los clientes. (Griffin & Hauser, 1993)
- **Quality function deployment (QFD):** Es un proceso de gestión de calidad total en la que la voz del cliente es vinculada con los objetivos de diseño de un producto. La filosofía de esta herramienta es que para que el desarrollo de un producto sea exitoso, se debe identificar muy bien los requerimientos de los clientes. (Mehrerdi, 2010)
- **Diseño de experimentos (DOE):** El diseño de experimentos es una herramienta muy utilizada para adquirir más conocimientos acerca de procesos ya existentes, o explorar nuevos, con el objetivo de optimizarlos y alcanzar un rendimiento de

clase mundial mediante la realización de una serie de ensayos que producen resultados cuantificables. Los diseños de experimentos a menudo son dirigidos a explorar datos del proceso, estimar los efectos de las variables del proceso en la característica del rendimiento de salida, o a confirmar resultados esperados obtenidos del experimento. (Jiju, 2014)

- **5W+1H:** Conocido también como el método de cuestionamiento, o el método de los 5 ¿por qué? Es una metodología simple, confiable y versátil que consiste en responder las preguntas ¿Quién?, ¿Qué?, ¿Dónde?, ¿Cuándo?, ¿Por qué?, a fin de indagar acerca de un proceso o problema analizando todos sus aspectos para mejorarlo. (Mahalik, s.f.)

1.5.7 Software para desarrollo de interfaces

Velneo

Es un software completo con el que se puede diseñar, desarrollar, implementar y mantener aplicaciones de uso empresarial, usando una base de datos integrada y herramientas de programación visual, necesita preparación y experiencia por parte del programador. (Velneo, s.f.)

Visual Basic

Es un software que se utiliza para el desarrollo de aplicaciones de base de datos usando Data Access Object, Remote Data Objects o ActiveX Data Objects. Requiere un nivel de preparación media por parte del programador. (Microsoft, s.f.)

Microsoft Excel

Es un software muy utilizado para el análisis de datos, pero también se lo utiliza para el desarrollo de aplicaciones utilizando herramientas de Visual Basic. El programador no requiere mayor nivel de preparación para programar. (Microsoft , s.f.)

CAPÍTULO 2

2 METODOLOGÍA

A continuación, se describe el desarrollo de cada etapa del presente proyecto.

2.1 Definición

En esta etapa se definió la problemática que se desea resolver, así como las necesidades que se desea satisfacer, mediante el uso de distintas herramientas como el VOC (véase el APÉNDICE A) y Casa de la Calidad (QFD) (véase el APÉNDICE B). Las reuniones con los representantes de las asociaciones que desean resolver la problemática de los transportistas de carga pesada se llevaron a cabo en Microsoft teams, luego se utilizó el VOC para detectar las necesidades, posteriormente se realizó un análisis con el QFD en el cual se tradujo las necesidades en especificaciones técnicas, y finalmente con los resultados obtenidos se define la triple línea base, las restricciones y las especificaciones de diseño.

Con todo el análisis, la variable respuesta o la Y de este proyecto es la tarifa que se cobra por el transporte de mercaderías (Moscoso, 2007):

$$\text{Tarifa} = (\text{Costos fijos} + \text{Costos variables}) * \% \text{ Utilidad} \quad (2.1)$$

Finalmente para llevar a cabo el proyecto se realizó una planificación que se detalla en el APÉNDICE C.

2.2 Medición

Después de la recopilación de información de diferentes fuentes acerca de las variables y el método que se utiliza en el modelo tarifario, se procedió a determinar los datos necesarios para el desarrollo, así como los factores que afectan la tarifa mediante un plan de recolección de datos (véase el APÉNDICE D).

El método para recopilar estos datos será por medio de entrevistas con los afiliados del gremio empresarial. Las entrevistas serán efectuadas por medio de Microsoft teams y Zoom.

2.3 Análisis

En esta etapa se determina el modelo de costos que se utilizará para el modelo tarifario a desarrollar, así como el programa donde se diseñará la interfaz.

2.3.1 Selección del modelo

Existen diversas opciones de modelo de costos de acuerdo a su complejidad, la cual está dada por la cantidad de variables que consideran, lo que ayuda a que los resultados sean más precisos. La aplicación de cada modelo depende de la disponibilidad de la información, el tipo de actividad y la precisión que deseen los usuarios. Los modelos de costos existentes son:

- Modelo de función lineal
- Modelo de función escalón
- Modelo en bases a rutas

Una vez definidas las opciones de diseño se procede a compararlas acorde a las características que cada una posee. El modelo tarifario debe satisfacer las necesidades de los clientes, es por ello que según las características requeridas se asigna una calificación positiva (+) a las opciones de diseño que consideren esta característica, y una calificación negativa (-) a las opciones de diseño que no consideren la característica. Se escoge la opción de diseño que tenga mayor cantidad de calificaciones positivas, considerando que es el modelo que más se ajusta y que cumplirá con todos los requerimientos de los clientes. Finalmente, para asegurar que la elección del modelo fue la correcta, se realizará la prueba estadística de comparación de medias y así se confirma si existe una diferencia significativa dependiendo del modelo que se utilice.

Tabla 2.1 Comparación de modelos tarifarios [Elaboración propia]

Característica	Modelo		
	Función lineal	Función escalón	En base a rutas
Mayor precisión	-	-	+
Baja complejidad	+	+	-
Considera costos fijos y variables	-	-	+
Considera peajes	-	-	+
Considera estado de la vía	-	-	+
Considera geografía de la ruta	-	-	+
Considera distancia recorrida	+	+	+
Considera capacidad de carga	+	+	+
Considera margen de utilidad	-	-	+
Genera tarifas flexibles	-	-	+
Total positivos	3	3	9

Para la ejecución del análisis estadístico de medias se utilizaron datos (véase el APÉNDICE E) previamente proporcionados por empresas cuya actividad principal es el transporte de carga pesada, para asegurar la confiabilidad y precisión en los resultados. El análisis fue realizado mediante el uso de la herramienta estadística Minitab, cuyo principal resultado es el siguiente:

H nula = las medias de las tarifas son iguales

H alterna = las medias de las tarifas no son iguales

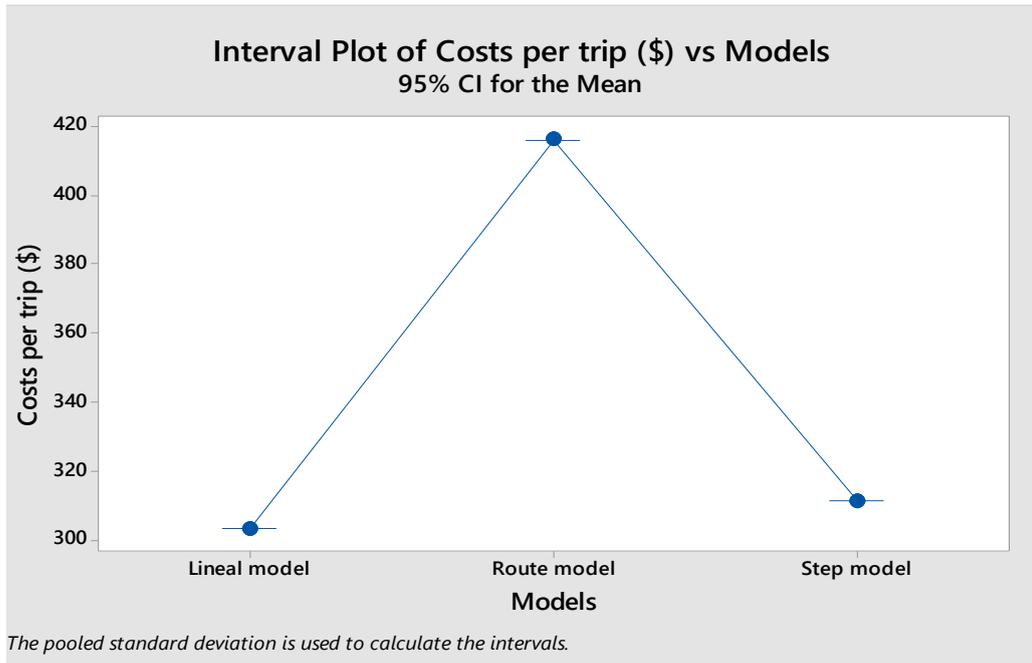


Figura 2.1 Gráfico de comparación de medias [Elaboración propia]

El análisis estadístico de comparación de medias muestra un **valor p** menor a 0,05, lo que implica el rechazo de la hipótesis nula de que la media de todas las tarifas es igual. Este resultado sirve como guía en la elección del modelo; muestra que la media de los modelos es diferente, por lo que la tarifa final dependerá del que elijamos. Esta diferencia depende de la cantidad de variables que el modelo considera y de su precisión.

Que el modelo calcule una tarifa menor no significa que el modelo sea mejor, al contrario, no considera factores críticos, lo que hace que sea un modelo no muy preciso ni confiable; es así como se elige el modelo tarifario basado en rutas por la mayor precisión que tiene y las variables críticas que considera.

Modelo tarifario seleccionado

Este modelo consiste principalmente en determinar los costos y la tarifa de transporte de diversas rutas de acuerdo al tipo de vehículo que el usuario va a utilizar, además el modelo tarifario permite al usuario negociar el precio teniendo en cuenta las condiciones impuestas por el cliente.

Para el funcionamiento del modelo se utilizan los datos recopilados en la etapa de medición.

VARIABLES DEL MODELO

Los elementos que componen el modelo forman la estructura y se clasifican en cuatro tipos:

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

Estos son determinados de acuerdo con la actividad que desarrollo la empresa y el entorno donde se aplicará.

PARÁMETROS DEL MODELO

Se denominan a aquellas variables que serán introducidas para calcular la tarifa que se debe cobrar.

- **Inversión:** es el costo inicial del vehículo, en el caso del tracto camión y semirremolque considera el global y no por partes.
- **Vida útil del vehículo (tiempo):** son los años en los que el vehículo se considera apto para operar, después de transcurrir este periodo, se necesita renovar el vehículo. La vida útil depende de las regulaciones del sector, la liquidez de la empresa y las características de la empresa.

De acuerdo con los conocimientos contables un vehículo a los 5 años ya se deprecia, pero esto no es un valor real, ya que algunos vehículos pueden operar durante un largo tiempo, si se hace el mantenimiento adecuado, el conductor está capacitado de tal forma que no desgaste el vehículo, la utilización, etc.

De acuerdo con las investigaciones hechas, el tiempo recomendado de vida útil es hasta 10 años, sin embargo, esto se puede modificar de acuerdo con las necesidades de los transportistas.

- **ROA:** la rentabilidad sobre los activos también se considera en el modelo. Este valor se obtiene de la división de las ganancias (utilidad) anuales entre la inversión anual. Las unidades del ROA son en porcentaje y es empleado para determinar la ganancia que se obtendrá.

Se debe tener en cuenta que el ROA se determina de acuerdo con las condiciones del entorno económico de los países donde se aplique, la liquidez de la compañía y las regulaciones.

- **Utilidad:** se denomina a las ganancias anuales de los inversionistas. Las cuales son determinadas en base a un ROA determinado.

PARÁMETROS DE RUTA

Son conocidos como las condiciones que caracterizan a las rutas de transporte, tales como:

Origen: El punto de partida de la ruta de transporte.

Destino: El punto final de la ruta de transporte.

Distancia: Son los kilómetros que existen entre el origen y destino.

Recorrido: Dado que la mayoría del sector transporte regresa sin carga, se considera este parámetro que se calcula como la distancia multiplicada por dos.

Peajes: Es una cantidad de dinero que se paga a las empresas concesionarias que se encargan de la seguridad y el mantenimiento de un tramo de carretera determinado. Se debe tener en cuenta que el peaje depende de la capacidad del vehículo.

El estado de la carretera: La red vial puede presentar varios estados, para efectos prácticos se establece tres estados, donde el estado uno se considera el menor y el que se encuentra en óptimas condiciones. Este parámetro incide en el rendimiento de los neumáticos haciendo que disminuya conforme las condiciones se vuelven malas. De acuerdo a la información de fuentes primarias y secundarias el rendimiento de un neumático es aproximadamente de 50,000 km, este valor se verá afectado por el estado de la ruta, dado que si la carretera tiene muchos baches los neumáticos se desgatarán rápidamente, en comparación a las carreteras que no tienen baches.

Más adelante en la estructura del modelo se podrá evidenciar el efecto.

Geografía de la ruta: Para este parámetro, el usuario seleccionará el tipo de ruta que recorrerá para entregar la mercancía. Para el estudio se definen 3 tipos de geografía, que son: geografía plana, mixta y montañosa.

Esta variable afecta principalmente al consumo del combustible, de tal forma que si el vehículo circula por una carretera que no es plana se aumenta el consumo; si es mixta aumenta en un 50 %, y si es montañosa aumenta en un 100%. (Moscoso, 2007)

Cantidad de viajes en un cierto periodo: Se consideró que este valor sea por un solo tipo de vehículo y que se transite por la misma ruta. Este parámetro es muy importante, ya que ayuda a determinar los costos fijos por tonelada. (Bonilla, 2019)

COSTOS FIJOS

En esta categoría se tiene:

Impuestos al invertir

El impuesto principal es el 12 % del valor del vehículo, este valor es anualizado y se divide para el tiempo de vida del vehículo. Este es un gasto que no se deprecia y no se lo considera en la inversión.

Personal y alimentación

En esta categoría existen varios componentes como: el sueldo, el IESS patronal, los décimos, horas extras, las vacaciones, etc.

Para el cálculo se propone una tabla de rol de pagos que determina el costo del personal mensualmente. La tabla está elaborada de acuerdo con la legislación ecuatoriana con divisiones para el conductor y los estibadores.

Se debe considerar que en Ecuador los transportistas usan varias formas de contratar el personal, en algunos casos los empleados no están afiliados al seguro social y la forma de pago suele ser variada con respecto al periodo, es decir se le puede pagar semanal, quincenal, mensual, etc. O también se les paga a los conductores y a los ayudantes por viaje.

Para este estudio, se considera que los pagos se realizan de forma mensual, y considerando los valores de: el sueldo base mensual, la alimentación, las horas extras, el IESS patronal, el IESS personal, el IECE-SECAP, las vacaciones, el décimo tercer y décimo cuarto sueldo.

Fondo de reserva

Contablemente, un camión se deprecia a los 5 años; sin embargo, luego de este periodo existe un valor de rescate que se obtiene por el vehículo. Para efectos de estudio, se considerará que luego de n periodos (años) el vehículo se depreciará totalmente, es decir, que luego de este periodo no se obtiene ningún valor de salvamento. Se ha considerado a la depreciación como un fondo de reserva mensual que deberá obtener el dueño del vehículo, para lo cual deberá ingresar el costo inicial del vehículo y su tiempo de vida.

El método para el cálculo de la depreciación considerando un tiempo de vida útil de n periodos (años) se presenta en la ecuación (2.2) (Moscoso, 2007):

$$D = (B - VS)d \quad (2.2)$$

D= cantidad anual de depreciación

B = inversión inicial

VS = valor de rescate o salvamento

n = vida depreciable o periodo de recuperación

d = tasa a la que se deprecia el bien = $100/n$

Cabe resaltar nuevamente que, se ha considerado que el valor de rescate o salvamento del activo al final de los n periodos (años) es cero; además, el valor anual de depreciación se lo considera en periodos mensuales como un fondo de reserva que obtendrá el dueño del vehículo con el objetivo de que se pueda adquirir uno nuevo al finalizar su periodo de vida útil.

Seguro

Este valor se paga cada año y se obtiene de multiplicar un porcentaje o prima por el costo del vehículo, donde el porcentaje o la prima son establecidos por la compañía de seguros.

Para este estudio se utilizó el valor de prima de 3.14%. Sin embargo, se debe tener en consideración que los valores cambian con el tiempo y de acuerdo con el índice de siniestralidad que posee la persona o empresa que contrata el seguro, el poder de negociación y el tipo de negocio.

Permisos

Para la actividad de una empresa de transporte se necesita permisos que se pagan cada año los cuales dependen de la actividad desempeñada y el tipo de transporte. Los permisos más comunes para esta actividad son: matriculación, permiso del cuerpo de bomberos, permiso del MTOP, permisos municipales que aprueban la circulación en zonas restringidas y permiso de la dirección nacional de hidrocarburos.

Gastos administrativos

Se consideran a los valores pagados por servicios adicionales que la compañía requiere para llevar mejor control de las operaciones, como: dispositivos de comunicación, asistentes contables, asistentes administrativos, alquileres, monitoreo satelital y GPS.

COSTOS VARIABLES

Como se mencionó antes estos valores varían acorde a la distancia o recorrido de la ruta los cuales se detallan a continuación:

Neumáticos

Para calcular el costo por concepto de neumáticos, se necesita información como: tipo de neumáticos, el costo unitario, cantidad y el rendimiento promedio.

El costo por km se obtiene con la siguiente ecuación (Moscoso, 2007):

$$\text{Costo por km}_n = \frac{\text{Costo unitario} * n_{\text{neumáticos}}}{\text{Rendimiento de los neumáticos}} \quad (2.3)$$

Mantenimiento

El mantenimiento está dividido en preventivo y correctivo. Para el cálculo del costo se debe conocer todos los artículos y/o repuestos que se necesitan para que el vehículo pueda operar, así como la cantidad de repuestos o artículos a cambiar, su costo unitario y rendimiento. (Bonilla, 2019)

El costo por km para el mantenimiento se obtiene con la siguiente ecuación (Moscoso, 2007):

$$\text{Cost por km}_m = \sum \text{CMP} + \sum \text{CMC} \quad (2.5)$$

Donde:

CMP = Costo de mantenimiento preventivo

CMC = Costo de mantenimiento correctivo

Mantenimiento preventivo

Acorde a la resolución 122 DIR 2014 de la ANT, en el mantenimiento preventivo se debe considerar los siguientes rubros:

- Aceite de caja
- Aceite de diferencial
- Aceite de motor
- Aceite hidráulico
- Baterías
- Bandas
- Ballestas-hojas
- Amortiguadores
- Calibración de válvulas de motor
- Calibración y mantenimiento de caja

- Calibración y mantenimiento de diferencial
- Cambio de tambores
- Cambio aceite de dirección
- Cambio embrague – juego
- Engrasado general
- Filtro de aceite motor
- Filtro de combustible
- Filtro de aire
- Mantenimiento del turbo
- Mantenimientos neumáticos
- Pines y bocines de la dirección
- Refrigerante del motor
- Sistema eléctrico
- Zapatas

El costo de mantenimiento preventivo por kilómetro se calcula de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\text{Costo por } km_m = \frac{\text{Costo unitario} * n_{piezas}}{\text{Rendimiento de las piezas}} \quad (2.5)$$

En cuanto al mantenimiento correctivo no existe una lista referencial. Este tipo de mantenimiento está enfocado en los daños o averías que no están planificados, sin embargo el cálculo se realiza de la misma forma que el mantenimiento preventivo. (Bonilla, 2019)

Combustible

Este costo es estimado de forma similar al de los neumáticos y el mantenimiento. La información que se necesita conocer para su cálculo es el tipo de combustible que utiliza el transporte, el costo por galón y el rendimiento por galón. En el transporte pesado se utiliza el diésel como combustible, el cual será considerado en el modelo para realizar los cálculos necesarios.

El precio del combustible es afectado principalmente por las regulaciones del gobierno, el cual fija su precio de acuerdo al mercado internacional. Actualmente, el precio del combustible está regulado mediante una metodología de bandas que establece que el

precio del combustible puede subir o bajar máximo un 5% mensual con respecto al precio del mes anterior. Según Petroecuador, el precio del combustible se calcula hasta máximo el día 10 de cada mes, considerando los costos de la abastecedora, el precio internacional del petróleo y el precio de venta del mes anterior. Con esta regulación se busca eliminar paulatinamente los subsidios a los combustibles en el país, que en la actualidad son los terceros más altos en la región. (EP Petroecuador, 2020)

El precio del combustible se ve afectado también por el estado y la geografía de la ruta, en donde para una ruta montañosa, se duplica el consumo del combustible; además el mantenimiento de los componentes del vehículo también afecta al rendimiento del combustible, por lo que es imprescindible realizarlo según las especificaciones dadas por los proveedores de las partes.

El costo del combustible por kilómetro recorrido (km) se obtiene mediante la siguiente ecuación (Moscoso, 2007):

$$Cost\ per\ km_c = \frac{Precio\ del\ diésel}{Rendimiento\ por\ galón} \quad (2.6)$$

RESULTADOS

Una vez realizado los cálculos de los costos fijos y variables entonces se obtienen lo siguiente:

Costos fijos por tonelada

La gran mayoría de transportistas calculan el costo de transporte por tonelada, en este caso se presenta la manera en que se obtiene los costos fijos por tonelada. (Moscoso, 2007)

$$Cf_{tonelada} = \frac{\sum Cf}{Nv * C} \quad (2.7)$$

Donde:

Cf = son los costos fijos mensuales, anuales o diarios.

Nv = cantidad de viajes que realiza el vehículo en una misma ruta [Viajes/ (mes, año, día)].

C = capacidad de carga del vehículo.

Es importante que los costos fijos y el número de viajes se encuentren en el mismo periodo de tiempo.

Costos variables por tonelada

Análogo a los costos fijos por tonelada, la siguiente ecuación representa la forma en que se calculan los costos variables por tonelada. (Moscoso, 2007)

$$Cv_{tonelada} = \frac{\sum Cv * 2 * d}{C} \quad (2.8)$$

Cv = son todos los costos variables expresados en kilómetros (\$/km).

d = es la distancia que existe entre el punto de origen y destino.

C = capacidad de carga del vehículo.

Peajes

El costo de los peajes se los considera como una cantidad adicional que se incurre en cada viaje porque no dependen de la distancia que se recorre ni es un valor fijo que se paga mensualmente. Para expresarlo en dólares (\$) por tonelada (t) y se utiliza la siguiente fórmula para su cálculo (Moscoso, 2007):

$$P_{tonelada} = \frac{P}{C} \quad (2.9)$$

P = dólares pagados en peajes por viaje (\$/viaje).

C = capacidad de carga del vehículo.

Otros factores importantes

Los costos fijos y variables calculados anteriormente se presentan en una situación "ideal", es decir cuando no existen factores que alteren el consumo del combustible o incrementen el tiempo de recorrido para la distribución de los productos. A continuación, se presentan cuáles son estos factores que alteran los costos y cuál es su efecto.

Estado de la carretera

Este factor afecta principalmente al rendimiento de los neumáticos, mientras mayor sea el porcentaje de baches presentes en la carretera, mayor será el porcentaje

de reducción de la vida útil de los neumáticos. En este caso se tiene 3 estados diferentes que se definen como:

- **Estado 1:** se trata de una carretera sin baches, la vida útil de los neumáticos se mantiene al 100 % y no afecta a su rendimiento (Moscoso, 2007).
- **Estado 2:** se trata de una carretera que presenta menos del 50% de su longitud llena de baches, la vida útil de los neumáticos se reduce en un 25% con respecto a su rendimiento inicial y el costo por kilómetro se ve afectado de la siguiente manera (Moscoso, 2007):

$$Cost\ per\ km_c = \frac{Costo\ unitario\ de\ neumáticos * cantidad\ de\ neumáticos}{rendimiento\ de\ neumáticos * 0,75} \quad (2.9)$$

- **Estado 3:** se trata de una carretera que presenta más del 50% de su longitud llena de baches, la vida útil de los neumáticos se reduce en un 50% con respecto a su rendimiento inicial y el costo por kilómetro se ve afectado de la siguiente manera (Moscoso, 2007):

$$Cost\ per\ km_c = \frac{Costo\ unitario\ de\ neumáticos * cantidad\ de\ neumáticos}{rendimiento\ de\ neumáticos * 0,50} \quad (2.10)$$

Geografía de ruta

Este factor afecta principalmente al consumo del combustible. Para este factor se definió 3 tipos de geografía de ruta que son plana, mixta y montañosa, las cuales condicionan al consumo del combustible de la siguiente manera:

- **Ruta plana:** En este tipo de ruta, según las condiciones en la que se encuentra, el consumo del combustible es el más bajo. La geografía plana no aumenta el consumo del combustible y se mantiene el costo por kilómetro. (Moscoso, 2007)
- **Ruta mixta:** La geografía mixta; que es la combinación de plana y montañosa afecta aumentando en un 50 % más en el consumo de combustible, y se calcula multiplicando la ecuación 2.6 por un factor de 1,5 dando como resultado lo siguiente:

$$Costo\ per\ km_c = \frac{Precio\ del\ diésel}{Rendimiento\ por\ galón} * 1.5 \quad (2.11)$$

- **Ruta montañosa:** La geografía montañosa afecta aumentando en un 100 % más del consumo de combustible, y se calcula multiplicando la ecuación 2.6 por un factor de 2 dando como resultado lo siguiente:

$$\text{Costo per } km_c = \frac{\text{Precio del diésel}}{\text{Rendimiento por galón}} * 2 \quad (2.12)$$

Experiencia del conductor

Este factor se refiere a la habilidad que tiene el conductor para controlar el vehículo, así como cuan capacitado está para el sector de transporte de carga pesada. Un conductor con experiencia puede manipular el vehículo de tal manera que la aceleración y desaceleración sean utilizadas eficientemente, para que pueda evitar en lo máximo posible, las paradas innecesarias en semáforos. Si el conductor tiene experiencia entonces el consumo de combustible se mantiene, pero de no darse el caso el consumo aumenta en un 30% a 40%. (Zhou, Jiun, & Wang, 2016)

En el caso de que el conductor no tenga experiencia, el costo por kilómetro se calcula multiplicando la ecuación 2.6 por el factor de 1,3.

$$\text{Costo per } km_c = \frac{\text{Precio del diésel}}{\text{Rendimiento por galón}} * 1,3 \quad (2.13)$$

2.3.2 Selección del software para el diseño de la interfaz

Existen múltiples softwares informáticos que se pueden utilizar para desarrollar una interfaz, en base a los conocimientos de los estudiantes y los requerimientos de los clientes se delimitó a 4 opciones. A continuación, en la Tabla 2.2, se presentan las opciones para el diseño y sus características principales.

Tabla 2.2 Comparación de aplicaciones para el desarrollo de la plataforma

[Elaboración propia]

Características	Microsoft Excel	Visual basic	Velneo	App móviles
Tipo de software	Libre	Libre	Pagado/ Licencia libre 30 días	Libre/Pagado
Compatibilidad	Windows	Windows	Windows, Linux, Mac, iOS y Android	Windows, Linux, Mac, iOS y Android
Habilidad de programador	Baja	Alto	Alto	Medio
Base de datos (almacenamiento)	Ilimitado	Ilimitado	Ilimitado	Ilimitado
Requerimientos del equipo	Sistema operativo de 32 o 64 bits 2-4 GB RAM	Sistema operativo de 32 o 64 bits 4 GB RAM	Sistema operativo de 32 o 64 bits 4 GB RAM	Cualquier SO 2-4 GB RAM
Seguridad	Baja	Alta	Alta	Media
Complejidad del mantenimiento	Bajo	Alto	Alto	Medio
Accesibilidad desde cualquier equipo	Si	No	No	Si

Para la selección final del software para el diseño de la interfaz se realizaron reuniones con los clientes por medio de la plataforma de Microsoft Teams, en donde los clientes calificaron cada una de las opciones para el diseño dependiendo de las características que poseen. El modelo tarifario debe satisfacer las necesidades de los clientes, es por ello que según las características requeridas se asigna una calificación positiva (+) a las opciones de diseño que consideren esta característica, y una calificación negativa (-) a las opciones de diseño que no consideren la característica.

Se escoge la opción de diseño que tenga mayor cantidad de calificaciones positivas, considerando que es el software que más se ajusta y que cumplirá con todos los requerimientos y restricciones de los clientes. Finalmente, como existe una restricción económica, se hace un análisis comparando el valor actual neto, según el costo inicial y el costo de mantenimiento en cada una de las plataformas; los cálculos se realizaron con el supuesto de perpetuidad y el interés utilizado se obtuvo de los datos del Banco Central

del Ecuador. Se debe elegir el software que represente un valor actual neto menor debido a que su inversión a largo plazo será menor con respecto a otros softwares.

Tabla 2.3 Ponderación del las aplicaciones para el desarrollo de la plataforma

[Elaboración propia]

Características	Microsoft Excel	Visual basic	Velneo	App móviles
Tipo de software	+	+	+ -	+ -
Compatibilidad	-	-	+	-
Habilidad de programador	+	-	-	+ -
Base de datos (almacenamiento)	+	+	+	+
Requerimientos del equipo	+ -	-	-	+
Seguridad	-	+	+	+ -
Complejidad del mantenimiento	+	-	-	+ -
Accesibilidad desde cualquier equipo	+	-	-	+
Total positivo	5	3	3	3

Tabla 2.4 Cálculo del VAN del desarrollo de la plataforma

[Elaboración propia]

	Microsoft Excel	Visual Basic/Velneo
Costo inicial	\$ 200	\$ 500
Costo de mantenimiento	\$ 90	\$ 120
VAN	\$ 11.878,48	\$ 16.071,30

Entonces, considerando las calificaciones y requerimientos dados por los clientes, y el valor actual neto (VAN) de los softwares comparados, la opción seleccionada para el desarrollo de la interfaz es Microsoft Excel.

2.4 Diseño

En esta etapa se muestra el desarrollo del modelo y la interfaz, y se demuestra como satisface cada uno de los requerimientos de los clientes; además, se elabora un plan para la implementación del proyecto el cual se detalla en el APÉNDICE F.

A continuación, se describe el desarrollo de cada uno de los objetivos de diseño del proyecto.

1.- Determinar las variables críticas del modelo tarifario.

Mediante un diseño de experimentos (DOE) utilizando la herramienta Minitab con 7 factores, dos niveles y una réplica. Donde las variables consideradas son:

- El precio de diésel
- La cantidad de estibadores
- El estado de la carretera
- La geografía de la ruta
- La experiencia del conductor
- El costo de los neumáticos
- El costo por kilómetro del mantenimiento

Posteriormente, con ayuda de la función predecir, existente en Minitab, se pudo obtener datos que ayudaron a graficar el comportamiento de los factores y establecer el rango permitido dentro del cual pueden variar los valores de cada factor para que el incremento en la tarifa final no sea significativo.

2.- Diseñar un modelo tarifario estándar para el transporte de carga pesada.

El modelo por desarrollar debe reunir las características comunes para el cálculo de la tarifa. Se establece el tipo de vehículo más utilizado, las rutas más transitadas, el estado de la carretera, la geografía de la ruta, y posee una estructura que considera costos fijos y variables.

3- Diseñar una interfaz amigable para el usuario.

Para este objetivo de diseño se tuvo en cuenta las siguientes especificaciones técnicas:

- **Flexibilidad:** El modelo ofrece la opción de calcular una tarifa para cualquier tipo de transporte de carga pesada, así como también de vehículos específicos.

- **Respuesta rápida:** El usuario ingresa los datos requeridos en el software para el cálculo de la tarifa, y obtiene una respuesta automática o en cuestión de segundos.
- **Eficiencia:** La eficiencia viene relacionada con la respuesta rápida que tiene el software.
- **Confiabledad:** Al comparar la tarifa calculada por el software con la tarifa real que cobran los transportistas se obtuvo una diferencia del 6% entre ellas.
- **Diseño ergonómico del software:** Se elabora la interfaz cuyo uso sea intuitivo y fácil de usar para el usuario.

2.5 Implementación

En esta etapa se validó que se cumpla el plan de implementación definido en la etapa anterior, mediante entrevistas que se realizaron por varios medios como: vía telefónica, vía Zoom y vía Microsoft Teams.

En las reuniones, los clientes interactuaban con el programa desarrollado y se socializaron los resultados obtenidos. Las evidencias se presentan en el APÉNDICE G.

CAPÍTULO 3

3 RESULTADOS Y ANÁLISIS

En este capítulo se presentan los principales resultados obtenidos como el modelo tarifario, la interfaz y las variables críticas.

3.1 Modelo tarifario

Acorde al modelo seleccionado en el capítulo anterior se procedió a elaborar los cálculos de la tarifa teniendo en cuenta los siguientes supuestos:

- Vehículo: T3S3
- Número de conductores: 1
- Número de ayudantes o estibadores: 0
- Ruta: Quito-Guayaquil
- Tipo de carretera: plana
- Estado de la carretera: Buen estado

La estructura del modelo tarifario está compuesta por costos fijos y variables, cuyos componentes se detallan a continuación:

Costos fijos

Los costos fijos son valores constantes y se generan sin necesidad de que se traslade mercadería. A continuación, se presentan cada uno de los costos que se consideran como fijos en el estudio:

- **Mano de obra y alimentación**

Para estos costos, se considera que se utilizará un solo chofer y no se consideran ayudantes o estibadores. Los sueldos mensuales son estipulados por el ministerio del trabajo, además la empresa brinda todos los beneficios de la ley como la afiliación al seguro, alimentación y los décimos sueldos. El cálculo del costo total de mano de obra mensual se detalla en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1 Costos de mano de obra y alimentación [Elaboración propia]

Item	Conductor	Ayudante	
Número de empleados	1	0	
Sueldo base mensual	\$ 600,00	\$ 400,00	
Alimentación diaria	\$ 3,00	\$ 3,00	
Transporte diario	\$ -	\$ -	
Días trabajados	30	30	
Días hábiles	26	26	
Horas extras al 25% mes	0	0	
Horas extras al 50% mes	0	0	
Horas extras al 100% mes	0	0	
Sueldos pagados	\$ 600,00	\$ 400,00	
Horas extras	\$ -	\$ -	
Alimentación	\$ 78,00	\$ 78,00	
Sueldo antes del IESS	\$ 678,00	\$ 478,00	
IESS personal mensual 9,35%	\$ 63,39	\$ 44,69	
Sueldo neto mensual	\$ 614,61	\$ 433,31	
Décimo tercero mensual	\$ 50,00	\$ 33,33	
Décimo cuarto mensual	\$ 33,33	\$ 33,33	
Vacaciones mensuales	\$ 25,00	\$ 16,67	
IESS patronal mensual 12,15%	\$ 75,60	\$ 58,08	
IECE - SECAP 1%	\$ 6,78	\$ 4,78	
Costo de Mano de obra	\$ 868,71	\$ 624,19	\$ 868,71

Según los resultados de la Tabla 3.1 se observa que el costo total por un conductor es de \$868,71 y por un ayudante o estibador es de \$624,19. Sin embargo el costo total por mano de obra y alimentación mensual en este caso es de \$868,71, por el supuesto de que la cantidad de ayudantes o estibadores es cero.

- **Fondos de reserva**

Para el cálculo del fondo de reserva se ha considerado que el valor de rescate o salvamento del activo al final de los n periodos (años) es cero; además, el valor anual de depreciación se lo considera en periodos mensuales como un fondo de reserva que obtendrá el dueño del vehículo con el objetivo de que se pueda adquirir uno nuevo al finalizar su periodo de vida útil.

El costo del vehículo se estimó en base a un promedio de los costos de varias empresas entrevistadas, además se considera que se cuenta con la cantidad necesaria de dinero para la adquisición del vehículo sin necesidad de incurrir un préstamo.

Tabla 3.2 Cálculo del fondo de reserva [Elaboración propia]

Costo del vehículo	\$	90.000,00
Capital propio	\$	90.000,00
Financiamiento	\$	-
Tasa de interés nominal		10,35%
Periodo de préstamo		10,00
Valor total	\$	99.315,00
Valor de salvamento estimado	\$	-
Periodo de recuperación		12
Tasa de depreciación		8%
Impuestos de inversión	\$	10.800,00

Valor promedio del vehículo	\$	90.000,00	
Año	Fondo de reserva	Valor residual	
1	\$ 7.500,00	\$ 82.500,00	
2	\$ 7.500,00	\$ 75.000,00	
3	\$ 7.500,00	\$ 67.500,00	
4	\$ 7.500,00	\$ 60.000,00	
5	\$ 7.500,00	\$ 52.500,00	
6	\$ 7.500,00	\$ 45.000,00	
7	\$ 7.500,00	\$ 37.500,00	
8	\$ 7.500,00	\$ 30.000,00	
9	\$ 7.500,00	\$ 22.500,00	
10	\$ 7.500,00	\$ 15.000,00	
11	\$ 7.500,00	\$ 7.500,00	
12	\$ 7.500,00	\$ -	
Promedio fondo de reserva anual		\$ 7.500,00	
Promedio fondo de reserva mensual		\$ 625,00	

De acuerdo a los resultados obtenidos en la Tabla 3.2 para obtener un fondo de reserva igual al costo total del vehículo durante el periodo de vida útil, se necesita un valor anual es de 7.500\$, que mensualmente sería 625\$. Hay que recordar que para el financiamiento del vehículo se ha considerado que el conductor cuenta con los fondos suficientes para adquirirlo sin la necesidad de recurrir a un préstamo bancario.

- **Seguros**

A continuación, se detallan los costos de permisos y seguros en los que se incurren para que el vehículo T3S3 pueda circular. La Tabla 3.3 resume todos estos costos mensuales, sin embargo, algunos de ellos se pagan anualmente.

El costo por concepto de seguro del vehículo y la matrícula son porcentajes que se aplican al costo inicial del vehículo. El cálculo de la tasa por concepto de SOAT o SPPAT, de acuerdo a la ANT, depende del cilindraje y la vida útil del vehículo, finalmente se

incurre en una póliza de seguro personal dado que el transporte de carga pesada está expuesto a un sinnúmero de emergencias y la integridad física de los empleados se verá afectada.

Tabla 3.3 Costos de seguros [Elaboración propia]

Item	Tasa	\$/Mes
Seguro del vehículo	3,14%	\$ 523,33
Matricula	1,80%	\$ 300,00
SOAT	0%	\$ 10,00
Permisos Corpaire/CTG	0%	\$ 1,35
Poliza de seguro personal	0%	\$ 25,00
Total		\$ 834,68

El valor de la matrícula del vehículo y de los permisos Copiare han sido calculados mensualmente, a pesar de que son valores que se pagan anualmente, esto debido a que para el cálculo de la tarifa, se necesita que todos los valores sean considerados en un mismo periodo mensual. Finalmente, se obtiene un costo total mensual de \$834,68 por concepto de permisos y seguros.

- **Otros**

Existen un sinnúmero de costos que se encuentran dentro de esta categoría, no obstante, en la Tabla 3.4 se detallan aquellos que son más relevantes y se incurren con más frecuencia. Principalmente a muchos transportistas de empresas formales se les entregan dispositivos electrónicos como teléfonos celulares para comunicarse con los clientes que recibirán la mercadería, adicional si la entrega de las mercaderías tiene una duración mayor a 1 día, la empresa debe cubrir los gastos de hospedaje del conductor y sus ayudantes en caso de que se incurra en alguno.

Tabla 3.4 Otros costos [Elaboración propia]

Item	\$/Mes
Celular para comunicación	\$ 20,00
Hospedaje	\$ 100,00
Total	\$ 120,00

De acuerdo a la Tabla 3.4 el valor total mensual debido a otros costos es de \$120,00, sin embargo, otras empresas pueden considerar más valores como el costo de los uniformes que hacen que estos costos se incrementen.

Costos variables

Estos costos dependen de la distancia que se recorra y de varios factores más como el estado de la carretera y la geografía de la ruta, cuyo efecto se detalla a continuación:

- **Neumáticos**

Para calcular el costo de los neumáticos en primera instancia se debe considerar que los transportes de carga pesada poseen dos tipos de neumáticos que son: llantas direccionales y neumáticos de tracción. Las llantas direccionales están ubicadas en el cabezal y las de tracción en el semirremolque, en este caso se dado que se trata de un vehículo T3S3 se tiene 10 direccionales y 12 de tracción, lo cual da un total de 22 neumáticos. En la Tabla 3.5 se observa un resumen de los costos y el rendimiento por cada tipo de neumático; el rendimiento de un neumático generalmente se encuentra en un rango de 45.000,00 km a 50.000,00 km.

Tabla 3.5 Costos de neumáticos [Elaboración propia]

Ítems	Precio unitario	Rendimiento (Km)	Cantidad
Llantas direccionales	\$368,38	50.000,00	10
Neumáticos de tracción	\$100,00	50.000,00	12

El rendimiento de los neumáticos es una variable que depende del estado de la carretera por el que transite el vehículo. El estado 1 es una carretera sin ningún bache, por lo que el rendimiento es el 100%, para el estado 2 el rendimiento de los neumáticos disminuye un 25%, y para el estado 3 el rendimiento disminuye un 50% como se detalla en la Tabla 3.6. Esto se traduce a un mayor costo por kilómetro recorrido, debido a que se deberá cambiar más frecuentemente los neumáticos con menos kilómetros recorridos. El cálculo se muestra a continuación:

Tabla 3.6 Rendimiento de los neumáticos según el estado de las vías [Elaboración propia]

Rendimiento según estado de la carretera			
Tipo de neumático	Estado 1 (Km)	Estado 2 (Km)	Estado 3 (Km)
Direccional	50.000,00	37.500,00	25.000,00
Tracción	50.000,00	37.500,00	25.000,00

Tabla 3.7 Costo de los neumáticos según el estado de la carretera [Elaboración propia]

	Estado 1	Estado 2	Estado 3	
Tipo de neumático	Costo por Km	Costo por Km	Costo por Km	
Direccional	\$ 0,03	\$ 0,04	\$ 0,06	
Tracción	\$ 0,07	\$ 0,09	\$ 0,13	
	\$ 0,10	\$ 0,13	\$ 0,20	Costo total

Para el proyecto se considera un vehículo T3S3, razón por la cual el número de neumáticos es 22. Según la Tabla 3.7 el costo total por kilómetro de los neumáticos es de \$0,10 considerando el resultado cuando el rendimiento está al 100 %.

- **Combustible**

El combustible es una variable regulada por el gobierno, para el estudio se consideró el precio del combustible establecido en el mes de diciembre de 2020, y un valor promedio fue establecido para el rendimiento del combustible, acorde a los datos recopilados para el tipo de vehículo de estudio. Adicional el valor promedio del combustible se validó con los afiliados del gremio y se corroboró que el valor aproximado supuesto no es tan alejado de la realidad.

El costo por kilómetro recorrido es el resultado de la división del rendimiento del combustible para el costo por galón de combustible, cuyo resultado se detalla en la Tabla 3.8.

Tabla 3.8 Costo del combustible [Elaboración propia]

Tipo	Costo por galón	Rendimiento (galón)	Costo por Km
Diésel	\$ 1,36	5,1	\$ 0,27

El consumo del combustible en una ruta montañosa aumenta en un 100% con respecto a una ruta plana, lo que se traduce en un incremento en el costo total del combustible, tal y como se detalla en la Tabla 3.9. Además, estos costos aumentan en un 30% cuando el conductor no posee experiencia manejando este tipo de vehículos.

Tabla 3.9 Variación del precio del diésel según la experiencia [Elaboración propia]

Tipo	Costo en distintas geografías de ruta		Costo con conductor sin experiencia		Costo con conductor con experiencia	
	Plana	Montañosa	Plana	Montañosa	Plana	Montañosa
Diesel	\$ 0,27	\$ 0,53	\$ 0,35	\$ 0,69	\$ 0,27	\$ 0,53

Para una geografía plana, y con un conductor con experiencia y habilidad de conducción, el costo por kilómetro del combustible es de \$0,27, se puede notar que, si se cambia de geografía de ruta a montañosa, el costo por kilómetro de combustible aumenta, y si adicional se considera a un conductor sin experiencia, el costo por kilómetro de combustible incrementa mucho más. Todos estos valores se los puede observar en la Tabla 3.9.

- **Mantenimiento**

Dada la naturaleza de un vehículo, se necesita mantenimiento constante dependiendo del tipo y modelo del transporte. Generalmente en el vehículo se hacen dos tipos de mantenimiento los cuales son: preventivo y correctivo. En la Tabla 3.10 se listan los rubros de mantenimiento preventivo.

Tabla 3.10 Costos de mantenimiento [Bonilla, 2019]

Items	Precio unitario	Redimiento (Km)	Cantidad	Costo por km
Aceite de caja	\$ 48,00	30000	2	\$ 0,00320
Aceite de diferencial	\$ 96,00	3000	4	\$ 0,12800
Aceite de motor	\$ 85,00	5000	1	\$ 0,01700
Aceite hidraulico	\$ 40,00	50000	1	\$ 0,00080
Baterias	\$ 120,00	70000	2	\$ 0,00343
Bandas	\$ 38,00	70000	2	\$ 0,00109
Ballestas-hojas	\$ 40,00	100000	6	\$ 0,00240
Amortiguadores	\$ 55,00	80000	4	\$ 0,00275
Calibración de válvulas de motor	\$ 30,00	50000	1	\$ 0,00060
Calibración y mantenimiento de caja	\$ 40,00	100000	1	\$ 0,00040
Calibración y mantenimiento de diferencial	\$ 40,00	100000	1	\$ 0,00040
Cambio de tambores	\$ 95,00	300000	4	\$ 0,00127
Cambio aceite de dirección	\$ 40,00	50000	1	\$ 0,00080
Cambio embrague – juego	\$ 350,00	150000	1	\$ 0,00233
Engrasado general	\$ 5,00	2000	1	\$ 0,00250
Filtro de aceite motor	\$ 13,00	5000	1	\$ 0,00260
Filtro de combustible	\$ 33,00	20000	2	\$ 0,00330
Filtro de aire	\$ 120,00	50000	1	\$ 0,00240
Mantenimiento del turbo	\$ 50,00	100000	1	\$ 0,00050
Mantenimientos neumáticos	\$ 20,00	30000	1	\$ 0,00067
Pines y bocines de la dirección	\$ 120,00	200000	1	\$ 0,00060
Refrigerante del motor	\$ 90,00	50000	1	\$ 0,00180
Sistema eléctrico	\$ 50,00	100000	1	\$ 0,00050
Zapatas	\$ 100,00	5000	6	\$ 0,12000
Mantenimiento preventivo				\$ 0,29933

Entonces el costo por kilómetro (km) de mantenimiento es de \$ 0,3 teniendo en cuenta que ese mantenimiento es sugerido por el ANT.

Resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en el modelo del vehículo T3S3, que se dirige a su destino completamente cargado, y regresa sin carga, con una capacidad máxima de 48 toneladas, considerando que la carretera es plana y se encuentra en buen estado.

Tabla 3.11 Modelo tarifario [Elaboración propia]

Parámetros del modelo	
Inversión	90000
Tiempo de vida útil (años)	12
Tasa de interés nominal	8,50%
Tasa de interés real	6,90%
ROA	8%
Utilidad	7500
Parámetros de la ruta	
Origen	Quito
Destino	Guayaquil
Distancia (Km)	300
Recorrido (Km)	600
Peaje (\$)	\$ 20,00
Estado de la carretera	Buen estado
Geografía de la ruta	Plana
# viajes/mes	20
Costos fijos	
Impuestos de inversión	\$ 900,00
Mano de obra y alimentación	\$ 868,71
Viáticos	\$ 200,00
Fondo de reserva	\$ 625,00
Préstamos	\$ -
Seguros y permisos	\$ 381,85
Gastos administrativos	\$ 128,00
GPS	\$ 25,00
Otros	\$ 120,00
Costos Variables	
Neumáticos	\$ 0,09
Mantenimiento	\$ 0,30
Combustible	\$ 0,21
Peajes	
Costo de peajes	\$ 20,00

	Costo por km	Costo por toneladas	Porcentaje total
Costos fijos totales	\$ 0,27	\$ 3,38	30 %

Costos variables totales	\$ 0,60	\$ 7,49	66 %
Costos totales de peajes	\$ 0,03	\$ 0,42	4 %

En la Tabla 3.11 se observa el resumen de los costos obtenidos en el modelo así como los porcentajes que representan. La información es ingresada por el usuario en los cuadros de color gris. Para el vehículo T3S3 el costo inicial es aproximadamente de \$90.000 con una vida útil de 12 años y con el supuesto de que no se hicieron préstamos para adquirir el vehículo. La ruta del pedido es Quito-Guayaquil, donde la carretera es plana y se encuentra en buen estado, y se realizan 20 viajes al mes por esa ruta.

Tabla 3.12 Resultados de costos [Elaboración propia]

Costo de transporte por km	\$	0,90
Costo de transporte por tonelada	\$	11,29
Costo de transporte por viaje	\$	542,03

De acuerdo a la Tabla 3.12 se observa que con modelo propuesto se obtuvo como resultado el costo por flete de \$ 542.03 para el vehículo T3S3, de ahí se le suma el porcentaje de utilidad que el transportista desee ganar.

Por ejemplo:

Si desea tener una utilidad de 20 % entonces la tarifa es:

$$\text{Tarifa} = \text{costo por viaje} * (1 + \% \text{ de utilidad}) \quad (3.1)$$

$$\text{Tarifa} = 542.03 * (1 + 0,2)$$

$$\text{Tarifa} = \$ 656,44$$

Si desea tener una utilidad de 30 % entonces la tarifa es:

$$\text{Tarifa} = \text{costo por viaje} * (1 + \% \text{ de utilidad}) \quad (3.1)$$

$$\text{Tarifa} = 542.03 * (1 + 0,3)$$

$$\text{Tarifa} = \$ 711,14$$

Los valores obtenidos ayudan tanto a los transportistas como a sus clientes, dado que reflejan todos los costos que se incurren al transportar mercancías, lo cual da soporte al valor que se cobrará por el servicio. Además, al realizar validaciones con transportistas de carga pesada, se observó que el costo obtenido en el modelo desarrollado es cercano a la realidad con aproximadamente un 6% adicional al costo real.

3.2 Variables críticas

En primera instancia se realizó un diseño de experimentos, para estudiar el efecto de cada variable crítica. A continuación se presenta el diseño y los primeros resultados.

Al correr el diseño de experimentos se obtuvo lo siguiente:

Design Summary

<i>Factores:</i>	7	<i>Base Design:</i>	7; 128
<i>Runs:</i>	128	<i>Replicates:</i>	1
<i>Blocks:</i>	1	<i>Center pts (total):</i>	0

La cantidad de réplicas del diseño de experimentos es 1, dado que se deben captar 128 datos (véase el APÉNDICE H) en una sola corrida. Además los datos se obtienen mediante el uso del modelo tarifario y se obtendrá el mismo valor al seguir haciendo otras réplicas.

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
*	100,00%	*	*

El R-sq es un coeficiente de correlación, el cual refleja que tanto explican la variable respuesta los factores escogidos, en este caso ese valor es alto entonces se determinó que el modelo es adecuado para predecir. Finalmente se procedió con el análisis de los efectos de los factores.

Efectos de los factores

- **Análisis de Pareto:** ayudó a definir cuáles son las variables que afectan el costo de transporte, como se observa en la gráfica de Pareto todos los factores evaluados tienen influencia, ya que sobrepasan el límite 1,4. Sin embargo lo que sí se puede descartar son ciertas interacciones de variables que realmente no son significativas ayudando a la toma de decisiones en el cobro del servicio.

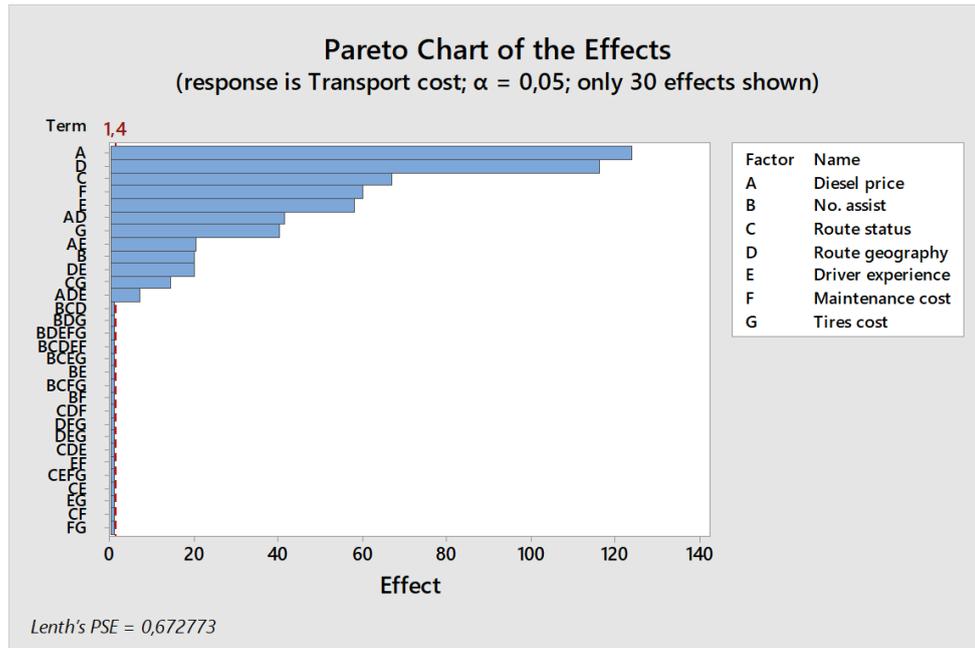


Figura 3.1 Diagrama de Pareto de las variables críticas [Elaboración propia]

A continuación en la Tabla 3.13, se presenta un resumen de las interacciones significativas y se procederá a eliminar aquellas interacciones que no son significativas

Tabla 3.13 Variables e interacciones críticas [Elaboración propia]

No	Combinación	Significado
9	AD	Precio del diésel * Estado de la ruta
10	AE	Precio del diésel * Experiencia del conductor
11	DE	Geografía de la ruta * Experiencia del conductor
12	CG	Estado de la ruta * Costo de los neumáticos
13	ADE	Precio del diésel * Estado de la ruta* Experiencia del conductor
14	BDC	Cant. De estibadores * Geografía de la ruta * Estado de la ruta

De acuerdo a la Figura 3.2 se observa la influencia de cada uno de los factores, donde aquellas curvas más inclinadas son las que presentan más variación. Por ejemplo el precio del diésel y la geografía de la ruta son las curvas más inclinadas, lo cual indica que la variación de una de estas aumentará significativamente el costo del flete a diferencia de las curvas de cantidad de asistentes y precio de neumáticos.

De acuerdo a los usuarios el incremento del precio del diésel si representa un aumento significativo, por lo que se esperaba que interacciones con esta variable sean críticos para el cálculo de la tarifa.

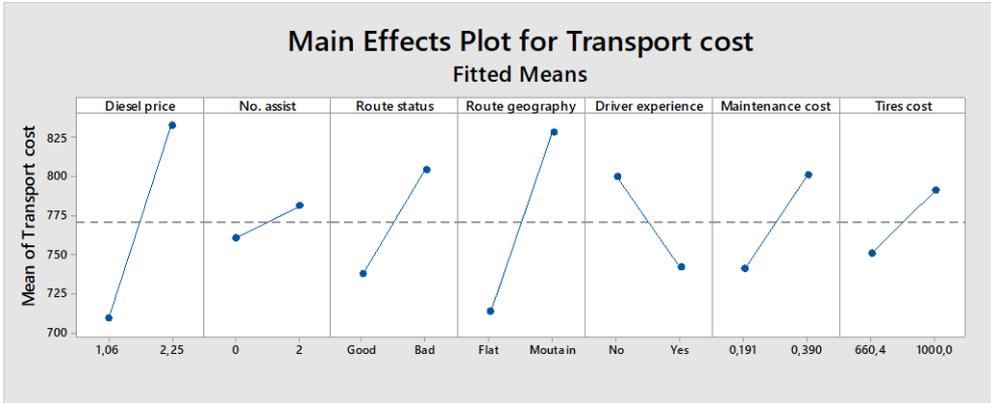


Figura 3.2 Gráfico de efectos [Elaboración propia]

En la Tabla 3.14 se observa un análisis numérico hecho en base a la Figura 3.2, con los niveles extremos de cada variable; los cuales fueron definidos de acuerdo a los datos recopilados en fuentes primarias y secundarias. De acuerdo a Global Diesel Prices se registran precios por galón desde 1,06 hasta 2,25 en el año 2019.

Tabla 3.14 Rango de variación de las variables [Elaboración propia]

Variable	Cambio de un punto a otro	Costo	% Variación
Precio del diésel	1,06 → 2,25	708,88 → 823,77	14 %
Cantidad de estibadores	0 → 2	760,74 → 780,92	3 %
Estado de ruta	Bueno → Malo	737,24 → 804,41	8 %
Geografía de ruta	Plana → Montañosa	712,74 → 818,92	13 %
Experiencia del conductor	Si → No	741,82 → 799,85	7 %
Costo de mantenimiento por km	0,191 → 0,39	740,74 → 800,92	8 %
Costo de neumáticos	660,4 → 1000	750,74 → 790,91	5 %

En la Tabla 3.14 se observa el efecto que tendría el cambio abrupto de los niveles de las variables, por ejemplo si el precio del diésel se incrementa un 212%, es decir de su nivel mínimo de \$1,06 a su nivel máximo de \$2,25, el costo por flete aumenta en 14%, lo cual significa que si el transportista tiene una tarifa fija se debería aumentar el mismo porcentaje (14%) de la tarifa inicial para evitar pérdidas.

En el caso de los estibadores si se adicionan 2 estibadores, es decir si se cambia de su nivel mínimo de 0 estibadores a su nivel máximo de 2 estibadores, el aumento en el costo de flete es de 3% con respecto a su costo inicial con el número mínimo de estibadores. En comparación al impacto que tiene el diésel el de esta variable es menor, pero no es recomendable aumentar personal si no es estrictamente necesario, puesto que las empresas buscan casi siempre reducir sus costos.

En el caso del estado de ruta cuando se pasa de un estado bueno al malo se evidencia un aumento de 6% en el costo del flete.

Cuando la geografía de la ruta cambia de una plana a montañosa el costo del flete aumenta en un 13%, siendo este factor y el precio del diésel los que varían significativamente el costo del flete. Cabe recalcar que esto sucede estrictamente por el tipo de carretera que circula el vehículo no por la ubicación del destino donde se entregará la mercadería.

Si el conductor no tiene experiencia genera un aumento del 7% en el costo del flete, a comparación de un conductor que tiene experiencia y buenas habilidades de conducción. Con respecto al costo del mantenimiento, si aumenta en un 100%, ya sea por el aumento en el costo de los repuestos, o la disminución de la vida útil de estos, el costo final del flete aumenta en un 8%. Finalmente, si el costo de neumáticos aumenta un 166%, es decir, de \$600 que en promedio cuestan los neumáticos de gama media a \$1,000 que en promedio cuestan los neumáticos de gama alta, el costo final del flete incrementa un 5%.

A pesar que el precio del diésel aumenta casi el doble, el costo total aumenta en 14% dado que no es el único costo que contribuye en la tarifa.

Estos resultados son esperados, dado que en las validaciones realizadas a los transportistas afiliados al gremio se llegaron a las mismas conclusiones.

Para la generación de datos se utilizó la opción predicción del menú de diseño de experimentos que se encuentra en Minitab, y con esos datos se estableció los rangos mediante el análisis de las gráficas que se generaron. En la Tabla 3.15 se resume los datos obtenidos en Minitab y en la Figura 3.3 se observa el comportamiento de los datos.

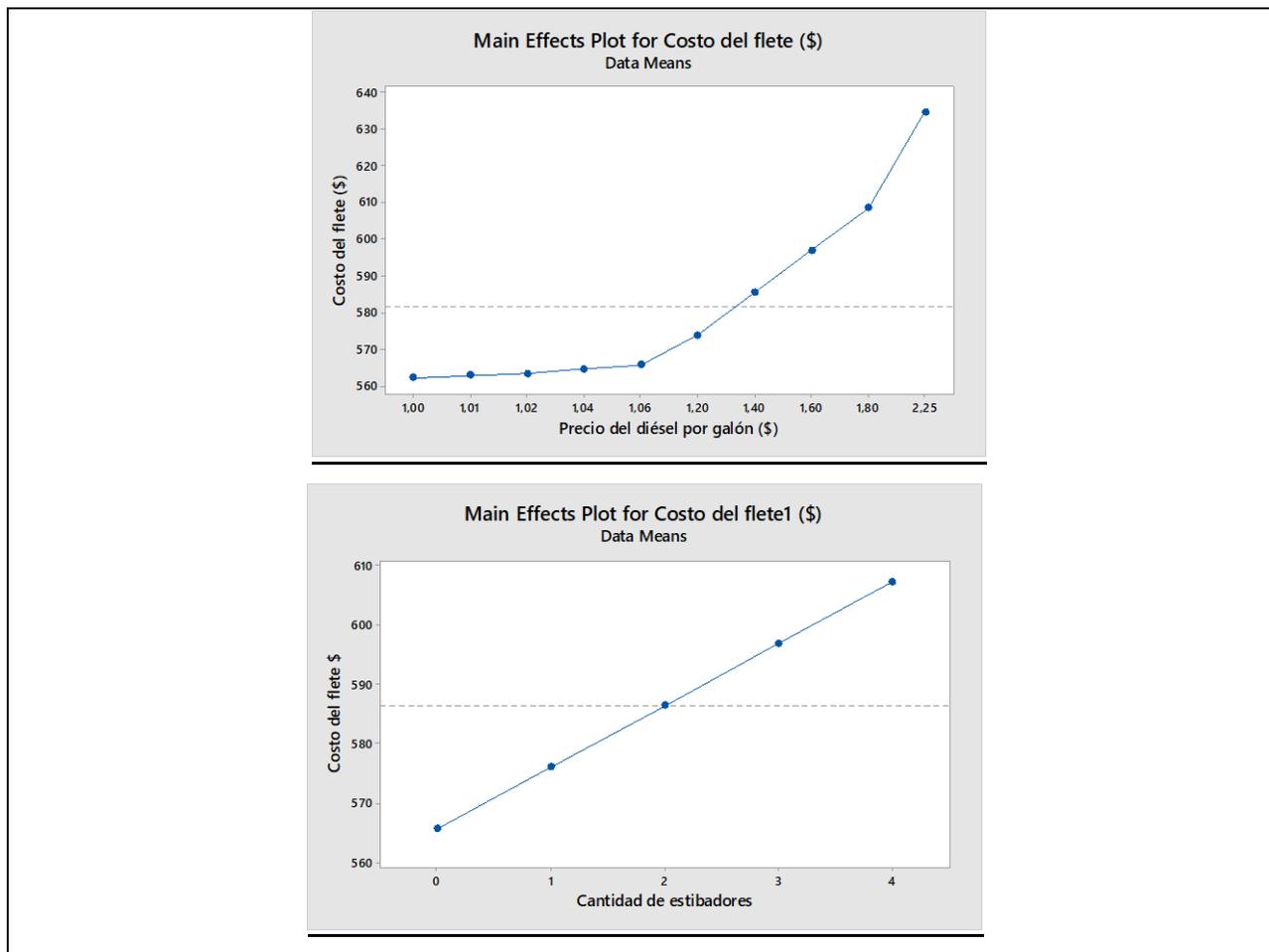


Figura 3.3 Curvas de comportamiento: factores vs. costo del flete [Elaboración propia]

Tabla 3.15 Variación de los factores y variable respuesta. [Elaboración propia]

Precio del diésel	Costo del flete	Costo de mantenimiento por km	Costo del flete	Costo de neumáticos	Costo del flete
\$ 1,00	\$562,06			600	\$565,54
\$ 1,01	\$562,64	0,191	\$565,54	625	\$567,53
\$ 1,02	\$563,22	0,211	\$574,01	650	\$569,51
\$ 1,04	\$564,38	0,231	\$582,47	675	\$571,51
\$ 1,06	\$565,54	0,251	\$590,93	700	\$573,49
\$ 1,20	\$573,66	0,271	\$599,39	725	\$575,48
\$ 1,40	\$585,26	0,291	\$607,86	750	\$577,47
\$ 1,60	\$596,85	0,311	\$616,32	775	\$579,46
\$ 1,80	\$608,45	0,331	\$624,78	800	\$581,44
\$ 2,25	\$634,54	0,351	\$633,25	825	\$583,43
		0,371	\$641,78		

Estado de la ruta	Costo del flete	Geografía de la ruta	Costo del flete	Experiencia del conductor	Costo del flete
Buen estado	\$565,54	Plana	\$565,54	Si	\$565,54
Mal estado	\$614,74	Montañosa	\$628,54	No	\$590,74

Cantidad de estibadores	Costo del flete
0	\$565,54
1	\$575,95
2	\$586,35
3	\$596,75
4	\$607,15

Finalmente, los rangos permitidos de los valores que pueden tomar las variables se detallan en la Tabla 3.16. El criterio para determinar estos rangos fue elegir los puntos donde exista una variación mínima para que el costo del flete no aumente significativamente.

Tabla 3.16 Rangos permisibles de variación [Elaboración propia]

Precio del Combustible (Diésel)	Rango permitido: (1; 1,04}	Variación de 0 a 1% en el costo por flete
Cantidad de estibadores	Rango permitido: (0; 1}	
Cantidad de conductores	Rango permitido: (1;2}	Variación de 4% a 5% en el costo por flete
Costo de mantenimiento por km	Rango permitido: (0,13; 0,15}	
Geografía de ruta recomendada	Plano	
Estado de la ruta	Estado 1-2	

En conclusión, un 1% de variación en la tarifa final se representa en términos monetarios como \$6, por ejemplo, si el efecto que produce el cambio de una variable aumenta en un 10% el costo del flete entonces se debe adicionar \$60 a la tarifa, y así sucesivamente. Por lo que es recomendable tratar de mantenerse en los valores de los rangos permitidos, ya que una variación del 20% significa \$120 adicional por flete, lo cual

disminuiría el poder de negociación de los transportistas, debido a que los precios que tiene la competencia son menores.

Interacciones entre variables

Se utilizó la opción de analizar diseño factorial en Minitab para identificar las interacciones existentes entre cada par de variables y poder decidir cuál sería la mejor combinación de variables para reducir los costos. A continuación, se presenta la gráfica obtenida para este análisis.

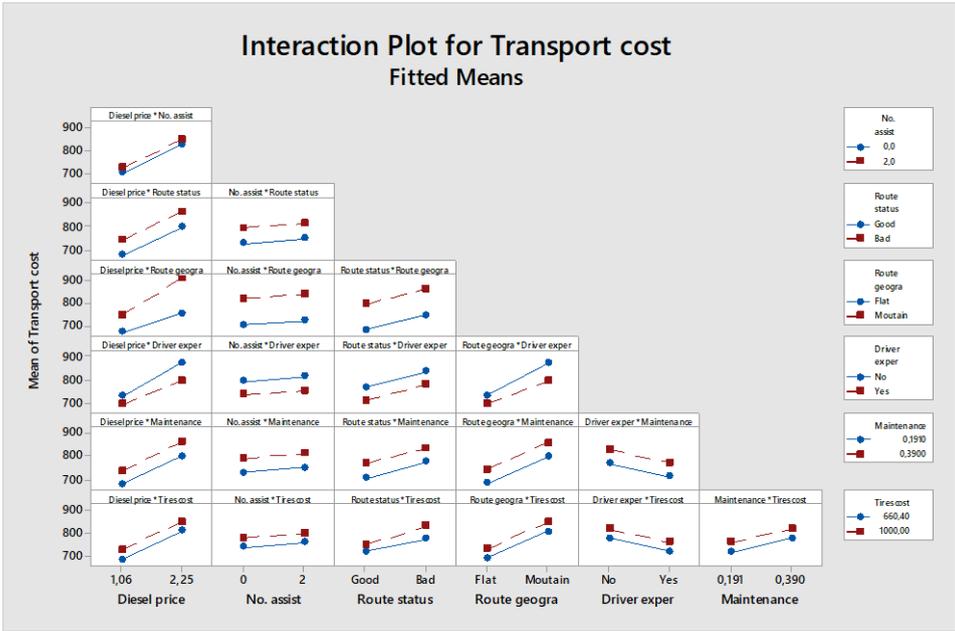


Figura 3.4 Interacción entre las variables [Elaboración propia]

La Figura 3.4 presenta detalladamente el efecto que tiene la interacción de cada par de variables y cuáles son sus valores máximos y mínimos. Este análisis gráfico ayuda a los transportistas a planificar sus operaciones, debido a que facilita la toma de decisiones, al mostrar gráficamente los efectos de las variables. A partir de este gráfico, el transportista puede elegir la cantidad de conductores que desee usar para sus operaciones, la cantidad de estibadores que desee, cual es el mejor estado de carretera y geografía de ruta, con el objetivo de minimizar sus costos. Esto se realiza principalmente para cuantificar el efecto de cada interacción, de esta forma se evitaría tales combinaciones que aumentan más de un 5% el costo de transporte.

Se tiene una variable principal, la cual se combina con las otras según sus niveles extremos. En la columna de "Nivel 1" se presentan los niveles extremos de la variable principal, y en la columna "Nivel 2" se presentan los niveles extremos de las variables

secundarias con las que se combina la variable principal. En la columna de “costo” se presenta el costo que resulta de la interacción de ambas variables, y en la columna “% Variación” se presenta el porcentaje en el que aumenta el costo del flete.

-La primera variable a comparar es el precio del diésel, cuyos valores extremos se detallan en la columna “Nivel 1” y son:

Bajo: \$1,06 y alto: \$2,25.

Tabla 3.17 Combinaciones con el precio del diesel [Elaboración propia]

Combinación de variables		Nivel 1	Nivel 2	Costo	% Variación
Precio del diésel	Cantidad de estibadores	bajo	bajo	\$ 698,78	
		bajo	alto	\$ 718,99	3%
		alto	bajo	\$ 822,70	15%
		alto	alto	\$ 842,85	17%
	Estado de la ruta	bajo	Buen estado	\$ 675,14	
		bajo	Mal estado	\$ 742,63	9%
		alto	Buen estado	\$ 799,35	16%
		alto	Mal estado	\$ 866,20	22%
	Geografía de la ruta	bajo	Plana	\$ 671,57	
		bajo	Montañosa	\$ 746,19	10%
		alto	Plana	\$ 753,90	11%
		alto	Montañosa	\$ 911,65	26%
	Experiencia del conductor	bajo	Si	\$ 690,14	
		bajo	No	\$ 727,67	5%
		alto	Si	\$ 793,50	13%
		alto	No	\$ 872,05	21%
	Costo de mantenimiento	bajo	bajo	\$ 678,87	
		bajo	alto	\$ 738,89	8%
		alto	bajo	\$ 802,60	15%
		alto	alto	\$ 862,95	21%
	Costo de neumáticos	bajo	bajo	\$ 688,64	
		bajo	alto	\$ 729,13	6%
		alto	bajo	\$ 812,85	15%
		alto	alto	\$ 852,70	19%

Como se observa en la Tabla 3.17, mantener el precio del diésel junto con las otras variables en los niveles más altos incrementan los costos operacionales en un porcentaje entre 17% y 26%, siendo la interacción precio del diésel y geografía de la ruta la que incrementa en mayor porcentaje los costos (26%).

-La segunda variable a comparar es la cantidad de estibadores, cuyos valores extremos se detallan en la columna “Nivel 1” y son:

Bajo: 0 y alto: 2.

Tabla 3.18 Combinaciones con la cantidad de estibadores [Elaboración propia]

Combinación de variables		Nivel 1	Nivel 2	Costo	% Variación
Cantidad de estibadores	Estado de la ruta	bajo	Buen estado	\$ 727,49	
		bajo	Mal estado	\$ 793,98	8%
		alto	Buen estado	\$ 746,99	3%
		alto	Mal estado	\$ 814,85	11%
	Geografía de la ruta	bajo	Plana	\$ 702,75	
		bajo	Montañosa	\$ 818,73	14%
		alto	Plana	\$ 727,73	3%
		alto	Montañosa	\$ 839,11	16%
	Experiencia del conductor	bajo	Si	\$ 738,28	
		bajo	No	\$ 789,19	6%
		alto	Si	\$ 751,36	2%
		alto	No	\$ 810,48	9%
	Costo de mantenimiento	bajo	bajo	\$ 730,10	
		bajo	alto	\$ 791,38	8%
		alto	bajo	\$ 751,38	3%
		alto	alto	\$ 810,46	10%
	Costo de neumáticos	bajo	bajo	\$ 741,00	
		bajo	alto	\$ 780,48	5%
		alto	bajo	\$ 760,49	3%
		alto	alto	\$ 801,35	8%

Mantener el número de estibadores junto con las otras variables en sus niveles más altos incrementa los costos operacionales, sin embargo, este aumento es menor al obtenido con las interacciones del precio del diésel.

En la Tabla 3.18 se observa que el aumento de los costos va de 8% a 16% en los niveles más altos, pero para las demás interacciones, el aumento de los costos es bajo, exceptuando a la interacción cantidad de estibadores: baja (0) y geografía de ruta: montañosa, en la que el aumento de los costos es alrededor del 14%.

-La tercera variable a comparar es el estado de la ruta, cuyos valores extremos se detallan en la columna “Nivel 1” y son:

Bajo: buen estado y alto: mal estado.

Hay que recordar que “buen estado” se refiere a una carretera sin presencia de baches, y una carretera en “mal estado” se define como una carretera con más del 50% de su

longitud con presencia de baches, lo que hace que el rendimiento de los neumáticos baje considerablemente.

Tabla 3.19 Combinaciones con el estado de la ruta [Elaboración propia]

Combinación de variables		Nivel 1	Nivel 2	Costo	% Variación
Estado de la ruta	Geografía de la ruta	Buen estado	Plana	\$ 679,39	
		Buen estado	Montañosa	\$ 795,10	15%
		Mal estado	Plana	\$ 746,09	9%
		Mal estado	Montañosa	\$ 862,74	21%
	Experiencia del conductor	Buen estado	Si	\$ 708,65	
		Buen estado	No	\$ 765,85	7%
		Mal estado	Si	\$ 774,99	9%
		Mal estado	No	\$ 833,84	15%
	Costo de mantenimiento	Buen estado	bajo	\$ 706,74	
		Buen estado	alto	\$ 767,75	8%
		Mal estado	bajo	\$ 774,74	9%
		Mal estado	alto	\$ 834,09	15%
	Costo de neumáticos	Buen estado	bajo	\$ 724,85	
		Buen estado	alto	\$ 750,10	3%
		Mal estado	bajo	\$ 777,10	7%
		Mal estado	alto	\$ 831,73	13%

En general, se concluye que la geografía montañosa hace que los costos operacionales incrementen debido al incremento del 100% en el consumo de combustible con respecto a una ruta plana.

-La quinta variable a comparar es la experiencia del conductor, cuyos valores extremos se detallan en la columna “Nivel 1” y son:

Bajo: Si posee experiencia y alto: No posee experiencia.

Tabla 3.20 Combinaciones con la experiencia del conductor [Elaboración propia]

Combinación de variables		Nivel 1	Nivel 2	Costo	% Variación
Experiencia del conductor	Costo de mantenimiento	Si	bajo	\$ 722,15	
		Si	alto	\$ 761,49	5%
		No	bajo	\$ 779,34	7%
		No	alto	\$ 820,34	12%
	Costo de neumáticos	Si	bajo	\$ 711,25	
		Si	alto	\$ 772,39	8%
		No	bajo	\$ 770,22	8%
		No	alto	\$ 829,45	14%

La experiencia del conductor es una de las variables que afecta en porcentajes más bajos a los costos operacionales según se muestra en la Tabla 3.20. Esta variable en sus niveles más altos puede aumentar los costos operacionales entre un 12% y 14%, esto se debe a la relación existente entre la experiencia del conductor y el consumo de combustible. Un conductor experimentado puede hacer que se ahorre combustible, al evitar aceleraciones y desaceleraciones innecesarias, además de paradas innecesarias en las señales de tránsito.

-La sexta variable a comparar es el costo de mantenimiento, cuyos valores extremos se detallan en la columna “Nivel 1” y son:

Bajo: \$0,19 y alto: \$0,39.

Tabla 3.21 Combinaciones con el costo de mantenimiento [Elaboración propia]

Combinación de variables		Nivel 1	Nivel 2	Costo	% Variación
Mantenimiento	Costo de neumáticos	bajo	bajo	\$ 720,24	
		bajo	alto	\$ 761,24	5%
		alto	bajo	\$ 781,25	8%
		alto	alto	\$ 820,59	12%

El mantenimiento es una variable que al igual que la experiencia del conductor afecta en porcentajes menores, 12% según se muestra en la Tabla 3.21. En los niveles bajos en cualquier variable la variación está entre 5 % a 8 %.

El aporte de cada una de las tablas es visualizar principalmente cual es el efecto que tienen las variables que están relacionadas a la ruta, ya que muchos de los transportistas las pasan por alto. Sin embargo las variaciones que causan están variables resultan muy significativas, puesto que un 20% representa \$ 120 adicionales a la tarifa y muchos clientes no están dispuestos a pagar esa cantidad más.

Además de corroborar que si se aumenta el precio del diésel en un 100% existe un aumento considerable que representa alrededor de \$ 100,00 adicionales, los cuales representan una variación de 17%.

Adicional uno de los resultados que se obtiene en minitab al desarrollar un diseño de experimentos, son las gráficas de contorno (véase el APÉNDICE I); las cuales facilitan la toma de decisiones al interpretar la gráfica correctamente.

3.3 Interfaz

De acuerdo con el capítulo anterior la interfaz se desarrolló en Microsoft Excel con el complemento de Visual Basic (véase el APÉNDICE J). Los colores con los que se presenta fueron escogidos en base a la tipología del color para interfaz y las letras deben ser fáciles de leer, siendo el tipo de fuente Sans serif la mejor, dado que es mucho más profesional.

Además, para el diseño de la interfaz no se tuvo que descargar programas adicionales y tampoco se requirió entrenamiento previo, debido a que es un software que no requiere de gran habilidad para su programación.

En la pantalla principal existen tres botones en donde las opciones son:

- 1.- Calcular la tarifa para cualquier tipo de vehículo.
- 2.- Calcular la tarifa para el vehículo T3S3.
- 3.- Calcular la tarifa para el vehículo T2S3.

Al dar clic en una de estas opciones se desprende una ventana donde se ingresa los parámetros, y automáticamente se calculan los resultados.

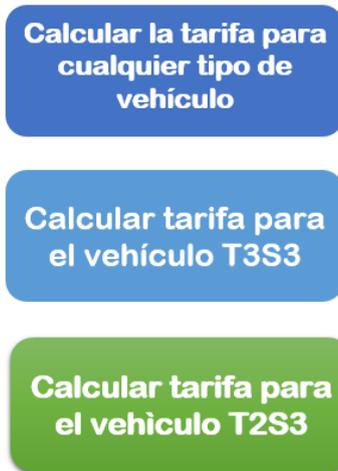
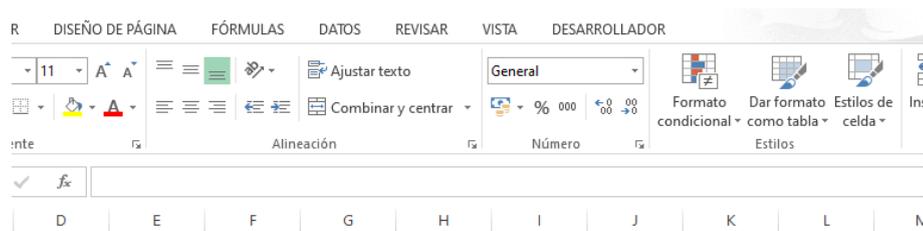


Figura 3.5 Pantalla principal para el calculo de la tarifa [Elaboración propia]

Luego de hacer seleccionar una de las opciones que se presentan en la Figura 3.5, se muestra una nueva ventana en la que se deben ingresar los datos pertenecientes al tipo de vehículo que desea calcular la tarifa. En la Figura 3.6 se muestran los parámetros que se deben ingresar para el cálculo de la tarifa de cualquier tipo de vehículo de carga pesada.

Calcule sus costos

Ingrese sus datos

Tipo de vehiculo: T2S1

Vida útil del vehículo:

Viajes al mes:

Sueldo a estibadores:

Cantidad de estibadores:

Rendimiento del combustible por ruta:

Costo de neumáticos:

Ruta: Tulcán-Guayaquil

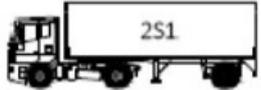
Experiencia del conductor: SI

Estado de ruta: Bueno 100%

Geografía de ruta: Plana

Peso a transportar (ton):

% de Utilidad:

Denominación	Configuración
T2S1	
T2S2	
T3S1	
T3S2	

Calcular

RESULTADOS

El costo por km es:

El costo por ton es:

El costo por flete:

La tarifa es:

Figura 3.6 Parámetros a ingresar para calcular la tarifa de cualquier vehiculo
[Elaboración propia]

La interfaz tiene la capacidad de calcular la tarifa de los vehículos más comunes en el transporte de carga pesada, para lo cual se debe seleccionar: Calcular tarifa para el vehículo T3S3 o Calcular tarifa para el vehículo T3S2 y completar los parámetros requeridos en la ventana que se muestra en la Figura 3.7, y automáticamente se calcula la tarifa.

Cálculo de Tarifa para T2S3

Ingrese sus datos

Vida útil del vehículo

Viajes al mes

Cantidad de estibadores

Ruta

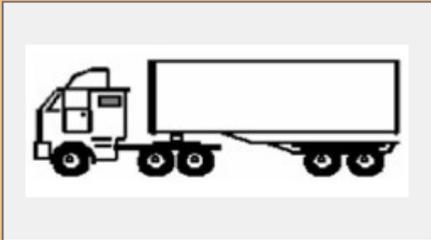
Experiencia del conductor

Estado de ruta

Geografía de ruta

Peso a transportar (ton)

% de Utilidad



RESULTADOS

El costo por km es:

El costo por ton es:

El costo por flete

La tarifa es:

Calcular

Figura 3.7 Parámetros a ingresar para calcular la tarifa de un vehículo específico
[Elaboración propia]

3.4 Análisis de costos

Costo del proyecto

Si bien es cierto, el proyecto fue elaborado en una hoja de cálculo en Excel, cuyo valor es muy bajo, existen costos que se consideran como el tiempo invertido por los líderes del proyecto y los profesores tutores que sirvieron como guía en la elaboración del mismo.

El costo total establece en la siguiente tabla:

Tabla 3.22 Costos de inversión de tiempo [Elaboración propia]

	<i>Horas invertidas</i>	<i>\$/hora</i>	<i>Costo (\$)</i>
<i>Líderes del proyecto</i>	320	5	1.600,00
<i>Tutor</i>	64	80	4.840,00
		Total	6.400,00

El proyecto se elaboró en un lapso de 4 meses, los estudiantes le dedicaron alrededor de 20 horas por semana y las reuniones con la tutora del proyecto eran 4 horas por semana en promedio. De acuerdo a los sueldos establecidos por el Ministerio de Trabajo para un ingeniero industrial y un consultor el valor por hora es de aproximadamente \$5 y \$80, respectivamente. Con las consideraciones mencionadas el proyecto tiene un costo de \$6.400,00, más el 15% de gastos administrativos, representa un costo total de \$7.360,00, lo que se convierte en un ahorro para las empresas con las que se trabajó en el desarrollo de este proyecto ya que no tendrán que realizar nuevamente todo el estudio.

CAPÍTULO 4

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Se desarrolló un modelo tarifario basado en rutas porque es el modelo que más se ajusta a la realidad de esta actividad, además este modelo está sujeto a las siguientes condiciones: para un vehículo T3S3 de 48 toneladas que circula en una carretera plana en buen estado y el vehículo sale con carga y regresa sin carga. Este modelo considera todas las variables críticas detalladas anteriormente, lo que refleja una tarifa mucho más real. Con el modelo propuesto se obtuvo que los costos fijos representan un 57% de los costos totales; donde el 71% de los costos fijos corresponde al financiamiento del vehículo el cual es el valor que más influye, el 6% de los costos fijos corresponde al costo de mano de obra y alimentación, y el 23 % restante corresponde a costos administrativos y otros. El 41 % de los costos totales corresponde a costos variables; del cual el combustible representa el 50%, el mantenimiento un 35% y los neumáticos un 15%. Adicionalmente se tiene el costo de los peajes que dependen de la ruta y representan un 2% de los costos totales.

Gremios empresariales y estudios afirman que el transporte de carga pesada es una actividad muy compleja, además un sinnúmero de transportistas informales ofrecen precios más bajos con el objetivo de abarcar la mayor cantidad de mercado sin hacer análisis profundos, por lo cual es muy poco viable considerar absolutamente todos los costos en los que se incurre al momento de realizar las operaciones.

En el estudio se detalló un diseño de experimentos factorial el cual fue desarrollado para analizar la incidencia de la variación de los factores en la variable de respuesta, que es la tarifa que se cobra al cliente por el transporte de sus productos. Se encontró lo siguiente:

- El costo del combustible es una variable crítica del modelo, su variación afecta en el valor total de la tarifa. Un aumento del 100% en el precio del diésel, incrementa la tarifa en un 6,6%. Los valores que puede tomar esta variable sin que la tarifa aumente más de 1% van desde \$1,00 a \$1,06.

- El aumento de la cantidad de estibadores representa un aumento del 3% en la tarifa final, por lo que se recomienda no utilizar más de un estibador en casos en los que sea estrictamente necesario.
- Un mal estado de la carretera significa que más del 50% de su longitud está llena de baches lo que incrementa el costo del flete en un 8%. Este aumento viene dado por el aumento del consumo del combustible, es por ello por lo que es necesario estudiar la red vial del país para establecer rutas en las que las carreteras se encuentren en las mejores condiciones.
- Una ruta montañosa aumenta la tarifa en un 13% debido al aumento del consumo del combustible. Este tipo de rutas se encuentra frecuentemente en la región sierra del país. Es muy importante evitar circular por carreteras en mal estado sobre una geografía montañosa porque consumo de combustible aumenta mucho más significativamente y por ende la tarifa.
- La experiencia o habilidad del conductor es uno de los factores que afecta los costos logísticos, sin embargo, muchos de los transportistas no los consideran. La tarifa aumenta en un 7% de acuerdo al diseño de experimentos elaborado, este aumento viene dado por el incremento en el consumo de combustible, que se da por la aceleración y desaceleración de los choferes sin experiencia y que no conocen la ruta.
- Un aumento del 100% en los costos de mantenimiento, incrementa en un 8% los costos logísticos, hay que notar que estos costos son de mantenimiento preventivo, cuando se trata de mantenimiento correctivo el precio incrementa mucho más.
- Los costos totales incrementan en un 5% cuando se adquieren neumáticos de buena calidad con respecto a los de calidad media, sin embargo a largo plazo el ahorro es significativo, debido a que la máxima duración de los neumáticos es mayor para los neumáticos de buena calidad, con respecto a los de calidad baja y media, de esta manera se tendrá que cambiar los neumáticos con menos frecuencia.
- Hay que destacar que las emisiones de CO₂ vienen cuantificadas por la cantidad de combustible consumido, el cual se da por el mal estado de la ruta, las carreteras dañadas y la pésima habilidad del conductor, es por eso por lo que hay que evitar estas situaciones.

La plataforma en la que se ha desarrollado el modelo para el cálculo de la tarifa fue Microsoft Excel debido a las restricciones que se presentaron al momento de la realización del proyecto. Dichas restricciones vienen relacionadas a la habilidad de los transportistas, quienes utilizarán esta herramienta, acerca del manejo de herramientas tecnológicas, además del poco presupuesto con el que se cuenta para su desarrollo.

El modelo realizado cumple con las especificaciones técnicas de flexibilidad, ya que a pesar de haber sido diseñado para el camión de carga T3S3, la plataforma diseñada puede ser utilizada para el cálculo de la tarifa del camión que el transportista posea. El software muestra los resultados de la tarifa inmediatamente o en cuestión de microsegundos, lo que lo hace ser muy eficiente en la utilización del tiempo ya que el transportista obtiene un resultado muy rápido, lo que le ayuda a tomar decisiones mucho más rápido. Además, la interfaz es muy intuitiva y fácil de usar, es por ello por lo que los transportistas no tendrán dificultad al momento de su uso, adicionalmente el mantenimiento es sencillo y lo podría realizar un miembro de la organización.

La inversión que se necesita para la elaboración del modelo tarifario es simplemente una computadora en la que se pueda acceder a todas las herramientas de Microsoft, especialmente Excel, por lo que en términos monetarios la inversión es baja. Sin embargo, si se calcula las horas que han destinado los líderes del proyecto y el profesor tutor para el desarrollo del proyecto, en términos monetarios significa una inversión de \$6.400,00, así mismo los costos de mantenimiento son bajos ya que se puede encargar cualquier persona con conocimientos medios en el manejo de la herramienta de Microsoft Excel.

Para finalizar, se debe destacar que el modelo sirve como una herramienta de negociación con los clientes y de planificación de las operaciones de la empresa, ya que los transportistas pueden decidir la cantidad de personal necesario para realizar la actividad, así como para proponer reformas o decretos ante el gobierno cuando se quiera retirar el subsidio al combustible.

4.2 Recomendaciones

Los costos involucrados en el modelo no son iguales para todas las empresas, es por esto que se recomienda adaptar los costos de acuerdo con las necesidades de cada una. Adicional, estos costos son muy variables, en especial el del combustible, que viene regido por las políticas del gobierno, por esto se recomienda actualizar la plataforma cada mes de acuerdo a las bandas del precio de diésel para mejorar la precisión y aumentar la confianza de los transportistas.

Es necesario socializar con los organismos encargados para que se destine más presupuesto para el arreglo de la infraestructura vial evitando que los vehículos transiten por rutas montañosas y carreteras en mal estado, debido a que disminuye la vida útil de los repuestos, aumenta el consumo de combustible, e incrementan las emisiones de CO₂.

Es necesario informar a los transportistas acerca del impacto que tiene el mantenimiento correctivo del vehículo en sus costos, ya que el costo de reparación es mayor con respecto al costo de mantenimiento preventivo.

Se recomienda, además, ahondar en el estudio acerca de las diferencias entre los repuestos y neumáticos de diferentes marcas, a fin de encontrar una que tenga la mejor calidad tanto en precio, como en duración.

BIBLIOGRAFÍA

- Bonilla, J. (2019). *ESTUDIO TARIFARIO DEL SERVICIO DE TRANSPORTE DE CARGA PESADA PARA EL CANTÓN SAN MIGUEL, PROVINCIA BOLÍVAR*. Riobamba.
- Cheng, T., Tsapakis, I., & Bolbol, A. (2013). Impact of weather conditions on macroscopic urban travel times. *ELSEVIER*.
- EP Petroecuador. (10 de Agosto de 2020). *EP Petroecuador*. Obtenido de <https://www.eppetroecuador.ec/?p=9124>
- Griffin, A., & Hauser, J. R. (1993). Voice of the Customer. *Marketing Science*, 3-4.
- Jiju, A. (2014). *Design of Experiments for Engineers and Scientists*. Londres: Book Aid International.
- Mahalik, P. K. (s.f.). *ISIXSIGMA*. Obtenido de <https://www.isixsigma.com/implementation/basics/using-five-ws-and-one-h-approach-six-sigma/>
- Mehrjerdi, Y. Z. (29 de Junio de 2010). *Emerald*. Obtenido de <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/02656711011054524/full/html>
- Microsoft . (s.f.). *Microsoft*. Obtenido de <https://www.microsoft.com/en-us/microsoft-365/excel>
- Microsoft. (s.f.). *Microsoft*. Obtenido de <https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=21028>
- Moscoso, X. (2007). *Diseño e implementación de un Modelo Tarifario para la transportación Terrestre*. Guayaquil.
- Reforma reglamento a la ley de caminos de la República del Ecuador. (09 de Mayo de 2012). *Obras públicas*. Obtenido de <https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/DECRETO-EJECUTIVO-1137-REFORMA-REGLAMENTO-LEY-DE-CAMINOS.pdf>
- Torres, J. O. (s.f.). Obtenido de http://jotvirtual.ucoz.es/COSTOS/LA_CONTABILIDAD_DE_COSTOS.pdf
- Zhou, M., Jiun, H., & Wang, W. (Diciembre de 2016). *ScienceDirect*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1361920916306009>

APÉNDICES

APÉNDICE A

VOC de las asociaciones

VOB (Voz de la empresa)

Representante del Gremio

- Finalidad del modelo tarifario es socializarlo con los transportistas de carga pesada para que ellos sepan que costos se debe tomar en cuenta para establecer una tarifa.
 - Capacitar a los transportistas sobre los costos que se deben tomar en cuenta al momento de cobrar una tarifa.
 - Actualmente no existe un modelo a seguir para establecer tarifas de fletes con carga pesada.
 - Mejorar el sector de transporte es importante porque contribuye al desarrollo del comercio.
 - Proveer una herramienta que sea fácil de usar
-

Representante de la asociación

- El objetivo es tener una técnica referencial y transparente del costo de un servicio bajo ciertas condiciones
 - Proveer información para la toma de decisiones del sector transporte
 - Establecer una herramienta que ayude a determinar una tarifa, mejora el sector transporte
 - El modelo tarifario debe ser una herramienta que favorezca a cualquier transportista
-

VOC (Voz de los clientes)

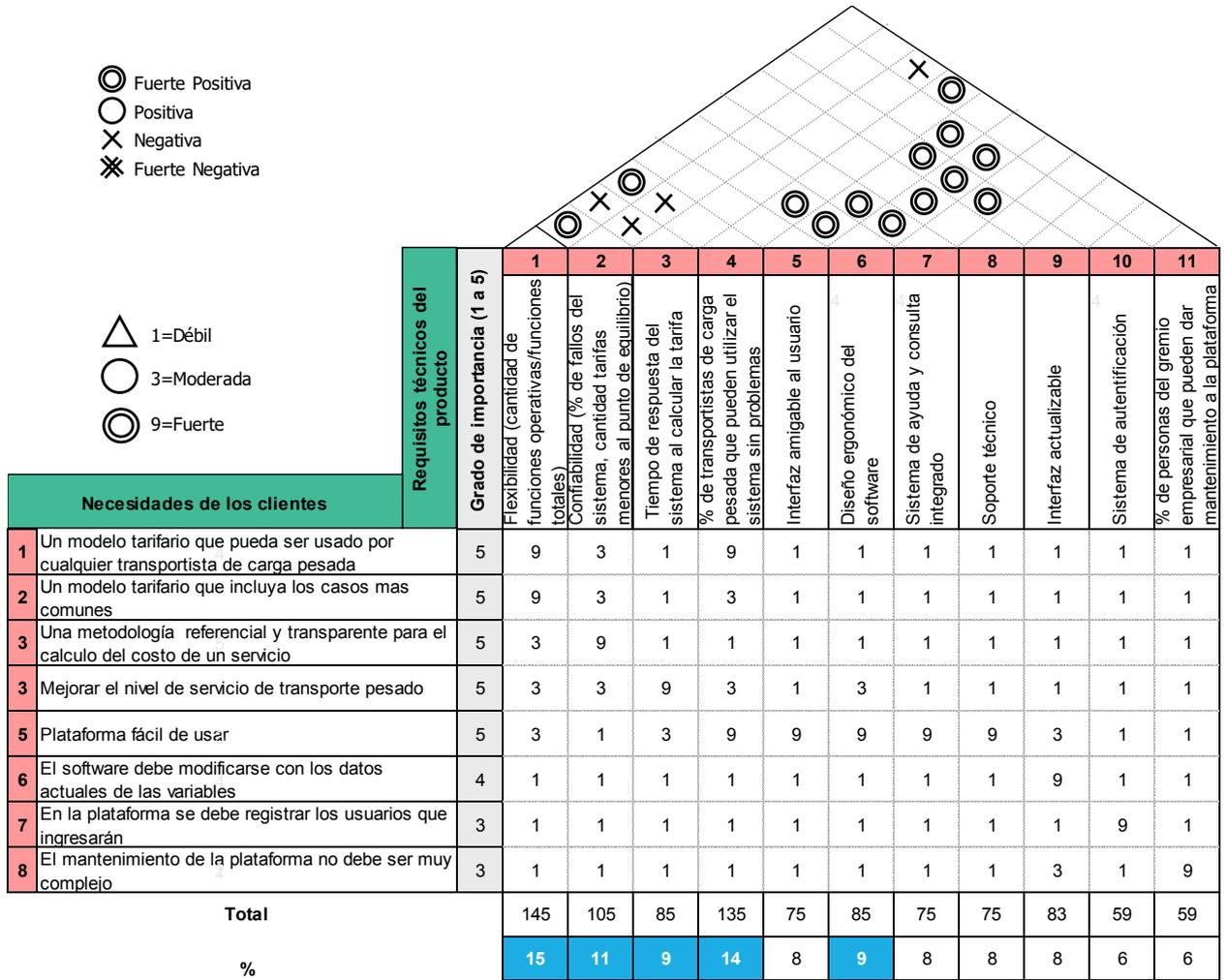
- El mercado es muy competitivo y las tarifas que se establecen son en base a los demás transportistas.
- La tarifa se establece de acuerdo con un análisis de costos global
- El sector de transporte pesado es muy variado

APÉNDICE B

Casa de la calidad

- ⊙ Fuerte Positiva
- Positiva
- × Negativa
- ⊗ Fuerte Negativa

- △ 1=Débil
- 3=Moderada
- ⊙ 9=Fuerte



APÉNDICE C

Planificación del proyecto

Cronograma del proyecto	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16
	Oct.	Oct.	Oct.	Nov.	Nov.	Nov.	Nov.	Dic.	Dic.	Dic.	Dic.	Ene.	Ene.	Ene.	Ene.	Feb.
Búsqueda de información secundaria																
Elaboración de diapositivas																
Presentación ejecutiva 1																
Diseño de encuesta, muestra, P. piloto y ajustes a encuesta																
Ejecución de encuestas y validación de datos																
Elaboración de diapositivas																
Presentación ejecutiva 2																
Análisis de estructura de costos																
Validación de cálculos																
Elaboración de diapositivas																
Presentación ejecutiva 3																
Desarrollo del modelo en un software																
Desarrollo de la interfaz																
Elaboración de diapositivas																
Presentación ejecutiva 4																
Análisis de resultados																
Conclusiones y recomendaciones																
Desarrollo de informe final																
Elaboración de poster																
Elaboración de diapositivas																
Presentación ejecutiva 5																

APÉNDICE D

Plan de recolección de datos

Quién	Qué				Cuándo	Dónde	Cómo	Por qué
Personas a cargo	Símbolo	Significado operacional	Unidad de medida	Tipo de dato	Recolectar	Medir	Método de recolección	Por qué recolectar?
Jenifer Murillo Dany Tenesaca	X1	Tipo de vehículo	Unidad	Cualitativo	Inicio de la etapa de medición	Recolección de información a empresas de transporte	Encuestas, investigación primaria y secundaria	Porque permite analizar los diferentes modelos tarifarios
	X2	Marca	Chevrolet, Hino	Cualitativo				
	X3	Modelo	X,Y,Z	Cualitativo				
	X4	Inversión inicial	\$	Cuantitativo, continuo				
	X5	Vida Útil	Años	Cuantitativo, continuo				
	X6	Km recorridos	Km	Cuantitativo, continuo				
	X7	Capacidad	Toneladas	Cuantitativo, continuo				
	X8	Promedio de viajes realizados	# viajes / mes	Cuantitativo, continuo				

Quién	Qué				Cuándo	Dónde	Cómo	Por qué
Personas a cargo	Símbolo	Significado operacional	Unidad de medida	Tipo de dato	Recolectar	Medir	Método de recolección	Por qué recolectar?
Jenifer Murillo Dany Tenesaca	X9	Ruta	Quito-Guayaquil Tulcán-Manta	Cualitativo	Inicio de la etapa de medición	Recolección de información a empresas de transporte	Encuestas, investigación primaria y secundaria	Porque nos permite analizar los diferentes modelos tarifarios
	X10	Personal	# personas	Cuantitativo, continuo				
	X11	Modelo de tarifa	Por peso, volumen, distancia	Cuantitativo, continuo				
	X12	Flota propia	%	Cuantitativo, continuo				
	X13	Experiencia del chofer	Años	Cuantitativo, continuo				
	X14	Horario de salida	Diurno-nocturno	Cualitativo				
	X15	Estado de la ruta	Plano-Montañoso	Cualitativo				

Quién	Qué				Cuándo	Dónde	Cómo	Por qué
Personas a cargo	Símbolo	Significado operacional	Unidad de medida	Tipo de dato	Recolectar	Medir	Método de recolección	Por qué recolectar?
Jenifer Murillo Dany Tenesaca	X17	Sueldo	\$/mes	Cuantitativo, continuo	Inicio de la etapa de medición	Recolección de información a empresas de transporte	Encuestas, investigación primaria y secundaria	Porque nos permite analizar los diferentes modelos tarifarios
	X18	Horas extras	\$/mes	Cuantitativo, continuo				
	X19	Viáticos	\$/mes	Cuantitativo, continuo				
	X20	Matrícula	\$/año	Cuantitativo, continuo				
	X21	Revisión técnica mecánica	\$/año	Cuantitativo, continuo				
	X22	SPPAT/SOAT	\$/año	Cuantitativo, continuo				
	X23	GPS mantenimiento	\$/mes	Cuantitativo, continuo				
	X24	Sistema de seguimiento de pedido	\$/mes	Cuantitativo, continuo				
	X25	Fondo de reserva	\$/mes	Cuantitativo, continuo				

Quién	Qué				Cuándo	Dónde	Cómo	Por qué
Personas a cargo	Símbolo	Significado operacional	Unidad de medida	Tipo de dato	Recolectar	Medir	Método de recolección	Por qué recolectar?
Jenifer Murillo Dany Tenesaca	X26	Gasto en combustible	\$/día	Cuantitativo, continuo	Inicio de la etapa de medición	Recolección de información a empresas de transporte	Encuestas, investigación primaria y secundaria	Porque nos permite analizar los diferentes modelos tarifarios
	X27	Distancia recorrida	km/día	Cuantitativo, continuo				
	X28	Marca de neumáticos	X,Y,Z	Cualitativo				
	X29	Aceite de caja	\$/unidad	Cuantitativo, continuo				
	X30	Aceite de diferencial	\$/unidad	Cuantitativo, continuo				
	X31	Aceite de motor	\$/unidad	Cuantitativo, continuo				
	X32	Aceite hidráulico	\$/unidad	Cuantitativo, continuo				
	X33	Baterías	\$/unidad	Cuantitativo, continuo				
	X34	Bandas	\$/unidad	Cuantitativo, continuo				

Quién	Qué				Cuándo	Dónde	Cómo	Por qué
Personas a cargo	Símbolo	Significado operacional	Unidad de medida	Tipo de dato	Recolectar	Medir	Método de recolección	Por qué recolectar?
Jenifer Murillo Dany Tenesaca	X35	Ballestas	\$/unidad	Cuantitativo, continuo	Inicio de la etapa de medición	Recolección de información a empresas de transporte	Encuestas, investigación primaria y secundaria	Porque nos permite analizar los diferentes modelos tarifarios
	X36	Amortiguadores	\$/unidad	Cuantitativo, continuo				
	X37	Calibración de válvulas de motor	\$/unidad	Cuantitativo, continuo				
	X38	Calibración de caja	\$/unidad	Cuantitativo, continuo				
	X39	Calibración de diferencial	\$/unidad	Cuantitativo, continuo				
	X40	Cambio de tambores	\$/unidad	Cuantitativo, continuo				
	X41	Cambio aceite de dirección	\$/unidad	Cuantitativo, continuo				
	X42	Cambio embrague	\$/unidad	Cuantitativo, continuo				
	X43	Engrasado general	\$/unidad	Cuantitativo, continuo				

Quién	Qué				Cuándo	Dónde	Cómo	Por qué
Personas a cargo	Símbolo	Significado operacional	Unidad de medida	Tipo de dato	Recolectar	Medir	Método de recolección	Por qué recolectar?
Jenifer Murillo Dany Tenesaca	X44	Filtro de aceite motor	\$/unidad	Cuantitativo, continuo	Inicio de la etapa de medición	Recolección de información a empresas de transporte	Encuestas, investigación primaria y secundaria	Porque nos permite analizar los diferentes modelos tarifarios
	X45	Filtro de combustible	\$/unidad	Cuantitativo, continuo				
	X46	Filtro de aire	\$/unidad	Cuantitativo, continuo				
	X47	Mantenimiento del turbo	\$/unidad	Cuantitativo, continuo				
	X48	Mantenimiento neumáticos	\$/unidad	Cuantitativo, continuo				
	X49	Pines y bocines de dirección	\$/unidad	Cuantitativo, continuo				
	X50	Refrigerante del motor	\$/unidad	Cuantitativo, continuo				
	X51	Sistema eléctrico	\$/unidad	Cuantitativo, continuo				
	X52	Zapatatas	\$/unidad	Cuantitativo, continuo				

Quién	Qué				Cuándo	Dónde	Cómo	Por qué
Personas a cargo	Símbolo	Significado operacional	Unidad de medida	Tipo de dato	Recolectar	Medir	Método de recolección	Por qué recolectar?
Jenifer Murillo Dany Tenesaca	X53	Reparación de bomba de inyección	\$/unidad	Cuantitativo, continuo	Inicio de la etapa de medición	Recolección de información a empresas de transporte	Encuestas, investigación primaria y secundaria	Porque nos permite analizar los diferentes modelos tarifarios
	X54	Reparación del motor	\$/unidad	Cuantitativo, continuo				
	X55	Reparación de caja	\$/unidad	Cuantitativo, continuo				
	X56	Reparación de diferencial	\$/unidad	Cuantitativo, continuo				

APÉNDICE E

Datos para la prueba de diferencia de medias

Destino	Origen - Destino	Interno	Total
Lago agrio	695	30	725
Guayaquil	640	30	670
Manta	613	30	643
Cuenca	471	30	501
Quito	422	30	452
Manta	398	30	428
Ambato	374	30	404
Lago Agrio	295	30	325
Santo Domingo	292	30	322
Ambato	263	30	293
Quito	225	30	255
Cuenca	197	30	227
Portoviejo	195	30	225
Santo Domingo	153	30	183

Escalon Intervalos		Costo lineal	Costo Escalon	Costo en modelo de rutas			
				E1/P	E2/P	E1/I	E2/I
700	800	\$ 1.168,86	\$ 1.209,16	\$ 1.227,61	\$ 1.231,28	\$ 1.367,29	\$ 1.370,96
600	700	\$ 1.080,18	\$ 1.047,94	\$ 1.134,48	\$ 1.137,87	\$ 1.263,56	\$ 1.266,95
600	700	\$ 1.036,65	\$ 1.047,94	\$ 1.088,76	\$ 1.092,02	\$ 1.212,64	\$ 1.215,90
500	600	\$ 807,72	\$ 886,72	\$ 848,32	\$ 850,86	\$ 944,84	\$ 947,38
400	500	\$ 728,72	\$ 725,50	\$ 765,35	\$ 767,64	\$ 852,43	\$ 854,72
400	500	\$ 690,03	\$ 725,50	\$ 724,71	\$ 726,88	\$ 807,17	\$ 809,34
400	500	\$ 651,33	\$ 725,50	\$ 684,08	\$ 686,12	\$ 761,91	\$ 763,95
300	400	\$ 523,97	\$ 564,28	\$ 550,31	\$ 551,95	\$ 612,92	\$ 614,57
300	400	\$ 519,13	\$ 564,28	\$ 545,23	\$ 546,86	\$ 607,26	\$ 608,89
200	300	\$ 472,38	\$ 403,05	\$ 496,12	\$ 497,61	\$ 552,57	\$ 554,06
200	300	\$ 411,11	\$ 403,05	\$ 431,78	\$ 433,07	\$ 480,91	\$ 482,20
200	300	\$ 365,97	\$ 403,05	\$ 384,37	\$ 385,52	\$ 428,10	\$ 429,25
200	300	\$ 362,75	\$ 403,05	\$ 380,98	\$ 382,12	\$ 424,33	\$ 425,47
100	200	\$ 295,04	\$ 241,83	\$ 309,87	\$ 310,79	\$ 345,12	\$ 346,05

APÉNDICE F

Plan de implementación

Qué?				Dónde?	Cuándo?	Cómo?		Pórqe?	Responsable	Etapas de validación	Responsables de validar
Objetivo de diseño	Especificación técnica	Unidad de medida	Tipo	Lugar	Fecha	Método de ejecución	Método de control	Porque se hace?			
Diseñar un modelo tarifario estándar para el transporte de carga pesada.	Transportes mas utilizados	%	Cuantitativo	Asociaciones de transporte o logísticas	Segunda y tercera semana de diciembre	Investigación primaria y secundaria del transporte de mercancías más utilizado en Ecuador	Registros	Determinar las funcionalidades que debe tener el modelo para que lo utilicen una gran cantidad de operadores	Jenifer Murillo/Dan y Tenesaca	Validar las opciones propuestas en la interfaz	Representantes de las asociaciones
	Rutas mas utilizadas para el transporte de carga pesada.					Usar estadísticas para comparar alternativas de diseño Investigación secundaria del estado y geografía de las rutas Investigación secundaria de los tipos de tarifas existentes		Incluya condiciones que afecten los costos de transporte pesado			
Determine las variables críticas del modelo tarifario.	Confiabilidad	%	Cuantitativo	Asociaciones de transporte o logísticas	Tercera semana de enero	Comparación de las tasas de transporte pesado cambiando los valores de costos críticos	Revisión periódica	Ayuda a los operadores a tomar decisiones sobre el costo del servicio.	Jenifer Murillo/Dan y Tenesaca	Validar las tarifas obtenidas en diferentes escenarios	Representantes de las asociaciones y afiliados
Diseñe una interfaz fácil de usar	Diseño ergonómico del software	Interactiva	Cualitativo	Asociaciones de transporte o logísticas	Segunda semana de enero	Investigación de programas para el diseño de interfaces Investigación primaria para la selección de software para diseño Análisis económico de las opciones propuestas para el diseño de Interfaz	Registros	Definir la mejor opción para el diseño de interfaces	Jenifer Murillo/Dan y Tenesaca	Validar el diseño de la interfaz	Representantes de las asociaciones y afiliados
	Tiempo de respuesta	minutos	Cuantitativo		Tercera semana de enero	Investigación secundaria de las configuraciones necesarias para que la interfaz proporcione una respuesta rápida	Registros	Asegura que el programa facilite una respuesta rápida a la toma de decisiones	Jenifer Murillo/Dan y Tenesaca	Validar la experiencia del usuario	
	Accesibilidad	%	Cuantitativo		Tercera semana de	Comparta el modelo en la nube o en equipos		Asegura que los socios tengan acceso a la plataforma			
	Eficiencia	%	Cuantitativo		Tercera semana de	Verificación de servicios / funciones activos en la interfaz		Disminuir la desconfianza al utilizar el programa			

APÉNDICE G

Evidencias de validaciones

RE: Interfaz

Para: Jenifer Mishell Murillo Flores

Estimada Mishell,

Espero que estés pasando bien, en cuanto a la retroalimentación voy a enlistar los puntos a tomar en cuenta:

1. La ortografía y gramática: La palabra "vehículo" no se encuentra tildada, "calcule" no lleva tilde, el artículo para referirse a "tarifa" debería ser "la".
2. Utilización del teclado y mouse: La tecla "tab" que se usa comúnmente para avanzar no lo hace de forma correcta, es decir, se mueve, pero saltando opciones; por otro lado, el scroll no permite avanzar en la lista de rutas, se debe utilizar las flechas de desplazamiento o la barra lateral.
3. Validaciones: En el campo "Sueldo a estibadores" permite colocar letras e igual muestra el resultado, debería salir algún error como está hecho en los otros casos.
4. Resultados: Los resultados deberían de tener un límite de decimales, se muestran demasiados en ciertos casos; el valor mostrado se vería mejor al estar centrados en las casillas como es el caso de los datos ingresados; en cuanto al diseño de los resultados debe estar encapsulado como la parte de "Ingrese los datos" y tener el mismo tipo de letra.
5. Presentación: En cuanto a la presentación el color resulta de mi agrado, pero en el caso del logo sería preferible no ponerlo o ubicarlo en otro lugar, ya que contrasta mucho

La retroalimentación es dada bajo el supuesto de que los cálculos están bien hechos, espero haber sido de ayuda y en caso de necesitarla de nuevo cuenta conmigo.

Saludos cordiales,

Presentación de Propuestas de Modelo Tarifario de transporte ...
Calendario (jemimur@espef.edu.ec)

Wednesday, December 16, 2020
14:00 + 15:00 (1 hour)

Teams Meeting **JOIN**

Agenda: Presentación de propuestas, Revisión de modelos prepuestos. [READ MORE](#)

Attendees

- Dany Steeven Tenesaca Lopez
dtenesac@espef.edu.ec

Revisión de modelos tarifarios de transporte pesado
Calendario (jemimur@espef.edu.ec)

Accepted [EDIT RSVP](#)

Teams Meeting **JOIN**

Location: Materis integradora/General

Attendees

- Materis integradora (Organizer)
Materisintegradora542@espef.edu.ec
- Dany Steeven Tenesaca Lopez
dtenesac@espef.edu.ec
- Jenifer Mishell Murillo Flores
jemimur@espef.edu.ec

Revisión de Propuestas
Calendario (jemimur@espef.edu.ec)

Tuesday, January 26, 2021
11:00 + 12:00 (1 hour)

Teams Meeting **JOIN**

Location: Microsoft Teams meeting

Attendees

- Belen Pinza CTPP
bpinza@ctpp.org.ec
- Dany Steeven Tenesaca Lopez
dtenesac@espef.edu.ec

Validación de software para calcular el costo de flote

Jenifer Mishell Murillo Flores

Mon, Jan 25, 16:00 (30m)...

Evaluar las necesidades del sector transporte de carga pesada.

Jenifer Murillo is inviting you to a scheduled Zoom meeting.

Topic: Jenifer Murillo's Personal Meeting Room

Join Zoom Meeting
<https://us02web.zoom.us/j/4999487741?pwd=ZFN0U0lnYkFhOzBjIjZOWENMb2h0OT09>

Meeting ID: [499 948 7741](#)
Passcode: Rotaract

APÉNDICE H

Plantilla del diseño de experimentos

#	Diesel price	No. assist	Route status	Route geography	Driver exp.	Maintenance cost	Tires cost	Transport cost
1	1,06	0	Good	Flat	No	0,191	660,4	595,55
2	2,25	0	Good	Flat	No	0,191	660,4	692,15
3	1,06	2	Good	Flat	No	0,191	660,4	616,00
4	2,25	2	Good	Flat	No	0,191	660,4	712,95
5	1,06	0	Bad	Flat	No	0,191	660,4	649,55
6	2,25	0	Bad	Flat	No	0,191	660,4	746,15
7	1,06	2	Bad	Flat	No	0,191	660,4	670,35
8	2,25	2	Bad	Flat	No	0,191	660,4	766,95
9	1,06	0	Good	Mountain	No	0,191	660,4	683,75
10	2,25	0	Good	Mountain	No	0,191	660,4	876,95
11	1,06	2	Good	Mountain	No	0,191	660,4	704,55
12	2,25	2	Good	Mountain	No	0,191	660,4	897,75
13	1,06	0	Bad	Mountain	No	0,191	660,4	737,75
14	2,25	0	Bad	Mountain	No	0,191	660,4	930,95
15	1,06	2	Bad	Mountain	No	0,191	660,4	758,55
16	2,25	2	Bad	Mountain	No	0,191	660,4	951,75
17	1,06	0	Good	Flat	Yes	0,191	660,4	570,35
18	2,25	0	Good	Flat	Yes	0,191	660,4	639,35
19	1,06	2	Good	Flat	Yes	0,191	660,4	591,15
20	2,25	2	Good	Flat	Yes	0,191	660,4	660,15
21	1,06	0	Bad	Flat	Yes	0,191	660,4	624,35
22	2,25	0	Bad	Flat	Yes	0,191	660,4	693,35
23	1,06	2	Bad	Flat	Yes	0,191	660,4	645,15
24	2,25	2	Bad	Flat	Yes	0,191	660,4	714,15
25	1,06	0	Good	Mountain	Yes	0,191	660,4	633,35
26	2,25	0	Good	Mountain	Yes	0,191	660,4	771,35
27	1,06	2	Good	Mountain	Yes	0,191	660,4	654,15
28	2,25	2	Good	Mountain	Yes	0,191	660,4	792,15
29	1,06	0	Bad	Mountain	Yes	0,191	660,4	687,35
30	2,25	0	Bad	Mountain	Yes	0,191	660,4	825,35
31	1,06	2	Bad	Mountain	Yes	0,191	660,4	708,15

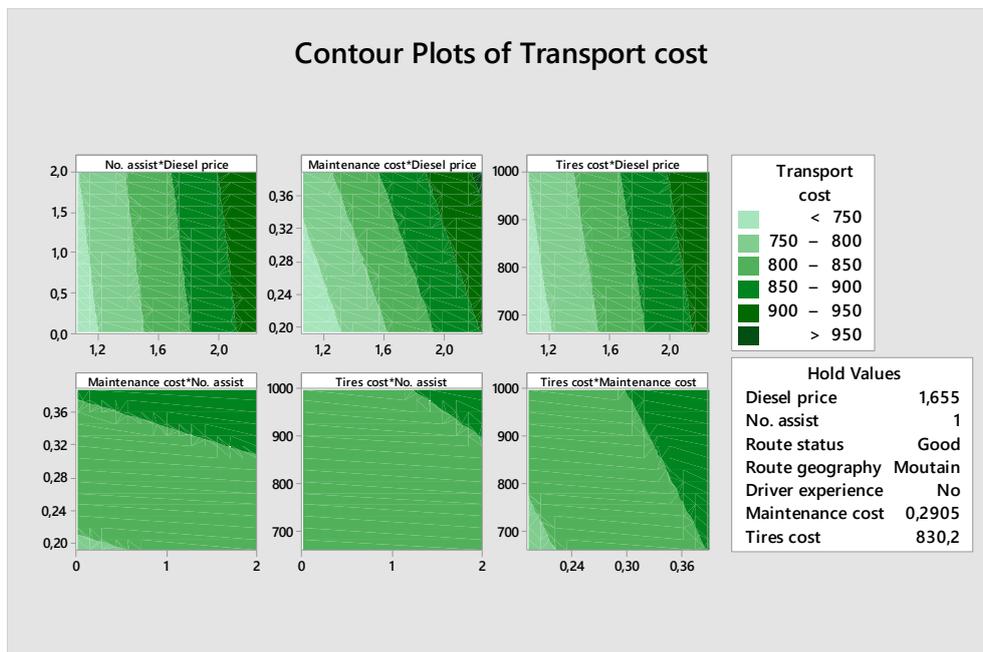
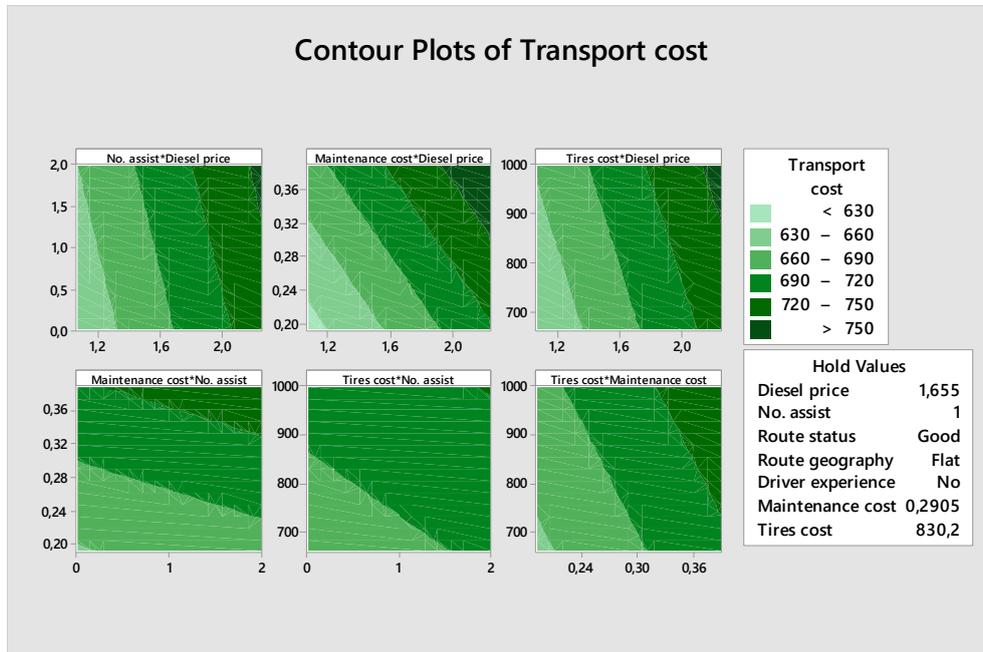
32	2,25	2	Bad	Moutain	Yes	0,191	660,4	846,15
33	1,06	0	Good	Flat	No	0,39	660,4	655,25
34	2,25	0	Good	Flat	No	0,39	660,4	751,85
35	1,06	2	Good	Flat	No	0,39	660,4	676,05
36	2,25	2	Good	Flat	No	0,39	660,4	772,65
37	1,06	0	Bad	Flat	No	0,39	660,4	709,25
38	2,25	0	Bad	Flat	No	0,39	660,4	805,85
39	1,06	2	Bad	Flat	No	0,39	660,4	730,05
40	2,25	2	Bad	Flat	No	0,39	660,4	826,65
41	1,06	0	Good	Moutain	No	0,39	660,4	743,40
42	2,25	0	Good	Moutain	No	0,39	660,4	936,65
43	1,06	2	Good	Moutain	No	0,39	660,4	764,25
44	2,25	2	Good	Moutain	No	0,39	660,4	957,45
45	1,06	0	Bad	Moutain	No	0,39	660,4	797,45
46	2,25	0	Bad	Moutain	No	0,39	660,4	990,65
47	1,06	2	Bad	Moutain	No	0,39	660,4	818,25
48	2,25	2	Bad	Moutain	No	0,39	660,4	1011,45
49	1,06	0	Good	Flat	Yes	0,39	660,4	650,85
50	2,25	0	Good	Flat	Yes	0,39	660,4	719,85
51	1,06	2	Good	Flat	Yes	0,39	660,4	650,85
52	2,25	2	Good	Flat	Yes	0,39	660,4	719,85
53	1,06	0	Bad	Flat	Yes	0,39	660,4	684,05
54	2,25	0	Bad	Flat	Yes	0,39	660,4	753,05
55	1,06	2	Bad	Flat	Yes	0,39	660,4	704,85
56	2,25	2	Bad	Flat	Yes	0,39	660,4	773,85
57	1,06	0	Good	Moutain	Yes	0,39	660,4	693,05
58	2,25	0	Good	Moutain	Yes	0,39	660,4	831,05
59	1,06	2	Good	Moutain	Yes	0,39	660,4	713,85
60	2,25	2	Good	Moutain	Yes	0,39	660,4	851,85
61	1,06	0	Bad	Moutain	Yes	0,39	660,4	747,05
62	2,25	0	Bad	Moutain	Yes	0,39	660,4	885,05
63	1,06	2	Bad	Moutain	Yes	0,39	660,4	767,85
64	2,25	2	Bad	Moutain	Yes	0,39	660,4	905,85
65	1,06	0	Good	Flat	No	0,191	1000	622,55
66	2,25	0	Good	Flat	No	0,191	1000	719,15

67	1,06	2	Good	Flat	No	0,191	1000	643,35
68	2,25	2	Good	Flat	No	0,191	1000	739,95
69	1,06	0	Bad	Flat	No	0,191	1000	703,55
70	2,25	0	Bad	Flat	No	0,191	1000	800,15
71	1,06	2	Bad	Flat	No	0,191	1000	739,95
72	2,25	2	Bad	Flat	No	0,191	1000	820,95
73	1,06	0	Good	Moutain	No	0,191	1000	710,75
74	2,25	0	Good	Moutain	No	0,191	1000	903,95
75	1,06	2	Good	Moutain	No	0,191	1000	731,55
76	2,25	2	Good	Moutain	No	0,191	1000	924,75
77	1,06	0	Bad	Moutain	No	0,191	1000	791,75
78	2,25	0	Bad	Moutain	No	0,191	1000	984,95
79	1,06	2	Bad	Moutain	No	0,191	1000	812,55
80	2,25	2	Bad	Moutain	No	0,191	1000	1005,75
81	1,06	0	Good	Flat	Yes	0,191	1000	597,35
82	2,25	0	Good	Flat	Yes	0,191	1000	666,35
83	1,06	2	Good	Flat	Yes	0,191	1000	618,15
84	2,25	2	Good	Flat	Yes	0,191	1000	687,15
85	1,06	0	Bad	Flat	Yes	0,191	1000	678,35
86	2,25	0	Bad	Flat	Yes	0,191	1000	747,35
87	1,06	2	Bad	Flat	Yes	0,191	1000	699,15
88	2,25	2	Bad	Flat	Yes	0,191	1000	768,15
89	1,06	0	Good	Moutain	Yes	0,191	1000	660,35
90	2,25	0	Good	Moutain	Yes	0,191	1000	798,35
91	1,06	2	Good	Moutain	Yes	0,191	1000	681,15
92	2,25	2	Good	Moutain	Yes	0,191	1000	819,15
93	1,06	0	Bad	Moutain	Yes	0,191	1000	741,35
94	2,25	0	Bad	Moutain	Yes	0,191	1000	879,35
95	1,06	2	Bad	Moutain	Yes	0,191	1000	762,15
96	2,25	2	Bad	Moutain	Yes	0,191	1000	900,15
97	1,06	0	Good	Flat	No	0,39	1000	682,25
98	2,25	0	Good	Flat	No	0,39	1000	778,85
99	1,06	2	Good	Flat	No	0,39	1000	703,05
100	2,25	2	Good	Flat	No	0,39	1000	799,65
101	1,06	0	Bad	Flat	No	0,39	1000	763,25

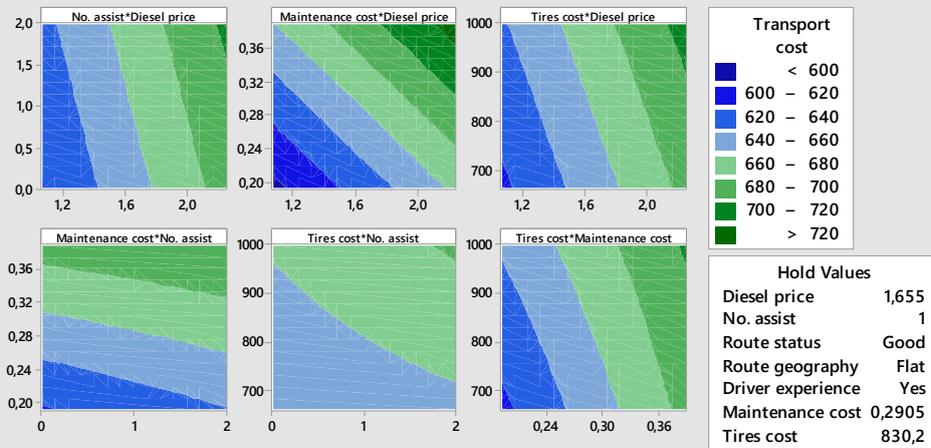
102	2,25	0	Bad	Flat	No	0,39	1000	859,85
103	1,06	2	Bad	Flat	No	0,39	1000	784,05
104	2,25	2	Bad	Flat	No	0,39	1000	880,65
105	1,06	0	Good	Moutain	No	0,39	1000	770,45
106	2,25	0	Good	Moutain	No	0,39	1000	963,65
107	1,06	2	Good	Moutain	No	0,39	1000	791,25
108	2,25	2	Good	Moutain	No	0,39	1000	984,45
109	1,06	0	Bad	Moutain	No	0,39	1000	851,45
110	2,25	0	Bad	Moutain	No	0,39	1000	1044,65
111	1,06	2	Bad	Moutain	No	0,39	1000	872,25
112	2,25	2	Bad	Moutain	No	0,39	1000	1065,45
113	1,06	0	Good	Flat	Yes	0,39	1000	657,05
114	2,25	0	Good	Flat	Yes	0,39	1000	726,05
115	1,06	2	Good	Flat	Yes	0,39	1000	677,85
116	2,25	2	Good	Flat	Yes	0,39	1000	746,85
117	1,06	0	Bad	Flat	Yes	0,39	1000	738,05
118	2,25	0	Bad	Flat	Yes	0,39	1000	807,05
119	1,06	2	Bad	Flat	Yes	0,39	1000	758,85
120	2,25	2	Bad	Flat	Yes	0,39	1000	827,85
121	1,06	0	Good	Moutain	Yes	0,39	1000	720,05
122	2,25	0	Good	Moutain	Yes	0,39	1000	858,05
123	1,06	2	Good	Moutain	Yes	0,39	1000	740,85
124	2,25	2	Good	Moutain	Yes	0,39	1000	878,85
125	1,06	0	Bad	Moutain	Yes	0,39	1000	810,05
126	2,25	0	Bad	Moutain	Yes	0,39	1000	939,05
127	1,06	2	Bad	Moutain	Yes	0,39	1000	817,35
128	2,25	2	Bad	Moutain	Yes	0,39	1000	959,85

APÉNDICE I

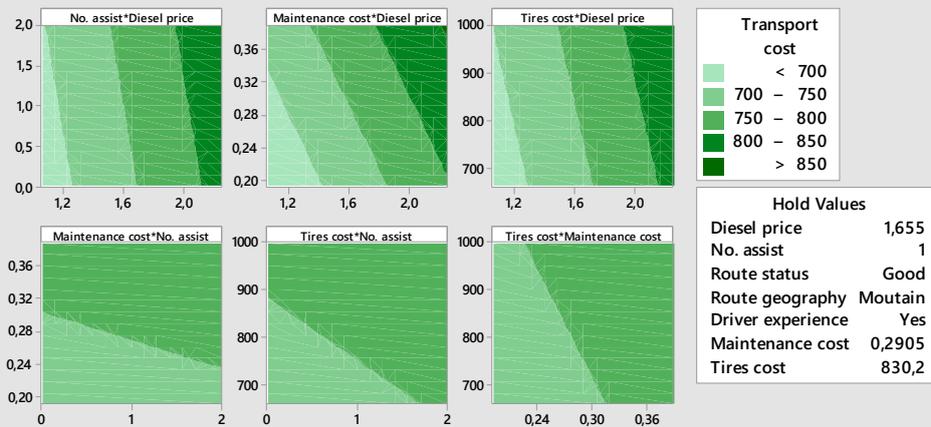
Curvas de nivel del costo de transporte



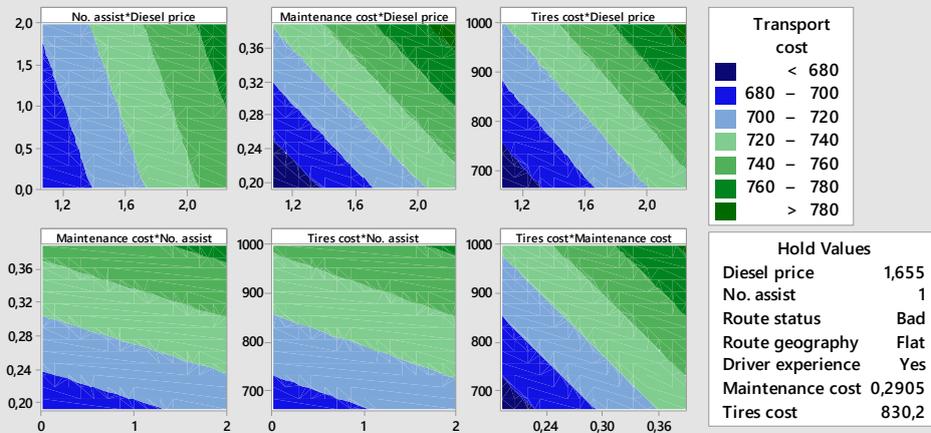
Contour Plots of Transport cost



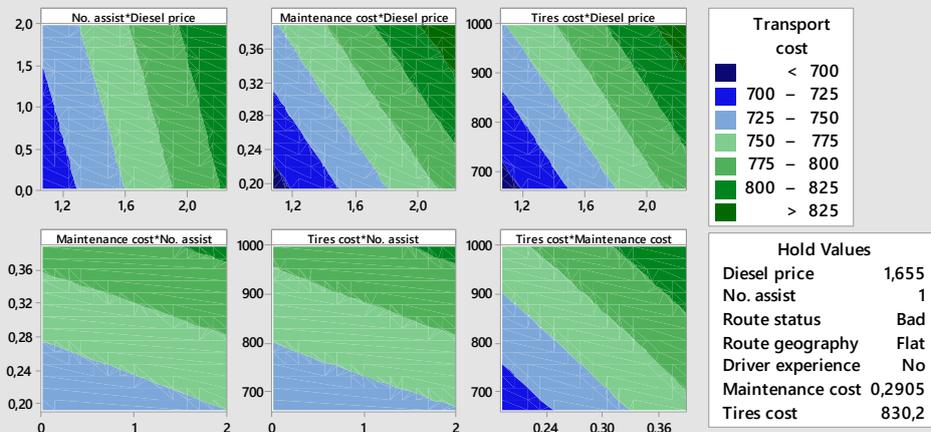
Contour Plots of Transport cost



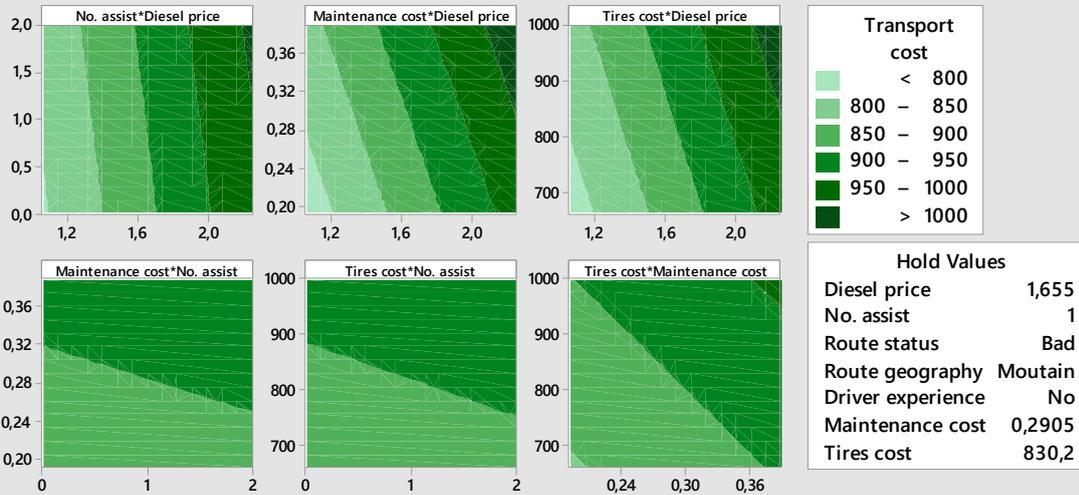
Contour Plots of Transport cost



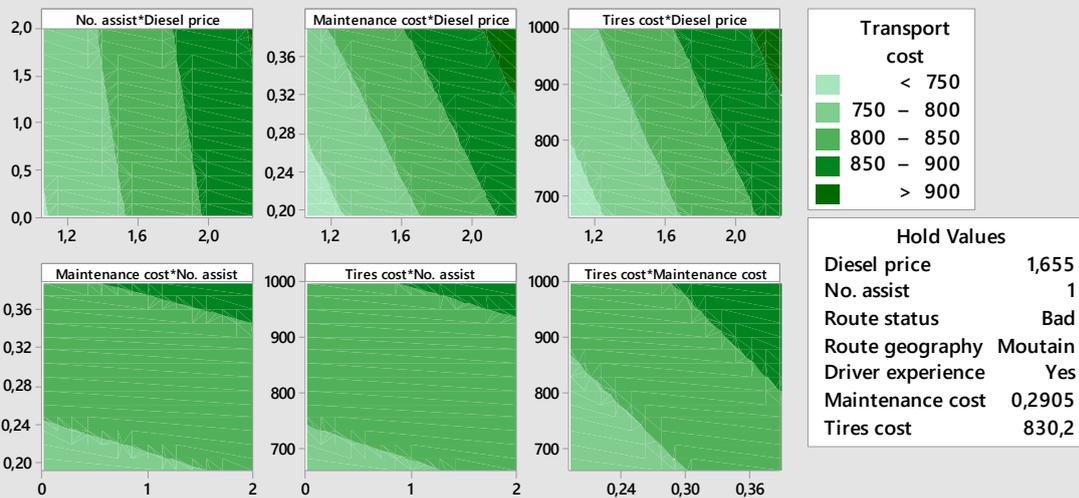
Contour Plots of Transport cost



Contour Plots of Transport cost

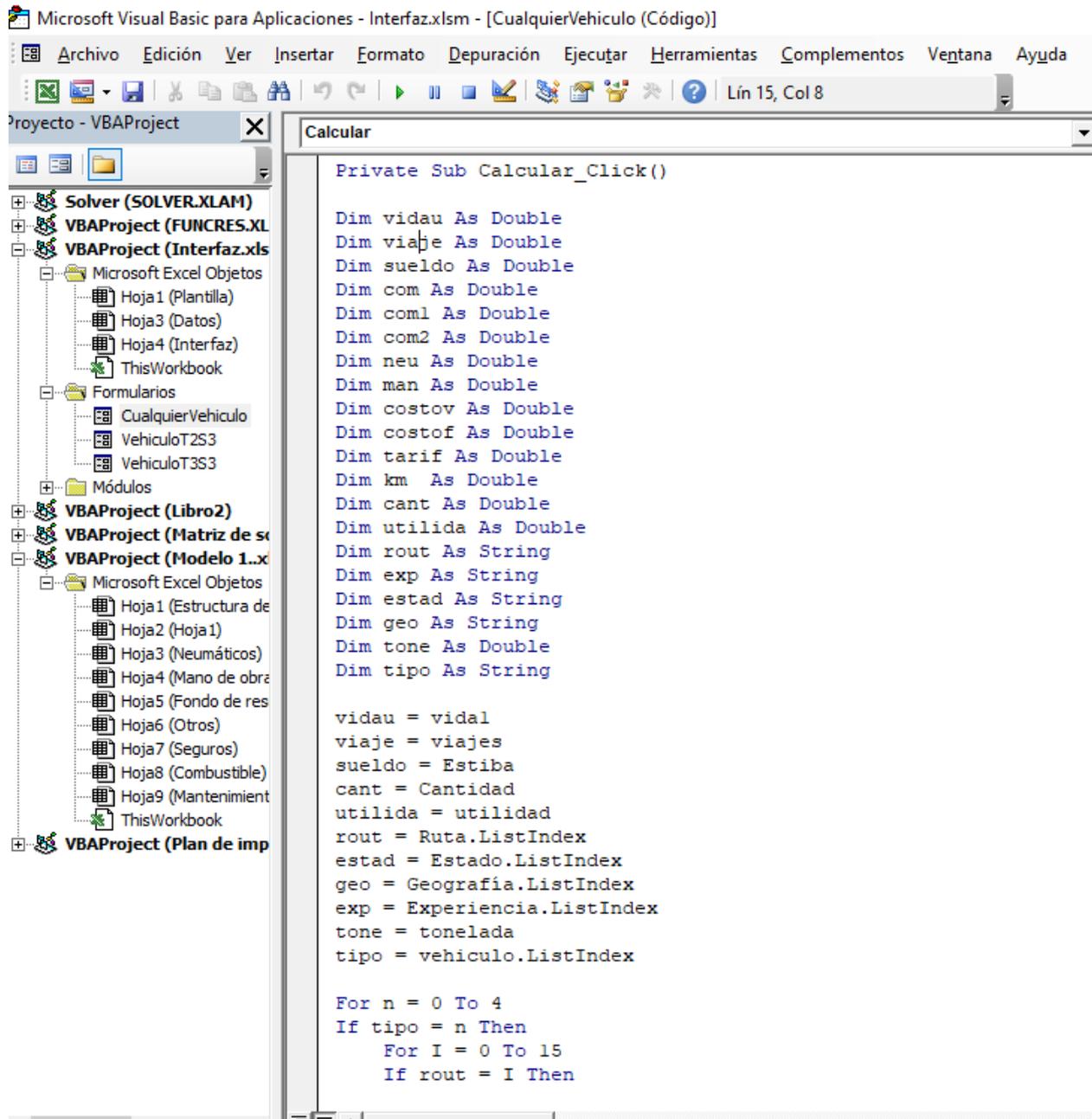


Contour Plots of Transport cost



APÉNDICE J

Código de la interfaz



```
Microsoft Visual Basic para Aplicaciones - Interfaz.xlsm - [CualquierVehiculo (Código)]
Archivo  Edición  Ver  Insertar  Formato  Depuración  Ejecutar  Herramientas  Complementos  Ventana  Ayuda
Lín 15, Col 8

Proyecto - VBAProject
Calcular

Private Sub Calcular_Click()

    Dim vidau As Double
    Dim viaje As Double
    Dim sueldo As Double
    Dim com As Double
    Dim com1 As Double
    Dim com2 As Double
    Dim neu As Double
    Dim man As Double
    Dim costov As Double
    Dim costof As Double
    Dim tarif As Double
    Dim km As Double
    Dim cant As Double
    Dim utilida As Double
    Dim rout As String
    Dim exp As String
    Dim estad As String
    Dim geo As String
    Dim tone As Double
    Dim tipo As String

    vidau = vidal
    viaje = viajes
    sueldo = Estiba
    cant = Cantidad
    utilida = utilidad
    rout = Ruta.ListIndex
    estad = Estado.ListIndex
    geo = Geografía.ListIndex
    exp = Experiencia.ListIndex
    tone = tonelada
    tipo = vehiculo.ListIndex

    For n = 0 To 4
        If tipo = n Then
            For I = 0 To 15
                If rout = I Then
```

Microsoft Visual Basic para Aplicaciones - Interfaz.xlsm - [CualquierVehiculo (Código)]

Archivo Edición Ver Insertar Formato Depuración Ejecutar Herramientas Complementos Ventana Ayuda

Lín 86, Col 16

Proyecto - VBAProject

Calcular

Click

Solver (SOLVER.XLAM)
VBAProject (FUNCRES.XL)
VBAProject (Interfaz.xls)
Microsoft Excel Objetos
Hoja1 (Plantilla)
Hoja3 (Datos)
Hoja4 (Interfaz)
ThisWorkbook
Formularios
CualquierVehiculo
VehiculoT2S3
VehiculoT3S3
Módulos
VBAProject (Libro2)
VBAProject (Matriz de s
VBAProject (Modelo 1.x
Microsoft Excel Objetos
Hoja1 (Estructura de
Hoja2 (Hoja1)
Hoja3 (Neumáticos)
Hoja4 (Mano de obra
Hoja5 (Fondo de res
Hoja6 (Otros)
Hoja7 (Seguros)
Hoja8 (Combustible)
Hoja9 (Mantenimient
ThisWorkbook
VBAProject (Plan de imp

```
For n = 0 To 4
If tipo = n Then
For I = 0 To 15
If rout = I Then

km = Hoja3.Cells(I + 2, 7)

If (exp = 0) Then

com = rendimiento / km

If (estad = 0) And (geo = 0) Then
coml = 1 * com
neu = (Hoja3.Cells(n + 2, 9) * cneu) / 45000
man = 0.3
costov = coml + neu + man
costof = (849.54 + (624.19 * cant) + 22313.05) / (viaje * 48)
Resultadokm.Caption = Round(costov, 2)
Resultadoton.Caption = Round(((costov * km) / 48) + costof, 2)
ResultadoFlete.Caption = Round((costov * 2 * km) + (costof * tone), 2)
tarif = ((costov * 2 * km) + (costof * tone)) * (1 + (utilida / 100))
tarifa.Caption = Round(tarif, 2)

ElseIf (estad = 1) And (geo = 0) Then
coml = 1 * com
neu = (Hoja3.Cells(n + 2, 9) * cneu) / (45000 * 0.75)
man = 0.3
costov = coml + neu + man
costof = (849.54 + (624.19 * cant) + 22313.05) / (viaje * 48)
Resultadokm.Caption = Round(costov, 2)
Resultadoton.Caption = Round(((costov * km) / 48) + costof, 2)
ResultadoFlete.Caption = Round((costov * 2 * km) + (costof * tone), 2)
tarif = ((costov * 2 * km) + (costof * tone)) * (1 + (utilida / 100))
tarifa.Caption = Round(tarif, 2)

ElseIf (estad = 2) And (geo = 0) Then
coml = 1 * com
neu = (Hoja3.Cells(n + 2, 9) * cneu) / (45000 * 0.5)
man = 0.3
costov = coml + neu + man
```

- Microsoft Excel Objetos
 - Hoja1 (Plantilla)
 - Hoja3 (Datos)
 - Hoja4 (Interfaz)
 - ThisWorkbook
- Formularios
 - CualquierVehiculo
 - VehiculoT2S3
 - VehiculoT3S3
- Módulos
- VBAProject (Libro2)
- VBAProject (Matriz de s...
- VBAProject (Modelo 1..x...
- Microsoft Excel Objetos
 - Hoja1 (Estructura de...
 - Hoja2 (Hoja1)
 - Hoja3 (Neumáticos)
 - Hoja4 (Mano de obra)
 - Hoja5 (Fondo de res...
 - Hoja6 (Otros)
 - Hoja7 (Seguros)
 - Hoja8 (Combustible)
 - Hoja9 (Mantenimient...
 - ThisWorkbook
- VBAProject (Plan de imp...

```

If (exp = 1) Then

    com = (rendimiento / km) * 1.3

    If (estad = 0) And (geo = 0) Then
        com1 = 1 * com
        neu = (Hoja3.Cells(n + 2, 9) * cneu) / 45000
        man = 0.3
        costov = com1 + neu + man
        costof = (849.54 + (624.19 * cant) + 22313.05) / (viaje * 48)
        Resultadokm.Caption = Round(costov, 2)
        Resultadoton.Caption = Round(((costov * km) / 48) + costof, 2)
        ResultadoFlete.Caption = Round((costov * 2 * km) + (costof * tone), 2)
        tarif = ((costov * 2 * km) + (costof * tone)) * (1 + (utilida / 100))
        tarifa.Caption = Round(tarif, 2)

    ElseIf (estad = 1) And (geo = 0) Then
        com1 = 1 * com
        neu = (Hoja3.Cells(n + 2, 9) * cneu) / (45000 * 0.75)
        man = 0.3
        costov = com1 + neu + man
        costof = (849.54 + (624.19 * cant) + 22313.05) / (viaje * 48)
        Resultadokm.Caption = Round(costov, 2)
        Resultadoton.Caption = Round(((costov * km) / 48) + costof, 2)
        ResultadoFlete.Caption = Round((costov * 2 * km) + (costof * tone), 2)
        tarif = ((costov * 2 * km) + (costof * tone)) * (1 + (utilida / 100))
        tarifa.Caption = Round(tarif, 2)

    ElseIf (estad = 2) And (geo = 0) Then
        com1 = 1 * com
        neu = (Hoja3.Cells(n + 2, 9) * cneu) / (45000 * 0.75)
        man = 0.3
        costov = com1 + neu + man
        costof = (849.54 + (624.19 * cant) + 22313.05) / (viaje * 48)
        Resultadokm.Caption = Round(costov, 2)
        Resultadoton.Caption = Round(((costov * km) / 48) + costof, 2)
        ResultadoFlete.Caption = Round((costov * 2 * km) + (costof * tone), 2)
        tarif = ((costov * 2 * km) + (costof * tone)) * (1 + (utilida / 100))
        tarifa.Caption = Round(tarif, 2)
    
```

- Solver (SOLVER.XLAM)
- VBAProject (FUNCRES.XL)
- VBAProject (Interfaz.xls)
 - Microsoft Excel Objetos
 - Hoja1 (Plantilla)
 - Hoja3 (Datos)
 - Hoja4 (Interfaz)
 - ThisWorkbook
 - Formularios
 - CualquierVehiculo
 - VehiculoT253
 - VehiculoT353
 - Módulos
- VBAProject (Libro2)
- VBAProject (Matriz de s
- VBAProject (Modelo 1.x
 - Microsoft Excel Objetos
 - Hoja1 (Estructura de
 - Hoja2 (Hoja1)
 - Hoja3 (Neumáticos)
 - Hoja4 (Mano de obra)
 - Hoja5 (Fondo de res
 - Hoja6 (Otros)
 - Hoja7 (Seguros)
 - Hoja8 (Combustible)
 - Hoja9 (Mantenimient
 - ThisWorkbook
- VBAProject (Plan de imp

```

ResultadoKm.Caption = Round(costov, 2)
ResultadoTon.Caption = Round(((costov * km) / 48) + costof, 2)
ResultadoFlete.Caption = Round((costov * 2 * km) + (costof * tone), 2)
tarif = ((costov * 2 * km) + (costof * tone)) * (1 + (utilida / 100))
tarifa.Caption = Round(tarif, 2)

ElseIf (estad = 1) And (geo = 2) Then
coml = 2 * com
neu = (Hoja3.Cells(n + 2, 9) * cneu) / (45000 * 0.75)
man = 0.3
costov = coml + neu + man
costof = (849.54 + (624.19 * cant) + 22313.05) / (viaje * 48)
costov = coml + neu + man
costof = (849.54 + (624.19 * cant) + 22313.05) / (viaje * 48)
ResultadoKm.Caption = Round(costov, 2)
ResultadoTon.Caption = Round(((costov * km) / 48) + costof, 2)
ResultadoFlete.Caption = Round((costov * 2 * km) + (costof * tone), 2)
tarif = ((costov * 2 * km) + (costof * tone)) * (1 + (utilida / 100))
tarifa.Caption = Round(tarif, 2)

ElseIf (estad = 2) And (geo = 2) Then
coml = 2 * com
neu = (Hoja3.Cells(n + 2, 9) * cneu) / (45000 * 0.75)
man = 0.3
costov = coml + neu + man
costof = (849.54 + (624.19 * cant) + 22313.05) / (viaje * 48)
ResultadoKm.Caption = Round(costov, 2)
ResultadoTon.Caption = Round(((costov * km) / 48) + costof, 2)
ResultadoFlete.Caption = Round((costov * 2 * km) + (costof * tone), 2)
tarif = ((costov * 2 * km) + (costof * tone)) * (1 + (utilida / 100))
tarifa.Caption = Round(tarif, 2)

End If

End If
End If
Next I
End If
Next n
End Sub
    
```