

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas

“Incidencia de la variación de precios en tarifario de transporte”

PROYECTO INTEGRADOR

Previo a la obtención del Título de:

Ingeniero/a en Logística y Transporte

Presentado por:

Alexandra Lilibeth Araujo Herrera

Ariana Lissette Reyes Castro

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2021

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedicamos a nuestros padres por haber sido un apoyo para nosotras durante esta etapa universitaria y a todos nuestros familiares que estuvieron durante el proceso. Muchos de nuestros logros los hemos alcanzado gracias a ustedes, entre los cuales se incluye este.

Las autoras.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro más sincero agradecimiento a todos nuestros profesores que nos formaron durante nuestra etapa académica en la ESPOL, quiénes nos ayudaron a descubrir nuestras aptitudes y alcanzar nuestras metas. También agradecemos a nuestros compañeros de aula, quiénes hicieron más llevadera nuestra vida estudiantil. Y sobre todo a Dios, por siempre darnos la fuerza y voluntad que necesitamos para alcanzar nuestros objetivos en la vida.

Las autoras.

DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Alexandra Araujo y Ariana Reyes 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"



Alexandra Araujo Herrera



Ariana Reyes Castro

EVALUADORES

MSc. Carlos Ronquillo

PROFESOR DE LA MATERIA

PhD. Xavier Cabezas

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

Para una empresa que comercializa productos balanceados es de vital importancia contar con una temprana respuesta ante cambios en el mercado en relación con el servicio de transporte. El presente proyecto tiene como objetivo diseñar un modelo tarifario de transporte, mediante el análisis de la estructura de costos de la operación logística. La variación del precio de combustible, cambios en las normativas gubernamentales y en la operación de transporte, son algunos problemas a los que se enfrentan las empresas de distribución, por tanto, se hace necesario identificar su impacto en la estructura de costos. El desconocimiento de los costos asociados a la operación de transporte por parte de los proveedores del servicio produce desacuerdos en cuanto a la tarifa establecida con la empresa cliente y puede no alcanzarse beneficios mutuos. Se usó el lenguaje de programación Visual Basic para el desarrollo de una macro en Excel que permite al usuario la identificación de la tarifa para una ruta de destino según un tipo de vehículo en específico. En la macro en Excel se integró procedimientos que definen la estructura de costos, modelo tarifario, simulaciones empleando la metodología de Monte Carlo y el análisis de sensibilidad. Complementando este último procedimiento, se estimó una combinación lineal mediante el software Rstudio que explica el valor de la tarifa asociado a un tipo de vehículo. Esto permite la identificación de aquellas variables con mayor impacto en la tarifa de transporte ante variaciones, las cuales son: Consumo de combustible, Inversión inicial, llantas, Aceites y filtros. Además, se identifica la incidencia que representa cada costo y gasto en la tarifa de transporte. Por último, se obtiene el ahorro al implementarse el modelo tarifario propuesto.

Palabras claves: Modelo tarifario, Análisis de Sensibilidad, Regresión Lineal Múltiple, Simulación de Monte Carlo.

ABSTRACT

For a company that sells balanced products, it is vitally important to have an early response to changes in the market in relation to the transport service. The objective of this project is to design a transport tariff model, through the analysis of the cost structure of the logistics operation. The variation in the price of fuel, changes in government regulations and in the transport operation, are some of the problems that distribution companies face, therefore, it is necessary to identify their impact on the cost structure. Ignorance of the costs associated with the transport operation by the service providers produces disagreements regarding the rate established with the client company and mutual benefits cannot be achieved. The Visual Basic programming language was used to develop a macro in Excel that allows the user to identify the rate for a destination route according to a specific type of vehicle. Procedures that define the cost structure, rate model, simulations using the Monte Carlo methodology and sensitivity analysis were integrated into the macro in Excel. Complementing this last procedure, a linear combination was estimated using the Rstudio software that explains the value of the rate associated with a type of vehicle. This allows the identification of those variables with the greatest impact on the transportation rate in the face of variations, which are: fuel consumption, initial investment, tires, oils, and filters. In addition, the incidence that each cost and expense represent in the transport rate is identified. Finally, savings are obtained by implementing the proposed rate model.

Keywords: *Tariff Model, Sensitivity Analysis, Multiple Linear Regression, Monte Carlo Simulation.*

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTOS	III
DECLARACIÓN EXPRESA.....	IV
EVALUADORES.....	V
RESUMEN	I
<i>ABSTRACT</i>	II
ÍNDICE GENERAL	III
SIMBOLOGÍA.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	VIII
CAPÍTULO 1	1
1. Introducción	1
1.1 Descripción del problema	2
1.2 Justificación del problema	3
1.3 Objetivos	3
1.3.1 Objetivo General	3
1.3.2 Objetivos Específicos.....	3
1.4 Marco teórico.....	4
1.4.1 Marco conceptual.....	4
1.4.2 Estado del arte.....	13
CAPÍTULO 2	15
2. Metodología.....	15
2.1 Diseño de la solución.....	16
2.2 Plan de trabajo	17

2.3	Análisis de la información recopilada.....	19
2.3.1	Entrevista semiestructurada y visitas a planta.....	19
2.3.2	Análisis de datos proporcionados.....	20
2.4	Modelos matemáticos.....	24
2.4.1	Estructura del modelo tarifario.....	24
2.4.2	Modelo de Regresión Lineal.....	50
2.4.3	Análisis de sensibilidad.....	55
2.4.4	Simulación de Monte Carlo.....	55
2.5	Uso de software.....	56
2.5.1	RStudio.....	56
2.5.2	Microsoft Excel.....	56
2.5.3	Visual Basic.....	56
2.6	Consideraciones éticas y legales.....	56
2.7	Cronograma de trabajo.....	57
CAPÍTULO 3.....		59
3.	RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	59
3.1	Estructura de costos.....	59
3.2	Modelo tarifario.....	63
3.3	Regresión lineal múltiple.....	64
3.4	Entregable en Macro de Excel.....	69
3.5	Evaluación de Tarifa de transporte.....	80
CAPÍTULO 4.....		83
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	83
4.1	Conclusiones.....	83
4.2	Recomendaciones.....	84
BIBLIOGRAFÍA.....		85

ABREVIATURAS

ANT	Agencia Nacional de Tránsito
GAD	Gobiernos Autónomos Descentralizados

SIMBOLOGÍA

t	Tonelada métrica
km	Kilómetro
m	Metro
gal	Galón
\$	Dólares americanos

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Cronograma de actividades	58
Figura 3.1: Recursos consumidos asociados a los costos financieros y costos fijos.	60
Figura 3.2: Recursos consumidos asociados a los costos financieros y costos fijos.	60
Figura 3.3: Recursos consumidos asociados al mantenimiento preventivo como costo variable.....	61
Figura 3.4: Recursos consumidos asociados al mantenimiento correctivo perteneciente a los costos variables.	61
Figura 3.5: Recursos consumidos asociados al cambio de aceites, lubricantes y filtros como costo variable.....	62
Figura 3.6: Recursos consumidos asociados a otros costos variables.....	62
Figura 3.7: Cálculo del valor de la tarifa asociada a 3 rutas utilizando el vehículo	63
Figura 3.8: Ejemplificación de datos utilizados para la armar la estructura de costos perteneciente al tarifario de transporte.	69
Figura 3.9: Formulario correspondiente a Buscar Tarifa.	71
Figura 3.10: Ejemplo correspondiente a la tarifa según el tipo de vehículo para la ruta de Hualtaco.	71
Figura 3.11: Ejemplo correspondiente a la tarifa según el tipo de vehículo para la ruta de Píllaro.	71
Figura 3.12: Formulario correspondiente a <i>Ingreso de Datos</i>	72
Figura 3.13: Ejemplo de las rutas más frecuentes y su respectiva tarifa según el tipo de vehículo.	73
Figura 3.14: Simulación Monte Carlo para evaluar la tarifa de transporte de veh. Mediano	74
Figura 3.15 Procedimiento simulación Monte Carlo para vehículo Pequeño	76
Figura 3.16 Porcentaje de ahorro para la Empresa (Tarifa actual Vs Tarifa propuesta)	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Tipos de vehículos utilizados por los proveedores de transporte de la empresa comercializadora de productos balanceados.	21
Tabla 2.2 Características de las unidades de carga.	21
Tabla 2.3 Descripción del número de rutas existentes por provincia del Ecuador y su participación en el total de rutas.	22
Tabla 2.4 Descripción del recorrido por cada destino de viaje.	23
Tabla 2.5 Descripción del recorrido por cada destino de viaje. (Continuación)	24
Tabla 2.6 Tipología de vehículos utilizados en el proyecto.	25
Tabla 2.7 Unidades de la tarifa de transporte según el tipo de vehículo.	25
Tabla 2.8 Valor de adquisición y salvamento asociado al tipo de vehículo utilizado.	27
Tabla 2.9 Salario base correspondiente a los conductores.	28
Tabla 2.10 Beneficios sociales relacionados a cada empleado	28
Tabla 2.11 Beneficios sociales relacionados a cada empleado. (Continuación)	29
Tabla 2.12 Equipos de protección personal mínimos.....	31
Tabla 2.13 Costo del seguro vehicular para la flota de transporte de carga pesada.	32
Tabla 2.14 Precio de emisión de Certificado de Operación Regular	34
Tabla 2.15 Depreciación de la flota.	35
Tabla 2.16 Mantenimiento Preventivo relacionado a la flota de transporte	37
Tabla 2.17 Mantenimiento Correctivo relacionado a la flota de transporte.	38
Tabla 2.18 Mantenimiento Preventivo asociado a lubricantes, aceites y filtros.	39
Tabla 2.19 Tipo de llantas y costo asociado por tipo de camión	39
Tabla 2.20 Precio y rendimiento del combustible.....	40
Tabla 2.21 Valores relacionados a los viáticos	41
Tabla 2.22 Salario del personal administrativo.	43
Tabla 2.23 Equipos y muebles utilizados en el área administrativa.	44
Tabla 2.24 Suministros de oficina.	45
Tabla 2.25 Servicios básicos.	46
Tabla 2.26 Distancia recorrida por ruta.....	47
Tabla 2.27 Número de peajes por ruta	48
Tabla 2.28 Número de viajes por semana	50
Tabla 2.29 Modelo de Regresión según el tipo de variable.....	51

Tabla 2.30 Variables explicativas relacionadas al modelo tarifario.	52
Tabla 2.31 Rutas recorridas por tipo de camión.	53
Tabla 3.1 Resumen estadístico del modelo de regresión lineal para estimar la tarifa de transporte asociada al camión pequeño	64
Tabla 3.2 Resumen estadístico del modelo de regresión lineal para estimar la tarifa de transporte asociada al camión mediano	65
Tabla 3.3 Resumen estadístico del modelo de regresión lineal para estimar la tarifa de transporte asociada al camión tráiler	67
Tabla 3.4 Cumplimiento de supuestos del modelo de regresión lineal.....	68
Tabla 3.5 Resumen Estadístico ante la Simulación de la Tarifa de transporte.....	75
Tabla 3.6 Características definidas por la Simulación de Tarifa de Transporte.....	75
Tabla 3.7 Resumen Estadístico de Simulación de la Utilidad	77
Tabla 3.8 Características definidas por la Simulación de Utilidad.....	77
Tabla 3.9 Análisis de sensibilidad del Modelo Tarifario.....	79
Tabla 3.10 Evaluación del modelo lineal asociado al tipo de Vehículo Pequeño	81
Tabla 3.11 Evaluación del modelo lineal asociado al tipo de Vehículo Mediano	81
Tabla 3.12 Evaluación del modelo lineal asociado al tipo de Vehículo Tráiler	82

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

El continuo crecimiento de la población conlleva a un aumento en la adquisición de productos, y a su vez, intensifica la necesidad de trasladar recursos desde los proveedores a los consumidores. No obstante, este crecimiento puede incitar a la creación de problemas para las empresas que brindan servicio de transporte por carretera. El consumo de combustible y su precio, congestión de tráfico y regulaciones gubernamentales, son algunos de los problemas a los que se enfrentan las empresas de transporte, por lo cual se hace necesario identificar su impacto en la estructura de costos para mantener una buena gestión.

La gestión del transporte permite a las empresas planificar y ejecutar de la forma más adecuada el traslado de bienes para la actividad comercial, por lo cual, se convierte en una pieza fundamental para su bienestar y competitividad en el mercado (Sarder, 2021a). Uno de los objetivos o metas que pretende alcanzar una organización en términos del servicio de transporte es, según lo menciona Sarder (2021a) contar con una temprana respuesta ante cambios en el mercado y peticiones del cliente.

El modo de transporte más utilizado globalmente es el transporte por carretera, debido a que su operación constituye un gran tramo significativo en el transporte de mercancías y sirve como complemento para los demás modos de transporte tales como: el aéreo y marítimo. Uno de los medios que más crecimiento ha experimentado en los últimos años en el transporte, es el camión debido a su flexibilidad operativa y costos de inversión relativamente bajos.

El sector de transporte usualmente enfrenta la negociación entre proveedores y consumidores asociados al traslado de bienes, dado que los sistemas de distribución, sueldos, técnicas de comercialización, costo de combustible, entre otros recursos consumidos cambian constantemente. Con el fin de crear y mantener una alianza competitiva entre proveedor-consumidor de transporte es

necesario identificar correctamente la estructura de costos y la tarifa del servicio de transporte, en el que se pueda analizar el impacto ante los posibles cambios.

1.1 Descripción del problema

En el Ecuador, a partir del mes de julio del año 2020 se ejecutó un nuevo método para la fijación del precio de 3 combustibles: gasolina extra, ecopaís y diésel. Este método denominado sistema de bandas, fija el precio del combustible en el país dependiendo de la variación del precio del crudo a nivel internacional con un incremento en dicho precio de máximo 5% (Empresa Pública Petroecuador, 2020). Esta decisión propone un incremento de las tarifas de flete ante el cambio de su estructura de costos.

Ante la liberación del precio de combustibles, la presencia de ciertos impuestos para los componentes de los vehículos pesados, costo de adquisición de documentos para la libre circulación, construcciones de nuevos peajes en vías transcurridas del país y la competencia en el mercado, se identifica la necesidad de hallar un método que permita a una empresa de transporte predecir el impacto económico ante cambios en el mercado con el fin de atenuar sus posibles efectos negativos.

Para el presente proyecto, se analizará el caso de una empresa proveedora de transporte en la cual se identifica que existe un problema asociado a la incertidumbre de la variación de los recursos consumidos, que comprenden el tarifario de la operación logística. La empresa que subcontrata el servicio de transporte pone a disposición del mercado productos alimenticios innovadores y sostenibles dirigidos a la industria acuícola. La gama de sus productos incluye alimentos pensados para el desarrollo en la etapa de nacimiento y producción para más de 60 especies.

1.2 Justificación del problema

Ante el desconocimiento de todos los costos asociados a la operación de transporte por parte de los proveedores del servicio para la empresa comercializadora de productos balanceados, puede ocurrir el desacuerdo en cuanto a la tarifa establecida o a establecerse. Tal desconocimiento por parte de los transportistas puede existir debido a que no se realiza un análisis correcto de la estructura de costos, ya sea porque no se tienen las herramientas o técnicas necesarias para llevarlo a cabo.

La finalidad de este trabajo en cuanto al caso de estudio consiste en comparar la tarifa de flete establecida por la empresa comercializadora de productos balanceados y la tarifa definida en base a un análisis de la estructura de costos de la operación de transporte. Con esto se logrará beneficios para las partes involucradas cliente-proveedor y facilitará la identificación del impacto ante los cambios en el mercado.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

- Diseñar un tarifario de transporte, mediante el análisis de la estructura de costos de la operación logística perteneciente a una empresa comercializadora de alimentos balanceados, para la identificación del impacto ante la variación de precios de los recursos consumidos.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar los costos asociados a la operación de transporte de la empresa comercializadora de alimentos balanceados, para su posterior análisis dentro de la tarifa de transporte.
- Implementar el método de análisis de sensibilidad más adecuado para la identificación del impacto ante la variación de precios de los recursos consumidos.
- Evaluar la tarifa propuesta verificando así su aceptación por parte de la empresa comercializadora de alimentos balanceados.

- Diseñar un modelo tarifario interactivo referente a la operación de transporte utilizando una macro en Excel para el análisis de sensibilidad ante variaciones del consumo de recursos.

1.4 Marco teórico

Con el fin de alcanzar los objetivos previamente mencionados, es necesario revisar determinadas definiciones y la lectura de ciertos modelos matemáticos y/o estadísticos que permitan contextualizar el problema y la metodología de resolución. Por consiguiente, la presente sección pretende facilitar la comprensión de ciertos conceptos relacionados a la operación de transporte de carga mediante las técnicas de revisión bibliográfica y el estado del arte.

1.4.1 Marco conceptual

1.4.1.1 Definición de Transporte

Se puede definir al transporte como aquella operación en la que se facilita la obtención de componentes principales para producción, manejo de materiales y traslado de productos desde un punto de origen hasta un punto de destino. El punto de origen en la operación de transporte está dado por el proveedor, y en contraparte, el punto de destino se relaciona al cliente o consumidor final del bien trasladado (Sarder, 2021a).

Existen varias formas de realizar la operación de transporte según lo menciona Sarder (2021a), este autor explica que existen 5 modos de transporte los cuales son: camión, ferrocarril, tubería agua, y aire. En siguientes secciones, se detallará la operación del transporte por camión incluyendo características, ventajas/desventajas y costos.

1.4.1.2 Clases de transporte terrestre

Conforme a lo que estipula la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial (2014) a través del Reglamento a Ley de

Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial clasifica al transporte terrestre en 4 clases.

Servicio de transporte terrestre público

Hace referencia a la actividad de trasladar usuarios entre dos puntos de un espacio geográfico y cuyo servicio estará prestado por el Estado. En caso de decirlo, el Estado podrá delegar el servicio de transporte público a empresas o cooperativas instituidas legalmente por medio de un contrato de operación.

Servicio de transporte terrestre comercial

Hace referencia a la actividad de trasladar usuarios y/o bienes entre dos puntos de un espacio geográfico y cuyo servicio estará prestado por empresas o cooperativas instituidas legalmente. Este servicio de transporte será facultado por el Estado mediante un permiso de operación.

Servicio por cuenta propia

Hace referencia a la actividad de trasladar usuarios y/o bienes en las limitaciones del territorio nacional, con el fin de realizar actividades referentes al comercio de índole personal. A fin de brindar este servicio, se deberá solicitar la respectiva autorización. A su vez, los vehículos utilizados para brindar este servicio deben pertenecer a las personas a cargo de esta actividad.

Transporte particular

Hace referencia a aquella actividad de transporte que se realiza para satisfacer las necesidades de traslado por parte de sus propios propietarios.

1.4.1.3 Transporte de carga

El transporte de carga es un tipo de Servicio de transporte terrestre comercial que se puede dividir en 2 subtipos como lo menciona Reglamento a Ley de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial (2012).

Transporte de carga liviana

Hace referencia a la actividad de desplazar por medio de vehículos con tonelaje de hasta 3.5 toneladas de carga, desde un punto de origen hasta un punto de destino, acorde a una compensación monetaria por la realización del servicio.

Transporte de carga pesada

Hace referencia a la utilización de vehículos certificados para la movilización de carga de más de 3.5 toneladas desde un punto de origen hasta un punto de destino, acorde a una compensación monetaria por la realización del servicio.

1.4.1.4 Operadora de transporte

Todas las empresas o compañías de transporte pueden ser operadoras de transporte siempre y cuando estén alineadas a todos los requerimientos exigidos por la ley y cuenten con todos los títulos habilitantes para su normal circulación. Una operadora de transporte tiene como objetivo brindar servicio de transporte terrestre en cualquiera de sus clases y tipos.

1.4.1.5 Títulos habilitantes para el transporte terrestre

Los títulos habilitantes son los recursos legales por los cuales la Agencia Nacional de Tránsito (ANT) o Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs), mediante su competencia, facultan la prestación de los servicios de transporte terrestre de acuerdo con su clase y ámbito de servicio, en un área determinada (Reglamento a Ley de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, 2012).

Los títulos habilitantes que se otorgan son de uso personal y no se pueden negociar, por lo cual está prohibido arrendar, prestar o ceder para su posterior uso. Dentro del transporte terrestre tenemos como títulos habilitantes: Contrato de operación, Permiso de operación y Autorización. La vigencia de estos títulos que permiten brindar servicio de transporte terrestre es de 10 años y posteriormente se debe seguir los trámites para

su renovación, excepto para los taxis de servicio ejecutivo que su vigencia es de 5 años.

1.4.1.6 Tipología de vehículos para transporte de carga

El camión es el medio más utilizado para realizar el transporte de mercancías debido a sus múltiples beneficios como: accesibilidad, costos más bajos y conservación de los bienes a transportar. Existen diversos tipos de camiones y se pueden clasificar según su peso, mercancía a transportar y tipos. A continuación, se muestra la clasificación según la carga a transportar: (*Tipos de Camiones Para Carga Pesada – Logística Keytrans S.A., n.d.*)

Camiones Curtainsiders

También conocido como tautliner, es un tipo de camión que posee cortinas laterales, lo cual facilita realizar maniobras cuando se procede a cargar el vehículo. Este tipo de camión es seguro ya que las cortinas están elaboradas de telas resistentes brindando rigidez a la carga que se encuentra en su interior.

Camión Frigorífico

Este tipo de vehículo se utiliza para transportar mercancía que debe estar temperada para mantener sus propiedades. Por lo general, este camión transporta alimentos, es completamente sellado y su única puerta de acceso es por la parte trasera del vehículo.

Camiones Abiertos

En este tipo de vehículo la parte superior está cubierta por una lona enganchada en sus laterales. El tipo de mercancía que se transporta no requiere de mayor cuidado.

Camión Cisterna

En este tipo de vehículo se transporta líquidos, gases y químicos, posee un tanque de carga fabricado de material aislante para evitar fugas o posibles contaminaciones durante su transportación.

1.4.1.7 Definición de costo y gasto

Un costo es aquel valor monetario concebido a recursos económicos que son empleados para las actividades comerciales de una empresa (Ramírez Carlos et al., 2010). Por otro lado, un gasto es aquel valor monetario relacionado a pagos, amortizaciones, compras o adquisiciones que se requieren para efectuar correctamente las tareas administrativas de una empresa (Ramírez Carlos et al., 2010).

1.4.1.8 Estructura de costos

El término “Estructura de costos” hace referencia a un proceso en el cual se ordena de forma esquemática los costos asociados a la actividad comercial de una empresa. (Escalante & Uribe, 2014) clasifica los costos asociados a la estructura de costos dependiendo de los procesos de aprovisionamiento y producción.

Por lo general, se divide a los costos en fijos y variables según la dependencia con el volumen de la actividad comercial que realiza una empresa. Otra clasificación de los costos puede ser según la relación del producto o servicio, ya que estos pueden ser costos directos o indirectos.

1.4.1.9 Definición de tarifa de transporte

La tarifa de transporte es el valor monetario que cobra un transportista por sus servicios. La tarifa fijada está compuesta por costos variables y costos fijos.

1.4.1.10 Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad es una técnica que permite identificar el impacto o comportamiento en una variable dependiente ante la variación de sus variables explicativas (Escalante & Uribe, 2014). Variable

dependiente es aquella a la que se desea modelar matemáticamente, e independiente cuando se la utiliza para describir un fenómeno con la mayor precisión de la realidad.

1.4.1.11 Ingeniería económica

La ingeniería económica engloba conocimientos de las carreras de economía, finanzas y administración, con la finalidad de crear procedimientos actualizados que renueven y mejoren las políticas económicas de las empresas. Existen ciertos cálculos de ingeniería económica que facilitan identificar el valor del dinero a través del tiempo. Como lo son el cálculo del valor presente, valor futuro, anualidad, series con gradiente aritmético y geométrico, entre otros (Blank & Tarquin, 2012).

1.4.1.12 Definición del Modelo de Regresión Lineal Múltiple

El modelo de regresión lineal múltiple consta de una variable dependiente o de respuesta que se explica mediante $(n + 1)$ variables independientes o explicativas. Esta técnica pretende expresar a la variable dependiente (Y) a través de una función lineal de las variables independientes (X_1, X_2, \dots, X_n) (Granados, 2016). Por tanto, este modelo posee la estructura definida por la Ecuación 1.1.

$$\hat{Y} = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_{n-1} x_{n-1} + \beta_n x_n + u \quad \text{(Ecuación 1.1)}$$

\hat{Y} : Estimador de la variable dependientes

β_n : Estimadores de coeficientes del modelo estadístico

x_n : Variable independiente o explicativa

u : Variable aleatoria normal $N \sim (0, \sigma^2)$ relacionada al error del modelo

1.4.1.13 Tipos de variables

El modelo Regresión posee variables independientes como dependiente, por tanto, estas variables pueden ser del tipo continuas o discretas.

Variables continuas

Las variables continuas se comprenden de números reales, y se caracterizan por poseer valores intermedios infinitos entre dos posibles valores observados. Una variable continua posee un intervalo denominado en el cual sus valores se encuentren situados. Este tipo de variables suelen ser del tipo cuantitativas como por ejemplo la estatura o peso de una persona.

Variables discretas

Las variables discretas se comprenden de aquellos valores puntuales perteneciente a un conjunto finito. Este tipo de variables pueden indicar el recuento de un suceso o pueden de ser del tipo categórico donde se representa características de un individuo.

1.4.1.14 Definición de sistema

Una definición básica para el término sistema es según lo afirma (García Dunna et al., 2013) como la agrupación de diferentes componentes que al interactuar juntos forman un todo y poseen una limitación claramente definida.

1.4.1.15 Simulación

La simulación hace referencia a un conjunto de técnicas y métodos aplicados con el fin de reproducir o aproximar el comportamiento de sistemas reales para el estudio de este. El uso de softwares puede facilitar la realización y validación de modelos de simulación ya que se pueden reproducir varios posibles escenarios que abarca el sistema en un tiempo relativamente corto (García Dunna et al., 2013).

Existen diversos modelos establecidos para reproducir una situación real en específico. A continuación, se detallarán los tipos de modelos de simulación que existen acorde a la recopilación de definiciones por parte de (García Dunna et al., 2013).

Modelos continuos

Se caracterizan por definir a la interacción entre las variables destacadas por medio de ecuaciones diferenciales, debido a que así es posible identificar el comportamiento de dichas variables en un determinado período de tiempo.

Modelos discretos

Modelo matemático que consiste en analizar aquellas situaciones reales cuya interacción de variables puede ser definida a través de ecuaciones matemáticas que se evalúan en un período de tiempo definido.

Modelos dinámicos

Son aquellos en los que la condición del sistema de análisis es cambiante de acuerdo con el tiempo estudiado. En otras palabras, el estado del sistema en la simulación variará según transcurra el tiempo.

Modelos estáticos

Este tipo de modelo de simulación expresa un efecto del sistema de análisis de acuerdo con un conjunto de escenarios o condiciones previamente establecidos.

Modelos determinísticos y estocásticos

Los modelos determinísticos son aquellos donde la interacción entre las variables produce cambios constantes. Por otro lado, los modelos estocásticos son aquellos en los cuales se describen a las variables con distribuciones de probabilidad ya que se posee el factor de incertidumbre dentro del sistema.

1.4.1.16 Variables aleatorias

Las variables aleatorias son aquellas cuyo comportamiento es definido a través de la probabilidad de que ocurra un evento en la realidad. Por lo general, la situación que se desea describir depende de factores que influyen su estado. Por otro lado, los valores de las variables aleatorias

deben ser mayores o iguales a cero y la suma de todos estos deben ser igual a 1. Estas variables aleatorias pueden ser de dos tipos discretas o continuas.

1.4.1.17 Distribución de probabilidad de variable discreta

Una variable aleatoria discreta está descrita por eventos puntuales finitos, por tanto, es posible modelar su comportamiento a través de una distribución de probabilidad de variable discreta (García Dunna et al., 2013). La Ecuación 1.2 describe las características de una distribución de probabilidad de variable discreta.

$$p(x) = P(X = x), \text{ donde } p(x) \geq 0 \text{ y } \sum_{i=0}^{\infty} p_i = 1 \quad (\text{Ecuación 1.2})$$

1.4.1.18 Distribución de probabilidad de variable continua

Una variable aleatoria continua está descrita por eventos sucesivos infinitos entre un rango de valores, por tanto, es posible modelar su comportamiento a través de una distribución de probabilidad de variable continua también llamado función de densidad (García Dunna et al., 2013). La Ecuación 1.3 describe las características de una distribución de probabilidad de variable discreta.

$$P(a \leq X \leq b) = \int_a^b f(x) dx, \text{ donde } p(x) \geq 0 \text{ y } \int_{-\infty}^{+\infty} f(x) dx = 1 \quad (\text{Ecuación 1.3})$$

1.4.1.19 Prueba de bondad de ajuste

Esta prueba permite evaluar la hipótesis de que el comportamiento de una variable aleatoria está dado por una cierta distribución de probabilidad. Existen ciertas pruebas que permiten identificar la distribución de probabilidad que define una serie de datos históricos, como lo son las pruebas de Chi-cuadrada, de Kolmogorov-Smirnov y de Anderson-Darling (García Dunna et al., 2013). Este tipo de procedimientos suelen ser realizados mediante softwares estadísticos.

1.4.2 Estado del arte

En la actualidad, las organizaciones se ven obligadas a alcanzar ventajas competitivas con el fin de posicionar su producto o servicio dentro del mercado. Según indica Alvear & Rodríguez (2006), para lograr una ventaja competitiva las empresas comercializadoras de productos se enfrentan a un riguroso control referente a los beneficios, nivel de servicio y entrega oportuna, donde el transporte se relaciona con dichas variables. El beneficio para la empresa está ligado al control de la estructura de costo de los productos que se ofrece y será mayor en cuanto estos se minimicen. El nivel de servicio y la entrega oportuna se relacionan con la correcta planificación y gestión del transporte.

La estructura de costos de la operación de transporte debe reflejar una visión integral de los procesos relacionados a la cadena de suministro tales como: manejo de inventario, aprovisionamiento, niveles de producción, leadtime, entre otras restricciones. Esto con el objetivo de minimizar el costo real que involucra realizar satisfactoriamente la operación de transporte según lo menciona Sarder (2021a).

Es importante analizar la estructura de costos ya que les permite a las empresas establecer una tarifa del servicio brindado al usuario. (Sarder, 2021b) añade que el valor de la tarifa de transporte está sujeto a diversos factores, algunos de ellos pueden ser: economías de escala, tipo de producto, precios de combustible, infraestructura, competencia en el mercado y regulación, entre otros; y deben ser tomados en cuenta al momento de realizar modelos para fijar la tarifa de transporte.

Los métodos que pueden ser utilizados para determinar el impacto de los factores previamente mencionados con respecto a la tarifa de transporte pueden ser las técnicas de regresión. Como un caso de aplicación, Camisón-Haba & Clemente-Almendros (2020) aplicó el método de regresión lineal con mínimos cuadrados ordinarios para realizar un análisis de sensibilidad en el cual estimó

una función de costo de transporte. El modelo aplicado incluye variables relacionadas a la oferta y demanda del servicio de transporte de carga, así como la aplicación de ciertas pruebas estadísticas, factores y coeficientes que permiten identificar la significancia del modelo propuesto.

Como se mencionó anteriormente, los modelos de regresión se construyen a partir de información histórica referente a las variables independientes del modelo. Sin embargo, puede darse el escenario en el que se desea incorporar variables explicativas al modelo de regresión lineal y no se posee información previa de las mismas. En estos casos se procede a utilizar el método de simulación con el fin de describir el posible comportamiento de la variable de interés y construir un historial de datos aproximado. Además, según afirma García Dunna et al. (2013) la simulación brinda otros beneficios ya que es una herramienta que permite validar un modelo en su etapa final contribuyendo en la realización del análisis de sensibilidad de este.

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

El capítulo presente define y explica las fases, procedimientos, modelos, técnicas y softwares ejecutados con el fin de alcanzar los objetivos previamente definidos de este proyecto. Dado que se desea estructurar el procedimiento de ejecución para este proyecto, se planteó seccionar el trabajo en 4 fases: definición de estructura de costos, estimación de función lineal de tarifa de servicio, análisis de sensibilidad del modelo tarifario y elaboración de la Macro en Excel.

En la primera fase del proyecto, se determinó la estructura de costos mediante costeo absorbente asociada a la operación de transporte de la empresa comercializadora de productos balanceados. Para esto, se obtuvo una descripción de dicha operación por parte de la empresa de caso de estudio a través de una entrevista semiestructurada con el jefe de logística. Además, se realizaron visitas a las instalaciones para validar la información que se obtuvo previamente relacionada a la estructura de costos.

En la segunda fase del proyecto, se estimó la función que describe el valor de la tarifa ante la prestación del servicio de transporte mediante la implementación de un modelo de regresión lineal múltiple. Esto permitió describir la tarifa de transporte al cliente a través de los recursos consumidos dados por la estructura de costos. Parte de esta fase incluyó la simulación de datos históricos faltantes, el análisis de estadísticos y pruebas de hipótesis, lo cual permitió validar el modelo y definir las variables con mayor incidencia en la función de tarifa estimada.

En la tercera fase del proyecto se realizó el análisis de sensibilidad de las variables que tienden a cambiar con respecto al tiempo del modelo tarifario. Este procedimiento se complementó con la simulación de posibles escenarios mediante la metodología Monte Carlo, con el fin de determinar la validez de la tarifa definida y la sugerencia de posibles cambios en la gestión de dicha operación. Además, se evaluó la tarifa definida mediante su comparación con la tarifa de operadoras de transporte locales para la identificación de su aceptación en el mercado.

Por último, la cuarta fase del proyecto incluyó la elaboración del modelo tarifario, mediante una macro en Excel que le permita al usuario identificar la tarifa de transporte y realizar el análisis de sensibilidad de manera interactiva. El modelo tarifario realizado en Excel es construido a partir del ingreso por parte del usuario de ciertos parámetros que se incluyen en una base de datos que contiene información referente al transporte.

2.1 Diseño de la solución

Tal como se mencionó previamente, la finalidad de este proyecto se relaciona con el objetivo general, ya que se desea realizar un análisis de sensibilidad de las variables críticas relacionadas a la operación de transporte mediante el estudio de su estructura de costos. Para esto se establece el diseño de investigación no experimental ya que se desea describir y analizar la operación de transporte. Por lo tanto, es necesario identificar cuáles son los recursos consumidos en dicha operación y la obtención de datos descriptivos que sustenten el modelo de regresión lineal para la estimación de la función de tarifa de transporte.

Analizar los datos descriptivos es fundamental en los métodos de modelización y simulación de los posibles escenarios dentro del tarifario de transporte. Es por esto por lo que es imprescindible determinar si la variable de entrada para el modelo de regresión lineal sigue un comportamiento asociado a una variable discreta o aleatoria. En este último caso, es apropiado también definir la distribución o función de probabilidad asociado a dicha variable aleatoria.

Este trabajo pretende estimar una función que determine el valor de la tarifa del servicio de transporte mediante un método de regresión lineal múltiple, que incluya variables de entrada asociadas a los recursos consumidos referente a la operación de transporte. Además, un análisis de sensibilidad del modelo tarifario y la simulación de posibles escenarios por el método de Monte Carlo permite la identificación del impacto en la tarifa de transporte dado la variabilidad de los recursos consumidos que facilita la toma de decisiones, gestión y planificación de

transporte. Esta metodología fue realizada mediante la implementación de una macro en Excel que permita definir la tarifa de transporte de forma interactiva.

2.2 Plan de trabajo

A continuación, se presentará la lista de actividades que fueron necesarias para el desarrollo integral del presente proyecto.

1. Levantamiento de información

- 1.1. Reunión introductoria con el jefe de logística para la identificación de la problemática a ser resuelta.
- 1.2. Recorrido de las instalaciones de la empresa de caso de estudio para el entendimiento de las operaciones y procesos en la distribución de productos.
- 1.3. Segunda reunión realizada con el jefe de logística para ahondar en la problemática y solicitar los datos pertinentes referentes a la operación de transporte.

2. Análisis de los datos obtenidos

- 2.1. Recepción de datos históricos asociados a la operación de transporte.
- 2.2. Preparación e imputación de datos faltantes utilizando el software Excel.

3. Definición de la estructura de costos

- 3.1. Identificación de los recursos consumidos en cada actividad de la operación de transporte.
- 3.2. Relacionar cada recurso consumido con su respectivo costo.
- 3.3. Determinación de la unidad de costo para el establecimiento de la tarifa o costo unitario.

4. Estimación de la función de tarifa

- 4.1. Identificación de las variables de entrada y salida para el modelo de regresión.
- 4.2. Definición del modelo de regresión a utilizar de acuerdo al tipo de relación de las variables de interés.

4.3. Elaboración del modelo de regresión para la estimación de la función de costos.

4.4. Aplicación de pruebas de hipótesis, análisis de factores y coeficientes propios del modelo para inferir la validación de este.

5. Simulación de escenarios

5.1. Modelización de las funciones de probabilidad utilizando el software Excel.

5.2. Implementación del modelo de simulación utilizando el software Excel.

5.3. Análisis de los estadísticos proporcionados mediante el modelo de simulación e inferencia de estos.

6. Análisis de sensibilidad

6.1. Identificación de las variables más cambiantes a lo largo de tiempo.

6.2. Determinación de la escala de variación de acuerdo con un criterio preestablecido.

6.3. Implementación del modelo tarifario cambiando en cierto porcentaje la variable de interés y fijando las demás variables que alimentan el modelo.

6.4. Identificación de la variación porcentual resultante al cambio de la variable de interés.

6.5. Determinación de las variables críticas que influyen en mayor grado ante la sensibilidad del modelo tarifario.

7. Análisis del modelo tarifario

7.1. Implementación del modelo tarifario a través de una macro en Excel.

7.2. Investigación de tarifas de distribución ofrecidas por operadoras de transporte en el mercado local.

7.3. Comparación de la tarifa definida a través del modelo tarifario en Excel y las tarifas de operadoras de transporte en el mercado local.

2.3 Análisis de la información recopilada

Se ejecutaron diferentes técnicas con el fin de recolectar datos que permitan entender la problemática y sirvan como parámetros para los posteriores modelos y técnicas utilizados en el proyecto. A continuación, se detalla las técnicas de investigación que se utilizaron en el presente trabajo.

2.3.1 Entrevista semiestructurada y visitas a planta

Con respecto a las entrevistas semiestructuradas, es necesario recalcar que se realizaron 3 reuniones con el jefe de logística en el transcurso de la ejecución del proyecto, con el fin de recabar información acerca de la problemática y lo que se esperaba en la culminación del trabajo por parte de la empresa. Por lo tanto, en este apartado se especifica el propósito y los descubrimientos que se obtuvieron en cada una de las entrevistas efectuadas.

En la primera entrevista realizada se obtuvo información referente a la operación de transporte. El jefe de logística manifestó todas las actividades y operarios inmersos en la distribución de sus productos. Esta entrevista estuvo complementada con la visita a la planta de la empresa para la verificación de la información brindada y la identificación de otras causas que influyan en la aparición del problema. Gracias a esto, se pudo definir la caracterización de la unidad de transporte dado que la empresa usualmente trabaja con tres tipos de vehículos. Además, se evidenció la unidad de carga que se maneja para el traslado de los productos.

En la segunda y tercera entrevista se introdujo el tema de la problemática. Se usó un cuestionario previamente diseñado con el cual se deseaba identificar los puntos críticos de la problemática y desde cuando esta prevalecía en la gestión del transporte. Además, se pretendía identificar todos los actores involucrados en el problema y su grado de participación dentro del mismo. En estas entrevistas se pudo identificar el interés de la empresa por mantener una alianza con sus proveedores de transporte obteniendo beneficios para cada una de las partes involucradas en esta operación. Por lo cual, se identificó las falencias en cuanto a la definición de estructura de costos por parte de los proveedores de transporte.

2.3.2 Análisis de datos proporcionados

Demanda

La demanda diaria de la empresa comercializadora de productos balanceados se estima en 2200 sacos. La presentación de los productos viene en sacos de 25 kg. Con respecto a la demanda diaria, se estima que el 15% del producto terminado es retirado por el propio cliente en la respectiva planta, por tanto, no se requiere del servicio de distribución por parte de los proveedores de transporte de la empresa de caso de estudio.

Por contraparte, el 85% del producto terminado es transportado hacia el cliente por parte de las operadoras de transportes. Esta información fue relevante al momento de determinar la unidad de la tarifa de transporte, ya que la tarifa se comprende por la división entre los costos totales de la operación de transporte para las unidades de saquillos transportadas o en su defecto, para el número de viajes realizados por unidad de tiempo.

Proveedores de transporte

La empresa de caso de estudio subcontrata el servicio de transporte y posee como proveedores a 13 operadoras logísticas de las cuales dispone aproximadamente más de 150 vehículos para la distribución de sus productos. La empresa en cuestión mantiene una rigurosa revisión de los documentos necesarios para la operación de transporte.

Personal de la operación de transporte

El personal subcontratado para realizar la operación de transporte se compone del personal directo de distribución y personal administrativo de la empresa transportista. La empresa proveedora de transporte posee como personal directo al conductor, quien trabaja con la unidad de transporte sin mantener personal de estiba, ya que el servicio de estiba es proporcionado por la empresa comercializadora de productos balanceados. Por otro lado, el personal

administrativo consta de los trabajadores que soportan la operación del servicio de transporte por la operadora logística.

Tipos de vehículos

Los proveedores de transporte de la empresa de caso de estudio poseen una flota que se compone por 3 tipos de vehículos. La Tabla 2.1 muestra los tipos de vehículos de los que dispone la empresa comercializadora de productos balanceados, así como su tonelaje y capacidad máximos en sacos.

Tabla 2.1 Tipos de vehículos utilizados por los proveedores de transporte de la empresa comercializadora de productos balanceados.

Fuente: Datos proporcionados por la empresa. Elaborado por autores.

Tipo de vehículo	Capacidad máxima (t)	Cap. máxima en sacos de 25 kg
Pequeño	Entre 6 a 8	Hasta 300
Mediano	Entre 12 a 16	Entre 350 hasta 600
Tráiler	Más de 17	Más de 650

Unidades de carga

Para la distribución del producto terminado de la empresa de caso de estudio se utilizan pallets como unidades de carga. La Tabla 2.2 detalla las características de los diferentes pallets utilizados por las operadoras de transporte.

Tabla 2.2 Características de las unidades de carga.

Fuente: Datos proporcionados por la empresa. Elaborado por autores.

Pallet	Medidas (m)	Capacidad (t)
Tipo 1	1,2 x 1,0	1,5
Tipo 2	1,5 x 1,2	1,5

La colocación de pallets varía acorde al tipo de vehículo que se utilice y la ruta que se requiera realizar. Para el tipo de vehículo “tráiler” se puede utilizar máximo

2 pallets de altura, mientras que en los tipos de vehículos pequeño y mediano máximo 1 pallet de altura.

Rutas

La empresa de caso de estudio posee un total de 111 destinos que son realizadas por sus diferentes proveedores de transporte. Es indispensable aclarar que una ruta está asociada a un cliente en específico. Por otra parte, son 16 las provincias del Ecuador que forman parte de los destinos dentro del proceso de distribución de la empresa en cuestión. La Tabla 2.3 detalla el número de destinos diferentes en la operación de transporte clasificándolos por cada provincia de destino.

Tabla 2.3 Descripción del número de rutas existentes por provincia del Ecuador y su participación en el total de rutas.

Fuente: Datos proporcionados por la empresa. Elaborado por autores.

Provincias	Número de rutas destinadas	Participación (%)
Azuay	1	0,90
Cañar	2	1,80
Carchi	2	1,80
Chimborazo	1	0,90
El oro	17	15,32
Esmeralda	2	1,80
Guayas	49	44,14
Imbabura	2	1,80
Los Ríos	5	4,50
Manabí	5	4,50
Napo	1	0,90
Pastaza	1	0,90
Pichincha	3	2,70
Santa Elena	12	10,81
Santo Domingo	7	6,31
Tungurahua	1	0,90
Total	111	100

Como se puede evidenciar, las provincias que poseen mayor número de clientes o destinos son Guayas, el Oro y Santa Elena con una participación de más del 70%.

Rutas más frecuentes

La empresa de caso de estudio posee un registro de los viajes más frecuentes y su recorrido considerando el kilometraje del vehículo tanto del viaje de ida como del regreso. Todas las rutas son consideradas teniendo como punto de origen la planta principal posicionada en la vía Durán Tambo. La Tabla 2.4 proporciona el recorrido en kilómetros de cada destino de viaje clasificándolo acorde a la provincia de destino.

Tabla 2.4 Descripción del recorrido por cada destino de viaje.

Fuente: Datos proporcionados por la empresa. Elaborado por autores

Provincia	Destinos	Viaje de ida y vuelta (km)
El Oro	Puerto Bolívar	354
El Oro	Puerto Hualtaco	468
El Oro	Tendales	294
El Oro	Puerto Jelí	376
El Oro	Puerto Pitahaya	422
Guayas	Naranjal	164
Guayas	Tenguel	264
Guayas	Balao	254
Guayas	Playas	260
Guayas	Sabana Grande	252
Guayas	Taura	70
Guayas	Yaguachi	70
Guayas	Ayalán	284
Guayas	Daular	200
Guayas	Chongón	168
Guayas	Guayaquil	90
Guayas	Periferia Urbana de Durán	50
Santa Elena	Engunga	320
Manabí	Pedernales	792

(continua)

Tabla 2.5 Descripción del recorrido por cada destino de viaje. (Continuación)

Fuente: Datos proporcionados por la empresa. Elaborado por autores

Provincia	Destinos	Viaje de ida y vuelta (km)
Manabí	San Vicente	554
Manabí	Bahía de Caráquez	542
Riobamba	Riobamba	432
Pichincha	Quito	814
Imbabura	Ibarra	1026
Esmeraldas	Esmeraldas	908
Santo Domingo de los Tsáchilas	Santo Domingo	544
Tungurahua	Ambato	508

2.4 Modelos matemáticos

En esta sección se detalla los métodos utilizados de solución para la problemática presente, y posteriormente, se sustenta la elección de estos.

2.4.1 Estructura del modelo tarifario

La estructura del modelo tarifario comprende el análisis de los diferentes componentes que intervienen en la definición de la tarifa de la operación de transporte. Tal como indica (Alvear & Rodríguez, 2006) los componentes que definen la estructura del modelo tarifario corresponden a: caracterización de la unidad de transporte, unidad de costo, sistema de costeo y parámetros de la ruta.

Caracterización de la unidad de transporte

La empresa de caso de estudio subcontrata el transporte de carga pesada asociado a tres tipos de vehículos. Las características de estos tipos de vehículos se mencionan en la Tabla 2.6 acorde a la revisión de la literatura.

Tabla 2.6 Tipología de vehículos utilizados en el proyecto.

Fuente: Teojama Comercial. Elaborado por autores

Tipo de vehículo	Modelo	Capacidad (t)	Capacidad en sacos	Número de llantas	Rendimiento de combustible
Camión pequeño	HINO 1226	8	320	6	11
Camión grande	HINO 1828	12	480	6	11
Tráiler	HINO 2848	17	680	10	11

Se estandarizó los modelos de los camiones de los diferentes tipos de vehículos, de acuerdo con la marca de vehículos pesados comúnmente utilizada por los operadores logísticos para la definición del costo de inversión. Por otra parte, la vida útil de los vehículos de carga pesada acorde a la (Reforma al Reglamento Relativo a Los Procesos de La Revisión de Vehículos a Motor, 2015) es de 32 años. Sin embargo, de acuerdo con las disposiciones de la empresa de estudio, la vida útil de los vehículos de transporte definida para este trabajo es de 10 años. Además, se estima un porcentaje de utilización del vehículo en 90% dando como resultado la capacidad en sacos presente en la Tabla 2.6

Unidad de costo

Según los requerimientos de la empresa de caso de estudio, la tarifa de transporte de los camiones pequeños está basado en los kilómetros recorridos, mientras que los demás vehículos usados, los cuales son: camiones grandes y tráilers poseen una tarifa basada en el volumen de productos cargados para distribuir. La Tabla 2.7 resume los requerimientos de las tarifas acorde al tipo de vehículo de transporte.

Tabla 2.7 Unidades de la tarifa de transporte según el tipo de vehículo.

Fuente: Datos proporcionados por la empresa. Elaborado por autores.

Tipo de vehículo	Unidad de costo	Unidad de tarifa
Camión pequeño	km	\$/km
Camión mediano	Saco de alimento balanceado	\$/saco
Tráiler	Saco de alimento balanceado	\$/saco

Sistema de costeo

La estructura de costos dentro de la operación de transporte se compone de costos financieros, fijos y variables, incluyendo en la tarifa a su vez los gastos administrativos. La utilización de esta tipología de costos permitió establecer el sistema de costeo absorbente. La metodología de costeo absorbente se caracteriza por definir al costo de transporte como un valor dependiente de todos los costos que se incurren para brindar dicho servicio, sin distinción de la relación de los costos con el volumen de la actividad comercial (Vaca, 2012). A continuación, se detalla cada recurso consumido inmerso en la operación de transporte de la empresa de caso de estudio acorde a la tipología de costos y gastos previamente definido.

- **Costo financiero**

(Escalante & Uribe, 2014) definen al costo financiero como aquellos valores de efectivo que paga una empresa como consecuencia de la provisión de financiamiento ante un acuerdo previo con terceros mediante deuda. Estas terceras entidades son las que permiten financiar el normal desarrollo de las operaciones para la actividad comercial y sustentan el crecimiento de la empresa en cuestión. Es necesario detallar ciertos parámetros que fueron útiles para determinar el costo financiero.

Adquisición del vehículo

Para la realización de este trabajo, el costo financiero comprende el crédito por parte de una entidad bancaria para el financiamiento de la adquisición del vehículo de carga pesada. Por tanto, se establece un crédito productivo PYMES mediante el Banco Central del Ecuador dado que la inversión está por debajo del monto de 200 mil dólares. Dicha transacción se rige con una tasa de interés activo efectivo anual de 12% (Banco Central del Ecuador, 2021). A su vez, el período de tiempo promedio en el cual se paga en su totalidad dicha deuda depende del monto

del crédito y la capacidad de pago. Para este proyecto ese valor se fijó en 5 años.

Valor de salvamento

Se define al valor de salvamento de un activo al precio en el cual se puede vender un equipo o máquina una vez que culmina su vida útil (Norma Internacional de Contabilidad 16, 2005). Este valor depende de ciertos factores tales como: el tipo y estado del equipo, oferta y demanda del equipo, entre otros. Para este proyecto, se asumió que la venta del equipo al final de su vida útil puede ser de mínimo el 15% de la inversión inicial. La Tabla 2.8 detalla los parámetros asociados al costo financiero.

Tabla 2.8 Valor de adquisición y salvamento asociado al tipo de vehículo utilizado.

Fuente: Cotización con Teojama Comercial. Elaborado por autores.

Tipo de vehículo	Serie de modelo	Modelo de camión	Adquisición (\$)	Salvamento (\$)
Camión pequeño	HINO 500	1226	74000	11100
Camión mediano	HINO 500	1828	96000	14400
Tráiler	HINO 700	2848	120000	18000

- **Costos fijos**

Salario del conductor

Según (Ministerio de trabajo, 2021) mediante el informe de salarios mínimos sectoriales, indica el salario mínimo para un listado de cargos o actividades que realizan los conductores en cuanto al servicio de transporte comprende. A continuación, se presenta mediante la Tabla 2.9 el salario mínimo para los conductores de ciertas modalidades de transporte de carga adicionando el nivel ocupacional dentro de la organización.

Tabla 2.9 Salario base correspondiente a los conductores.

Fuente: Ministerio de Transporte. Elaborado por autores.

Cargo	Categorización	Salario base (\$)
Conductor de vehículos para carga pesada de más de 3,5 TM	Operación – C1	614,84
Conductor de tráiler	Operación – C1	614,84
Conductor de plataformas	Operación – C1	614,84
Conductor de otros camiones	Operación – C1	614,84

Dada la información resumida en la Tabla 2.9, se puede evidenciar que el salario mínimo para conductores de vehículos pesados es de \$614,84. Además del salario base, el conductor recibe beneficios sociales. Los beneficios sociales pueden definirse como un derecho que beneficia a los trabajadores con carácter obligatorio (EcuadorLegal, 2019). Estos beneficios son adicionales a la remuneración periódica que recibe el trabajador. La Tabla 2.10 describe los beneficios sociales que por derecho deben recibir los trabajadores del Ecuador según la asesoría legal en línea de (EcuadorLegal, 2019).

Tabla 2.10 Beneficios sociales relacionados a cada empleado

Fuente: Ecuador Legal. Elaborado por autores.

Beneficio social	Descripción	Detalle
Afiliación a la seguridad social	Valor monetario que el empleado y trabajador aporta mensualmente al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS)	El empleador y trabajador aportan al IESS el 11,15% y 9,45 respectivamente, sobre el salario o sueldo del empleado

(continúa)

Tabla 2.11 Beneficios sociales relacionados a cada empleado. (Continuación)

Fuente: Ecuador Legal. Elaborado por autores.

Beneficio social	Descripción	Detalle
Pago por horas extras	Las horas extras/extraordinarias se ocasionan cuando el empleador requiere que el empleado trabaje un sábado, domingo o día de feriado.	Las horas trabajadas en un día de fin de semana o un día de feriado serán pagados por empleador con el 100% de recargo.
Pago de la decimotercera remuneración	Suma de todas las remuneraciones del trabajador en un año laboral. Este pago se realiza al finalizar el año.	Puede recibirse como un pago mensualizado o acumulado.
Pago de la decimocuarta remuneración	Es el pago de un sueldo básico unificado	Este pago es efectuado por el empleador en la primera quincena de marzo siempre y cuando el décimo sea acumulado.
Pago del fondo de reserva	Pasado el primer año laboral, el empleador debe pagar mensualmente el fondo de reserva junto a la remuneración del trabajador	El empleador aporta al trabajador un porcentaje equivalente al 8,33% del salario del trabajador

La empresa comercializadora de productos balanceados estima los beneficios sociales de los trabajadores directos e indirectos de la operación de transporte, está asociado a un porcentaje equivalente al 33% de su salario. Para una mejor comprensión del cálculo de los beneficios sociales, a continuación, se ejemplifica dos de estos considerando un sueldo para el trabajador de \$600.

Cálculo de afiliación a la seguridad social

Como se mencionó anteriormente, el seguro social es aportado tanto por el empleador como por el empleado. Las Ecuaciones 2.1 y 2.2 detallan la forma para calcular el aporte, tanto del empleador como del empleado.

$$\text{Aporte empleador} = \text{Salario} * \% \text{ de aportación de empleador} \quad \text{(Ecuación 2.1)}$$

$$\text{Aporte empleador} = \$600 * 0,1115$$

$$\text{Aporte empleador} = \$66,9$$

$$\text{Aporte empleado} = \text{Salario} * \% \text{ de aportación de empleado} \quad \text{(Ecuación 2.2)}$$

$$\text{Aporte empleado} = \$600 * 0,0945$$

$$\text{Aporte empleado} = \$56,7$$

Cálculo de pago por horas extras

El pago por hora extra es calculado a partir del salario del empleado por hora. Por lo tanto, es indispensable previamente el cálculo del pago por hora del empleado. Tomando en consideración una jornada laboral de 8 horas de trabajo y 24 días laborales al mes, el pago por hora de trabajo está definido a través de la Ecuación 2.3.

$$\text{Valor hora de trabajo} = \frac{\text{Sueldo}}{\text{Días laborales} \times \text{horas laborales}} \quad \text{(Ecuación 2.3)}$$

$$\text{Valor hora de trabajo} = \$3,125 \text{ por hora trabajada}$$

Dado el valor por hora de trabajo, es posible calcular el pago por hora extra. La Ecuación 2.4 define la forma para el cálculo del valor de horas extras.

$$\text{Pago de hora extra} = \text{Salario empleado por hora} * 2 \quad \text{(Ecuación 2.4)}$$

$$\text{Pago de hora extra} = \$3,125 * 2$$

$$\text{Pago de hora extra} = \$6,25 \text{ por hora laboral en fin de semana/feriado}$$

Elementos de seguridad

Según (Alvear & Rodríguez, 2006) los equipos de protección personal (EPP) son recursos inmersos en la estructura de costo asociada a la operación de transporte, por tanto, fue necesario adicionar este rubro al modelo tarifario. Los EPP son requeridos para proteger al trabajador de los peligros a los que están expuestos en la operación de transporte. Los EPP mínimos que los trabajadores deben portar en las instalaciones de la empresa comercializadora de alimentos balanceados se detallan en la Tabla 2.12, así como el precio de adquisición y el costo mensual total.

Tabla 2.12 Equipos de protección personal mínimos

Fuente: Datos proporcionados por la empresa. Elaborado por autores.

EPP	Vida útil (años)	Precio (\$)	Costo mensual (\$)
Casco industrial	1	15	1,25
Botas con punta de acero	1	50	4,17
Chaleco reflectivo	1	15	1,25
Pantalón reflectivo	1	18	1,50
Costo mensual total (\$/empleado)			8,17

Seguro vehicular

El seguro puede ser definido como un contrato en el cual intervienen el asegurado y la empresa aseguradora. El seguro obliga a la empresa aseguradora a cambio del pago de una prima por parte del asegurado, brindar beneficios preestablecidos en caso de producirse una eventualidad que perjudique al beneficiario o a terceros dentro de los límites pactados (Latina seguros, n.d.). Para determinar la prima del seguro vehicular de responsabilidad civil, se ha tomado en consideración la calculadora online de la empresa aseguradora Latina seguros. La Tabla 2.13 resume los parámetros para determinar la prima mensual del seguro vehicular.

Tabla 2.13 Costo del seguro vehicular para la flota de transporte de carga pesada

Fuente: Latina Seguros. Elaborado por autores.

Tipo de vehículo	Tipo de seguro	Suma asegurada	Tasa de seguro (%)	Prima anual (\$)	Prima mensual (\$)
Camión pesado	Empresarial	30000	2,5	876,96	74

Rastreo satelital

El rastreo satelital permite identificar la ubicación en tiempo real de un vehículo, mediante la utilización de medios electrónicos como celulares inteligentes, computadoras o incluso, a través de una plataforma web de seguimiento y monitoreo (UBIKAR, n.d.). El rastreo satelital brinda ciertas ventajas, entre ellas se encuentran las alertas por excesos de velocidad, botón de pánico, y sobre todo el seguimiento en tiempo real de la unidad de transporte (UBIKAR, n.d.). Para este trabajo se cotizó la instalación del rastreo satelital por medio de la empresa UBIKAR S.A. con un precio del servicio de \$300 anuales por adquisición e instalación del dispositivo de rastreo vehicular.

Documentos habilitantes para el servicio de transporte de carga pesada

Permiso de operación para operadoras de transporte

El permiso de operación faculta a las operadoras de transporte realizar el servicio de transporte de acuerdo con la provincia que corresponde. La operadora de transporte solicita el permiso de operación a la Agencia Nacional de tránsito por medio de las direcciones provinciales, organismo que tramita la concesión de permiso de operación a aquellas operadoras de transporte que posean una flota de vehículos con capacidad mayor a 3,5 toneladas de carga (Agencia Nacional de Tránsito, 2021).

El ente público (Agencia Nacional de Tránsito, 2021), añade además que el pago del trámite posee un valor de \$209,00 incluyendo un valor de comisión del banco y la duración del permiso de operación posee una vigencia de 10 años a partir de la aprobación de la solicitud de este.

Revisión técnica vehicular

Este trámite es dirigido hacia todos los usuarios que cuentan con un vehículo motorizado que conste en la base de la Agencia nacional de tránsito. El procedimiento de la revisión técnica vehicular consta de inspecciones por parte de las autoridades de tránsito para certificar el estado del vehículo y autorizar su movilización en la red vial del territorio vehicular.

Según la empresa que brinda servicios de inspección reglamentaria de vehículos en el cantón Durán (Applus RTV, 2021), la tarifa promedio que las operadoras de carga pesada deben pagar por la revisión técnica vehicular posee un valor aproximado de \$41,81. Este trámite es realizado por las operadoras de transporte anualmente y su valor puede variar según el número de revisiones realizadas para la aprobación de este.

Matricula vehicular

La agencia nacional de tránsito es el ente que autoriza la matriculación de vehículos que prestan el servicio de transporte mediante las operadoras de transporte terrestre. Este documento se aplica a operadoras de transporte que posean flota de vehículos con capacidad mayor a 3,5 toneladas de carga. Mediante este trámite es posible obtener la matrícula de vehículos pertenecientes a operadoras de transporte de carga pesada, además del detalle del oficio prestado (Agencia Nacional de Tránsito, n.d.).

El ente público (Agencia Nacional de Tránsito, n.d.) especifica además el pago del trámite, el cual tiene un valor de \$23,00 por concepto de placa incluyendo \$75,00 por concepto del registro de unidades de carga además del valor de comisión del banco.

Permiso de transporte de alimentos procesados y materias primas

Este documento faculta el servicio de transporte de alimentos procesados y materias primas a las operadoras de transporte cuya actividad comercial se relacione con el transporte de alimentos procesados. Este permiso posee una duración de un año y no posee costo alguno (Agencia Nacional de Regulación Control y Vigilancia Sanitaria, 2020).

Emisión de Certificado de Operación Regular

Este documento es dirigido hacia las operadoras de transporte que poseen una flota de vehículos con capacidad mayor a 3,5 toneladas de carga. Según el (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2020), este documento es de adquisición obligatoria para las operadoras de transporte de carga pesada y su emisión es dispuesta por dicho ente público. El trámite posee un costo dependiendo del tipo, número de ejes, peso y longitudes máximas del vehículo.

En la Tabla 2.14 se detalla el valor de pago del certificado de operación regular acorde con los tipos de vehículos que son utilizados por la empresa de caso de estudio.

Tabla 2.14 Precio de emisión de Certificado de Operación Regular

Tipo de vehículo	Capacidad peso bruto (t)	Tipo según MTOP	Valor de pago (\$)
Camión pequeño	10	2DB	36
Camión mediano	27	2DB	36
Tráiler	27	T3	52

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas. Elaborado por autores.

Depreciación de vehículos

La depreciación en términos financieros representa la pérdida del valor ante el uso de un bien a través del tiempo (Norma Internacional de Contabilidad 16, 2005). Existen diversas maneras de identificar la depreciación de un bien, algunos de ellos son: método acelerado, método por unidades producidas y método de línea recta (Norma Internacional de Contabilidad 16, 2005).

En este trabajo se utilizó el método de depreciación de línea recta ya que, dada las condiciones de la empresa de caso de estudio, las unidades de transporte son utilizadas diariamente y de una forma equitativa mediante los turnos de trabajo. La Ecuación 2.5, muestra la forma utilizada en el proyecto para determinar la depreciación de los vehículos mediante el método lineal.

$$\text{Depreciación} = \frac{\$ \text{Adquisición} - \$ \text{Salvamento}}{\text{Vida útil en años}} \quad (\text{Ecuación 2.5})$$

Los parámetros utilizados para el cálculo de la depreciación dependerán del modelo, marca y año del camión. La Tabla 2.15 indica la depreciación mensual de cada tipo de vehículo.

Tabla 2.15 Depreciación de la flota.

Fuente: Datos proporcionados por la empresa. Elaborado por autores.

Tipo de vehículo	Depreciación anual (\$)	Depreciación mensual (\$)
Camión pequeño	6290	524,17
Camión mediano	8160	680,00
Tráiler	10200	850,00

Limpieza de camión

En esta sección se toma en consideración la limpieza del camión como una rutina semanal, en la que se incluye el lavado del cabezal y de la cabina interna de la unidad vehicular, así como la limpieza de la carrocería de este. Esta rutina tiene un valor de \$20.

- **Costos variables**

Mantenimiento vehicular

Los vehículos son bienes que poseen un tiempo de vida útil y para prolongarla es necesario garantizar la realización de mantenimientos adecuados y asertivos. Si estos mantenimientos de los vehículos no son realizados constantemente podrían provocar pérdidas económicas para una empresa de transporte o a su vez, se podría atrasar la realización de actividades planificadas disminuyendo así el nivel de servicio. Por tanto, los mantenimientos pueden ser clasificados como correctivos o preventivos

Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo es aquel mantenimiento planificado cuyo propósito es conservar el buen estado y funcionamiento de la flota previniendo futuros daños en el automotor (FUSO, 2018). Realizar mantenimientos preventivos constantemente disminuye la aparición de posibles fallas que obliguen al propietario del vehículo la visita al taller mecánico para la reparación pertinente.

La Tabla 2.16 detalla las actividades relacionadas al mantenimiento preventivo vehicular según una ficha técnica (HINO, n.d.) dependiendo de la serie de los vehículos Hino propuesta en este proyecto y una estimación de los costos mediante cotización.

Tabla 2.16 Mantenimiento Preventivo relacionado a la flota de transporte

Fuente: Ficha técnica Hino serie 500 - 700. Elaborado por autores.

Ítem	Plan de mantenimiento preventivo	Kilometraje en miles de km			
		Serie HINO 500	Valor (\$)	Serie HINO 700	Valor (\$)
Motor	Inspeccionar y/o cambiar correas de ventilador	20000	140	30000	140
	Calibración de válvulas	60000	80	60000	120
	Engrase de chasis	20000	15	30000	15
	Regulación de frenos	20000	20	30000	20
	Regulación de embrague	20000	10	30000	10
	Revisión/Completar líquido de freno	20000	10	30000	10
Chasis	Revisión/Completar de líquido refrigerante	20000	10	30000	10
	Revisión de líquido de dirección hidráulica	20000	10	30000	10
	Limpiar colador depósito líquido hidráulico	40000	60	60000	80
	Regulación de disco de embrague	20000	10	30000	10
Sistema eléctrico	Funcionamiento de luces, bocina e instrumentos	20000	15	30000	15
	Nivel líquido de baterías	20000	5	30000	5

Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo es aquel mantenimiento realizado cuando el vehículo posee cierta falla mecánica con el objetivo de devolver al automotor su total funcionamiento (FUSO, 2018). En ciertas ocasiones es imposible prevenir las fallas en los vehículos por lo que se hace necesaria la visita a un taller mecánico para la realización de un mantenimiento correctivo. La Tabla 2.17 detalla el mantenimiento correctivo vehicular más frecuente dependiendo de las marcas de los vehículos que utiliza la empresa de caso de estudio.

Tabla 2.17 Mantenimiento Correctivo relacionado a la flota de transporte.

Fuente: Datos proporcionados por la empresa. Elaborado por autores.

Plan de mantenimiento correctivo	Kilometraje en miles de km			
	Serie HINO 500	Valor	Serie HINO 700	Valor
Cambio de disco de embrague	200000	224	200000	280
Lubricación de cruceta de cardán	8000	5	8000	5
Alineación y balanceo	10000	60	10000	85
Rotación de llantas	20000	15	20000	15
Cambiar líquido de embrague	100000	15	100000	15
Cambiar líquido de freno	100000	15	100000	15
Cambiar líquido refrigerante	600000	15	600000	15
Cambiar líquido de dirección hidráulica	60000	10	120000	10

Aceite, lubricantes y filtros

El uso de lubricantes y cambios de filtros para un automotor son ítems propios de los mantenimientos preventivos, pero al ser un valor de interés para la compañía se decidió analizarlos de manera individual. La utilización de lubricantes, revisión y/o cambio de filtros de un vehículo es directamente proporcional a su recorrido, por consiguiente, el tiempo para el cual se debe cambiar el aceite y filtro del automotor dependerá del kilometraje recorrido por este (Silvera & Mendoza, 2017).

En la Tabla 2.18 se detalla la lista del mantenimiento preventivo asociado a la lubricación de los automotores y el detalle de estos según (HINO, n.d.) mediante una ficha técnica.

Tabla 2.18 Mantenimiento Preventivo asociado a lubricantes, aceites y filtros.

Fuente: HINO. Elaborado por autores.

Ítem	Plan de mantenimiento preventivo	Kilometraje en miles de km			
		Serie HINO 500	Valor (\$)	Serie HINO 700	Valor (\$)
Lubricación	Revisión y cambio de aceite de caja de cambios y filtro.	40000	70	30000	90
	Cambio de aceite, filtro de motor y filtro de combustible.	20000	125	30000	180
	Cambio de aceite de diferencial.	40000	30	60000	40
	Limpieza de filtro de aire.	20000	2	30000	2
	Cambio de filtro de aire.	40000	25	60000	25

Llantas y neumáticos

El desgaste de las llantas de los automotores es directamente proporcional a su recorrido en kilómetros (Silvera & Mendoza, 2017). Es decir, mientras más viajes tenga un vehículo de carga pesada y aumente su frecuencia, el desgaste de las llantas del automotor será mayor. Este desgaste de llantas propicia un mantenimiento con el fin de evitar daños a futuro que perjudiquen el correcto funcionamiento del automotor. En la Tabla 2.19 se detalla las características de las llantas y el precio de cada una de ellas dependiendo del tipo de vehículo.

Tabla 2.19 Tipo de llantas y costo asociado por tipo de camión

Fuente: Ficha técnica Hino. Elaborado por autores.

Tipo de vehículo	Característica llanta	Precio por llanta nueva (\$)	Número de llantas
Camión pequeño	255/70R22.5	250	6
Camión mediano	295/80R22.5	300	6
Tráiler	295/80R22.5	300	10

Combustible

El pago por combustible para una operadora de transporte es el costo más significativo dentro de la tarifa de transporte dado que depende directamente de dos parámetros:

Precio de combustible: En la actualidad, en Ecuador el precio del galón de combustible diésel está fijado en \$1,90. Sin embargo, la fijación del precio de su precio depende de las disposiciones del gobierno ante la elección de subsidiar los combustibles o liberar el precio en referencia al mercado internacional (Diario El Comercio, 2021).

Rendimiento del camión: El rendimiento de un automotor en referencia a su consumo de combustible es el recorrido en kilómetros que puede realizar utilizando un galón de combustible. En el caso de vehículos de carga pesada el rendimiento de combustible estaría dado por las unidades (km/gal). El rendimiento de combustible puede variar según las condiciones de la carga, el comportamiento de manejo, condiciones de tránsito vehicular, calidad de las vías transitadas, entre otros. La empresa de caso de estudio mantiene un rendimiento de combustible de 11,7 km/gal, parámetro que será utilizado en la realización de este trabajo.

A continuación, se detallará en la Tabla 2.20 el resumen de los parámetros a utilizar para medir el consumo de combustible.

Tabla 2.20 Precio y rendimiento del combustible

Fuente: Datos proporcionados por la empresa. Elaborado por autores.

Parámetro	Valor	Unidades
Precio de combustible	1,9	\$/gal
Rendimiento de combustible	11,7	km/gal

Es necesario determinar el costo por consumo de combustible, cuyas unidades serán (\$/km). Para ello, es posible utilizar la Ecuación 2.6, utilizando los parámetros previamente establecidos.

$$\text{Costo de combustible} = \frac{\text{Recorrido}}{\text{Rendimiento}} * \text{Precio de combustible} \quad (\text{Ecuación 2.6})$$

Pagos incurridos en viaje

Según el (Ministerio de trabajo, 2014), se define como viático al valor monetario que se designa a los trabajadores para cubrir gastos de alimentación y hospedaje en caso de pernoctar fuera de su residencia que se produzcan en el transcurso de su jornada laboral. Los pagos incurridos en la jornada laboral del conductor de carga pesada dependerán de la duración del viaje. Por consiguiente, se considera como inicio de un viaje a la hora que el conductor inicie el traslado de la carga desde la empresa productora hacia el lugar de destino del cliente. Así mismo, se considera la conclusión del viaje cuando el conductor regresa a las instalaciones de la empresa productora. A lo largo del cumplimiento del viaje, los pagos incurridos estarían dados por las actividades detalladas en la Tabla 2.21.

Tabla 2.21 Valores relacionados a los viáticos

. Fuente: Datos proporcionados por la empresa. Elaborado por autores.

Actividad	Horario de ejecución	Monetización
Desayuno	Cuando el viaje inicie antes de las 7 am	\$4
Almuerzo	Cuando el viaje transcurra antes de las 11 am o finalice después de las 2 pm	\$4
Cena	Cuando el viaje trascurra antes de las 5 pm o finalice después de las 10 pm	\$4

Dado que la empresa comercializadora de alimentos balanceados procura que los conductores de las unidades vehiculares trabajen 8 horas diarios, el pago de viáticos incluirá el precio de desayuno, almuerzo y cena, independientemente de la ruta que se esté realizando. La Ecuación 2.7 define la forma en la que se calculó el valor de los viáticos de acuerdo con la frecuencia de los viajes realizados en una ruta específica.

$$\text{Costo por viáticos} = \frac{(\text{N}^\circ \text{ viajes al mes} * \$ \text{ de viáticos por viaje})}{\text{Recorrido promedio al mes}} \quad (\text{Ecuación 2.7})$$

Pago por peajes

Se denomina peaje al valor que se paga por derecho de circulación en una vía, carretera o autopista con el fin de garantizar el mantenimiento y seguridad de la estructura vial. El número de peajes depende de la ruta de viaje que se realice y su valor está asociado al tipo de camión que circula por la carretera (Silvera & Mendoza, 2017). Para efectos prácticos en la realización de este proyecto, se ha realizado el supuesto que los precios de los peajes se mantienen con el valor de \$2 si se utiliza un camión pesado de 2 ejes y con un valor de \$3 si se utiliza un camión pesado de 3 ejes.

Las tarifas de peaje han sido cotizadas según las empresas concesionarias (Panavial, 2021), (Consur R7H, 2021) y (CVialco, 2021). La Ecuación 2.8 define la forma de cálculo para determinar el costo por peaje de una ruta realizada por un tipo de vehículo.

$$\text{Costo por peaje} = \text{N}^\circ \text{ de peajes en la ruta} * \text{precio de peaje} * 2 \quad (\text{Ecuación 2.8})$$

- **Gastos administrativos**

Los gastos en los que incurre una empresa son aquellos valores monetarios que comprenden las actividades complementarias o de apoyo para la prestación de un servicio o producción de un bien (Escalante & Uribe, 2014). Los gastos administrativos comprenden los gastos relacionados a los departamentos de recursos humano, finanzas, marketing, control de gestión, compras, etc. A continuación, se detallará los recursos consumidos involucrados en los gastos administrativos.

Salario personal

Dentro de la gestión del servicio de transporte el personal involucrado en este servicio por parte de la empresa de caso de estudio se comprende del personal de facturación, personal de finanzas y personal administrativo. En la Tabla 2.22 se resume la información con respecto al personal administrativo y su salario.

Tabla 2.22 Salario del personal administrativo.

Fuente: Datos proporcionados por la empresa. Elaborado por autores.

Área	Cargo	Número de trabajadores	Salario base (\$/mes)
Finanzas	Gerente de finanzas	1	600
	Auxiliar de facturación	1	400
Administrativo	Analista de flota	1	500
	Asistentes de administración	2	400

Equipos y máquinas

En este apartado se considera la depreciación de los bienes utilizados en el área administrativa de la operadora de transporte. Para efectos prácticos del proyecto, se ha definido al valor residual como un valor equivalente al 15% del valor de adquisición. Para el cálculo de la depreciación de estos equipos se utilizó la Ecuación 2.5 previamente definida. A continuación, se detalla en la Tabla 2.23 los parámetros necesarios para el cálculo de la depreciación de los equipos utilizados en el área administrativa.

Equipo	Descripción	Valor de adquisición (\$)	Valor residual (\$)	Vida útil (años)	N° de equipos
Equipos de oficina	Teléfono fijo	40	4	10	3
	Computadora	400	40	3	6
	Impresora	250	25	3	2
Muebles de oficina	Escritorios	50	5	10	5
	Sillas de oficina	40	4	10	5
	Archivadores	45	4,5	10	5

Tabla 2.23 Equipos y muebles utilizados en el área administrativa.

Elaborado por autores.

Suministros de oficina

El gasto por suministro de oficina es aquel monto que se incurre por la adquisición de artículos y papelería de oficina. Este gasto incluye la compra de resmas de hojas A4, archivadores de papel, calculadoras, perforadoras, grapadoras, clips, grapas de papel, tableros, etc.

Realizando un análisis de estos artículos de oficina y su uso por parte de los empleados de la empresa operadora de transporte, se estima un promedio de gasto de suministros de oficina al mes de \$40. En la Tabla 2.24 se detalla los artículos de papelería, precio y consumo al mes.

Tabla 2.24 Suministros de oficina.

Elaborado por autores.

Ítems	Precio (\$)	Número de unidades	Meses de utilización	consumo al mes (\$/mes)
Plumas	3,20	12	2	1,60
Lápiz	2,50	12	2	1,25
Grapadora	2,40	1	12	0,80
Perforadora	4,60	1	12	1,53
Tinta	11,00	1	6	3,67
Resma de hojas	3,20	500	1	6,40
Clips	0,27	100	2	0,41
Archivadoras	2,00	1	12	1,67
Grapas	0,77	5000	2	1,54
Cinta de papel	0,49	1	3	0,65
Talonario de factura	10,00	100	1	10,00
Dispensador de cinta	2,17	1	12	0,72
Calculadora	4,00	1	12	1,67
Sobre manila	0,82	10	1	1,64
clips mariposa	1,00	50	2	1,50
Ligas	0,66	100	2	0,33
Tableros	2,00	1	6	0,33
Lápiz corrector	1,00	1	6	0,83
Gasto total (\$/mes)				36,54
Gasto total estimado (\$/mes)				40

Alquiler de oficina

Para este proyecto, se tomó como referencia una oficina cuya dimensión es de 80 m² y se sitúa en el cantón Durán. El alquiler de esta oficina se estima con un gasto de \$800 al mes cotizando en línea según la plataforma (icasas, 2021).

Servicios básicos

La Tabla 2.25 detalla un estimado de costo de los servicios básicos que se consume por la actividad de las áreas administrativas de la operadora de transporte.

Tabla 2.25 Servicios básicos.

Elaborado por autores.

Servicio básico para empresa	Valor de pago (\$)
Agua	60
Electricidad	80
Internet	50
Telefonía fija	60
Gasto total al mes (\$)	250

Parámetros de la ruta

Según (Ortiz, 2016) los parámetros de la ruta son aquellos elementos de la operación de transporte que permite distinguir las diferentes rutas según sus características propias. Por consiguiente, se detallarán los parámetros de ruta establecidos en el presente trabajo.

Punto de inicio de ruta

Incluye la zona geográfica donde inicia la ruta de transporte. Para este trabajo, el punto de inicio de ruta del servicio de transporte es la empresa de caso de estudio.

Punto final de ruta

Incluye la zona geográfica donde culmina la ruta de transporte. En este caso, el destino de la ruta serían los puntos de localización de los clientes de la empresa de caso de estudio.

Distancia de ruta

La distancia de ruta se puede medir a través del kilometraje recorrido por los vehículos de transporte partiendo desde el inicio de la ruta hasta el final de esta.

Recorrido

El recorrido es la medición del kilometraje de la ruta tomando en consideración la trayectoria de ida, así como la de regreso. En términos más simples, el recorrido puede ser establecido como el doble de la distancia, siempre y cuando se tenga las mismas condiciones de ruta para la trayectoria de ida y regreso. La tabla 2.26 identifica el recorrido por cada ruta.

Tabla 2.26 Distancia recorrida por ruta

Fuente: Datos proporcionados por la empresa. Elaborado por autores.

Origen	Planta km 4,5 Vía Durán Tambo	
Provincia	Destinos	Viaje de ida y vuelta (km)
El oro	Puerto Bolívar	354
El oro	Puerto Hualtaco	468
El Oro	Tendales	294
El Oro	Puerto Jelí	376
El oro	Puerto Pitahaya	422
Guayas	Naranjal	164
Guayas	Tenguel	264
Guayas	Balao	254
Guayas	Playas	260
Guayas	Sabana grande	252
Guayas	Taura	70
Guayas	Yaguachi	70
Guayas	Ayalán	284
Guayas	Daular	200
Guayas	Chongón	168
Guayas	Guayaquil	90
Manabí	San Vicente	554
Manabí	Bahía de Caráquez	542
Riobamba	Riobamba	432
Pichincha	Quito	814
Imbabura	Ibarra	1026
Esmeraldas	Esmeraldas	908

(continua)

Tabla 2.26 Distancia recorrida por ruta. (Continuación)

Fuente: Datos proporcionados por la empresa. Elaborado por autores.

Origen		Planta km 4,5 Vía Durán Tambo	
Provincia	Destinos	Viaje de ida y vuelta (km)	
Santo domingo de los Tsáchilas	Santo Domingo	544	
Tungurahua	Ambato	508	
Guayas	Periferia Urbana de Durán	50	
Santa Elena	Engunga	320	
Manabí	Pedernales	792	

Peaje

El número de peajes por cada ruta ha sido estimado mediante la utilización de la aplicación Google maps, al identificar la posible ruta y verificar los peajes cercanos a la misma. Por consiguiente, la Tabla 2.27 resume el número de peajes y su precio de acuerdo con la ruta y el tipo de camión que la realice. Dado que no todos los camiones pueden realizar todas las rutas, en ciertas secciones de la tabla no hay valores de pago por peaje relacionadas al tipo de camión y ruta.

Tabla 2.27 Número de peajes por ruta

Fuente: Datos proporcionados por la empresa. Elaborado por autores.

Origen		Planta principal Km 4.5 vía Durán-Tambo				
Destino	Provincia/Cantón	Recorrido (km)	N° de peajes por ruta	Valor total ida-vuelta (\$)		
				Camión pequeño	Camión mediano	Tráiler
Puerto Bolívar	Machala-El oro	354	5	20	20	30
Puerto Hualtaco	Huaquillas-El oro	468	6	24	24	36
Naranjal	Guayas	164	4	16	16	24
Tenguel	Guayaquil	264	5	20	20	30
Tendales	El Oro	294	5	20	20	30

(continúa)

Tabla 2.27 Número de peajes por ruta. (Continuación)

Fuente: Datos proporcionados por la empresa. Elaborado por autores.

Origen		Planta principal Km 4.5 vía Durán-Tambo				
Destino	Provincia/Cantón	Recorrido (km)	N° de peajes por ruta	Valor total ida-vuelta (\$)		
				Camión pequeño	Camión mediano	Tráiler
Balao	Guayas	254	5	20	20	30
Playas	Guayas	260	3	12	12	18
Sabana grande	Guayas	252	1	4	4	6
Taura	Naranjal-Guayas	70	1	4	4	6
Yaguachi	Guayas	70	1	4	4	6
Ayalán	Guayas	284	2	8	8	12
Engunga	Santa Elena	320	3	12	12	18
Daular	Guayas	200	1	4	4	6
Chongón	Guayaquil	168	1	4	4	6
Pedernales	Manabí	792	5	-	-	30
Riobamba	Riobamba	432	3	-	-	18
Quito	Pichincha	814	6	-	-	36
Ibarra	Imbabura	1026	8	-	-	48
Esmeraldas	Esmeraldas	908	5	-	-	30
San Vicente	Manabí	554	5	-	-	30
Bahía de Caráquez	Manabí	542	5	-	-	30
Puerto Jelí	El Oro	376	5	20	20	30
Santo domingo	Santo domingo	544	5	20	20	30
Ambato	Tungurahua	508	3	-	-	18
Puerto Pitahaya	El oro	422	5	20	20	30
Periferia Urbana	Durán	50	0	0	0	0
Guayaquil	Guayaquil	90	0	0	-	0

Numero de viajes

Este parámetro cuantifica el número de veces que un vehículo realiza una ruta en un período de tiempo establecido. El número de viajes pueden ser registrado por unidades de tiempo de días, semanas y meses. Este parámetro es indispensable para determinar la tarifa de transporte ya que a través de este es posible calcular el valor de los costos fijos por viaje (Ortiz, 2016). El número de viajes incide directamente en el valor de los costos fijos por viaje donde se incluye el pago de peajes, horas extras de los conductores, viáticos, entre otros. La Tabla 2.28 indica el número promedios de viajes al mes de cada tipo de vehículo.

Tabla 2.28 Número de viajes por semana

Fuente: Datos proporcionados por la empresa. Elaborado por autores.

Tipo de vehículo	Frecuencia de viaje al mes
Camión pequeño	26
Camión mediano	26
Tráiler	26

2.4.2 Modelo de Regresión Lineal

El modelo de regresión lineal consta de variables explicativas, también llamadas variables exógenas y las variables independientes, también llamadas variables endógenas. Dada la variable endógena, dependiendo de su tipo (Granados, 2016) sugiere utilizar un modelo de regresión diferente, como lo muestra la Tabla 2.29.

Tabla 2.29 Modelo de Regresión según el tipo de variable.

Fuente: (Granados, 2016). Elaboración: autoría propia.

Tipo de variable	Modelo de regresión
Continua	Lineal
Binaria	Logit o probit
Recuento	Poison o Binomial
Factor ordenado	Logit o probit Ordenada
Factor	Logit o probit y Multinomial
Porcentaje	Fraccional

Condiciones para aplicar el Modelo de Regresión Lineal Múltiple

Existen ciertas condiciones que se deben cumplir con respecto a los datos relacionados con las variables del modelo a estimar para poder aplicar la técnica de Regresión Lineal Múltiple según menciona (Granados, 2016).

- La variable dependiente debe ser de tipo continua.
- Las variables explicativas deben ser del tipo continua, discreta con más de 5 categorías o una combinación de estas dos.
- Las variables explicativas no deben estar altamente correlacionadas.
- La relación entre la variable dependiente y las variables explicativas debe ser del tipo lineal.
- El error de las variables explicativas debe tender a una distribución normal y su varianza deben ser iguales.

Estimación de tarifa de operación de transporte

Haciendo uso de la técnica de regresión lineal múltiple fue posible identificar una función lineal que permita bajo ciertos parámetros determinar la tarifa de la operación de transporte. Se propuso realizar un modelo tarifario mediante regresión lineal múltiple para cada tipo de vehículo. Previo a la estimación del modelo, fue prescindible identificar si los datos cumplen las condiciones para aplicar el modelo de regresión lineal múltiple.

Variables del modelo tarifario

Las variables para utilizar dentro del modelo de regresión lineal múltiple están asociadas con la estructura de costos previamente definido. De estas variables, se identifican aquellas variables explicativas y la variable dependiente.

Variable dependiente

Para este proyecto, la variable dependiente o endógena es la tarifa de la operación de transporte. Cabe recalcar que se realizaron tres modelos tarifarios con unidades de costo \$/km y \$/saco de acuerdo con el tipo de vehículo, por tanto, por cada modelo se propuso una variable dependiente.

Variables explicativas

Las variables explicativas son aquellos valores de la estructura de costos que, ante un cambio, la tarifa de transporte o variable dependiente variaría también. La Tabla 2.30 indica las variables explicativas que se utilizaron para estimar el modelo tarifario de transporte.

Tabla 2.30 Variables explicativas relacionadas al modelo tarifario.

Elaborado por autores

Variable	Tipo de variable	Unidades	Representación
Costos financieros	Cuantitativa discreta	\$/km - \$/saco	C_finan
Costos fijos	Cuantitativa discreta	\$/km - \$/saco	C_fijo
Costos variables	Cuantitativa discreta	\$/km - \$/saco	C_var
Gastos administrativos	Cuantitativa discreta	\$/km - \$/saco	C_adm

Estructura de datos para variables del modelo tarifario

El método de regresión lineal requiere de datos asociados a cada variable independiente y dependiente. Dado que las variables explicativas están asociadas al tipo de camión que realiza una ruta en específico, fue necesario identificar cuáles son las rutas que pueden ser realizadas por un tipo de vehículo.

La Tabla 2.31 identifica con un número uno, a aquellas rutas que se pueden realizar con un tipo de camión en específico. Por el contrario, se identifica con un número cero a aquellos vehículos que no soportan esa ruta.

Tabla 2.31 Rutas recorridas por tipo de camión.

Elaborado por autores

Destino	Camión pequeño	Camión mediano	Tráiler
Puerto Bolívar	1	1	1
Hualtaco	1	1	1
Naranjal	1	1	1
Tenguel	1	1	1
Tendales	1	1	1
Balao	1	1	1
Playas	1	1	1
Sabana	1	1	1
Taura	1	1	1
Yaguachi	1	1	1
Ayalán	1	1	1
Engunga	1	1	1
Daular	1	1	1
Chongón	1	1	1
Pedernales	0	0	1
Riobamba	0	0	1
Quito	0	0	1
Ibarra	0	0	1
Esmeralda	0	0	1
San Vicente	0	0	1
Manta	0	1	1
Puerto Jelí	1	1	1
Santo Domingo	1	1	1
Píllaro	0	0	1
La Pitahaya	1	1	1
Duran	1	1	1
Guayaquil	1	0	1

Debido a que se posee la información del tipo de vehículo que soporta cada ruta, es posible identificar las variables explicativas asociadas a esta información. Para el modelo tarifario con unidad de costo \$/km se construyó una matriz $n_1 \times m_1$, donde n_1 representa el número total de registros asociados al tipo de vehículo 1, y m_1 representa el número de variables explicativas del modelo tarifario. Con respecto a los modelos tarifarios con unidad de costo \$/saco se construyó una matriz $n_2 \times m_2$, donde n_2 representa el número total de registros asociados a los vehículos tipo {1,2} respectivamente, y m_2 representa el número de variables explicativas de los modelos tarifarios.

Simulación de registros en variables explicativas

Dado que la empresa comercializadora de productos balanceados no posee registros históricos asociados a las variables explicativas tales como: frecuencia de viajes por ruta, el costo de los mantenimientos preventivos y correctivos, consumo de servicios básicos por arriendo de oficina, entre otros recursos consumidos. Estos registros son de vital importancia ya que alimentan al modelo de regresión lineal. Para la simulación de registros se analizó cada recurso consumido y se estimó una distribución de probabilidad. Las distribuciones de probabilidad usadas fueron la distribución normal y exponencial respectivamente.

Pruebas de ajuste del modelo tarifario

Una vez obtenido el modelo tarifario a través de la técnica de regresión lineal múltiple, fue necesario aplicar una serie de pruebas para analizar el ajuste y significancia del modelo obtenido. Tomando de referencia el trabajo realizado por (Michalus & Ibarra, 2006), de describirán a continuación las pruebas de significancia realizadas.

- Comprobación de normalidad de residuos aplicando la prueba de Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov). Donde se posee:
 - H0: “Los residuos siguen una distribución normal”
 - H1: “Los residuos no siguen una distribución normal”
- Comprobación de linealidad analizando las gráficas asociadas al modelo de regresión lineal múltiple en Rstudios.

- Comprobación de colinealidad analizando el factor de inflación de varianza (VIF).
- Prueba de t-student para identificar la significancia individual de los coeficientes estimados a partir del modelo tarifario. Donde se posee:
 - H0: “Los coeficientes no son estadísticamente significantes”
 - H1: “Los coeficientes son estadísticamente significantes”
- Prueba F-fisher para el análisis global de la significancia de los coeficientes del modelo tarifario. Donde se posee:
 - H0: “El modelo es estadísticamente significativo”
 - H1: “El modelo es estadísticamente significativo”
- Determinación del coeficiente de determinación R^2 .

2.4.3 Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad permite identificar y cuantificar la afectación de los resultados de un modelo matemático ante las variaciones de sus parámetros (López et al., 2017). Tal como realiza (López et al., 2017) en su trabajo de investigación, se utilizó el modelo tarifario estimado a través del método de regresión lineal múltiple para realizar el análisis de sensibilidad de variables tales como: precio de combustible, llantas, aceites lubricantes y filtros, entre otros. El análisis de estas variables se estableció de acuerdo con el requerimiento de la empresa de caso de estudio.

2.4.4 Simulación de Monte Carlo

La simulación de Monte Carlo es un método de simulación estática ya que se estima un resultado en base a un conjunto de situaciones o condiciones determinadas. El método de simulación Monte Carlo utiliza las distribuciones de probabilidad de los parámetros de un modelo obteniendo diversos valores de resultados de este, identificando así la probabilidad de que ocurra (García Dunna et al., 2013). Para este trabajo, se utilizó la metodología de Monte Carlo para establecer diversos escenarios del modelo tarifario obtenido a través de la regresión lineal múltiple.

2.5 Uso de software

Para el desarrollo de este trabajo, se emplearon diversos softwares que permitieron analizar y manejar los datos, así como la modelización de la solución propuesta. A continuación, se describirán los softwares utilizados en la realización de este proyecto.

2.5.1 RStudio

El software Rstudio es un entorno de desarrollo integrado, cuyas características incluye un editor de código, depurador, compilador, entre otras herramientas. Rstudio es un software de código abierto y está enfocado al análisis estadístico de datos que representan fenómenos de la realidad (RStudio, 2021).

2.5.2 Microsoft Excel

Microsoft Excel es un software asociado a las hojas de cálculo que permite el análisis y visualización de datos. Microsoft Excel permite desarrollar las comúnmente llamadas “Macros”, término utilizado al desarrollo e implementación de un conjunto de instrucciones almacenadas que se ejecutan de forma secuencial mediante una orden de ejecución (Microsoft 365, 2021).

2.5.3 Visual Basic

El lenguaje de programación utilizado por Microsoft Excel es denominado Visual Basic for Application (VBA), el cual permite definir las instrucciones que implementará una Macro. El lenguaje de programación VBA permite automatizar el desarrollo de trabajos repetitivos y facilita la creación de herramientas utilizadas para la gestión de proyectos o para el área de finanzas (Microsoft 365, 2021).

2.6 Consideraciones éticas y legales

Dentro de los aspectos legales para el desarrollo de este proyecto se tuvo que considerar si las operadoras logísticas pagan impuestos por la compra de llantas, aceites y/o repuestos que se necesitan para el desarrollo de su actividad comercial en caso de importarlos. Por otra parte, las horas laborables y la remuneración de

horas extras o complementarias también corresponde a otro aspecto legal que se tuvo que analizar debido al sobretiempo que un conductor puede llegar a obtener según la ruta asignada (EcuadorLegal, 2019). Además, fue pertinente considerar la adición de un conductor extra en los casos donde las rutas exceden el máximo de horas trabajadas sin considerar las horas extras de doce horas (Código Del Trabajo, 2012).

Con respecto a los vehículos de transporte, dada la legislación de la república del Ecuador, las empresas operadoras de transporte deben contar con la documentación habilitante para prestar dicho servicio. Entre los documentos habilitantes para el servicio de transporte de la empresa comercializadora de alimentos se incluyen: permiso de operación para la operadora de transporte, revisión técnica vehicular, matricula, licencia de conducir tipo E, permiso de pesos y medidas, permiso de alimentos y póliza de seguro (Reglamento a Ley de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, 2012). La administración y revisión de la documentación de cada vehículo de transporte es necesaria y obligatoria por parte de las operadoras de transporte.

Referente a la salud pública, seguridad y bienestar se consideró el hecho de que los conductores y el personal cuenten con la afiliación al seguro social que permita cubrir cualquier accidente o incidente que se presente y no laboren jornadas muy extendidas (Código Del Trabajo, 2012). Así mismo, dado que los conductores deben ingresar a la planta de la empresa de caso de estudio y están expuestos a peligros, es necesario que cuenten con el equipo de protección personal con el fin de evitar accidentes y siniestros (Reglamento de Seguridad y Salud de Los Trabajadores, 1986). En el caso de los vehículos de transporte y la mercancía que se transporta se consideró la existencia de un rubro que cubra el seguro de ambos.

2.7 Cronograma de trabajo

Tal como se describió en secciones anteriores, el presente proyecto se desarrolló en base a siete actividades cuya culminación comprendió una duración de cuatro meses y medio. En la Figura 1 se describe las actividades realizadas, así como su duración en días y semanas.

CRONOGRAMA DE TRABAJO					SEMANAS POR MES														
N°	ACTIVIDAD	INICIO	TIEMPO EN DÍAS	FINAL	Octubre			Noviembre			Diciembre			Enero					
					01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
1	LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN																		
	Reunión introductoria	05-10-21	0	05-10-21															
	Visita técnica	11-10-21	0	11-10-21															
	Reunión complementaria	18-10-21	0	18-10-21															
2	ANÁLISIS DE LOS DATOS OBTENIDOS																		
	Recepción de datos históricos	11-10-21	60	10-12-21															
	Preparación de datos	08-11-21	20	28-11-21															
3	DEFINICIÓN DE LA ESTRUCTURA DE COSTOS																		
	Identificación de los recursos consumidos en la operación de transporte y sus costos	01-11-21	21	22-11-21															
	Determinación de las unidades de costo	01-11-21	21	22-11-21															
4	ESTIMACIÓN DE LA FUNCIÓN DE TARIFA																		
	Identificación de las variables asociadas al modelo de regresión	23-11-21	3	26-11-21															
	Aplicación de prueba de correlación	26-11-21	1	27-11-21															
	Elaboración del modelo de regresión seleccionado	02-12-21	8	10-12-21															
	Aplicación de pruebas estadísticas al modelo hallado	10-12-21	4	14-12-21															
5	SIMULACIÓN DE ESCENARIOS																		
	Identificación y modelización de variables para simular	18-12-21	0	18-12-21															
	Implementación del modelo de simulación	19-12-21	3	22-12-21															
	Análisis de los estadísticos de la simulación	22-12-21	0	22-12-21															
6	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD																		
	Determinación de la escala de variación	22-12-21	2	24-12-21															
	Implementación del análisis de sensibilidad en el modelo tarifario	24-12-21	3	27-12-21															
	Análisis de resultados	27-12-21	0	27-12-21															
7	ANÁLISIS DEL MODELO TARIFARIO																		
	Implementación del entregable en macro de Excel	27-12-21	10	06-01-22															
	Evaluación de la aceptación de la tarifa de transporte definida	08-01-22	2	10-01-22															
	Reporte final	10-01-22	2	12-01-22															

Figura 2.1: Cronograma de actividades

Fuente: Elaborado por autores.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

En este capítulo, se detalla y analiza los resultados del modelo tarifario definido mediante la metodología previamente detallada, así como su respectiva simulación haciendo uso de la técnica de Monte Carlo. Mediante la definición de una correcta estructura de costo referente a una operadora de transporte fue posible identificar el valor de la tarifa de operación de transporte para las principales rutas que posee la empresa de caso de estudio, definiendo previamente ciertas condiciones iniciales para su análisis.

Además, se realizó un modelo de regresión lineal múltiple que permita estimar el valor de la tarifa acorde al tipo de vehículo a utilizar, a través de la simulación de escenarios diversos que puedan describir el comportamiento de las variables que explican a la tarifa. Como complemento al análisis del modelo tarifario, se realizó la metodología de simulación de Monte Carlo que permitió analizar la probabilidad de sucesos de escenarios poco favorables y más favorables, así como el análisis de sensibilidad de esta.

Por otra parte, se realizó la simulación del estado de resultado referente a una operadora de transporte con el fin de verificar el estado financiero de la compañía al implementar las tarifas previamente establecidas, con lo que se puede evidenciar si el modelo tarifario resulta ser eficaz.

3.1 Estructura de costos

Con el propósito de presentar la estructura de costos se realizó una plantilla de cálculo, en la cual se presenta los ítems o recursos consumidos asociados con cada costo y gasto definido en el mismo. En esta sección se expone la estructura de costos que presenta la plantilla de cálculo.

En primera instancia, en la figura 3.1 se describen los costos financieros y costos fijos relacionados a la operación de transporte del camión pequeño.

COSTOS FINANCIEROS	\$/mensual
<i>Cuota de interés</i>	\$ 412.76

COSTOS FIJOS	\$/mensual
Salario del conductor	\$ 614.84
Beneficios sociales	\$ 202.90
Elementos de seguridad	\$ 8.17
Seguro vehicular	\$ 74.00
Rastreo satelital	\$ 25.00
Documentos habilitantes	\$ 14.90
Depreciación de vehículos	\$ 524.17
Limpieza de camión	\$ 20.00
Total Costos Fijos Mensuales	\$ 1,483.98

Figura 3.1: Recursos consumidos asociados a los costos financieros y costos fijos.

Elaborado por autores.

La figura 3.2 detalla los gastos administrativos incurridos para la operación de transporte del camión pequeño, se consideró de forma general el personal vinculado al área administrativa, los beneficios asociados y los recursos que necesitan las diferentes áreas para su correcto funcionamiento.

GASTOS ADMINISTRATIVOS	\$/mensual
Salario personal administrativo	\$ 2,300.00
Beneficios sociales	\$ 759.00
Depreciación de equipos y máquinas de oficina	\$ 78.46
Suministro de oficina	\$ 40.00
Alquiler de oficina	\$ 800.00
Servicios básicos	\$ 250.00
Gastos Administrativos Mensuales por flota	\$ 4,227.46
Gastos Administrativos Mensuales por vehículo	\$ 140.92

Figura 3.2: Recursos consumidos asociados a los gastos administrativos.

Elaborado por autores.

Los costos variables relacionados a la operación de transporte del camión pequeño se dividieron en 3 ítems: mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo y cambio de aceites, lubricantes y filtros. En la figura 3.3 y 3.4 se muestran los diferentes mantenimientos preventivos y correctivos respectivamente que se deben realizar para el correcto funcionamiento del camión. En la figura 3.5 se detallan los diferentes mantenimientos relacionados a cambios de aceites, lubricantes y filtros, cabe recalcar que todos estos mantenimientos están relacionados a un kilometraje específico de cambio o revisión que hemos denominado “rendimiento”.

COSTOS VARIABLES					
Mantenimiento preventivo	Rendimiento	Unidad	P.V.P	Unidad	\$/km
Inspeccionar y/o cambiar correas de ventilador	20000	km/revisión	\$ 140.00	\$/revisión	\$ 0.01
Calibración de válvulas	60000	km/realización	\$ 80.00	\$/realización	\$ 0.00
Engrase de chasis	20000	km/realización	\$ 15.00	\$/realización	\$ 0.00
Regulación de frenos	20000	km/realización	\$ 20.00	\$/realización	\$ 0.00
Regulación de embrague	20000	km/realización	\$ 10.00	\$/realización	\$ 0.00
Revisión/Completar líquido de freno	20000	km/revisión	\$ 10.00	\$/revisión	\$ 0.00
Revisión/Completar de líquido refrigerante	20000	km/revisión	\$ 10.00	\$/revisión	\$ 0.00
Revisión líquido de dirección hidráulica	20000	km/revisión	\$ 10.00	\$/revisión	\$ 0.00
Limpiar colador depósito líquido hidráulico	40000	km/realización	\$ 60.00	\$/realización	\$ 0.00
Regulación de disco de embrague	20000	km/realización	\$ 10.00	\$/realización	\$ 0.00
Funcionamiento de luces, bocina e instrumentos	20000	km/revisión	\$ 15.00	\$/revisión	\$ 0.00
Nivel líquido de baterías	20000	km/revisión	\$ 5.00	\$/revisión	\$ 0.00
Total C.V. por Mantenimiento Preventivo					\$ 0.02

Figura 3.3: Recursos consumidos asociados al mantenimiento preventivo como costo variable.

Elaborado por autores.

COSTOS VARIABLES					
Mantenimiento correctivo	Rendimiento	Unidad	P.V.P	Unidad	\$/km
Cambio de disco de embrague	200000	km/cambio	\$ 224.00	\$/cambio	\$ 0.00
Lubricación de cruceta de cardán	8000	km/realización	\$ 5.00	\$/realización	\$ 0.00
Alineación y balanceo	10000	km/realización	\$ 60.00	\$/realización	\$ 0.01
Rotación de llantas	20000	km/realización	\$ 15.00	\$/realización	\$ 0.00
Cambiar líquido de embrague	100000	km/cambio	\$ 15.00	\$/cambio	\$ 0.00
Cambiar líquido de freno	100000	km/cambio	\$ 15.00	\$/cambio	\$ 0.00
Cambiar líquido refrigerante	600000	km/cambio	\$ 15.00	\$/cambio	\$ 0.00
Cambiar líquido de dirección hidráulica	60000	km/cambio	\$ 10.00	\$/cambio	\$ 0.00
Total C.V. por Mantenimiento Correctivo					\$ 0.01

Figura 3.4: Recursos consumidos asociados al mantenimiento correctivo perteneciente a los costos variables.

Elaborado por autores.

COSTOS VARIABLES					
Aceites, lubricantes y filtros	Rendimiento	Unidad	P.V.P	Unidad	\$/km
Revisión y cambio de aceite de caja de cambios y filtro	40000	km/cambio	\$ 70.00	\$/cambio	\$ 0.00
Cambio de aceite, filtro de motor y filtro de combustible	20000	km/cambio	\$ 125.00	\$/cambio	\$ 0.01
Cambio de aceite de diferencial	40000	km/cambio	\$ 30.00	\$/cambio	\$ 0.00
Limpieza de filtro de aire	20000	km/realización	\$ 2.00	\$/realización	\$ 0.00
Cambio de filtro de aire	40000	km/cambio	\$ 25.00	\$/cambio	\$ 0.00
Total C.V. por Aceites, Lubricantes y filtros					\$ 0.01

Figura 3.5: Recursos consumidos asociados al cambio de aceites, lubricantes y filtros como costo variable.

Elaborado por autores.

En la figura 3.6 se detalla otros costos variables relacionados a la operación de transporte que se consideraron para obtener la tarifa.

COSTOS VARIABLES					
Llantas y neumáticos	Rendimiento	Unidad	P.V.P	Unidad	\$/km
Cambio de llanta nueva	50000	km/cambio llanta	\$ 250.00	\$/cambio	\$ 0.03
Consumo de combustible	Rendimiento	Unidad	P.V.P	Unidad	\$/km
Consumo de combustible	11.7	(km/gal)	\$ 1.90	\$/gal	\$ 0.16
Viáticos de viaje	-	Unidad	P.V.P	Unidad	-
Pago de viáticos	-	viaje/mes	\$ 12.00	\$/viaje	-
Peajes por ruta	-	-	P.V.P	Unidad	-
Pago de peajes	-	-	\$ 4.00	\$/peaje	-

Figura 3.6: Recursos consumidos asociados a otros costos variables.

Elaborado por autores.

Esta plantilla de cálculo presentada en este apartado está relacionada al tipo de vehículo camión pequeño. De la misma forma, existe una plantilla de cálculo para los tipos de vehículos: camión mediano y tráiler, pertenecientes a las proveedoras de transporte que prestan servicio a la empresa de caso de estudio.

Es importante aclarar en este punto, que se han definido ciertas condiciones para el cálculo de la tarifa de transporte. Dichas condiciones están relacionadas por ejemplo al tamaño de la flota, es decir, el número de camiones por tipo de vehículo que operan los proveedores de transporte de la empresa de caso de estudio. Para efectos prácticos, se ha fijado ese parámetro en 30 vehículos para el presente proyecto. Sin embargo, este valor

dependerá exclusivamente del alcance del negocio de la operadora de transporte.

3.2 Modelo tarifario

Según la estructura de costos definida previamente, donde se definen los costos financieros, costos fijos, costos variables y gastos administrativos, es posible obtener el valor de la tarifa dado un tipo de vehículo y el nodo de destino o ruta establecido. Al asignar los valores de los parámetros del modelo tarifario definido es posible calcular el valor de la tarifa del transporte de carga referente a una operadora de transporte, como se evidencia mediante la Figura 3.7 el valor de la tarifa calculada para los destinos “Puerto Bolívar”, “Hualtaco” y “Naranjal” utilizando el tipo de vehículo Pequeño.

RUTAS MÁS FRECUENTES RECORRIDAS POR CAMIÓN PEQUEÑO				
ITEM DE RUTA	Unidad	Puerto Bolívar	Hualtaco	Naranjal
<i>Km promedio diario</i>	<i>km/día</i>	354	468	164
<i>Nº de viajes al mes</i>	<i>viaje al mes</i>	26	26	26
<i>Km promedio mensual</i>	<i>km/mes</i>	9204	12168	4264
<i>Número de peajes por viaje</i>	<i>peajes/viaje</i>	5	6	4
<i>Costo por viático</i>	<i>\$/km</i>	\$0.03	\$0.03	\$0.07
<i>Costo por peajes</i>	<i>\$/km</i>	\$0.06	\$0.05	\$0.10
<i>Total Costos financieros</i>	<i>\$/km</i>	\$0.04	\$0.03	\$0.10
<i>Total Costos Fijos</i>	<i>\$/km</i>	\$0.16	\$0.12	\$0.35
<i>Total Costos Variables</i>	<i>\$/km</i>	\$0.29	\$0.29	\$0.29
<i>Total Gastos Administrativos</i>	<i>\$/km</i>	\$0.02	\$0.01	\$0.03
Tarifa (\$/km)		\$0.58	\$0.52	\$0.88

Figura 3.7: Cálculo del valor de la tarifa asociada a 3 rutas utilizando el vehículo

Elaborado por autores

Es necesario recalcar que al momento de calcular la tarifa se tuvo que calcular previamente los costos por viáticos y peaje, dado que estos parámetros son descritos por cada ruta. Una vez calculados, se adicionaron estos valores al total de costos variables con unidad de \$/km dado que es el vehículo pequeño el que se ha analizado como ejemplo.

3.3 Regresión lineal múltiple

Previo a la aplicación de la técnica de regresión lineal múltiple, se implementó la simulación de 180 registros relacionados a los recursos consumidos involucrados en la estructura de costos de la operación de transporte para cada tipo de vehículo. A través de estos registros simulados, se pudo identificar una función que aproxime el valor de la tarifa de un tipo de vehículo en particular en función del costo unitario por km/saco que se traslade. A continuación, se detalla las funciones estimadas mediante el software Rstudios para aproximar la tarifa de transporte por tipo de vehículo y su análisis estadístico en el presente proyecto.

Tipo de vehículo “Camión Pequeño”

Utilizando el software Rstudios, se obtiene el resumen de las características de la aplicación de regresión lineal múltiple sobre los datos simulados del vehículo pequeño, como lo define la Tabla 3.1.

Tabla 3.1 Resumen estadístico del modelo de regresión lineal para estimar la tarifa de transporte asociada al camión pequeño

Fuente: Elaborado por autores

Variable explicativa	Representación	Coefficiente estimado	Valor P (Prueba t-student)
Intercepto	Intercepto	7.942×10^{-6}	0.866
Costo financiero	C_finan	1.143	$< 2 \times 10^{-16}$
Costo fijo	C_fijo	1.159	$< 2 \times 10^{-16}$
Costo variable	C_var	1.150	$< 2 \times 10^{-16}$
Gasto administrativo	C_adm	1.087	$< 2 \times 10^{-16}$

Con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$, se concluye que los coeficientes asociados a las variables C_finan, C_fijo, C_var y C_adm son significativos, es decir, estos coeficientes son distintos a cero. Esto debido a que el valor P es mayor a $\alpha = 0.05$. En el caso del intercepto, el coeficiente no es significativo ya que el valor P es menor a $\alpha = 0.05$, por tanto, el intercepto toma el valor de cero y no influye en la estimación de la tarifa.

Evaluando la significancia del modelo presentado, es posible definir la función para estimar la tarifa de transporte asociado al camión pequeño, tal como lo define la Ecuación 3.1.

$$Tarifa = 1.14C_{finan} + 1.16C_{fijo} + 1.15C_{var} + 1.09G_{adm} \quad \text{(Ecuación 3.1)}$$

El modelo definido presenta las siguientes características:

- El R^2 ajustado es de 1, lo que indica que el 100% de la variación de la tarifa para el vehículo pequeño es explicado a través de las variables explicativas tomadas en cuenta.
- La prueba F fisher indica un valor P de $< 2 \times 10^{-16}$ lo que indica que el modelo es estadísticamente significativo. Por lo tanto, al menos un coeficiente asociado a las variables explicativas es diferente de cero.
- El error estándar del modelo es de 7.603×10^{-5} .
- Los coeficientes de las variables explicativas definidas para este modelo son significativos estadísticamente.

Tipo de vehículo “Camión Mediano”

La Tabla 3.2 resume las características de la aplicación de regresión lineal múltiple para identificar la función que estime la tarifa para el tipo de vehículo camión mediano, el cual posee una capacidad para transportar carga de hasta 12 toneladas.

Tabla 3.2 Resumen estadístico del modelo de regresión lineal para estimar la tarifa de transporte asociada al camión mediano

Fuente: Elaborado por autores

Variable explicativa	Representación	Coefficiente estimado	Valor P (Prueba t-student)
Intercepto	Intercepto	-2.221×10^{-5}	0.658
Costo financiero	C_finan	1.176	$< 2 \times 10^{-16}$
Costo fijo	C_fijo	1.180	$< 2 \times 10^{-16}$
Costo variable	C_var	1.150	$< 2 \times 10^{-16}$
Gasto administrativo	C_adm	8.039×10^{-1}	2.32×10^{-12}

Con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$, se concluye que los coeficientes asociados a las variables C_{finan} , C_{fijo} , C_{var} y C_{adm} son significativos, dado el valor del P. En el caso del intercepto, el coeficiente no es significativo ya que el valor P es menor a $\alpha = 0.05$, por tanto, el intercepto toma el valor de cero y no influye en la estimación de la tarifa.

Evaluando la significancia del modelo presentado, es posible definir la función para estimar la tarifa de transporte asociado al camión mediano, tal como lo define la Ecuación 3.2.

$$Tarifa = 1.17C_{finan} + 1.18C_{fijo} + 1.15C_{var} + 0.80G_{adm} \quad (\text{Ecuación 3.2})$$

El modelo definido presenta las siguientes características:

- El R^2 ajustado es de 1, lo que indica que el 100% de la variación de la tarifa para el vehículo pequeño es explicado a través de las variables explicativas tomadas en cuenta.
- La prueba F fisher indica un valor P de $< 2 \times 10^{-16}$ lo que indica que el modelo es estadísticamente significativo. Por lo tanto, al menos un coeficiente asociado a las variables explicativas es diferente de cero.
- El error estándar del modelo es de 6.812×10^{-5} .
- Los coeficientes de las variables explicativas definidas para este modelo son significativos estadísticamente.

Tipo de vehículo “Tráiler”

La Tabla 3.3 resume las características de la aplicación de regresión lineal múltiple para identificar la función que estime la tarifa para el tipo de vehículo tráiler, el cual posee una capacidad para transportar carga de hasta 17 toneladas.

Tabla 3.3 Resumen estadístico del modelo de regresión lineal para estimar la tarifa de transporte asociada al camión tráiler

Elaborado por los autores

Variable explicativa	Representación	Coefficiente estimado	Valor P (Prueba t-student)
Intercepto	Intercepto	-1.456×10^{-5}	0.7815
Costo financiero	C_finan	1.178	$< 2 \times 10^{-16}$
Costo fijo	C_fijo	1.217	$< 2 \times 10^{-16}$
Costo variable	C_var	1.150	$< 2 \times 10^{-16}$
Gasto administrativo	C_adm	3.149×10^{-1}	0.0257

Con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$, se concluye que los coeficientes asociados a las variables C_finan, C_fijo, C_var y C_adm son significativos, dado el valor del P. En el caso del intercepto, el coeficiente no es significativo, por tanto, el intercepto toma el valor de cero y no influye en la estimación de la tarifa.

Evaluando la significancia del modelo presentado, es posible definir la función para estimar la tarifa de transporte asociado al camión mediano, tal como lo define la Ecuación 3.3.

$$\text{Tarifa} = 1.18C_{\text{finan}} + 1.21C_{\text{fijo}} + 1.15C_{\text{var}} + 0.31G_{\text{adm}} \quad \text{(Ecuación 3.3)}$$

El modelo definido presenta las siguientes características:

- El R^2 ajustado es de 1, lo que indica que el 100% de la variación de la tarifa para el vehículo pequeño es explicado a través de las variables explicativas tomadas en cuenta.
- La prueba F fisher indica un valor P de $< 2 \times 10^{-16}$ lo que indica que el modelo es estadísticamente significativo. Por lo tanto, al menos un coeficiente asociado a las variables explicativas es diferente de cero.
- El error estándar del modelo es de 7.359×10^{-5} .
- Los coeficientes de las variables explicativas definidas para este modelo son significativos estadísticamente.

Cumplimiento de supuestos de modelo

Al definir un modelo de regresión lineal, es necesario comprobar el cumplimiento de los supuestos como análisis de este. La Tabla resume los supuestos analizados en cada modelo definido para estimar la tarifa de transporte asociado a cada tipo de vehículo para la comprobación de su cumplimiento.

Tabla 3.4 Cumplimiento de supuestos del modelo de regresión lineal

Elaborado por autores

Supuestos	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Indicador estadístico
Normalidad de residuos	Cumple	Cumple	Cumple	Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov) Test
Independencia de residuos	Cumple	Cumple	Cumple	Durbin Watson Test
Homocedasticidad	Cumple	Cumple	Cumple	White Test
Linealidad	Cumple	Cumple	Cumple	R cuadrado
Colinealidad	No cumple	No cumple	No cumple	Factor de inflación de varianza (VIF)

Las pruebas estadísticas utilizadas, fueron implementadas con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$. Como se puede apreciar en la Tabla 3.4, los modelos definidos no cumplen con el supuesto de colinealidad, esto se debe a que al poseer tanto la variable dependiente como las variables explicativas la misma unidad monetaria, están estrechamente ligadas. Sin embargo, al evaluar estos modelos no presentan grandes impedimentos en su implementación ya que proporcionan buenos resultados, estimando así el valor de la tarifa.

3.4 Entregable en Macro de Excel

En este apartado se detalla el proceso realizado para obtener una Macro a través del lenguaje de programación Visual Basic en Excel, básicamente se construyen y almacenan una serie de instrucciones con el fin de realizarlas de forma secuencial mediante una sola orden de ejecución. Finalmente, se obtiene el cálculo de la tarifa de transporte para cada tipo de camión bajo ciertos supuestos que facilitan la resolución de esta problemática. A continuación, se muestra la función que cumple cada hoja de cálculo para elaborar la Macro.

Hoja de Excel “DATOS”

En la hoja *Datos* están todos los costos, gastos y parámetros relacionados a la operación de transporte, dentro de cada uno se detallan los diferentes ítems considerados para calcular la tarifa asociada a la distribución del producto que comercializa la empresa de caso de estudio. Como se evidencia en la Figura 3.8 para el cálculo se consideraron todos los tipos de vehículos como camión pequeño, camión mediano y tráiler.

DATOS GENERALES	VEHICULO		
	PEQUEÑO	MEDIANO	GRANDE
PARÁMETROS DE INVERSIÓN			
Inversión inicial	\$ 74.000,00	\$ 96.000,00	\$ 120.000,00
Valor de salvamento	\$ 11.100,00	\$ 14.400,00	\$ 18.000,00
Interés de banco (% anual)	12%	12%	12%
Años del préstamo	5	5	5
SEGURO SOCIAL EMPLEADO			
Sueldo	\$ 614,84	\$ 614,84	\$ 614,84
Porcentaje de beneficio social	33,00%	33,00%	33,00%
PARÁMETROS DE CAMIÓN			
Vida útil camiones	10	10	10
Número de llantas	6	6	10
Rendimiento de combustible	11,5	11,5	11,5
N° de unidades (Vehículos)	8	10	12
Carga máxima medida en sacos	320	480	680
PARÁMETROS COSTOS FIJOS			
Elementos de seguridad	\$ 8,17	\$ 8,17	\$ 8,17
Seguro vehicular	\$ 74,00	\$ 74,00	\$ 74,00
Rastreo satelital	\$ 25,00	\$ 25,00	\$ 25,00
Limpieza de camión	\$ 20,00	\$ 20,00	\$ 20,00

Figura 3.8: Ejemplificación de datos utilizados para la armar la estructura de costos perteneciente al tarifario de transporte.

Elaborado por autores.

Hoja de Excel “LISTAS”

En la hoja de cálculo *Listas* se encuentran dos listas que corresponden a las rutas más frecuentes utilizadas por la empresa comercializadora de alimentado balanceado y el tipo de vehículo que utilizan para brindar el servicio. Ambas listas se utilizaron posteriormente para la elaboración del formulario que nos permite buscar tarifas o agregar rutas.

Procedimiento “Estructura de Costos”

En un apartado anterior se especificó y detalló la estructura de costos relacionada a la operación de transporte de las empresas proveedoras del servicio. En esta Macro se ha añadido dos botones que permiten *Calcular la Estructura de Costos* y *Limpiar Macro* de forma automática según el tipo de ejecución que se requiera, detrás de cada botón está una programación realizada en Visual Basic que permite automatizar los procesos de forma secuencial.

Procedimiento “Agregar y Buscar Tarifa”

En esta sección se encuentra un botón denominado *Buscar Tarifa e Ingresar Ruta*, el cual da paso a un formulario que nos permite las siguientes funciones:

Buscar Tarifa: Como se evidencia en la figura 3.9 corresponde al primer formulario mostrado, se debe seleccionar la ruta a cubrir y al hacer clic en *Buscar Tarifa* se obtiene todas las tarifas relacionadas a la ruta según el tipo de vehículo. Por ejemplo, en la figura 3.10 se observa el valor de la tarifa según el tipo de vehículo para la ruta de Hualtaco. Si una ruta no es cubierta por algún vehículo, se muestra el mensaje “*no aplica*” como se muestra en la figura 3.11 correspondiente a la ruta de Pillaro.

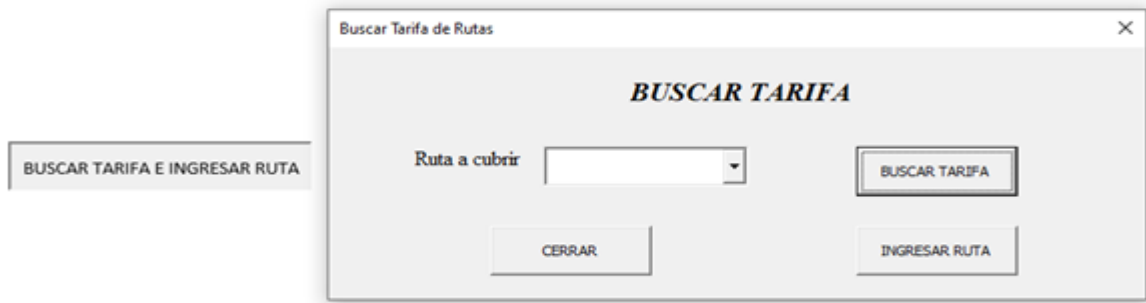


Figura 3.9: Formulario correspondiente a Buscar Tarifa.

Elaborado por autores.

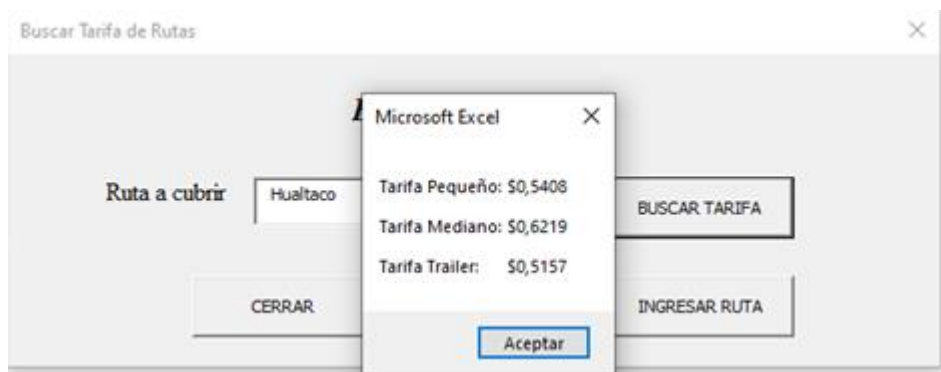


Figura 3.10: Ejemplo correspondiente a la tarifa según el tipo de vehículo para la ruta de Hualtaco.

Elaborado por autores.

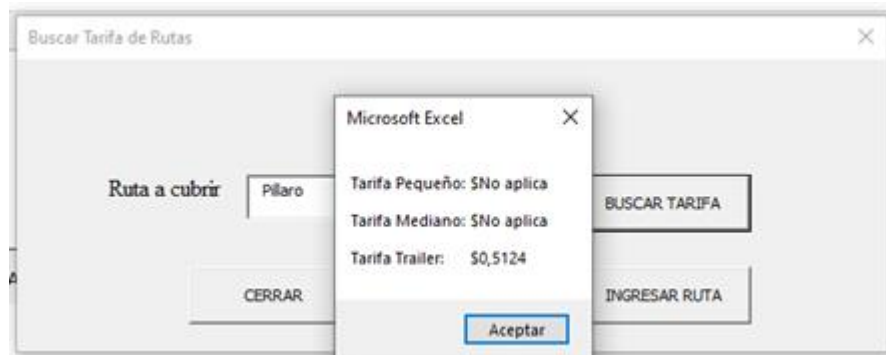


Figura 3.11: Ejemplo correspondiente a la tarifa según el tipo de vehículo para la ruta de Píllaro.

Elaborado por autores.

Si la ruta no es cubierta por algún vehículo en específico y se desea añadirla, para posteriormente identificar su tarifa, se selecciona el botón *Ingresar Ruta*.

Ingresar Ruta: Como se muestra en la figura 3.12 corresponde al segundo formulario mostrado y básicamente aquí, después de buscar la tarifa según un tipo de vehículo en específico y no encontrarla, se procede a ingresar la ruta para evitar duplicidad.

The image shows a software window titled "Ingreso de datos y búsqueda de valor tarifa" with a close button (X) in the top right corner. The main heading is "INGRESO DE DATOS". Below this, there are two columns of input fields. The left column is for "Camión Pequeño" and includes fields for "Ruta", "Recorrido", "Viajes al mes", and "Peajes por ruta". The right column is for "Camión Mediano y Tráiler" and includes fields for "Ruta", "Vehículo" (a dropdown menu), "Sacos promedios transportados", "Recorrido", "Viajes al mes", and "Peajes por ruta". At the bottom of the window, there are three buttons: "INGRESAR DATOS CAMIÓN PEQUEÑO", "INGRESAR DATOS CAMIÓN MEDIANO O TRAILER", and "CERRAR".

Figura 3.12: Formulario correspondiente a *Ingreso de Datos*.

Elaborado por autores.

Después de llenar todos los parámetros e ingresar los datos, automáticamente se agrega la nueva tarifa en la hoja de cálculo *Tarifas*. Dicha tarifa se añade al final de la tabla según el tipo de vehículo que se haya asignado.

Hoja de Excel “TARIFAS”

En la hoja de cálculo *Tarifas* se encuentran las diferentes tarifas asociadas a una ruta en específico y un tipo de vehículo. Las tarifas se calculan de forma automática cuando la ruta y sus parámetros son ingresados a través del formulario. Por otra parte, el mismo cálculo de tarifa se puede realizar de forma manual utilizando las siguientes funciones:

tarifa_peque (km/viaje, viajes/mes, peajes/viaje)

tarifa_med (sacos transportados, km/viaje, viajes/mes, peajes/viaje)

tarifa_trl (sacos transportados, km/viaje, viajes/mes, peajes/viaje)

RUTAS MÁS FRECUENTES RECORRIDAS POR CAMIÓN PEQUEÑO					
PARÁMETROS DE RUTA	Puerto Bolívar	Hualtaco	Naranjal	Tenguel	Tendalet
Recorrido por viaje (km/viaje)	354	468	164	264	294
N° de viajes al mes (viajes/mes)	26	26	26	26	26
Número de peajes en ruta (peajes/viaje)	5	6	4	5	5
TARIFA (\$/km)	\$ 0,6184	\$ 0,5408	\$ 1,0057	\$ 0,7406	\$ 0,6914

RUTAS MÁS FRECUENTES RECORRIDAS POR CAMIÓN MEDIANO					
PARÁMETROS DE RUTA	Pto Bolívar	Hualtaco	Naranjal	Tenguel	Tendalet
Sacos promedio transportados por viaje	432	432	432	432	432
Km promedio diario (km/día)	354	468	164	264	294
N° de viajes al mes	26	26	26	26	26
Número de peajes en ruta	5	6	4	5	5
TARIFA (\$/sacos)	\$ 0,5409	\$ 0,6219	\$ 0,4129	\$ 0,4853	\$ 0,5038

RUTAS MÁS FRECUENTES RECORRIDAS POR TRAILER					
PARÁMETROS DE RUTA	Pto Bolívar	Hualtaco	Naranjal	Tenguel	Tendalet
Sacos promedio transportados por viaje	612	612	612	612	612
Km promedio diario (km/día)	354	468	164	264	294
N° de viajes al mes	26	26	26	26	26
Número de peajes en ruta	5	7	4	4	6
TARIFA (\$/sacos)	\$ 0,4384	\$ 0,5157	\$ 0,3359	\$ 0,3839	\$ 0,4209

Figura 3.13: Ejemplo de las rutas más frecuentes y su respectiva tarifa según el tipo de vehículo.

Elaborado por autores

Hoja de Excel “SIMULACIÓN_MC”

En la hoja de cálculo *Simulación_MC* se muestra la aplicación del método de simulación Monte Carlo, tanto para la simulación de valores de la tarifa ante cambios de sus parámetros, como para la simulación del estado de resultados ante la variación de costos y gastos de la empresa de caso de estudio.

Simulación de Monte Carlo para análisis de Tarifa

Con respecto a la simulación de valores de la tarifa, se creó un procedimiento secuencial, el cual consiste en ingresar un número de iteraciones para evaluar la tarifa. Como resultado, este procedimiento muestra las estadísticas de dicha simulación y la distribución de probabilidad de la tarifa simulada (Normal). Este procedimiento se realiza con cada uno de los tipos de vehículos que se posee para el servicio de transporte. En la Figura 3.14, se ejemplifica los datos necesarios para generar la simulación del vehículo Mediano considerando los parámetros de la ruta con Destino a “Santo Domingo”.

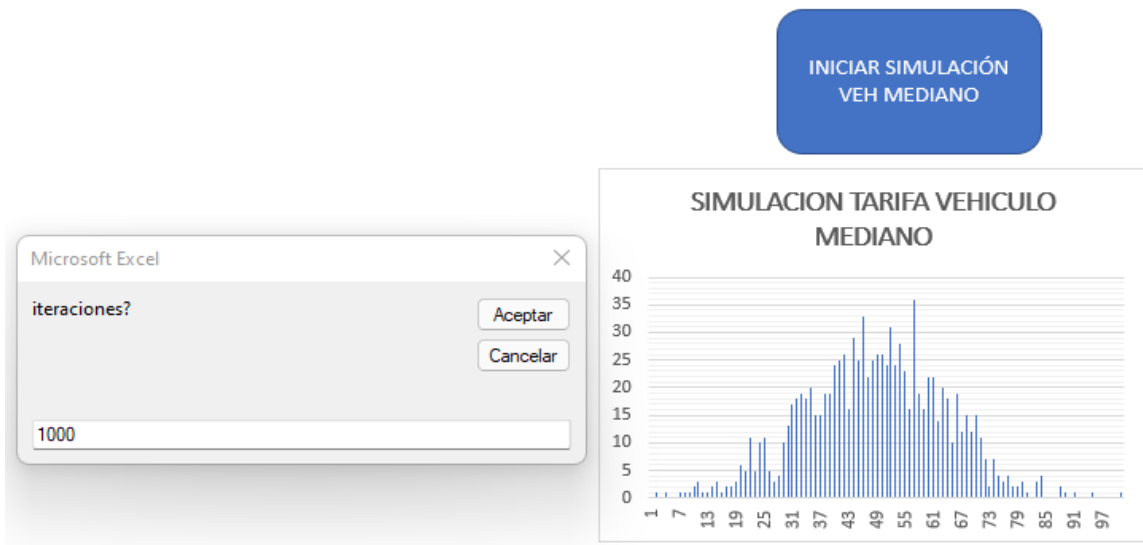


Figura 3.14: Simulación Monte Carlo para evaluar la tarifa de transporte de veh.

Elaborado por autores

Una vez realizada la simulación, se procedió a analizar sus resultados. En la Tabla 3.5, se resume los estadísticos descritos en la simulación.

Tabla 3.5 Resumen Estadístico ante la Simulación de la Tarifa de transporte*Elaborado por autores*

Estadísticas	Pequeño	Mediano	Tráiler
N° de iteraciones	1,000	1,000	1,000
Media muestral	\$ 0.5652	\$ 0.7593	\$ 0.6189
Desv. Estándar	\$ 0.0015	\$ 0.0048	\$ 0.0022
Curtosis	-0.1180	0.0240	-0.0838
Coef. de asimetría	0.0701	-0.0587	-0.0208

En la Tabla 3.5, se evidencia que la distribución de probabilidad de la variable simulada “Tarifa de transporte” tiende a ser una distribución de probabilidad normal, ya que el indicador de curtosis muestra un valor aproximado de cero en valor absoluto en las tres simulaciones realizadas. La curva de la distribución normal asociada a la simulación de la tarifa de transporte para los tres tipos de vehículos posee un coeficiente de asimetría aproximado a cero en valor absoluto, lo que indica que la curva normal es simétrica. Estos resultados indican que la tarifa de transporte bajo las condiciones de la simulación tiende a seguir una distribución de probabilidad Normal. La Tabla 3.6 indica las características definidas de la muestra de los valores de la tarifa de transporte definida mediante simulación.

Tabla 3.6 Características definidas por la Simulación de Tarifa de Transporte*Fuente: Elaborado por autores*

Características	Pequeño	Mediano	Tráiler
Unidad de tarifa	\$/km	\$/sacos	\$/sacos
Distribución	$N\sim(0.5652,0.0015)$	$N\sim(0.7593,0.0048)$	$N\sim(0.6189,0.0022)$
Tarifa propuesta	\$ 0.4932	\$ 0.6582	\$ 0.5297
Mínimo	\$ 0.5602	\$ 0.7444	\$ 0.6124
Cuartil Uno (Q_1)	\$ 0.5641	\$ 0.7561	\$ 0.6175
Cuartil Dos (Q_2)	\$ 0.5652	\$ 0.7593	\$ 0.6189
Cuartil Tres (Q_3)	\$ 0.5662	\$ 0.7626	\$ 0.6204
Máximo	\$ 0.5707	\$ 0.7762	\$ 0.6263
Rango	\$ 0.0105	\$ 0.0318	\$ 0.0139

Utilizando la media y desviación estándar definidos mediante el modelo de simulación, fue posible calcular los cuartiles, con lo cual se infiere que la variación de la tarifa es casi imperceptible dentro de la simulación. Sin embargo, en base a la tarifa propuesta en promedio el aumento de la tarifa es de 8 a 10 centavos según las condiciones de la simulación.

Simulación de Monte Carlo para análisis de Utilidad

Por otra parte, se simula el estado de resultado de la empresa acorde a la variación de los parámetros asociados a los costos y gastos involucrados en la operación de transporte, manteniendo estático el valor de la tarifa definida de una ruta para un tipo de vehículo. Esto con el fin de inferir la probabilidad de poseer utilidad nula asociado a un vehículo operativo ante el incremento de los costos y gastos de la operación de transporte bajo las condiciones de la simulación. En la Figura 3.15 se aprecia el formato de ingreso de datos para evaluar el valor de la utilidad asociado a un vehículo operativo utilizando el método de simulación Monte Carlo, tomando de ejemplo el transporte con destino a “Santo Domingo” operando el tipo de vehículo pequeño.

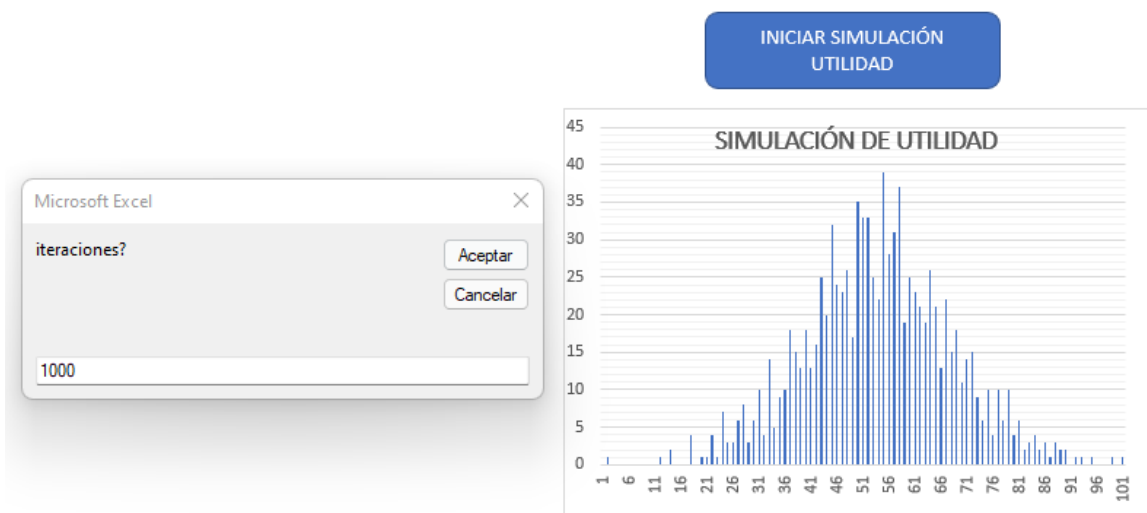


Figura 3.15 Procedimiento simulación Monte Carlo para vehículo Pequeño

Elaborado por autores

Una vez realizada la simulación, se procedió a analizar sus resultados. En la Tabla 3.7, se resume los estadísticos descritos en la simulación de la utilidad asociada a un vehículo operativo con ruta “Santo Domingo” utilizando el tipo de vehículo pequeño.

Tabla 3.7 Resumen Estadístico de Simulación de la Utilidad

Elaborado por autores

Estadísticas	Pequeño
Nº de iteraciones	1,000
Media muestral	\$ 19.10
Desv. Estándar	\$ 15.18
Curtosis	0.1842
Coef. de asimetría	0.0117

En la Tabla 3.7, se evidencia que la distribución de probabilidad de la variable simulada “Utilidad de vehículo operativo” tiende a ser una distribución de probabilidad normal, ya que el indicador de curtosis muestra un valor aproximado de cero en valor absoluto. La curva de la distribución normal asociada a la simulación de la utilidad de vehículo operativo posee un coeficiente de asimetría aproximado a cero en valor absoluto, lo que indica que la curva normal es simétrica. Estos resultados indican que la tarifa de transporte bajo las condiciones de la simulación tiende a seguir una distribución de probabilidad Normal. La Tabla 3.6 indica las características definidas de la muestra de los valores de la utilidad de vehículo operativo definida mediante simulación.

Tabla 3.8 Características definidas por la Simulación de Utilidad

Elaborado por autores

Características	Pequeño
Unidad de utilidad	\$/mes/veh
Distribución	$N \sim (19.11, 15.18)$
Mínimo	-\$ 36.79
Cuartil Uno (Q_1)	\$ 8.869
Cuartil Dos (Q_2)	\$ 19.11
Cuartil Tres (Q_3)	\$ 29.35
Máximo	\$ 69.75
Rango	\$ 106.54

Utilizando la media y desviación estándar definidos mediante el modelo de simulación, fue posible calcular los cuartiles, con lo cual se infiere que el 50% de los valores de la utilidad por vehículo operativo es mayor que \$8.87 y menor que \$29.35, con lo cual se puede inferir que en la mayoría de los escenarios simulados de la utilidad es positiva o mayor a cero por vehículo operativo para el destino “Santo Domingo” utilizando el tipo de vehículo pequeño.

Por otra parte, la probabilidad de poseer una utilidad nula o pérdidas para la compañía por vehículo operativo es del 10.41% según las condiciones y supuestos del modelo de simulación.

Cabe recalcar, que los modelos de simulación de Monte Carlo propuestos deben ser calibrados previo a su utilización. Para efectos prácticos en el desarrollo de este proyecto, se ha definido el comportamiento de las variables explicativas de la simulación con distribuciones de probabilidad Normal. Pero es posible introducir otras distribuciones de probabilidad asociadas a las variables explicativas y analizar escenarios distintos de las variables de interés.

Hoja de Excel “SENSIBILIDAD”

En la hoja de cálculo *Sensibilidad* se realiza el método del análisis de sensibilidad para evaluar el modelo tarifario obtenido en pasos previos. Como se mencionó en anteriores secciones, el método de análisis de sensibilidad consiste en analizar el impacto de la variación de una variable explicativa sobre una variable de respuesta de un modelo. En la Tabla 3.7 se identifica las variables con mayor impacto sobre la tarifa de transporte, tomando de ejemplo el transporte con el destino a “Santo Domingo” utilizando el tipo de vehículo pequeño.

Tabla 3.9 Análisis de sensibilidad del Modelo Tarifario

Elaborado por autores

% de variación	Inv. Inicial (\$)	Km (\$)	Aceites y filtros	Llantas (\$)	Combustible (\$)	Salario Personal Administrativo (\$)	Servicios Básicos (\$)
-15%	-0,025	0.0835	-0.003	-0.011	-0.057	-0.0025	-0.00021
-10%	-0.017	0.0526	-0.002	-0.007	-0.038	-0.0017	-0.00014
-5%	-0,008	0.0249	-0.001	-0.004	-0.019	-0.0008	-0.00007
Base	-	-	-	-	-	-	-
5%	0.008	-0,022	0.001	0.004	0.019	0.0008	0.00007
10%	0.017	-0.043	0.002	0.007	0.039	0.0017	0.00014
15%	0,025	-0.061	0.003	0.011	0.057	0.0025	0.00021
Impacto	0.008	-0.024	0.001	0.004	0.019	0.0008	0.00007

El impacto se interpreta como el porcentaje de variación de la tarifa cada 5% de aumento en la variable explicativa. Por ejemplo, cada aumento del 5% en el precio de las llantas representa un incremento de 0.004 centavos sobre el valor actual de la tarifa de transporte. Como se puede apreciar en la Tabla 3.9, las cinco variables con mayor impacto que explican el valor de la tarifa de transporte para el destino “Santo Domingo” utilizando el tipo de vehículo pequeño son: Combustible, Inversión inicial, llantas, Aceites y filtros. Por otra parte, cada aumento del 5% del recorrido medido en kilómetros de la ruta de análisis, representará una disminución del valor de la tarifa en 0.024 centavos.

Hoja de Excel “AHORRO”

En la hoja de cálculo “Ahorro” se evalúa la tarifa brindada por la empresa de caso de estudio versus la tarifa propuesta en este proyecto. Esto con el fin de identificar la diferencia en términos monetarios del escenario actual y el propuesto. En la Figura 3.16 se muestra el porcentaje de ahorro de la implementación del modelo tarifario propuesto en el presente proyecto.

RUTA	PEQUEÑO				MEDIANO				TRÁILER			
	Tarifa actual \$/viaje	Tarifa propuesta \$/viaje	Ahorro	% Ahorro	Tarifa actual \$/viaje	Tarifa propuesta \$/viaje	Ahorro	% Ahorro	Tarifa actual \$/saco	Tarifa propuesta \$/saco	Ahorro	% Ahorro
Puerto Bolivar	\$ 150.52	\$ 218.90	\$ -68.38	-45%	\$ 150.52	\$ 233.65	-83.13	-55%	\$ 0.52	\$ 0.44	0.0826	16%
Hualtaco	\$ 173.68	\$ 253.12	\$ -79.44	-46%	\$ 173.68	\$ 268.66	-94.98	-55%	\$ 0.64	\$ 0.52	0.1211	19%
Naranjal	\$ 92.63	\$ 164.93	\$ -72.30	-78%	\$ 98.42	\$ 178.38	-79.97	-81%	\$ 0.41	\$ 0.34	0.0694	17%
Tenguel	\$ 92.63	\$ 195.52	\$ -102.89	-111%	\$ 98.42	\$ 209.65	-111.2	-113%	\$ 0.52	\$ 0.38	0.1371	26%
Tendales	\$ 127.36	\$ 203.27	\$ -75.90	-60%	\$ 127.36	\$ 217.65	-90.29	-71%	\$ 0.52	\$ 0.42	0.1002	19%
Balao	\$ 92.63	\$ 192.87	\$ -100.25	-108%	\$ 98.42	\$ 206.98	-108.6	-110%	\$ 0.52	\$ 0.40	0.1194	23%
Playas	\$ 92.63	\$ 185.29	\$ -92.66	-100%	\$ 98.42	\$ 199.38	-101	-103%	\$ 0.38	\$ 0.38	0.0001	0%
Sabana	\$ 92.63	\$ 174.00	\$ -81.37	-88%	\$ 98.42	\$ 188.05	-89.64	-91%	\$ 0.38	\$ 0.36	0.0265	7%
Taura	\$ 71.21	\$ 126.71	\$ -55.50	-78%	\$ 78.33	\$ 139.51	-61.19	-78%	\$ 0.32	\$ 0.26	0.0673	21%
Yaguachi	\$ 173.68	\$ 126.71	\$ 46.97	27%	\$ 173.68	\$ 139.51	34.161	20%	\$ 0.64	\$ 0.28	0.3574	56%
Ayala	\$ 92.63	\$ 186.95	\$ -94.32	-102%	\$ 98.42	\$ 201.19	-102.8	-104%	\$ 0.46	\$ 0.38	0.0809	17%
Engunga	\$ 92.63	\$ 200.85	\$ -108.23	-117%	\$ 98.42	\$ 215.39	-117	-119%	\$ 0.43	\$ 0.41	0.0176	4%
Daular	\$ 71.21	\$ 160.49	\$ -89.29	-125%	\$ 78.33	\$ 174.18	-95.85	-122%	\$ 0.35	\$ 0.35	-0.006	-2%
Chongon	\$ 71.21	\$ 152.16	\$ -80.96	-114%	\$ 78.33	\$ 165.65	-87.32	-111%	\$ 0.35	\$ 0.33	0.0209	6%
Pedernales	NO APLICA	NO APLICA	-	-	NO APLICA	NO APLICA	-	-	\$ 1.16	\$ 0.65	0.509	44%
Riobamba	NO APLICA	NO APLICA	-	-	NO APLICA	NO APLICA	-	-	\$ 1.04	\$ 0.45	0.5887	56%

Figura 3.16 Porcentaje de ahorro para la Empresa (Tarifa actual Vs Tarifa propuesta)

Elaborado por los autores

Tal como se aprecia en la Figura 3.16, si una ruta no es cubierta por algún tipo de vehículo, se mostrará el mensaje “No aplica” y no se calcula el ahorro, como es el caso de “Pedernales” y “Riobamba” para el tipo de camión Pequeño y Mediano. Por otro lado, los tipos de vehículos “Camión Pequeño” y “Camión Mediano” no representan mayor ahorro para la empresa. Sin embargo, para el tipo de vehículo “Tráiler” en la mayoría de las rutas se evidencia un ahorro de hasta el 50% en torno a la tarifa actual. La Tabla de Ahorros se realiza considerando la adición de nuevos costos y gastos en el modelo tarifario propuesto.

3.5 Evaluación de Tarifa de transporte

En esta sección se evalúa la estimación de la tarifa obtenida utilizando los modelos de regresión lineal previamente definidos en las Ecuaciones 3.1, 3.2 y 3.3, al compararlas con el valor de las tarifas del modelo tarifario propuesto en la Macro de Excel.

Tabla 3.10 Evaluación del modelo lineal asociado al tipo de Vehículo Pequeño*Elaborado por autores*

Ruta	Costos financieros	Costos fijos	Costos variables	Gastos administrativos	Tarifa Estimada	Tarifa Modelo Tarifario	Error
Puerto Bolívar	\$0.0477	\$0.1460	\$0.2641	\$0.0125	\$0.5422	\$0.5409	-\$0.0013
Hualtaco	\$0.0477	\$0.1460	\$0.3346	\$0.0125	\$0.6232	\$0.6219	-\$0.0013
Sabana	\$0.0477	\$0.1460	\$0.1723	\$0.0125	\$0.4366	\$0.4353	-\$0.0013
Ayalán	\$0.0477	\$0.1460	\$0.1988	\$0.0125	\$0.4670	\$0.4657	-\$0.0013
Engunga	\$0.0477	\$0.1460	\$0.2274	\$0.0125	\$0.4999	\$0.4986	-\$0.0013

Tal como muestra la Tabla 3.10, el error de estimación del modelo lineal definido no es tan significativo, por tanto, se puede decir que la estimación del valor de la tarifa de transporte es aceptable.

Tabla 3.11 Evaluación del modelo lineal asociado al tipo de Vehículo Mediano

Ruta	Costos financieros	Costos fijos	Costos variables	Gastos administrativos	Tarifa Estimada	Tarifa Modelo Tarifario	Error
Puerto Bolívar	\$0.0448	\$0.1612	\$0.3163	\$0.0153	\$0.6202	\$0.6184	-\$0.0018
Hualtaco	\$0.0339	\$0.1220	\$0.3029	\$0.0116	\$0.5422	\$0.5409	-\$0.0014
Sabana	\$0.0630	\$0.2265	\$0.2894	\$0.0215	\$0.6930	\$0.6905	-\$0.0025
Ayalán	\$0.0559	\$0.2010	\$0.2964	\$0.3009	\$0.9668	\$0.9823	\$0.0155
Engunga	\$0.0496	\$0.1784	\$0.2964	\$0.3009	\$0.9331	\$0.9491	\$0.0159

Tal como muestra la Tabla 3.11, el error de estimación del modelo lineal definido no es tan significativo, por tanto, se puede decir que la estimación del valor de la tarifa de transporte es aceptable.

Tabla 3.12 Evaluación del modelo lineal asociado al tipo de Vehículo Tráiler*Elaborado por autores*

Ruta	Costos financieros	Costos fijos	Costos variables	Gastos administrativos	Tarifa Estimada	Tarifa Modelo Tarifario	Error
Puerto Bolívar	\$0.0430	\$0.1138	\$0.1784	\$0.0106	\$0.4601	\$0.3977	-\$0.0624
Hualtaco	\$0.0567	\$0.1521	\$0.2277	\$0.2277	\$0.6652	\$0.5181	-\$0.1470
Sabana	\$0.0568	\$0.1517	\$0.1284	\$0.2277	\$0.5159	\$0.4036	-\$0.1123
Ayalán	\$0.0434	\$0.1153	\$0.1385	\$0.0107	\$0.4025	\$0.3540	-\$0.0485
Engunga	\$0.0580	\$0.1551	\$0.1676	\$0.0144	\$0.5129	\$0.4543	-\$0.0587

Tal como muestra la Tabla 3.12, el error de estimación del modelo lineal definido no es uniforme en las rutas analizadas, sin embargo, en la mayoría de las rutas estima en buena medida los valores correspondientes a la tarifa

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En esta sección se realiza las conclusiones y recomendaciones brindadas al analizar los resultados del presente proyecto.

4.1 Conclusiones

1. Mediante el estudio del arte se pudo identificar los costos y gastos involucrados en la operación de distribución para una empresa de transporte de carga pesada. Cada parámetro utilizado para el cálculo de la estructura de costo fue definido mediante los datos proporcionados por la empresa de caso de estudio e investigación de valores referenciales en el mercado.
2. Se utilizó el método de análisis de sensibilidad en el cual se varió en escalas del 5% las variables más influyentes en el modelo tarifario. Esto permitió la identificación de aquellas variables con mayor impacto en la tarifa de transporte ante variaciones, las cuales son: Combustible, Inversión inicial, llantas, Aceites y filtros.
3. Un complemento del análisis de sensibilidad fue la aplicación de la técnica de regresión lineal múltiple que permitió la definición de funciones lineales que explican el comportamiento del valor de la tarifa de transporte. Esto permitió la identificación de los rubros de costos más impactante dentro de la tarifa de transporte, los cuales son: los costos financieros y los costos fijos. El resultado es razonable dado que al ser estos costos valores fijos no se posee mayor control sobre estos y su variación posee un impacto considerable.
4. Se creó un procedimiento de Simulación de Monte Carlo que permitió la identificación de la probabilidad de que no exista utilidades dado que las variables explicativas varíen bajo ciertas condiciones específicas. En el caso específico presentado en el presente proyecto, la probabilidad que no exista utilidades tomando como referencia el destino “Santo Domingo” utilizando el tipo de vehículo Pequeño fue de aproximadamente del 11%.

5. Se calculó el ahorro presentado ante la comparación de la tarifa de transporte actual y propuesta en el presente proyecto. Los resultados mostraron un considerable ahorro para el tipo de vehículo Tráiler. Sin embargo, para los tipos de vehículos camión Pequeño y Mediano, en la mayoría de las rutas no se presentan ahorros. Esto último se debe a que en la estructura de costos propuesta se consideraron nuevos rubros de costos y gastos, que en modelo tarifario actual no son considerados.
6. La macro en Excel diseñada proporciona al usuario el cálculo de la estructura de costos y posteriormente, el valor de la tarifa de transporte para un destino y tipo de vehículo utilizado. Además, contiene procedimientos que permiten de manera interactiva buscar una tarifa asociada a una ruta en específico, o en su defecto, agregar una nueva ruta al modelo tarifario. Por último, se agrega los modelos utilizados para el análisis de sensibilidad dentro de la misma.

4.2 Recomendaciones

1. Es recomendable llevar un registro histórico de los costos y gastos asociados a la operación de transporte para así poder realizar futuros análisis e identificar información precisa de mejora.
2. Dado que el entregable, al ser una macro en Excel que permite de manera interactiva diseñar el modelo tarifario, se recomienda calibrar dicho modelo acorde a la situación actual de la empresa para asegurar respuestas fiables.
3. Los modelos de simulación propuesto en la macro en Excel suponen un ingreso del número de iteraciones a realizar. Por tanto, se recomienda que este parámetro de ingreso no sea mayor a 5000 iteraciones, dado que se prolonga su tiempo de ejecución. Además, se evidencia buenos resultados para los modelos de simulación con valores menores a 2000 iteraciones.
4. Los resultados de las simulaciones dependerán de los parámetros que se ingresen dentro del modelo, asociados al destino de la ruta y vehículo a utilizar para el transporte. Por tanto, los resultados que se presentan en el presente proyecto no engloban el comportamiento de todas las rutas. Se recomienda realizar un análisis individual por cada ruta y tipo de vehículo. Además, de calibrar el modelo en caso de requerirse.

BIBLIOGRAFÍA

- Agencia Nacional de Regulación Control y Vigilancia Sanitaria. (2020, September 28). *Permiso de Transporte para Alimentos Procesados*. <https://www.gob.ec/arcsa/tramites/permiso-transporte-alimentos-procesados>
- Agencia Nacional de Tránsito. (n.d.). *Matriculación de unidades de carga para operadoras de transporte terrestre de carga pesada*. 2021. Retrieved November 14, 2021, from <https://www.gob.ec/ant/tramites/matriculacion-unidades-carga-operadoras-transporte-terrestre-carga-pesada>
- Agencia Nacional de Tránsito. (2021, October 20). *Concesión de permiso de operación para operadoras de transporte de carga pesada*. <https://www.gob.ec/ant/tramites/concesion-permiso-operacion-operadoras-transporte-carga-pesada>
- Alvear, S., & Rodríguez, P. (2006). Estimación del Costo por Kilómetro y de los Márgenes de una Empresa de Transporte de Carga, Industria Agrícola, Región del Maule, Chile. *Panorama Socioeconómico*, 24(32), 48–57. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=39903206>
- Applus RTV. (2021). *Tarifas de revisión técnica vehicular*. http://www.applusrtv.ec/Ecuador_WEB/ROOT/#/tarifas
- Banco Central del Ecuador. (2021). *Tasa de Interés - noviembre 2021*. <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Estadisticas/SectorMonFin/TasasInteres/Indice.htm>
- Blank, L., & Tarquin, A. (2012). *Ingeniería Económica* (Mc Graw Hill).
- Camisón-Haba, S., & Clemente-Almendros, J. A. (2020). A global model for the estimation of transport costs. *Economic Research-Ekonomska Istrazivanja*, 33(1), 2075–2100. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2019.1584044>
- Consur R7H. (2021). *Tarifas de peaje*. Consur R7H Web Site. <https://consurr7h.com/tarifas-y-pago-efectivo/>
- Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores, Pub. L. No. 565, Ministerio de trabajo (1986). <https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/DECRETO-EJECUTIVO-2393.-REGLAMENTO-DE-SEGURIDAD-Y-SALUD-DE-LOS-TRABAJADORES.pdf?x42051>

- CVialco. (2021). *Tarifas de peaje*. CVialco Web Site. <https://cviaico.com.ec/web/tarifas>
- Diario El Comercio. (2021, October 22). *Nuevos precios de combustibles entran en vigencia a las 00:00 del 23 de octubre*. <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/precios-gasolina-extra-diesel-ecuador.html>
- Reforma al reglamento relativo a los procesos de la revisión de vehículos a motor, Pub. L. No. 082-DIR-2015- ANT (2015). <https://hitcloud.planificacion.gob.ec/documents/20182/30672/Resolucion082DIR2015ANT1reformarevisiontecnicavehicular.pdf/de74b3da-2c90-4e62-968b-06e4662f340d>
- EcuadorLegal. (2019, March 6). *Beneficios Sociales del Trabajador en Ecuador*. EcuadorLegalOnline. <http://www.ecuadorlegalonline.com/laboral/beneficios-sociales-del-trabajador/>
- Empresa Pública Petroecuador. (2020, July 10). *Se implementa nuevo sistema de bandas para la fijación de precios en los combustibles*. <https://www.eppetroecuador.ec/?p=9039>
- Escalante, J., & Uribe, R. (2014). *Costos logísticos: Vol. 1st Edition*.
- FUSO. (2018, June 29). *Diferencias entre un mantenimiento correctivo y preventivo para camiones*. FUSO Web Site. <https://www.fuso.com.pe/blog/diferencias-mantenimiento-correctivo-preventivo-camiones/>
- García Dunna, E., García Reyes, H., & Cárdenas Barrón, L. E. (2013). *Simulación y análisis de sistemas con ProModel* (L. M. Cruz Castillo & B. Gutiérrez Hernández, Eds.; Segunda). Pearson.
- Granados, R. M. (2016). *Modelos de regresión lineal múltiple*. https://www.ugr.es/~montero/matematicas/regresion_lineal.pdf
- HINO. (n.d.). *Plan de mantenimiento serie 500*. Retrieved November 25, 2021, from <https://pdf4pro.com/fullscreen/plan-de-mantenimiento-serie-500-hino-cl-3fb978.html>
- Norma Internacional de Contabilidad 16, International Accounting Standards Committee (2005). https://www.mef.gob.pe/contenidos/conta_public/con_nor_co/vigentes/nic/16_NIC.pdf
- icasas. (2021). *Anuncios de arriendo de oficinas*. Icasas Web Site. https://www.icasas.ec/aggregatorDetail?adId=144000&aggregator=mitula&utm_content=144000-

- free&type=free&operation=arriendo&property=oficina&location=duran_guayas&ref=1637292611212&utm_source=Lifull-connect&utm_medium=CPC&utm_campaign=premium-vs
- Latina seguros. (n.d.). *Conceptos básicos de seguros*. Retrieved November 14, 2021, from <https://latinaseguros.com.ec/educacion-financiera/glosario-de-terminos-2/conceptos-basicos-de-seguros/#ffs-tabbed-13>
- López, E., Vásquez, O., & León, G. (2017). Análisis de sensibilidad de los parámetros que afectan al espesor de la capa solidificada en el proceso de colada continua de aceros. *RIDTEC*, 13(2), 5–13.
- Michalus, J. C., & Ibarra, M. del C. (2006). Un modelo matemático para calcular el costo de manutención de un estudiante de la Facultad de Ingeniería. *Revista Ingeniería Industrial*, 5(1), 31–42.
- Microsoft 365. (2021). *Software de hojas de cálculo Microsoft Excel*. Microsoft 365 Web Site. <https://www.microsoft.com/es-ww/microsoft-365/excel>
- Ministerio de trabajo. (2014). *Norma técnica pago de viáticos a servidores obreros del sector público*. https://www.derechosintelectuales.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/mayo/a_3_8_norma_tecnica_pago_de_viaticos_mayo_2020.pdf
- Ministerio de trabajo. (2021). *Salarios mínimos sectoriales*. <https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2020/12/ANEXO-1%E2%80%9CEstructuras-ocupacionales-%E2%80%93salarios-m%C3%ADnimos-sectoriales-y-tarifas-sa.pdf?x42051>
- Reglamento a ley de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial, (2012). www.lexis.com.ec
- Ley orgánica de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial, (2014). www.lexis.com.ec
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2020, July 13). *Emisión de certificado de operación regular*. <https://www.gob.ec/mtop/tramites/emision-certificado-operacion-regular>
- Código del trabajo, Ministerio de trabajo Web site (2012). www.lexis.com.ec
- Ortiz, M. (2016). *Propuesta de un modelo de tarifación para el transporte de carga terrestre que opera la empresa transportista Vargas*. <http://repositoriodigital.ucsc.cl/bitstream/handle/25022009/1076/Mat%c3%adas%20Camilo%20Ort%c3%adz%20Caro.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Panavial. (2021). *Tarifas de peajes*. Panavial Web Site. <https://www.panavial.com/tarifas/>

- Ramírez Carlos, García Milton, & Pantoja Cristo. (2010). *Fundamentos y técnicas de costo* (Romero Zilath, Ed.; 1st ed., Vol. 1). Editorial Universidad Libre.
- RStudio. (2021). *RStudio*. Rstudio Web Site. <https://www.rstudio.com/products/rstudio/>
- Sarder, M. (2021a). Overview of transportation logistics. In *Logistics Transportation Systems: Vol. Chapter 1* (pp. 1–35). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-815974-3.00001-0>
- Sarder, M. (2021b). Transportation rates and decision analysis. In *Logistics Transportation Systems: Vol. Chapter 9* (pp. 219–249). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-815974-3.00009-5>
- Silvera, R., & Mendoza, D. (2017). *Costos logísticos del transporte terrestre de carga en Colombia* (Primera edición). Editorial del Servicio Nacional de Aprendizaje. https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/4125/costos_logist_tmp_ri.pdf?sequence=7
- Taboada, P. (2016). *Comparación de técnicas estadísticas para el análisis de sensibilidad en dinámica estructural*.
- Teojama Comercial. (2021a). *Camión Hino Serie 500 modelo 1226*. Teojama Comercial Web Site. <https://www.teojama.com/serie-500/1226/>
- Teojama Comercial. (2021b). *Camión Hino Serie 500 modelo 1828*. Teojama Comercial Web Site. <https://www.teojama.com/serie-500/1828/>
- Teojama Comercial. (2021c). *Camión Hino Serie 500 modelo 2848*. Teojama Comercial Web Site. <https://www.teojama.com/serie-700/2848/>
- Tipos de camiones para carga pesada – Logística Keytrans S.A.* (n.d.). Retrieved October 26, 2021, from <https://logisticakeytrans.com/2019/08/18/tipos-de-camiones-para-carga-pesada/>
- UBIKAR. (n.d.). *Rastreo satélital*. UBIKAR Web Site. Retrieved November 29, 2021, from <https://www.ubikarecuador.com/quienes-somos/>
- Vaca, A. (2012, August 2). *Vista de los sistemas de costeo: bases y metodologías*. Revista Contexto. <https://revistas.ugca.edu.co/index.php/contexto/article/view/34/54>