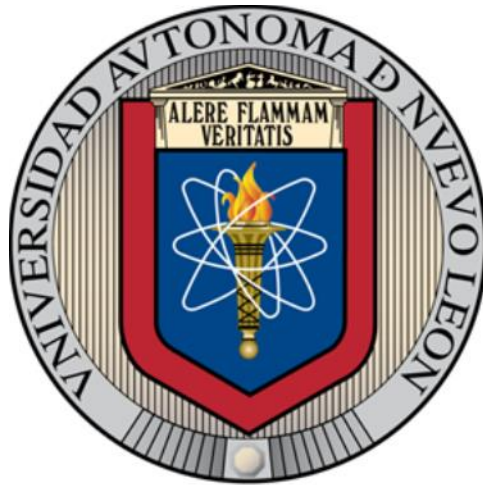


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA



**DETERMINACIÓN DE UNA ESTRUCTURA DE
COSTOS OPERATIVOS PARA EL
AUTOTRANSPORTE EN MÉXICO**

POR

ABEL GONZÁLEZ RODRÍGUEZ

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRÍA EN LOGÍSTICA Y CADENA DE SUMINISTRO**

SEPTIEMBRE, 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO



**DETERMINACIÓN DE UNA ESTRUCTURA DE
COSTOS OPERATIVOS PARA EL
AUTOTRANSPORTE EN MÉXICO**

POR

ABEL GONZÁLEZ RODRÍGUEZ

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRÍA EN LOGÍSTICA Y CADENA DE SUMINISTRO**

SEPTIEMBRE, 2019

Universidad Autónoma de Nuevo León
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Subdirección de Estudios de Posgrado

Los miembros del Comité de Tesis recomendamos que la Tesis «Determinación de una estructura de costos operativos para el autotransporte en México», realizada por el alumno Abel González Rodríguez, con número de matrícula 1438491, sea aceptada para su defensa como requisito parcial para obtener el grado de Maestría en Logística y Cadena de Suministro .

El Comité de Tesis




Dr. Miguel Mata Pérez

Asesor



J. Artemio Barrera Rodríguez

Revisor



Eusebio Oswaldo Olvera González

Revisor

Vo. Bo.



Dr. Simón Martínez Martínez

Subdirector de Estudios de Posgrado



San Nicolás de los Garza, Nuevo León, septiembre 2019

ÍNDICE GENERAL

Agradecimientos	x
Resumen	xI
1. Introducción	1
1.1. Descripción del problema	2
1.1.1. Situación actual	3
1.2. Objetivo	3
1.3. Justificación	3
1.4. Hipótesis	4
1.5. Estructura de la tesis	5
2. Antecedentes	6
2.1. Cadena de suministro	6
2.1.1. Elementos y actividades	7
2.1.2. Logística y su función dentro de la cadena de suministro	8
2.2. Distribución	8

2.2.1. Medios de transporte	9
2.2.2. Autotransporte en México	10
2.3. Costos operativos del autotransporte	12
2.3.1. Ineficiencias a largo plazo	17
2.4. Sistemas para calcular los costos del autotransporte	20
2.4.1. ACOTRAM	21
2.4.2. Truck Operating Cost Calculator (TOCC)	22
2.4.3. Mappir Traza Tu Ruta	23
2.5. Conclusión	24
3. Metodología	26
3.1. Etapa delimitación	27
3.1.1. Planteamiento del problema	27
3.1.2. Revisión de literatura	27
3.2. Etapa planeación	28
3.2.1. Identificación de variables	29
3.2.2. Diseño de la herramienta	30
3.3. Etapa ejecución	30
3.3.1. Desarrollo de la herramienta	30
3.3.2. Aplicación en una empresa	32
3.3.3. Resultados y conclusiones	32

4. Implementación	33
4.1. Identificación de variables	33
4.2. Resultados del periodo de prueba	36
4.2.1. Implementación del Prototipo 1	38
4.2.2. Comparación de herramientas	45
4.2.3. Conclusión	47
5. Conclusiones	49
5.1. Conclusión	49
5.2. Contribuciones a la logística	50
5.3. Trabajo a futuro	51
A. Información técnica de las herramientas	53
A.1. ACOTRAM	54
A.2. Truck Operation Costs Calculator	55

ÍNDICE DE FIGURAS

2.1. Parque vehicular autotransporte 2017	11
2.2. Pantalla inicial ACOTRAM	22
2.3. Pantalla inicial TOCC	23
2.4. Pantalla inicial MAPPIR	24
3.1. Esquema de la metodología	26
3.2. Secuencia del prototipo 1	31
4.1. Prototipo 1	40
A.1. Características	54
A.2. Neumáticos	54
A.3. Costos totales	55
A.4. Pasos 1-4	55
A.5. Paso 5	56
A.6. Pasos 6-9	56
A.7. Estimado	57

A.8. Resultados	57
---------------------------	----

ÍNDICE DE TABLAS

3.1. Pregunta de investigación	28
3.2. Estructura de la encuesta	29
3.3. Estimación de viaje	31
4.1. Resultados de la revisión de literatura	35
4.2. Factores actuales de la empresa y considerados en prototipo 1	37
4.3. Secuencia del Prototipo 1	39
4.4. Estimación de viaje: Monterrey-Querétaro	43
4.5. Viajes del periodo de prueba	44
4.6. Viajes en Mappir	47

AGRADECIMIENTOS

Principalmente le doy gracias a mi familia, por su apoyo incondicional en todo momento.

A mi tutor de tesis el Dr. Miguel Mata Pérez por la paciencia, confianza y sabiduría que me entregó durante todo el proyecto.

A la Dra. Jania Astrid Saucedo Martínez por aconsejarme y guiarme para realizar esta investigación.

A mis profesores por su disposición y enseñanzas.

A la FIME por brindarme una gran experiencia durante el transcurso del posgrado.

Al CONACYT por apoyarme con una beca y hacer posible esta etapa de mi vida.

Al equipo Auténticos Tigres por invitarme a formar parte de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

A mis revisores por facilitarme información esencial para este proyecto.

Por último, agradezco a todas las personas que estuvieron presentes para darme ánimos y ayudarme a finalizar este viaje.

RESUMEN

Abel González Rodríguez.

Candidato para obtener el grado de Maestría en Logística y Cadena de Suministro .

Universidad Autónoma de Nuevo León.

Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.

Título del estudio: DETERMINACIÓN DE UNA ESTRUCTURA DE COSTOS OPERATIVOS PARA EL AUTOTRANSPORTE EN MÉXICO.

Número de páginas: 62.

OBJETIVOS Y MÉTODO DE ESTUDIO: El objetivo de esta investigación es calcular los costos operativos del autotransporte, involucrando los factores más relevantes relacionados en un viaje, para proyectar un desglose completo de los recursos utilizados durante el traslado del vehículo, el cual permita tener un estimado fiable que sirva de base para estimar el precio de la tarifa.

El método de estudio de esta tesis inicia con una revisión sistemática de literatura que indaga sobre las variables que participan en un servicio de transporte de carga. Además, se creará una herramienta cuantitativa que permita la visualización de una estructura de costos, generada con la información de los factores considerados para el análisis.

CONTRIBUCIONES Y CONCLUSIONES: Existen diferentes áreas donde el transporte de mercancía crea un impacto en la cadena de suministro. El abastecimiento, la producción y la distribución física de productos son aspectos que pueden generar valor agregado a la operación si están administradas de manera correcta y son complementadas con flujos de información fidedignos. Al tener identificados la mayoría de los costos operativos en una empresa de autotransporte, se puede comenzar a implementar estrategias de largo plazo para no solo utilizar el tiempo y los recursos en cuestiones operativas y de funcionamiento de la organización.

La aportación elemental de esta investigación es ofrecer una estructura de costos operativos para la industria del autotransporte que permita concebir un desglose completo de los recursos utilizados durante un servicio de transporte de mercancía. La herramienta cuantitativa creada en este proyecto avala un estimado fiable que proporcione al usuario con la oportunidad de conocer a detalle el costo total de los viajes y facilite la visualización de los factores visibles e intangibles.

El uso de diferentes plataformas electrónicas para generar los estimados concede una amena transición al uso de herramientas informáticas y colección de datos para aquellas empresas que sostienen métodos anticuados ajenos a la tecnología, concentrados en el corto plazo. Un enfoque estratégico en la cadena de suministro solo es posible mediante decisiones respaldadas por información concreta que avale los resultados de un proyecto a largo plazo, en el caso de esta industria, la compra de un nuevo camión.

Firma del asesor: _____
Dr. Miguel Mata Pérez

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

La presente tesis trata el tema de los costos relacionados con el autotransporte, especialmente la manera en que las empresas dentro de la industria llevan un control y registro en el área operativa. Actualmente en México, aproximadamente el 56 % de la mercancía que se moviliza por el país, se traslada por carretera y el transporte de mercancía es uno de los servicios más subcontratado, de suma importancia en el país, con una aportación del 4.8 % al PIB (SCT, 2015). Dentro de las empresas, existen costos logísticos que surgen de la necesidad de hacer llegar el producto o el servicio a un cliente. El transporte y distribución de mercancía, puede llegar a sobrepasar el 30 % de los costos totales de una empresa (Ballou, 2004).

El transporte de carga genera más de 2.5 millones de empleos directos y colaterales. Existe una gran cantidad de vehículos en tránsito destinados a la carga pesada, operados por empresas privadas y servicios particulares (OECD-México, 2017). Tomando en cuenta la importancia de las pequeñas y medianas empresas dedicadas al autotransporte en México y su impacto en la economía, los cuales abarcan aproximadamente un 70 % de la industria, se indica que la gran mayoría cuenta con esquemas antiguos y no actualizados para generar estimados de los costos operacionales. Los sistemas de gestión de transporte, mejor conocidos en la industria como *transport management systems* (TMS) resultan ser muy caros para el transportista promedio y su usabilidad necesita que la cadena de suministro este compuesta para sopor-

tar libres flujos de información y mercancía, escenario que no es común en pymes. De igual manera, la falta de administración resulta en que las empresas no puedan observar y controlar el uso de sus recursos.

En el presente proyecto se creará la estructura de costos operacionales que permita al usuario controlar los márgenes de utilidad deseados, ya que tendrá un estimado que abarque la mayoría de los factores posibles involucrados dentro un servicio, para poder ofertar tarifas que sean consideradas baratas sin que opere por debajo de los costos y así mismo, no tenga unas tarifas muy altas que le sea muy difícil encontrar clientes que estén dispuestos a pagar esa cantidad.

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En este proyecto, se resolverá la falta de un análisis de los costos incurridos en un servicio de autotransporte, que proporcione un desglose completo de los factores involucrados. La manera en que será presentada la estructura de costos es mediante la creación de un documento, el cual contenga el cálculo fundamentado de los factores fijos y variables que se consideren sean los más importantes para su operación y ajustada para las necesidades de viaje.

La decisión de determinar cuáles son los recursos totales utilizados en un viaje resulta una tarea compleja de realizar. Primeramente, ya que, a diferencia de un producto, un servicio de autotransporte presente algunos factores intangibles y difíciles de percibir a simple vista. Y segundo, se necesita tener una gran cantidad de información acumulada, compuesta de datos históricos. También se presenta la situación donde las pymes usan la mayoría de su tiempo en tareas diarias, dejando fuera un espacio para la planeación a largo plazo.

Al no tener claro cuál es la cantidad exacta que cada factor aporta para realizar un viaje, no se puede asignar una parte proporcional de la ganancia destinada a recuperar cada insumo. Ciertos factores como las llantas, el servicio de manteni-

miento, y el mismo camión cuentan con un tiempo de vida y se tendrán que reponer después de cierto tiempo. Si su restitución no está planeada, el costo por reponerlos llegar a ser extraordinario para la empresa, dejándola fuera de servicio.

1.1.1 SITUACIÓN ACTUAL

El caso de estudio es una línea de autotransporte, ubicada en el municipio de Apodaca, Nuevo León. La empresa actualmente cuenta con una flota de 4 tractores y 7 plataformas de 48 pies (*flatbeds*) y reportó una demanda mensual de 20 a 25 servicios en el 2017. Para el 2018, se realizaron 30 viajes mensuales en promedio. Dentro de las zonas de tránsito donde realizan sus servicios, destacan el noreste, centro y bajío del país. El tipo de carga que transporta la empresa es general. Solamente no lleva a cabo servicios relacionados con materiales peligrosos (explosivos), químicos que requieran cajas especializadas (corrosivos, venenosos) y refrigerados.

1.2 OBJETIVO

Calcular los costos operativos del autotransporte, involucrando los factores más relevantes relacionados en un viaje, para proyectar un desglose completo de los recursos utilizados durante el traslado del vehículo, el cual permita tener un estimado fiable que sirva de base para estimar el precio de la tarifa. Este proceso se verificará mediante el uso de datos histórico y plataformas electrónicas vinculadas con el autotransporte.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El desconocimiento parcial de los costos de transportación pone en desventaja a la empresa ante sus clientes y usuarios. Para las pymes de transporte de carga,

es común observar que no se tiene un formato o alguna estructura de costos que permita controlar los niveles de utilidades deseados a generar por viaje o flete. Lo que se acostumbra en las empresas que tienen poca experiencia en la industria, es que solo buscan generar el mayor número de servicios sin tomar en cuenta que algunos de ellos son más perjudiciales a la empresa, en termino de ganancias.

Los factores que se consideran más importantes en la práctica para determinar una tarifa son: la distancia, el precio del combustible, rendimiento del vehículo, sueldo del operador, peso de la carga. El problema surge cuando no se tiene un control exacto de los costos operativos reales y no considerar otros factores indirectos que impactan el precio de la tarifa, tales como los peajes, seguros del camión, seguros de carga, mantenimiento, aceites y lubricantes, viáticos, entre otros. El total del capital obtenido por un servicio no es completamente utilidad. La falta de una estructura de costos brinda la oportunidad errónea de que una empresa considere cualquier ingreso como ganancia.

Con la tecnología de la información que se vincula en la industria del auto-transporte, es posible determinar la mayoría de los factores que están envueltos en el funcionamiento y operación de un solo viaje, mediante la determinación de costos individuales. Una vez que una empresa de autotransporte pueda tener una estructura respaldada por tecnología, la cual le permita identificar y asignarle ciertos valores a los factores que no son considerados, podrá estar generando la utilidad deseada y así poder cubrir al menos los costos generados por la operación.

1.4 HIPÓTESIS

Elaborando un análisis exhaustivo de los factores involucrados dentro del área operativa en el autotransporte y desarrollando un estimado de estos, respaldado por datos históricos y herramientas tecnológicas, se podrá generar una estructura de costos confiable que garantice una visibilidad total de los recursos empleados en la

realización de un servicio.

1.5 ESTRUCTURA DE LA TESIS

La tesis que se redactará, tendrá la siguiente estructura: en el capítulo 1, se expondrá una breve introducción que presente al lector con el tema a desarrollar durante la investigación. Para el capítulo 2, los antecedentes toman un enfoque de lo general a lo particular del tema. En el capítulo 3, se describe la metodología por la cual se cumplirá el objetivo de la investigación. El capítulo 4 consta del desarrollo e implementación de dicha metodología. En el capítulo 5 se analizan los resultados obtenidos en la implementación y se redactan para su presentación. El capítulo 6 consta de unas conclusiones de los resultados y conclusiones generales del tema.

CAPÍTULO 2

ANTECEDENTES

Dentro de este capítulo, se hablará de la cadena de suministro en un enfoque general y la importancia de la logística en las empresas. Así mismo, se abordará el tema de la distribución de mercancía y la infraestructura de transporte actual en México, para establecer el origen del autotransporte y los costos involucrados en su operación. También se mencionarán las herramientas tecnológicas existentes más frecuentes en la práctica para realizar estimados de los servicios que sirven de apoyo para la administración de estos.

2.1 CADENA DE SUMINISTRO

La cadena de suministro está compuesta por las secciones involucradas de manera directa o indirecta en la satisfacción de la solicitud de un cliente (Chopra y Meindl, 2008). Dependiendo la complejidad de la industria, las áreas que componen la cadena de suministro son los proveedores, fabricantes, distribuidores, minoristas, consumidores. Todo esto bajo un flujo entre áreas de materiales, información, recursos, pagos, servicios, productos.

2.1.1 ELEMENTOS Y ACTIVIDADES

Los proveedores dentro de la cadena de suministro, llegan a alcanzar un alto nivel de importancia en las operaciones de una empresa, al punto que algunos se les determina como aliados estratégicos por el peso que representan en los flujos de operación (Chopra y Meindl, 2008). Existe todo un sistema de evaluación de proveedores que permite a la empresa plantear modelos para escoger a los mejores proveedores, evaluándolos con la calidad, tiempos de entrega, flexibilidad de pagos (Herrera Umaña y Osorio Gómez, 2006). Los fabricantes necesitan estar bajo estándares de los productos a entregar, para evitar futuras complicaciones que atraesen o detengan el proceso de manufactura del producto o servicio final. El área de distribución, se implementan estrategias para la red de distribución, para poder satisfacer los cambios constantes de los ciclos de los consumidores (Tejero, 2015). Más adelante se tomará el tema de distribución con mayor profundidad. Los minoristas, o mejor conocidos en la industria como *retailers*, utilizan sus enormes volúmenes de venta para negociar economías de escala y proponen sus propios plazos de pagos. Es importante mantener una relación bilateral de cooperación e información con esta industria si el producto o servicio se denomina como materia prima o bienes primarios (*commodities*) si se busca alcanzar altos volúmenes de venta (Ocampo y Parra, 2003). Los consumidores son el último eslabón de la cadena, encargado de hacer florecer o hundir una empresa directamente. Los estudios de mercado y el servicio al cliente son áreas específicas que buscan entender al consumidor y encontrar la manera que siga comprando. La lealtad a la marca y los servicios post-venta son esenciales para la retención de clientes (Colmenares y Saavedra, 2007).

El flujo de información es un factor importante se toma como adicional o de apoyo en empresas con visiones básicas y retrogradadas, que integra estratégicamente a todas las áreas involucradas de la cadena de suministro (Ballou, 2004). La transparencia y libre flujo de información son vitales para llevar a cabo la operación óptima dentro de la empresa. Se puede considerar como factor cultural esa desconfianza que

existe entre proveedores, distribuidores, clientes, pero la posibilidad que los aliados tengan acceso directo a la información de la empresa por medio de las crecientes tecnologías de información agiliza el proceso de pedidos, fabricación, entregas, y reduce al mínimo el error por falta de comunicación.

2.1.2 LOGÍSTICA Y SU FUNCIÓN DENTRO DE LA CADENA DE SUMINISTRO

La logística es el conjunto de medios necesarios para comunicar las áreas de la empresa, desde la materia prima, hasta la entrega del producto final (Riveros y Silva, 2004). Retomando el área de distribución de la cadena de suministro, se comenzará un breve análisis de las fases que el producto tiene que pasar para poder llegar al cliente, mejor conocida en el ámbito como logística de distribución. Es la encargada de hacer llegar todos los insumos o servicios hasta la última parte de la cadena de suministro, ya sea el consumidor final (*B2C*) o dentro de la operación de otra empresa (*B2B*) (Lemke *et al.*, 2011). Las entregas necesitan cumplir los estándares deseados, ya sea por el lugar, la forma, el tiempo, o la cantidad deseada.

2.2 DISTRIBUCIÓN

Las funciones principales de la logística de distribución son: poner a disposición del cliente, de manera óptima, el producto o servicio que haya sido ordenado, tratar las órdenes de compra con la previa asignación o prioridad para agilizar las entregas y no caer en amonestaciones por tardanzas u órdenes incompletas, administrar las entradas y salidas del almacén para llevar un control exacto de la existencia de inventarios fijos y en movimiento, el proceso de empaque y embalaje debe preparar a los productos para un traslado seguro y evitar procesos de logística inversa que sumen costos innecesarios, y por último, establecer las rutas por medio de diferentes

transporte para las entregas. La logística de distribución logra alcanzar niveles estratégicos a beneficio de las empresas y su competitividad (Gundlach *et al.*, 2006). No solo basta con realizar la entrega del producto, se tiene que hacer de la manera más rápida, utilizando los menos recursos posibles. La última parte nos llevará al desarrollo de esta investigación. El transporte de mercancía y sus costos, en especial el autotransporte.

2.2.1 MEDIOS DE TRANSPORTE

Existen diferentes medios de transporte para que las empresas puedan hacer llegar sus productos a los destinos escogidos. Actualmente, el internet y las tecnologías de información han permitido que los mercados logren un alcance global, dejando una gran necesidad de traslado de mercancías. Los medios de transporte usados en la distribución de mercancías son: autotransporte, ferrocarril, transporte aéreo, transporte marítimo (Chopra y Meindl, 2008).

En México, todos los medios de transporte son utilizados para mover mercancía a nivel nacional, y destinada a importación y exportación (Zamora Torres *et al.*, 2015). El país cuenta con una ventaja geográfica al tener acceso al mar por la parte este y oeste, la cual puede ser utilizada para implementar estrategias intermodales de transporte. En el anuario estadístico publicado por la Secretaría de Comunicaciones y Transporte publicado en el 2015, se indica que el país cuenta con 378,923 kilómetros de carreteras, de las cuales se integran por autopistas, carreteras, caminos rurales, brechas, que sirven para el traslado de personas y mercancía. Mediante la operación de concesionarios del sector privado, México posee con más de 26 mil kilómetros de vías férreas, utilizadas principalmente para conectar centros industriales con los puertos marítimos y conexiones fronterizas. La SCT tiene registrados 38 puertos marítimos, tanto de altura, como de cabotaje. El Directorio de la Dirección General de Seguridad Aérea publicado por la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) tan solo reconoce a 76 aeropuertos, con motivo comercial, sin contar 40 aeródromos

no comerciales, ni 16 bases aéreas de la Fuerza Aérea Mexicana.

2.2.2 AUTOTRANSPORTE EN MÉXICO

El sistema de transporte que cuenta con la mayor relevancia en el país es el autotransporte, el cual funciona mediante la red de carreteras nacionales. Debido al gran número de personas y empresas involucradas en su funcionamiento y operación, el transporte por vía terrestre provee una vasta cantidad de empleos. Aproximadamente, más del 56 % de la mercancía distribuida en el país, es trasladada mediante camiones (SCT, 2018). Así mismo, más del 50 % del comercio bilateral entre México y Estados Unidos se realiza por los caminos fronterizos del norte del país (OECD-México, 2017).

Existe una gran cantidad de vehículos destinados al traslado de mercancía en el país. No todos son parte de una flotilla de distribución o pertenecen a alguna empresa particular. Una parte de estos vehículos tienen un solo dueño y trabajan bajo el esquema conocido como *hombres-camión*, el cual no tiene un horario establecido de trabajo, y que tampoco opera bajo alguna industria en particular (Quintero, 2014). La OCDE-México afirma que el país tiene uno de los records más bajos en cuanto a seguridad de carreteras (OECD-México, 2017). El nulo control de emisiones, falta de recursos para el cumplimiento de regulación, límites de peso y dimensión son áreas que la industria presenta como principales retos para su óptima funcionalidad.

El transporte de carga genera más de 2.5 millones de empleos directos y colaterales. Existe una gran cantidad de vehículos en tránsito destinados a la carga pesada, operados por empresas privadas y servicios particulares (SCT, 2018). La SCT presentó el cierre del parque vehicular para el 2017 representada en la figura 3.1.

Vehículo	Clase	Total Nacional	%
Unidades motrices		463,016	50.47%
Camión de dos ejes	C-2	84,226	
Camión de tres ejes	C-3	73,909	
Tractocamión de dos ejes	T-2	2,968	
Tractocamión de tres ejes	T-3	301,088	
Otros		825	
Unidades de arrastre		453,916	49.48%
Semirremolque de un eje	S-1	3,643	
Semirremolque de dos ejes	S-2	358,813	
Semirremolque de tres ejes	S-3	87,040	
Semirremolque de cuatro ejes	S-4	585	
Semirremolque de cinco ejes	S-5	60	
Semirremolque de seis ejes	S-6	96	
Semirremolques	S	450,237	
Remolque de dos ejes	R-2	2,832	
Remolque de tres ejes	R-3	656	
Remolque de cuatro ejes	R-4	120	
Remolque de cinco ejes	R-5	15	
Remolque de seis ejes	R-6	56	
Remolques	R	3,679	
Grúas	GI	449	.05%
Total		917,381	100%

Figura 2.1: Parque vehicular autotransporte 2017

Fuente:SCT (2018)

Del total del parque vehicular, el 24.9 % corresponde a hombre-camión, el 30.1 % a pequeña empresa, 16.5 % a mediana y el 28.5 % a gran empresa (SCT, 2015). Actualmente, el país está pasando por una época de escasez de choferes (Sanz, 2017). Alrededor de 125,000 empresas de autotransporte, con una flota que supera las 310,000 unidades, se encuentra varada por la ausencia de mano de obra calificada. Los salarios bajos, las pésimas condiciones de la infraestructura, el alza de robos a mano armada en carreteras, la exigencia de horas de trabajo y el constante hostigamiento por parte de las autoridades de tránsito son factores que han arrojado a los choferes calificados a optar por otras líneas de empleo. Se generó un aumento de 4.5 % en las unidades motrices y un 7.9 % en las unidades de arrastre, comparado con el 2016.

Tomando en cuenta la importancia de las pequeñas y medianas empresas dedicadas al autotransporte en México y su impacto en la economía, se indica que la gran mayoría cuenta con esquemas antiguos y no actualizados para generar estimados de los costos operacionales apoyados de herramientas informáticas (Baca et al, 2010). Los sistemas de gestión de transporte, mejor conocidos en la industria como TMS (*transport management systems*) resultan ser muy caros para el transportis-

ta promedio y su usabilidad depende que la cadena de suministro en general este compuesta para soportar libres flujos de información y mercancía, escenario que no es común en pymes. De igual manera, la falta de administración resulta en que las empresas no puedan observar y controlar el uso de sus recursos.

Los choferes son susceptibles a problemas de salud y no existe un control que los ayude a evitar laborar en malas condiciones (Sanz, 2017). Berrones también nos habla de la importancia de los choferes dentro de la cadena de suministro, ya que son una parte clave en el autotransporte. Existe una gran área de oportunidad para las autoridades responsables de la industria del transporte y el gobierno mexicano para establecer leyes que protejan directamente a los choferes calificados para poder contrarrestar el déficit de empleo, ya que los camiones que no están en circulación, no están generando ganancias para el país, ni para las empresas privadas.

2.3 COSTOS OPERATIVOS DEL AUTOTRANSPORTE

En la industria del autotransporte, se debe de tener el conocimiento de los costos que incurren toda la operación, ya que esto puede llevar a la empresa a estar generando pérdidas al no tener ubicados perfectamente los porcentajes que suman el costo total (Quintero, 2014). Si lo único que se busca es hacer fletes y viajes sin una base que indique los porcentajes de los factores operativos comparados con la ganancia, no se creará la utilidad deseada.

Existen áreas clave que se tienen que tomar en cuenta al momento de evaluar los recursos utilizados en un servicio de autotransporte (Leyva Castro *et al.*, 2002). El combustible, salario del operador, mantenimiento del vehículo, son algunos factores que ayudan al transportista a generar tarifas que cubren estos costos, y mantener un precio competitivo. Se tiene que considerar la liquidez a la hora de presentar los precios al mercado, ya que solo cubrir el combustible y el salario no es suficiente. Debido a que no existe ningún instructivo que estipule cuales variables considerar, las

empresas pueden utilizar cualquiera de estas pero mientras más sean, mejor estará estructurada la tarifa y estarán cubiertos los costos desde el inicio.

La mayoría de los transportistas consideran como costos fijos a los salarios, seguros e impuestos. Dentro de los costos variables se encuentran el combustible, mantenimiento, llantas, casetas. A simple vista la determinación de la tarifa puede ser generada solo utilizando los factores (Enrique y Escudero, 2017). El problema surge cuando estos factores están en cambio constante y algunas empresas interpretan estos factores de manera diferente, de acuerdo a las necesidades, las cuales no son todas iguales. Los expertos en la industria estiman algunas variables como las más importantes a tomar en cuenta para administrar la operación. Sin embargo, para esta investigación, se busca mostrar la trascendencia de los factores mediante un análisis literario, respaldado por artículos científicos. A continuación, se presenta una breve descripción de los mencionados en investigaciones relacionados con logística y autotransporte:

- (a) **Ruta:** la distancia a recorrer entre el punto A (origen) y el punto B (destino). Se necesita conocer con exactitud el número de kilómetros, para realizar el cálculo de consumo combustible, así como el tiempo estimado de traslado (Boyer, 1997).
- (b) **Peaje:** es el pago que se realiza por el servicio de transitar por un determinado espacio (Enrique y Escudero, 2017). Algunas carreteras en México por las cuales circula la industria del autotransporte no son de cuota y se puede circular libremente. La cantidad para pagar suele depender del número de ejes que contenga el vehículo.
- (c) **Rendimiento:** Es el cálculo de la distancia recorrida entre el combustible necesario para recorrerla. Existen diferentes características que pueden afectar el rendimiento de un camión. El peso de la carga, la manera de manejar del conductor, velocidad constante, son algunos factores que influyen durante un viaje (SENER, 2017). Se utilizan estándares establecidos por las empresas fabricantes de los vehículos o índices generados mediante historiales operativos (De Borger

y Mulalic, 2012).

- (d) **Combustible:** los precios determinados de diésel en el país varían dependiendo el estado y zona del país, debido a que en México son cuatro los factores que determinan el precio final para los usuarios: Impuestos (IEPS e IVA), referencia internacional, transporte y distribución por región, margen comercial de menudeo. Así mismo, pueden estar sujetos a cambios constantes, que pueden llegar a ser diarios (Martínez *et al.*, 2016). Es importante conocer los precios en todo momento, con motivo de encontrar los mejores puntos para cargar en cuestión de precio (Jiménez Sánchez y Jiménez Castillo, 2016).
- (e) **Peso de la carga:** existen límites de peso para circular dentro del país. Se debe considerar el peso neto del camión, el contenedor de la caja, y la mercancía para evitar multas. También se toma en cuenta, ya que afecta directamente el rendimiento del combustible (Enrique y Escudero, 2017).
- (f) **Depreciación:** se reconoce el desgaste del activo por el tiempo que se haga uso de él. Los camiones presentan una vida útil, lo que significa un futuro gasto para reemplazar el inmueble (Enrique y Escudero, 2017).
- (g) **Sueldo de chofer:** dentro de la industria del autotransporte, se utilizan dos maneras de pagar a los choferes, por kilómetro recorrido o por jornada o turno. También se considera la NOM-087 de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte, que establece las restricciones de horas de manejo para los choferes (SCT, 2017b).
- (h) **Neumáticos:** se conoce que al estar bien calibrados pueden ayudar a que se gaste menos combustible pero no se sabe a ciencia cierta cuál es la condición óptima que se necesita para que alcance los niveles de rendimiento deseados por la empresa (Jiménez Sánchez y Jiménez Castillo, 2016). La única conclusión en la que se puede apoyar la empresa es que sale más barato tener neumáticos de alta calidad, aunque sean un poco más caros. En el caso de las llantas de los

vehículos, éstas tendrán mayor desgaste si los recorridos que hace el vehículo son mayores.

- (i) **Viáticos:** la Ley de Impuestos sobre la Renta establece que no son deducibles los gastos que no estén relacionados con alimentación, hospedaje, y transporte, ya sean nacionales o en el extranjero. De no ser así, cualquier cantidad que se le proporcione al chofer, se considerarían ingresos gravados para las personas físicas que se beneficien de los mismos (SSP, 2017).
- (j) **Mantenimiento (aceites, lubricantes, filtros):** dependiendo el kilometraje recorrido por el vehículo y el tipo de carga que lleve, se tendrá que realizar algún tipo de mantenimiento, ya sea preventivo o correctivo. Los motores necesitan estar en niveles óptimos de aceite para que funcionen a su mayor potencia (Quintero, 2014).
- (k) **Impuestos:** contribuir para los gastos públicos tanto de la Federación como de los Estados y del Municipio en que residan, de la manera que dispongan las leyes (Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, 2010, art. 31). Aunque se trate de un área administrativa, se tiene que considerar el gasto de los impuestos para generar el cálculo de la tarifa (Jiménez Sánchez y Jiménez Castillo, 2016).
- (l) **Seguro del chofer:** solo se contempla dentro de los costos si el seguro es proporcionado por la empresa, o por algún particular. Si corre por cuenta del chofer, no es necesario ingresarlo. Es indispensable contar con algún tipo de seguro para el conductor, para prevenir altos costos inesperados en caso de un accidente (Enrique y Escudero, 2017).
- (m) **Seguro del camión:** ya sea el seguro de responsabilidad civil, daños físicos, seguro de carga, sistema de refrigeración, se recomienda tener un seguro exclusivo del vehículo, ya que resulta más barato pagar una póliza que correr el riesgo de tener que pagar por un mantenimiento no programado o en el peor de los casos, un vehículo nuevo.

- (n) **seguro de la carga:** existen diferentes coberturas para asegurar la carga. Debido a que la mercancía puede llegar a alcanzar altos valores monetarios, se opta por contar con un seguro contra daños físicos o pérdidas de los bienes (Jiménez Sánchez y Jiménez Castillo, 2016).
- (ñ) **Multas:** dentro de la industria del autotransporte, existen regulaciones acerca de la velocidad de tránsito, peso neto del camión, altura de la carga (Jiménez Sánchez y Jiménez Castillo, 2016). El incumplimiento de estas regulaciones causa una sanción monetaria a la persona o empresa que las realiza, lo que puede resultar en un costo imprevisto para la empresa.

El transporte de productos tiene la base fundamental del crecimiento de las economías. El transporte les brinda a las empresas ventajas de costos, rapidez de entrega, confiabilidad, flexibilidad hacia el destinatario final (Alvear y Rodríguez, 2006). El análisis de la fuente está situado en la industria agrícola de Chile, lo cual puede ser comparado con la situación en México, por las condiciones que presenta. Los niveles de competitividad que tienen contra las importaciones orillan a las empresas agrícolas mexicanas a tener un alto control sobre los márgenes, la calidad de los productos, y por la situación perecedera de los productos, tener un tiempo de entrega exacto. Como los autores lo indican, el transporte puede ayudar a optimizar estas tres áreas mediante el nivel óptimo de inventarios mínimos y de emergencia, servicio de transporte visible para los clientes, velocidad de entregas.

Es normal para una empresa pequeña de autotransporte solo considerar los costos de un viaje de ida, tales como los peajes, salario del chofer, lo cual lleva a la empresa a tener una pérdida por regresar la unidad, el desgaste del vehículo y los peajes de retorno. Alvear y Rodríguez (2006) establecen que considerar los costos del viaje completo y poder lograr tener otro viaje programado que tenga el origen desde el punto de entrega optimiza los recursos. Otro factor importante que mencionan los autores es el valor de la carga a transportar, ya que esta determina el costo del seguro. Teniendo los costos fijos optimizados, se puede soportar una gran

fluctuación en los variables. Los resultados que arrojó la investigación mostraron que uno de los costos más altos es la información, por el motivo que es difícil de obtener, especialmente de mercados y clientes. En la estructura convencional de costos basado en kilómetros recorridos, el costo del combustible es el más significativo, seguido por el costo de depreciación y los costos indirectos fijos. El transporte es una de las áreas más importante en la industria agrícola, ya que se presenta una situación en la cual los canales de venta de los productos se encuentran muy alejados del lugar donde se realiza la siembra y la preparación de la mercancía. Las ciudades, por el número de habitantes, son consideradas como los principales puntos de venta. También se considera importante por el poder adquisitivo, ya que es superior comparado con las comunidades rurales.

2.3.1 INEFICIENCIAS A LARGO PLAZO

Otra área importante a considerar que comúnmente no contiene notoriedad en la industria del autotransporte es la depreciación de los factores operativos (Alcántar Ruiz *et al.*, 2015). Todos los vehículos se desgastan de manera diferente y su mantenimiento depende de la carga y la distancia que recorra. Los camiones nuevos sufren de una depreciación alta los primeros años, a diferencia de algunos que se consideran totalmente depreciados después de cierto tiempo, pero están totalmente funcionales. Puede que los primeros años los camiones nuevos presenten pérdidas y esto puede ser contrarrestado con una flotilla de vehículos antiguos. Un factor que no tiene un gran campo de estudio y que no es tomado en cuenta, es la condición de los neumáticos y cómo afectan los rendimientos del combustible.

Las siguientes subsecciones toman en breve detalles ciertos factores que se involucran en los costos del autotransporte. Sin embargo, la gran variabilidad en la que ocurren hace casi imposible la creación de un cálculo que estime su medición de manera correcta.

2.3.1.1 TIEMPO DE OCIO

El tiempo de ocio, conocido en la industria como *idling*, es considerado en la industria como un gasto fantasma, ya que no se puede calcular de manera exacta como afecta al consumo del combustible (Chaichan y Faris, 2015). Con las nuevas tecnologías sería posible calcular un estimado por medio de sensores y lectores que vayan recolectando información de consumo por separado. Sin embargo, el cálculo de este tema es muy caro actualmente y tan solo se mencionará un índice estimado generado mediante encuestas. En la industria del autotransporte la definición de periodo de tiempo de ocio (*idling period*) hace referencia al tiempo que un camión este encendido, pero no se encuentra en movimiento, ya sea por estar esperando a ser descargado, o retenido por el tráfico. Durante viajes de larga distancia, es normal que el operador utilice la cabina del camión como cuarto de hotel, gastando una gran cantidad de combustible manteniendo el vehículo encendido para hacer uso del clima y de la radio. En el año 2006, el American Transportation Research Institute realizó una encuesta donde los participantes dieron información de más de 50,000 camiones y sus condiciones ante el tiempo de ocio. A pesar de la gran cantidad de información recolectada y su perfil profesional, la falta de herramientas científicas, no se puede utilizar los índices arrojados como representantes absolutos de los componentes de un camión en ocio. Durante el 2005, el precio promedio del diésel en Estados Unidos era de \$2.40 dólares, tomando en cuenta la información recolectada, los costos por tiempo de ocio anual para los camiones con cabina interna se estimó en \$3,494 dólares y \$749 dólares para los camiones sin cabina/camarote.

En la industria del autotransporte se ha notado que los vehículos eléctricos comienzan a penetrar mercados que cuentan con una infraestructura adecuada para funcionar de manera eficiente, preparando el camino para la introducción de camiones de conducción autónoma y remota (Yu *et al.*, 2018). Actualmente en México, las condiciones no se prestan para este escenario y se mantiene el uso de camiones de combustión interna, y se incurre en un gasto de combustible considerado invisible

para las empresas que no tienen los recursos y tecnologías para medir el impacto del uso del combustible. Se ha considerado que el comportamiento del conductor y sus niveles de agresividad al manejar, y como cualquier vehículo de combustión interna, los niveles de rendimiento de combustible varían dependiendo que tan frecuente se acelere y si mantiene una velocidad constante.

2.3.1.2 COMPORTAMIENTO DEL CONDUCTOR

En el año 2011, se realizó en Tailandia una simulación de tres diferentes vehículos durante un recorrido de 11 kilómetros, con tres conductores diferentes, y las mismas condiciones de camión para todos los vehículos. Se propuso un índice de dinámica del vehículo comparado directamente con la agresividad del conductor. Los resultados indican que la manera en que un conductor acelera rápida y constantemente afecta los niveles de combustibles, asumiendo que mientras más agresivo sea el conductor, mas combustible se consumirá durante un viaje.

Para el análisis del tema principal no se considerará este índice, ya que las condiciones que presenta el país tales como las carreteras, conductas de los choferes, rendimiento de los camiones, no son las mismas (Walnum y Simonsen, 2015).

2.3.1.3 TOPOGRAFÍA

Se requiere más combustible al conducir en contra del viento, un camino o carretera que no tenga una superficie plana y lisa (Díaz-Ramirez *et al.*, 2017). Un estudio realizado por el *Concrete Sustainability Hub*, bajo el nombre de *Pavement Roughness and Fuel Consumption* analizó las condiciones de los tipos de carretera, el material del que están fabricadas, y la topografía de la ruta. Como lo mencionan los autores, el nivel de rendimiento de combustible de un vehículo es afectado por la condición física del camión, junto con la interacción existente del pavimento con

los neumáticos. Se evaluaron vehículos medianos, *SUV's*, van, de carga ligera, y camiones articulados, todo esto bajo diferentes operadores, condiciones climáticas, y condiciones de pavimento. Los resultados indican que los caminos más ásperos ocasionaban un mayor gasto de combustible, y agregando el deterioro y las inclinaciones geográficas reducían el rendimiento.

Hasta el 2017, el Instituto Mexicano del Transporte tiene registrado que 169,078 kilómetros de carreteras están pavimentadas, contando las carreteras federales, estatales, particulares, cuota. Esta red es la que puede ser utilizada por la industria del autotransporte. Aún quedan 52,295 kilómetros de vialidades urbanas y 201,812 kilómetros de caminos no pavimentados. El índice propuesto por el *Concrete Sustainability Hub* solo abarca caminos que estén pavimentados, por lo tanto, no se puede tomar como base para este análisis, ya que en nuestro país aún son utilizados los caminos de terracería y el mantenimiento de los caminos de pavimento es variable, y no existe un organismo que recopile y prepare información acerca de la relación pavimento-topografía dedicada al autotransporte.

2.4 SISTEMAS PARA CALCULAR LOS COSTOS DEL AUTOTRANSPORTE

Las grandes empresas consolidadas, que tienen la oportunidad de implementar sistemas de transporte basados en tecnología, no presentan ningún problema al esquematizar sus costos operaciones de las rutas realizadas. De igual manera, tienen la capacidad de soportar algunos viajes que presenten tarifas menores a los costos de operación.

Actualmente existen programas computacionales con enfoque especializado que permiten al transportista a generar esquemas operacionales de costos desglosados para tener un margen de referencia al proponer las tarifas de servicio. El motivo de la utilización de estos softwares crea una sólida disciplina de costos, y disminuye los

procesos administrativos para las cotizaciones.

Estas herramientas suelen tener un interfaz complejo, que requiere de conocimientos especializados para su uso. También pueden llegar a tener un alto precio para el uso de sus licencias. A continuación se presentarán algunas de las herramientas ya creadas.

2.4.1 ACOTRAM

País de origen: España.

Desarrolladores: Ministerio de Fomento, Gobierno de España.

Descripción: ACOTRAM es una aplicación informática de ayuda al cálculo de los costes de explotación de los vehículos de transporte de mercancías por carretera.

Además, a través del mismo se pueden consultar los costes directos de los diferentes tipos de vehículos estudiados en el Observatorio de Costes del Transporte de Mercancías por Carretera, integrado por el Comité Nacional del Transporte por Carretera, las principales asociaciones representativas de empresas cargadoras (AECOC, AEUTRANSMER y TRANSPRIME) y la Dirección General de Transporte Terrestre. Su interfaz puede ser observada en la figura 2.2.

Figura 2.2: Pantalla inicial ACOTRAM

Fuente:Ministerio de Fomento (2017)

2.4.2 TRUCK OPERATING COST CALCULATOR (TOCC)

País de origen: Australia.

Desarrolladores: Freight Metrics.

Descripción: la empresa comienza por preguntarle al usuario si realmente conoce sus costos. Se estiman los costos de operaciones diaria, costo por tonelada o costo por kilómetro en minutos. Solo se ingresan los datos los datos relacionados para observar los cambios dentro de los costos. Se puede calcular los costos por milla o por kilómetro, así como los costos del combustible y su rendimiento. Su interfaz puede ser observada en la figura 2.3.

Truck Operating Cost Calculator		
Country of operation	<input type="text" value="Australia"/>	Units: Kilometres, litres, metric tonnes
Step 1: Fuel		
Current Fuel Cost	\$ <input type="text" value="1.40"/> per Ltr	Australian Institute of Petroleum Fuel Charts
Less Fuel rebate (fuel credit)	\$ <input type="text" value="0.12003"/> per Ltr	National Diesel Average - Click Here
Fuel Cost including delivery & rebate	\$ <input type="text" value="1.27997"/> per Ltr	See ATO for Fuel Credit details- click here
Step 2: Vehicle Type		
Select Type of Truck & Trailer	<input type="text" value="Curtain Sider - Single"/>	
Net Average Daily Delivery	<input type="text" value="24"/> Tonne	
Step 3: Fuel Consumption		
Average Vehicle Fuel Burn Rate	<input type="text" value="2.10"/> Km / Ltr (Kilometres per Litre) = 47.62 ltrs per 100km	
Step 4: Distance and Working Days		
Distance Travelled per Day	<input type="text" value="750"/> Kilometres (Per working day)	
Days per week vehicle works	<input type="text" value="6"/> Days per week	
Weeks per year vehicle works	<input type="text" value="46"/> (account for driver holidays and service time)	
Vehicle Description / Number	<input type="text"/>	
Route Description	From	<input type="text"/>
	Destination	<input type="text"/>

Figura 2.3: Pantalla inicial TOCC

Fuente:Freight Metrics (2019)

2.4.3 MAPPIR TRAZA TU RUTA

País de origen: México.

Desarrolladores: Secretaría de Comunicaciones y Transporte.

Descripción: Calcula distancia y tiempo que tardas en llegar a tu destino, además costo de casetas y combustible. La herramienta ayuda a planear tu viaje por las distintas carreteras de México, calcula de manera aproximada cuánto tiempo tardarás en llegar a tu destino, gastos de casetas y gasolina, según el tipo de vehículo, entre otros servicios. Recomienda las rutas más rápidas y seguras; además de ofrecer información sobre los principales sitios de interés, como: gasolineras, áreas de descanso, talleres mecánicos, tiendas, restaurantes, servicios de grúa, playas certificadas, entre otros. Su interfaz puede ser observada en la figura 2.4.

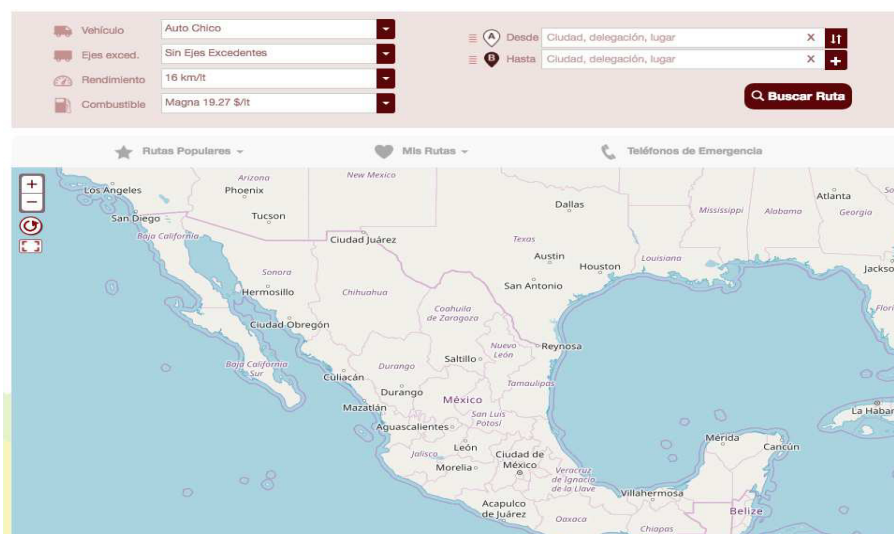


Figura 2.4: Pantalla inicial MAPPIR

Fuente:SCT (2019)

2.5 CONCLUSIÓN

Como fue brevemente explicado en este capítulo, la cadena de suministro está compuesta de diferentes áreas que trabajan en conjunto para satisfacer la misión de la empresa. Para poder cumplir con el objetivo de la empresa, todas las áreas incurren en diferentes costos que buscan cumplir con las necesidades del cliente, ya sea directa o indirectamente. Dentro de los costos logísticos, el transporte y la distribución de la mercancía pueden llegar a representar unos de los mayores porcentajes, casi el 40 % de las actividades operativas (Gundlach *et al.*, 2006).

Para tener una visión clara de los costos que surgen durante un viaje de auto-transporte, se han creado diferentes herramientas que involucran una gran cantidad de factores y desglosan la estructura de costos para su fácil análisis. La intención de esta tesis es crear una nueva herramienta que presente características innovadoras, tecnológicas, y que también cuente con una interfaz diferenciadora. Se busca implementar la automatización de datos con cambios constantes, como el precio del diésel,

distancia del recorrido, rendimiento. También se considerará utilizar la ubicación del origen y destino del viaje, para buscar los mejores precios del combustible.

Las plataformas mostradas en el capítulo sirven de ejemplo para mostrar una estructura ideal que contemple los factores operativos necesarios para realizar un servicio de transporte. Cabe a mencionar que estas herramientas no cuentan con todos los factores involucrados y su cálculo no está adaptado al escenario del país. También muestran cómo se lleva a cabo el registro y administración de la industria del autotransporte. La elaboración de la herramienta aplicara la mayoría de los costos involucrados en el autotransporte, tanto como los costos operativos, así como los fijos y variables. Como ya se mencionó anteriormente en este capítulo, existen algunos factores que tiene presencia dentro de la operación, tales como los neumáticos, el comportamiento del conductor, tiempo de ocio. No obstante, su análisis resulta complicado, ya que cuentan con un alto grado de variabilidad y su medición deriva diferentes resultados.

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA

Dentro de este capítulo, se describe el proceso a seguir para dar solución al problema descrito con anterioridad, esto con el fin de cumplir el objetivo de generar una herramienta cuantitativa que permita al usuario tener una visibilidad lo más completa posible de la estructura de costos, evitando que sus operaciones sufran pérdida al no tener conocimiento total de los recursos utilizados en su servicio.

La aplicación de esta metodología estará descrita a detalle en el capítulo 4, el cual lleva el nombre de implementación. La metodología se compondrá por tres etapas mostradas es la figura 3.1.

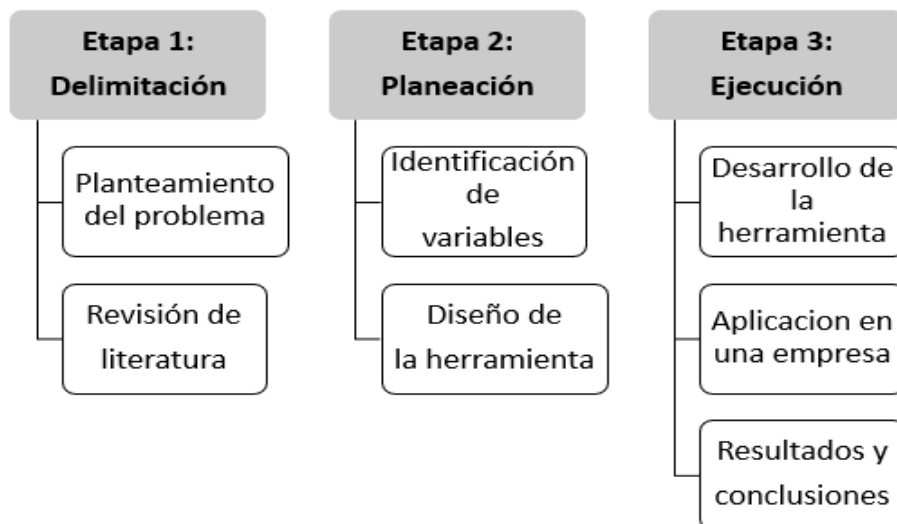


Figura 3.1: Esquema de la metodología

3.1 ETAPA DELIMITACIÓN

En esta etapa, se realizará el planteamiento del problema, con la finalidad de dejar en claro el objetivo del proyecto. De igual manera, se realiza una revisión de la literatura, que incluye un breve análisis de las herramientas actuales previamente descritas, para hacer una comparación del trabajo actual y presentar la etapa número dos.

3.1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente, las pequeñas y medianas empresas de la industria del autotransporte, aproximadamente el 70 % del país (SCT, 2018), inclusive empresas familiares, solo consideran los rubros de distancia, precio del combustible, rendimiento del vehículo, y en algunos casos mantenimiento general, salario del conductor y peajes para considerar los costos operativos de un viaje. Sin embargo, existen algunas variables, como los neumáticos, seguros del camión y chofer, las cuales presentan singularidades que hacen difícil su cálculo exacto, para ajustarlo a un viaje en particular, recurriendo a generalidades. Al tener conocimiento de las variables involucradas (etapa planeación) con su costo calculado visiblemente (etapa ejecución), se podrá asignar una ponderación exacta de la ganancia a recuperar los insumos realizados en un servicio.

3.1.2 REVISIÓN DE LITERATURA

Este proyecto presenta dos vertientes en su proceso de investigación. La primera, denominada vertiente teórica, se realiza con base a explorar artículos científicos relacionados con los costos del autotransporte, mediante una revisión sistemática de la literatura, usando la metodología sugerida por Beltrán y Óscar (2005), en busca

de las variables que se recomiendan considerar para generar la estructura de costos adecuada a la operación. Su planificación se muestra en la tabla 3.1. La segunda, denominada vertiente práctica, tomará lugar en el ámbito operativo de la industria, buscando modelos y estrategias que se emplean modernamente en las empresas.

Tabla 3.1: Pregunta de investigación

Definición de pregunta	¿Cuáles son las variables a considerar para calcular los costos operativos de un servicio de autotransporte, y como se calculan?
Criterios de inclusión y exclusión	1.- Estudios controlados y aleatorios 2.- Unidades de medición: datos específicos e historiales internos
Plan de búsqueda de la literatura	1.- Palabras clave: logística, autotransporte, costos operativos, estructura de costos, rendimiento, combustible 2.- Bases de datos: revistas científicas de transporte (Informa, Redalyc, Springer, SciELO, Google Scholar) 3.- Fichas técnicas: IMT, SCT 4.- Idiomas: español, inglés
Presentación de resultados	Se compilarán las variables que respondan la pregunta definida en tabla, para determinar la frecuencia de aparición y su fuente.

Para crear una visión más extensa del análisis a realizar en este proyecto, la segunda vertiente realizará una comparación de las herramientas previamente descritas en el capítulo de antecedentes. Así mismo, se complementará con una encuesta descrita en la etapa planeación. El motivo es ilustrar las características actuales que se presentan en la industria, así como los factores que consideran para proyectar la estructura de los costos operativos. Así mismo, enfatizar las variables diferenciales que la propuesta de la tesis contendrá.

3.2 ETAPA PLANEACIÓN

Dentro de esta etapa, se busca obtener los factores que serán utilizados para este proyecto. Las vertientes previamente mencionadas proporcionarán una amplia superficie para su selección. También se comenzará a experimentar con bosquejos

para generar la estructura de costos que presente una sencilla interfaz.

3.2.1 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Se tomarán en cuenta los resultados de la vertiente teórica, y la comparación de las herramientas para generar la base del conjunto de variables y su cálculo a utilizar en este proyecto. Para constatar la segunda vertiente, se realizará una encuesta en línea, descrita en la tabla 3.2 a través de la plataforma Formularios de Google dirigida a pymes de autotransporte para recaudar información actual de factores que se contemplan en la industria en México, basada en los hallazgos de la primera vertiente. Se aspira que las empresas a sondear provengan de todas las diferentes regiones socioeconómicas pactadas por INEGI, con la finalidad de encontrar alguna relación o diferencia entre las regiones del país y la manera de estipular sus costos. El contacto de estas empresas se realizará mediante la base de datos Trade Map-Market Analysis Tools, perteneciente al International Trade Centre.

Tabla 3.2: Estructura de la encuesta

Estructura propuesta para encuesta	Pregunta	Respuesta
Tamaño de empresa	Tamaño de flotilla	Opción única (tractores): 1-5, 6-10, 11-20, 20+, otra.
Región de operación	Regiones frecuentes	Opción múltiple: noroeste, pacífico, centro, golfo, peninsular, sur, otra.
Situación actual (estructura de costos)	¿Se cuenta con una herramienta o plataforma para generar su estructura de costos?	Opción única: si, no
Variables a considerar	¿Qué factores toma en cuenta para estimar los costos de operación, y de qué manera se consideran?	Opción múltiple: Sí-por viaje, Sí-mensual, Sí-anual, no (disponible para cada variable tomada de la vertiente teórica)

Se considerarán las variables con mayor frecuencia de aparición en el conjunto de las dos vertientes (teórica y práctica), además de aquellas que simbolicen un componente crítico para la industria del autotransporte.

3.2.2 DISEÑO DE LA HERRAMIENTA

La intención del diseño tiene como finalidad la integración de estos factores, y aterrizar la información en una hoja de cálculo, designada bajo el nombre prototipo 1, para determinar los costos y presentarlos bajo una estructura fácil de interpretar. La formulación del resultado dependerá de la información que el usuario ingrese en el espacio designado que se dispondrá para cada uno de los factores.

Se realizará un esquema donde cada variable tendrá un espacio habilitado para que el usuario ingrese los datos referentes a la misma. Las entradas que sean ingresadas a la hoja de cálculo, serán compiladas automáticamente dentro del prototipo 1, en una tabla llamada estimación de viaje, la cual representará la estructura de costos.

3.3 ETAPA EJECUCIÓN

En esta etapa, ya estarán estipuladas las variables a considerar en este proyecto, procedentes de la selección de variables (etapa planeación). Se busca crear un modelo con características visiblemente mejoradas de las herramientas actuales. Para comprobar que la plataforma sea aplicable en la industria, será implementada en una empresa de autotransporte. Por último, se hará un análisis de los resultados obtenidos de la metodología propuesta.

3.3.1 DESARROLLO DE LA HERRAMIENTA

La estructura que tendrá el prototipo 1 es mostrada en la figura 3.2. El costo total estará compuesto de la información que provea el usuario, dividida en rubros, los cuales permitirán observar la cantidad proporcional precisa generada por cada una de las variables utilizadas.

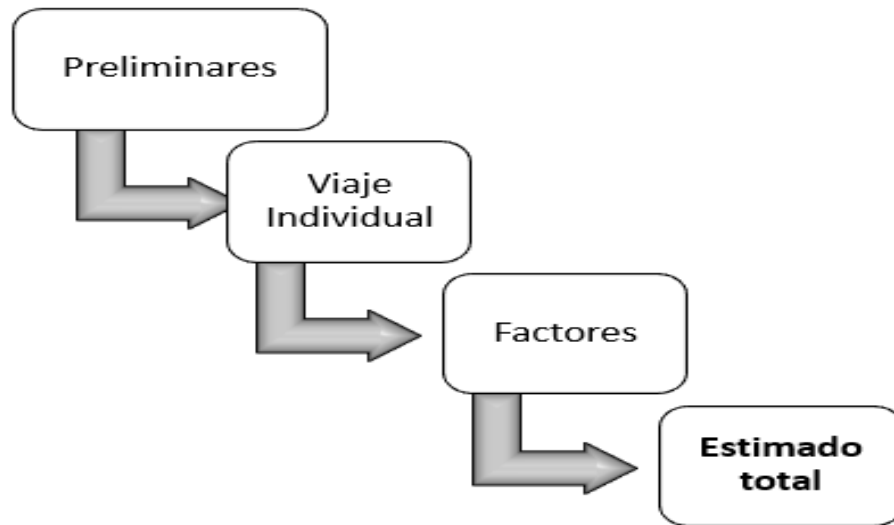


Figura 3.2: Secuencia del prototipo 1

Las variables que siempre son consideradas dentro de un servicio son: distancia y combustible. Para calcular la distancia de manera precisa se utilizará la aplicación Google Maps. El combustible será calculado mediante el apoyo de la plataforma Guía Pemex, la cual localiza todos los puntos posibles de carga de diésel, y su precio por litro. Adicional al cálculo de las variables seleccionadas en la etapa planeación, estará conformada la tabla estimado de viaje, representada en la tabla 3.3. Se pretende utilizar la mayor cantidad posible de plataformas electrónicas para generar el cálculo de las variables, para emplear datos actualizados, y evitar usar información antigua que cause discrepancias en los costos.

Tabla 3.3: Estimación de viaje

Estimación de viaje	Ida	Regreso	Redondo
Distancia	\$	\$	\$
Combustible	\$	\$	\$
Factor 3	\$	\$	\$
Factor 4	\$	\$	\$
Factor n	\$	\$	\$
Total	\$\$\$	\$\$\$	\$\$\$

3.3.2 APLICACIÓN EN UNA EMPRESA

En esta etapa se realizará una comprobación del modelo propuesto, tanto de su funcionalidad, como su factibilidad. Se realizarán pruebas técnicas en una empresa transportista. De igual manera, se estará revisando el proceso del desarrollo de la herramienta, para comprobar que su interfaz sea lo más sencilla, posible y con el mayor grado de especialización posible.

Se pretende hacer la verificación de la herramienta con la mayor cantidad de viajes posibles con el propósito de registrar datos de diferentes rutas, distancias, regiones del país, y otras variaciones que son adaptadas para cada servicio en particular.

3.3.3 RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Así como se realizarán pruebas con la herramienta propuesta, también se buscará adaptarla no solo para una empresa en particular, sino que también pueda ser utilizada por cualquier persona o compañía relacionada con la industria del auto-transporte. Se estarán haciendo los ajustes necesarios conforme el periodo de prueba vaya avanzando. Los resultados serán evaluados con viajes reales, buscando que los costos generados durante el viaje sean lo más próximo al dato arrojado por la herramienta.

CAPÍTULO 4

IMPLEMENTACIÓN

En este capítulo se presentarán los resultados producidos por el prototipo 1, que buscan cumplir con el objetivo de esta tesis, el cual es generar el cálculo de la mayor cantidad posible de factores relacionados con los costos del autotransporte, proyectando un desglose completo de los recursos utilizados durante un servicio. También se describirá el desarrollo de la metodología propuesta en el capítulo 3.

4.1 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Se realizó una comparación de las plataformas tecnológicas descritas en el capítulo de antecedentes, buscando encontrar similitudes y diferencias en los factores considerados en ellas, tratando de profundizar en la vertiente práctica de la revisión de la literatura. Se encontró que la mayoría de herramientas cuentan con un nivel bajo de automatización y pocas variables para manipular por el usuario. Así mismo se detectó que las herramientas no cuentan algún instructivo o manual referente a la información que será ingresada, lo que puede resultar en una desinformación.

El análisis nos indica que casi todas las variables mencionadas anteriormente pueden ser tomadas en cuenta para calcular estimados de los viajes. En la tabla 4.1 se muestran los resultados de la revisión sistemática de literatura, que contiene el

resultado del análisis de ambas vertientes (práctica y teórica) descritas en el capítulo de metodología. En la primera columna se encuentra el nombre de las variables que fueron identificadas durante el proceso. En la segunda columna se muestran las referencias bibliográficas que hacen mención de los factores, cumpliendo con la vertiente teórica de la revisión de literatura. Los resultados de la vertiente practica se dividen en dos partes. La primera parte y tercera columna contiene las variables consideradas por las herramientas descritas en el capítulo de antecedentes y la segunda parte y cuarta columna se muestran los resultados de la encuesta, la cual fue respondida por 20 empresas.

Tabla 4.1: Resultados de la revisión de literatura

VARIABLES	Vertiente teórica	Vertiente práctica (herramientas)	Vertiente práctica (encuestas)
Distancia	Alcatran et al (2015), Alvear, S., & Rodríguez, P. (2006), Ballou, R. H. (2004), De Borger, B. y Mulalic, I. (2012)	Acotram (2017), Freight Metrics (2017), Mappir (2018)	20
Rendimiento	Alcatran et al (2015), Alvear, S., y Rodríguez, P. (2006), Ballou, R. H. (2004), De Borger, B., & Mulalic, I. (2012)	Acotram (2017), Mappir (2018)	20
Combustible	Alcatran et al (2015), Alvear, S., & Rodríguez, P. (2006), Ballou, R. H. (2004), De Borger, B., & Mulalic, I. (2012)	Acotram (2017), Freight Metrics (2017), Mappir (2018)	20
Peaje	Alvear, S., & Rodríguez, P. (2006), De Borger, B., & Mulalic, I. (2012), Jimenez Sanchez, J., & Jimenez Castillo, J. (2016)	Acotram (2017), Mappir (2018)	17
Sueldo chofer	Alvear, S., & Rodríguez, P. (2006), Berrones Sanz, L. (2017), Jimenez Sanchez, J., & Jimenez Castillo, J. (2016)	Acotram (2017), Freight Metrics (2017)	16
Refacciones	De Borger, B., & Mulalic, I. (2012)		6
Depreciación	(Alvear, S., & Rodríguez, P. (2006)	Freight Metrics (2017)	3
Multas		Freight Metrics (2017)	4
Estilo de manejo	Chaichan, M. T., & Faris, S. S. (2015), Enrique, R., & Escudero, S. (2017)		5
Tiempo de ocio	Chaichan, M. T., & Faris, S. S. (2015), Enrique, R., & Escudero, S. (2017)		1
Topografía	Chaichan, M. T., & Faris, S. S. (2015), Enrique, R., & Escudero, S. (2017)		1
Víaticos	Berrones Sanz, L. (2017)	Freight Metrics (2017)	5
Mantenimiento	Alcatran et al (2015), De Borger, B., & Mulalic, I. (2012), Jimenez Sanchez, J., & Jimenez Castillo, J. (2016)	Acotram (2017)	17
Seguro chofer	Berrones Sanz, L. (2017)	Acotram (2017), Freight Metrics (2017)	16
Impuestos	Ballou, R. H. (2004), De Borger, B., & Mulalic, I. (2012)	Acotram (2017), Freight Metrics (2017)	4
Seguro camión	Alvear, S., & Rodríguez, P. (2006), Jimenez Sanchez, J., & Jimenez Castillo, J. (2016)	Acotram (2017), Freight Metrics (2017)	15
Seguro carga	Alvear, S., & Rodríguez, P. (2006), De Borger, B., & Mulalic, I. (2012)	Acotram (2017), Freight Metrics (2017)	13
Peso de la carga	Alcatran et al (2015), Alvear, S., & Rodríguez, P. (2006), De Borger, B., & Mulalic, I. (2012), Enrique, R., & Escudero, S. (2017)	Acotram (2017), Freight Metrics (2017), Mappir (2018)	8
Neumáticos	Alvear, S., & Rodríguez, P. (2006), Enrique, R., & Escudero, S. (2017), Jimenez Sanchez, J., & Jimenez Castillo, J. (2016)	Acotram (2017), Freight Metrics (2017)	14

La razón de la selección de estas plataformas (Acotram, Mappir, Tocc), es para mostrar las herramientas gratuitas que se encuentran disponibles al alcance de cualquier transportista. De igual manera, comparar la situación del país, ante economías líderes de la industria, y su manera de establecer estructuras de costos operativos.

Ya realizado el desarrollo de las dos vertientes y habiendo obtenido la informa-

ción necesaria que nos indicó qué variables se deben de considerar, se procederá a comenzar el proceso de implementación de metodología y comprobación del proyecto.

Se encontró un total de 19 factores que intervienen en un servicio de autotransporte. Se utilizarán aquellos que tengan alguna manera de incorporarse a nuestra herramienta y también los que se adapten a la información brindada por parte de la empresa. Los factores que no sean ingresados en el prototipo 1 por falta de datos, serán mencionados en el capítulo de conclusiones, específicamente en la sección de trabajo a futuro. Los factores que serán considerados en este proyecto son: distancia, rendimiento, combustible, peaje, sueldo del chofer, depreciación, viáticos, mantenimiento, seguro del chofer, seguro de la carga, neumáticos.

4.2 RESULTADOS DEL PERIODO DE PRUEBA

La empresa de autotransporte donde se llevará a cabo el uso de la herramienta se encuentra ubicada en el municipio de Apodaca, zona norte del área metropolitana de Monterrey, Nuevo León. Cuenta con una flota de 4 tractores y 7 plataformas de 48 pies (*flatbeds*). La empresa reportó una demanda mensual de 20 a 25 viajes en el 2017. Para el 2018, se realizaron 30 viajes mensuales en promedio. Dentro de las zonas de tránsito donde realizan sus servicios, destacan el noreste, centro y bajío del país. El tipo de carga que transporta la empresa es general. Solamente no lleva a cabo servicios relacionados con materiales peligrosos (explosivos), químicos que requieran cajas especializadas (corrosivos, venenosos), y refrigerados.

Para comenzar el proceso de implementación de la herramienta, primero se revisaron los factores que se utilizan en la empresa para determinar los costos operativos. En la 4.2 se muestran las variables que serán utilizadas en este proyecto, comparadas con las actuales de la empresa.

Tabla 4.2: Factores actuales de la empresa y considerados en prototipo 1

<i>Variables</i>	<i>Empresa</i>	<i>Prototipo 1</i>
Distancia	x	x
Rendimiento	x	x
Combustible	x	x
Peaje		x
Sueldo del chofer	x	x
Refacciones		
Depreciación		x
Multas		
Estilo de manejo		
Tiempo de ocio		
Topografía		
Viáticos		x
Mantenimiento		x
Seguro del chofer	x	x
Impuestos		
Seguro del camión		x
Seguro de la carga		
Peso de la carga		
Neumáticos	x	x

La empresa contempla las zonas donde realiza los servicios y toma un aproximado de distancia entre las ciudades. No emplea la cantidad exacta de kilómetros con anticipación, sino que los revisa cuando termina el viaje. Los vehículos utilizan diésel, el cual se carga en la estación más cercana a la empresa. No se contempla inicialmente el rendimiento de los camiones, de lo contrario, se evalúa hasta que termina el viaje. El sueldo de los choferes funciona de manera híbrida, teniendo una cantidad diaria garantizada, y solo recibe el sueldo del viaje si la distancia combinado con la

tarifa por kilómetro, rebasa esa cantidad. Todo esto con la finalidad de proteger al chofer ante baja demanda. Los neumáticos se reemplazan cada que se necesita, sin tomarlos en cuenta en los gastos operativos. Se tiene una cantidad fija para viáticos. El mantenimiento (aceite y lubricantes, filtros) se consideran dentro de los costos por viaje. El peaje se considera de acuerdo con el destino del viaje, buscando utilizar la menor cantidad posible de carreteras de cuota. el seguro del chofer está ajustado a su sueldo. El seguro del camión se toma en cuenta anualmente. El seguro de la carga normalmente corre por cuenta del cliente. Cada viaje tiene sus breves ajustes y adecuaciones.

Para el periodo de prueba, se utilizó un solo vehículo y un solo chofer, para unificar los datos en cuestión de kilómetros recorridos. La marca del vehículo es *Freightliner Columbia* 2014 con motor *Detroit* de 960 litros.

4.2.1 IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO 1

En esta sección se describe cómo está compuesto el cálculo de cada variable utilizada en el periodo de prueba. La propuesta de este proyecto es que el usuario de la herramienta cuantitativa, es decir el transportista, pueda obtener un costo por kilómetro proporcional a todos los factores ingresados en el prototipo 1, y así la empresa pueda cobrar sobre la distancia recorrida. Para que este dato de costo por kilómetro pueda ser generado para cada viaje en particular, se plantea que cada variable sea dividida respecto al costo de su ocupación o tiempo de vida, para multiplicarlo por la distancia del servicio y que la suma de los factores represente el costo total.

También se considera justo el separar las variables por viaje individual, ya que no es racional el cobrar la misma cantidad correspondiente de un viaje a un servicio de Monterrey-Salttillo que a uno de Tijuana-Mérida, por la diferencia de distancia. No significa que esta determinación de costos sea la única forma de hacer los cálculos,

por lo tanto, cualquier otro enfoque es posible de implementar.

Retomando la estructura de la figura 3.2, se muestra en la tabla 4.3 la distribución de los factores en la secuencia que estará generando el costo total. Primero se determinan las variables preliminares, debido a que se mantienen relativamente fijas durante toda la operación. Después se ingresan las variables que se ajustan para cada viaje por separado, con el fin de controlar la información de los servicios independientemente. Por último, el costo de cada variable es calculando por la herramienta, proyectándolo en la tabla estimación de viaje. En la figura 4.1 se puede observar el interfaz del prototipo 1, hoja de cálculo que ha sido adaptada para ser modificada por cualquier usuario.

Tabla 4.3: Secuencia del Prototipo 1

Preliminares	Viaje individual	Factores
Mantenimiento	Distancia	Combustible
Seguros (chofer y vehículo)	Peaje	Peaje
Neumáticos	Combustible	Sueldo chofer
Depreciación	Salario del chofer	Neumáticos
Rendimiento	Llantas por viaje	Víaticos
	Seguro de carga	Depreciación
	Caja llena o vacía	Mantenimiento
		Seguro chofer
		Seguro camión
		Seguro carga

Preliminares		Entrada	Viaje Individual		Entrada	Factores		Estimación de viaje
Mantenimiento						Combustible	\$	6,205.68
costo del servicio		\$4,000.00	número de kilometros		702	Peaje	\$	1,625.00
realizado cada (n) kilometros		30,000				Sueldo chofer	\$	807.30
						Neumáticos	\$	148.12
Seguros						Viaticos	\$	150.00
costo por vehículo (anual)		\$70,000				Depreciación	\$	2,743.18
cantidad de kilometros recorridos por vehículo (anual)		62270				Mantenimiento	\$	93.60
costo por chofer (anual)		\$ 5,400.00				Seguro chofer	\$	47.01
cantidad de kilometros recorridos por chofer (anual)		80646				Seguro camión	\$	789.14
						Seguro carga		0
Neumáticos						Total	\$	12,609.04
costo individual Dirección		\$7,000.00						
duracion en kilometros		400,000						
costo individual traccion		\$5,000.00						
duracion en kilometros		400,000						
costo individual arrastre		\$3,800.00						
duracion en kilometros		400,000						
Depreciación								
costo del vehículo		\$1,000,000						
vida util (años)		5						
Rendimiento km/L								
carga completa		2.5						
carga vacía		2.94						

Figura 4.1: Prototipo 1

Los cálculos de cada variable se presentan a continuación:

- (a) **Ruta:** se utilizará la aplicación *Google Maps*, para determinar con exactitud la distancia a recorrer desde el origen hasta el destino. También brinda la opción de implementar un servicio GPS durante todo el recorrido.
- (b) **Peaje:** se realizará el cálculo utilizando la plataforma *Mappir*, determinando la cantidad exacta de casetas, dependiendo el recorrido del viaje. Este factor es opcional, ya que algunas empresas no requieren que la ruta sea realizada por tramos de cuota, en especial durante servicios locales.
- (c) **Rendimiento:** se usan dos datos. El primero es generado con la carga completa y el segundo es utilizado con la caja vacía o con el tractor solo. Se toman los datos que la empresa tiene con un historial promediado de tres años, considerando una variación de 1.2% por tonelada (Posada Henao *et al.*, 2012) al rendimiento del vehículo. Para obtener el dato, se toma la distancia de kilómetros recorrida y se divide por la cantidad de litros necesarios para el recorrido, generando el dato por kilómetro.

- (d) **Combustible:** la aplicación *Guía Pemex* será utilizada para ubicar los puntos para cargar combustible. Nos provee con el precio exacto actualizado del diésel, dependiendo de la zona en donde se vaya a cargar combustible
- (e) **Peso de la carga:** se revisa la Norma Oficial Mexicana sobre el peso y dimensiones máximas para el autotransporte federal (NOM-012-SCT-2-2017), versión actual y que entro en vigor en febrero de 2018 (SCT, 2017a).
- (f) **Depreciación:** el costo de vehículo está determinado en \$1,000,000 con 5 años de vida útil. El monto del vehículo se divide por su vida útil, para después dividirlo por los kilómetros que recorre anualmente. Los parámetros de estimación de vida útil pueden ser revisados en el Consejo Nacional de Amortización Contable (CONAC, 2011).
- (g) **Sueldo de chofer:** se considerará el sueldo establecido por la empresa: \$1.15 pesos por kilómetro recorrido. Se considera la zona económica en donde se lleva a cabo el pago del servicio, ya que los salarios mínimos difieren en las zonas (\$176.72 en la zona A y \$123.48 en la zona B) para el chofer de camión de carga en general para el 2019 (CONASAMI, 2019).
- (h) **Neumáticos:** se considera el dato que la empresa tiene para el cálculo del gasto anual para los neumáticos. Se necesita el precio y la duración de los tres diferentes tipos de neumáticos para dividirlos y obtener un dato por kilómetro para cada tipo por separado. Los neumáticos de dirección cuentan con una duración de 400,000 kilómetros y un precio unitario de \$7,000, los de tracción 400,000 kilómetros con un precio unitario de \$5,00, los de arrastre una duración de 400,000 kilómetros con un precio unitario de \$3,800. Para cada viaje en particular, se utiliza el dato de cuantos neumáticos de dirección, tracción y arrastre serán usados.
- (i) **Viáticos:** la empresa tiene un bono basado en las horas de cada viaje, \$150 pesos por día.

- (j) **Mantenimiento (aceites, lubricantes, filtros):** el costo del servicio es de \$4,000 pesos y se realiza cada 30,000 kilómetros de manera preventiva. Se divide el costo por el número de kilómetros para obtener el dato por kilómetro. Cada vehículo tiene necesidades de mantenimiento diferentes. Se tiene un promedio anual basado en un historial de 4 años.
- (k) **Seguro del chofer:** el costo del seguro del chofer es de \$5,400 anuales. Para esta prueba, se toma el dato de los kilómetros recorridos por el chofer, los cuales fueron 80,646 en el 2018. Se divide el costo del seguro entre los kilómetros recorridos para obtener un estimado por kilómetro.
- (l) **Seguro del camión:** el costo del seguro del chofer es de \$70,000 anuales. Para esta prueba, se toma el dato de los kilómetros recorridos por el camión, los cuales fueron 62,270 en el 2018. Se divide el costo del seguro entre los kilómetros recorridos para obtener un estimado por kilómetro. Se tomará el dato que la empresa tiene del seguro del vehículo. La SCT menciona en un acuerdo que los permisionarios del servicio público federal de autotransporte de carga deberán contratar el seguro de responsabilidad civil (SCT, 2017b).
- (m) **Seguro de la carga:** existen diferentes coberturas para asegurar la carga. Debido a que la mercancía puede llegar a alcanzar altos valores monetarios, se opta por contar con un seguro contra daños físicos o pérdidas de los bienes (Moral, 2014). En caso de que el usuario sea responsable por la carga se agrega la cantidad total en la sección de viaje individual en el prototipo 1 y la herramienta lo divide por la distancia recorrida automáticamente.

El primer viaje que se analizó usando el prototipo 1 fue el Monterrey-Querétaro. El costo total que se generó fue de \$12,604, con un precio por kilómetro de \$17.96. La distancia exacta fue de 702 kilómetros, con \$1625 de peaje y tomando el precio del diésel a \$22.10 el litro. El desglose completo del viaje puede ser observado en la tabla 4.4, la cual representa el estimado de viaje mencionado la etapa de planeación

del capítulo de metodología. Cabe a mencionar que este viaje solo está clasificado como sencillo y no como redondo (ida y vuelta).

Tabla 4.4: Estimación de viaje: Monterrey-Querétaro

Factores	Estimación de viaje
Combustible	\$ 6,205.68
Peaje	\$ 1,625.00
Sueldo chofer	\$ 807.30
Neumáticos	\$ 148.12
Víaticos	\$ 150.00
Depreciación	\$ 2,743.18
Mantenimiento	\$ 93.60
Seguro chofer	\$ 47.01
Seguro camión	\$ 789.14
Seguro carga	\$ 0.00
Total	\$ 12,609.04

Tomando en cuenta la forma general en que se estima el costo total de un viaje, no se contemplan los diferentes factores y su tiempo de vida, causando una ausencia de cantidades destinadas a reponer los recursos utilizados por el viaje. Esto significa que la empresa solo cuenta con \$9750, considerando el porcentaje de utilidad impuesto por la empresa (30 %) para cubrir \$12,604, costo total proyectado por la herramienta. El análisis está diseñado para controlar los costos operativos de la empresa, y extraer la cantidad proporcional de la utilidad de cada viaje para asignarla a la sustitución de los factores.

La implementación previamente descrita fue realizada con 10 viajes más, cuyas rutas han sido hechas por la empresa con anterioridad. En la tabla 4.5 se muestran los diferentes destinos analizados y su distancia, junto con las tarifas actuales ofrecidas por los servicios y su costo por kilómetro. También se observa el costo total determinado por el prototipo 1, así como su costo por kilómetro. En la última columna

se muestra el porcentaje de ganancia que estaría generando la empresa considerando el costo por kilometro de la tarifa y el estimado por la herramienta.

Tabla 4.5: Viajes del periodo de prueba

Viaje	Distancia (kms)	Tarifa empresa	Costo por km	Prototipo 1	Costo por km	Utilidad
Celaya-CDMX	255	\$9,000	\$35.29	\$5,122.44	\$20.09	43.08 %
S.L.P.-Altamira	433	\$13,000	\$30.02	\$7,543.53	\$17.42	41.98 %
Altamira-Monterrey	563	\$11,000	\$19.54	\$8,863	\$15.74	19.44 %
Querétaro-Monterrey	672	\$16,000	\$23.81	\$12,087.37	\$17.99	24.44 %
Monterrey-Querétaro	702	\$15,000	\$21.37	\$12,604.04	\$17.96	15.95 %
Fresnillo-Cuernavaca	771	\$18,000	\$23.35	\$14,461.92	\$18.76	19.64 %
CDMX-Monterrey	904	\$17,000	\$18.81	\$15,381.82	\$17.01	9.55 %
Monterrey-Veracruz	1066	\$20,000	\$18.76	\$17,550.68	\$16.46	12.27 %
Ciudad Juárez-Pachuca	1797	\$35,000	\$19.48	\$32,200.28	\$17.92	7.99 %
Piedras Negras-Tuxtla Gutiérrez	2111	\$40,000	\$18.95	\$37,009.28	\$17.53	7.49 %
Hermosillo-Mérida	3810	\$80,000	\$21.00	\$69,460.54	\$18.23	13.18 %

En la columna denominada utilidad en la tabla 4.5 se aprecia que mientras mayor sea la distancia, el porcentaje va disminuyendo. La empresa ha estado operando por debajo de su ganancia establecida, inclusive muy cerca de tan solo cubrir sus costos, como en el viaje de Piedras Negras-Tuxtla Gutiérrez.

Dentro del estudio de los costos logísticos, existe una premisa que manifiesta un menor costo operativo mientras mayor sea la producción (Ballou, 2004). Para la industria del autotransporte en particular, los costos fijos serán menores mientras mayor sea la distancia del servicio. Sin embargo, se puede observar en los viajes de S.L.P.-Altamira y Hermosillo-Mérida que a pesar de que el primero tiene una distancia menor, cuenta con un costo por kilometro menor, debido mayormente al peaje, así como al precio del combustible y la zona donde se adquirió. Esto nos muestra la importancia de analizar detalladamente cada servicio por separado, evitando incurrir en generalidades que resulten en una errónea generación de información.

4.2.2 COMPARACIÓN DE HERRAMIENTAS

Toda la información que fue utilizada en el prototipo 1 también fue ingresada en las herramientas descritas en las siguientes subsecciones, con motivo de comparar los estimados. Los datos brindados por la empresa acerca de los costos y los viajes realizados fueron adaptados para cumplir con los requerimientos que presenta cada herramienta. Los resultados se presentarán en las siguientes subsecciones.

4.2.2.1 ACOTRAM

La plataforma *Acotram* funciona como un control general de costos operativos y administrativos. Comienza por el ingreso de kilómetros anuales. Permite la adaptación de los siguientes factores: rendimiento, precio del combustible, peaje, sueldo del chofer, mantenimiento, seguro del chofer, impuestos, peso de la carga, neumáticos. La información técnica de la prueba se muestra en la primera sección del apéndice.

Con el dato de 62,270 kilómetros recorridos anuales, se pronosticó un costo anual por el vehículo de \$38039.91 euros, \$798,838.11 pesos mexicanos, con un tipo de cambio de \$21 pesos por un 1 euro. La estimación se encuentra por debajo de los niveles nacionales, ya que el dato es un promedio anual, y no toma en cuenta las diferentes distancias y especificaciones de cada viaje en particular.

Debido a que esta herramienta funciona de manera anual, con un enfoque de contabilidad, no es posible observar la operación por cada viaje. La generalización de costos operativos es lo que busca evitar esta investigación.

4.2.2.2 TRUCK OPERATION COST CALCULATOR (TOCC)

La herramienta *Trucking Operation Costs Calculator* solo permite ingresar el dato del precio del combustible, tipo de tráiler con su tonelaje y el recorrido diario

de kilómetros. Tiene precargado los factores de rendimiento del vehículo, costos gubernamentales de Australia, los costos fijos del seguro reglamentario, las llantas, y el mantenimiento. La información técnica de la prueba se muestra en la segunda sección del apéndice.

Con el dato de 800 kilómetros diarios, obtenido de la empresa en la cual se está realizando el periodo de prueba, se proyectó un costo de operación diario de \$1,827 dólares australianos, convertido a \$32,886 pesos mexicanos, con un tipo de cambio de \$18 pesos por 1 dólar australiano. El precio diario se encuentra muy inflado debido a que la herramienta cuenta con datos automáticos de la industria del autotransporte, que presenta una gran cantidad de regulaciones y factores obligatorios.

La estimación que genera es un promedio diario, que no permite apreciar claramente las especificaciones que se presentan en cada viaje por separado, ya que difieren en ciertos factores, los cuales tienen que ser ajustados de manera individual.

4.2.2.3 MAPPPIR TRAZA TU RUTA

La plataforma *Mappir* solo permite ingresar los datos de casetas, combustible, rendimiento del vehículo, precio del diésel. No obstante, a diferencia de las otras herramientas *Mappir* cumple con la función de analizar cada viaje por separado, por lo que se realizó el análisis de las mismas rutas mostradas en la tabla 4.5 . La prueba se realizó con un vehículo de 5 ejes, para estimar los costos de peaje. Cabe mencionar que el pago de casetas no es obligatorio para el autotransporte, ya que existen rutas donde se puede circular por tramos federales libres de cargo.

El precio estimado que la plataforma arroja se encuentra un 40% por debajo de los estimados realizados por el prototipo 1. Sin embargo, no consideran los costos de neumáticos, depreciación, seguro del vehículo y chofer, viáticos. Los resultados se pueden observar en la tabla 4.6.

Tabla 4.6: Viajes en Mappir

Viajes	Mappir
Monterrey-Querétaro	\$7,485.68
Querétaro-Monterrey	\$7,574.08
CDMX-Monterrey	\$9,271.36
Celaya-CDMX	\$3,291.20
Altamira-Monterrey	\$5,000.92
S.L.P.-Altamira	\$4,538.72
Hermosillo-Mérida	\$44,184.24
Monterrey-Veracruz	\$10,372.44
Fresnillo-Cuernavaca	\$9,228.64
Ciudad Juárez-Pachuca	\$9,299.88
Piedras Negras-Tuxla Gutiérrez	\$23,100.08

A pesar de que esta plataforma arroja unos costos menores que el prototipo 1, no se busca usar la plataforma mas económica, sino la mas completa. La empresa se encuentra en una posición vulnerable ante sus competidores locales, ya que participa en el mercado sin una estrategia respaldada por un análisis de costos operativos. El motivo que los estimados sean lo mas completo posible es para lograr cubrir todos los recursos utilizados durante el viaje y tener la información necesaria para poder reemplazar los factores empleados de manera efectiva.

4.2.3 CONCLUSIÓN

En este capítulo se describió como fue realizada la revisión sistémica de literatura que tenía la finalidad de encontrar las variables que componen un servicio de autotransporte, así como la manera de calcularse. También se explicó a detalle

como fueron implementadas estas variables mediante la herramienta cuantitativa, usando información proporcionada por la empresa donde fue realizado el periodo de prueba. Por último, se mostró la funcionalidad de las plataformas relacionadas con la estructuración de costos del autotransporte y su comparación con el prototipo 1.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES

Dentro de este capítulo se describen las conclusiones que hacen referencia de los resultados obtenidos en este proyecto, mencionado las presuntas mejoras para la empresa del periodo de prueba. Posteriormente, se describirán las aportaciones en la logística, especialmente en el área de distribución. Además, se mencionará el posible trabajo a futuro, listando las variables que no fueron contempladas en el cálculo de los estimados y de qué manera pudieran ingresarse en el prototipo 1.

5.1 CONCLUSIÓN

En este trabajo de investigación se propuso la creación de una herramienta cuantitativa que proporcione una estructura de costos operativos para la industria del autotransporte, considerando de la manera mas exhaustiva posible los factores involucrados en un servicio.

Además de los aspectos técnicos en los cálculos las variables inmersas en la herramienta, se revisaron las cuestiones regulatorias (NOM) referentes al funcionamiento del autotransporte, tales como límites de peso y dimensiones, horario de trabajo para el conductor, seguros. También se revisaron las cuestiones fiscales en los factores de sueldo del conductor, viáticos, y depreciación del vehículo, así que

todo el proyecto se encuentra apegado a las leyes actuales y a la correcta operación de la industria del autotransporte.

El porcentaje de ganancia generado con el prototipo 1 es un estimado operativo fiel. No se tomaron en cuenta otros aspectos de la función de una empresa de autotransporte, tales como los gastos administrativos, impuestos, multas, refacciones y reparaciones imprevistas, ya que el enfoque de este proyecto es operativo. Se decidió acometer el aspecto de la industria que cuenta con una relación directa con cliente, para poder crear un cimiento correcto en el cual se sostenga firmemente la ejecución de una empresa transportista.

Existen diferentes áreas donde el transporte de mercancía crea un impacto en la cadena de suministro. El abastecimiento, la producción y la distribución física de productos son aspectos que pueden generar valor agregado a la operación si están administradas de manera correcta y son complementadas con flujos de información fidedignos. Al tener identificados la mayoría de los costos operativos en una empresa de autotransporte, se puede comenzar a implementar estrategias de largo plazo para no solo utilizar el tiempo y los recursos en cuestiones operativas y de funcionamiento de la organización.

5.2 CONTRIBUCIONES A LA LOGÍSTICA

La aportación elemental de esta investigación es ofrecer una estructura de costos operativos para la industria del autotransporte que permita concebir un desglose completo de los recursos utilizados durante un servicio de transporte de mercancía. La herramienta cuantitativa creada en este proyecto avala un estimado fiable que proporcione al usuario con la oportunidad de conocer a detalle el costo total de los viajes y facilite la visualización de los factores visibles e intangibles.

El prototipo 1 es un instrumento que analiza cada servicio de autotransporte individualmente, asunto no presente en las plataformas electrónicas destinadas a

la industria de transporte de carga. El análisis de cada viaje por individual y la propuesta del dato de un costo por kilometro basado en la distancia del servicio permite una rápida respuesta al cliente ante una cotización, por medio de una tarifa que garantice no operar bajo perdidas.

Otro aporte de esta investigación es la distinción de las siguientes variables: neumáticos, depreciación y mantenimiento. Estos factores presentan la peculiaridad de no ser apreciados fácilmente por transportistas inexpertos. Se conoce que con el paso del tiempo habrá que reemplazar los bienes usados para brindar el servicio. No obstante, el conocer exactamente cuándo se tiene que realizar ese cambio, junto con la cantidad necesaria para hacerlo, le otorga al usuario la conveniencia de mantener los porcentajes de utilidad deseados.

El uso de diferentes plataformas electrónicas para generar los estimados concede una amena transición al uso de herramientas informáticas y colección de datos para aquellas empresas que sostienen métodos anticuados ajenos a la tecnología, concentrados en el corto plazo. Un enfoque estratégico en la cadena de suministro solo es posible mediante decisiones respaldadas por información concreta que avale los resultados de un proyecto a largo plazo, en el caso de esta industria, la compra de un nuevo camión.

5.3 TRABAJO A FUTURO

Ciertas variables no están inmersas en el estimado de los costos operativos de la industria del autotransporte. Topografía, tiempo de ocio y comportamiento del conductor son factores que contienen una inmensa variabilidad que las proscriben del cálculo. En el capítulo de antecedentes se describió la complejidad de estas, y los análisis que se han desarrollado con el objetivo de generar un dato medible. Dichas variables afectan directamente al rendimiento del vehículo, y este proyecto presenta como reto recolectar información acerca de los viajes que puedan generar un índice

compatible con la conjetura del prototipo 1. Los datos necesitan ser separados por rutas, conductor y vehículo para acumular la mayor cantidad de información hasta que presente un rango estadísticamente relevante.

Otro reto que esta investigación presenta es introducir la información acerca de los gastos imprevistos, impuestos, multas y costos administrativos de la empresa en la herramienta con la intención de crear un sistema más completo que apoye al transportista promedio. Bajo un enfoque estratégico, se planea ingresar todos los aspectos que rodean el funcionamiento de una línea de transporte para ir creando un sistema de gestión de transporte basado en tecnología informática.

APÉNDICE A

INFORMACIÓN TÉCNICA DE LAS HERRAMIENTAS

Dentro de esta sección, se muestran las interfases de las plataformas descritas en el capítulo de antecedentes, las cuales fueron utilizadas para comparar los resultados de los estimados generados por el Prototipo 1. En la implementación de la herramienta cuantitativa creada en esta investigación, se usaron los mismos datos en ellas para verificar los costos que pueden ser calculados.

A.1 ACOTRAM

Características de explotación del vehículo

Descripción

Kilómetros recorridos:

		kilómetros
Kilómetros recorridos anualmente		<input type="text" value="62,270"/>
Kilómetros recorridos anualmente en carga	<input type="text" value="100"/> %	<input type="text" value="62,270"/>
Kilómetros recorridos anualmente en vacío	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Figura A.1: Características

Neumáticos

	Nº	Precio sin IVA de un neumático (Euros / unidad)	Duración media (km)
Direccionales	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="333.33"/>	<input type="text" value="300,000"/>
Motrices	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="238.00"/>	<input type="text" value="300,000"/>
Arrastre	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Semirremolque o remolque	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="180.44"/>	<input type="text" value="300,000"/>

Figura A.2: Neumáticos

Step 5: Finance (per vehicle)			
Capital Cost - Vehicle (Truck)	\$	276,210	
Government charges for vehicle	\$	8,286	Based on a rate of 3%
Capital Cost - Trailer(s)	\$	81,406	
Government charges for trailer(s)	\$	2,442	Based on a rate of 3%
Miscellaneous costs	\$	15,000	
Less Deposit	\$	0	
Principle (Loan - Amount Financed)		\$383,344	
Balloon	%	25%	Residual \$95,836
Interest Rate	%	9.50%	Paid monthly in arrears
Loan Period		5.0	Years
Loan repayments are calculated based on constant payments and a constant interest rate (averaged).			
Balloon is the residual lump sum payment payable at the end of the loan (if selected to be used).			
Annual Depreciation	\$	<input type="text"/>	
Depreciation rates and limits are set by the Tax Office. Speak with your financial advisor for what rate to use.			

Figura A.5: Paso 5

Step 6: Fixed Costs (per vehicle)			
Costs in Step 6 relate only to the costs for a single vehicle			
Insurance (Truck & Trailer)	\$	13,042	per year
Registration (Truck & Trailer)	\$	6,555	per year
Accounting / Consultancy	\$	500	per year
Depot / Rent for vehicle	\$	12,500	per year
Depot Rates / Insurance	\$	1,500	per year
Driver Wage (click here to check)	\$	278	per day
Health /Workers Insurance		4.70%	(of wage on top of wage)
Social Security		9.00%	(of wage on top of wage)
<small>(Note: The Results Calculation assumes 52 weeks of driver employment for the wages costs).</small>			
Step 7: Service / Maintenance			
Vehicle Service Cost (Type A)	\$	930	per service interval every 18,000 Km
Maintenance Cost (Type B)	\$	1,670	per maintenance interval 20,000 Km
<small>(Maintenance includes costs for Brakes / Differential rebuild / Injectors / Alternator / Engine rebuild / Batteries etc.)</small>			
Step 8: Tyre Wear			
Steer Tyre Cost	\$	774	per tyre
Steer Tyre Quantity		2	per tyre
Steer Tyre Life		100,000	Km
Drive and Trailer Tyre Cost	\$	700	per tyre
Drive and Trailer Quantity		20	per tyre
Drive and Trailer Tyre Life		160,000	Km
Step 9: Fuel Levy Calculation (only if a base fuel rate is used in contract agreement)			
Base Rate Fuel Price (if used)	\$	1.00	per Ltr
Base Rate Less Rebate per Step 1	\$	1.00000	per Ltr
			Fuel Levy 5.38 %
<small>Using Current Fuel Price of \$ 1.22 per Ltr equates to a fuel levy of 5.38% over the base rate fuel price of \$ 1 per Ltr</small>			

Figura A.6: Pasos 6-9

Summary of Estimated Costs - Click Calculate to Update Figures				
Cost Summary	Per Annum	Per Month	Per Work Day	Percentage Cost
Fuel (without fuel rebate included)				28.26%
Fuel	128,274.29	10,689.52	464.76	28.3%
Finance - Principle	57,501.67	4,791.81	208.34	12.7%
Finance - Interest **	24,061.29	2,005.11	87.18	5.3%
Depreciation	0.00	0.00	0.00	0.0%
Fixed Costs	92,788.56	7,732.38	336.19	20.4%
Driver	98,618.83	8,218.24	357.31	21.7%
Tyres	22,737.98	1,894.83	82.38	5.0%
Maintenance	16,436.80	1,536.40	66.80	4.1%
Service	11,408.00	950.67	41.33	2.5%
Total Cost Estimate	\$ 453,827.42	37,818.95	1,644.30	100.0%
Distance Travelled	220,800	Km per year - (estimated average)		
Service Intervals	12	per year (estimated average)		
Maintenance Intervals	11	per year (estimated average)		

Figura A.7: Estimado

RESULTS - Based on Current Fuel Price in Step 1						
Operating Margin		10.0%				
Estimate Charge per Day		\$ 1,827.00 + GST / Tax (Based on \$1.22 per Ltr)				
Operating Cost per	Day	\$ 1,644.30	Est. Charge per Day	\$ 1,827.00	Margin per Day	\$ 182.70
Estimated Cost per	Tonne	\$ 51.38	Est. Charge per Tonne	\$ 57.09	Margin per Tonne	\$ 5.71
Estimated Cost per	Km	\$ 2.08	Est. Charge per Km	\$ 2.28	Margin per Km	\$ 0.23
CAUTION: Margin is highly affected by cashflow. Margin shown may not be achieved for various reasons. Seek accredited financial advice before using these figures.						
Margins shown EBITA - (Earnings before Interest, Tax, Amortization) All Figures exclude GST / Tax considerations.						
Copyright (c) 2015 Freight Metrics Pty Ltd						

Figura A.8: Resultados

BIBLIOGRAFÍA

- ALCÁNTAR RUIZ, R. A., F. E. TREVIÑO TREVIÑO y J. L. MARTÍNEZ FLORES (2015), «Modelo estadístico que permite observar el impacto de los factores que inciden en el rendimiento de combustible», *Nova scientia*, **7**(14), págs. 236–253.
- ALVEAR, S. y P. RODRÍGUEZ (2006), «Estimación del costo por kilómetro y de los márgenes de una empresa de transporte de carga, para la industria agrícola, Región del Maule, Chile», *Panorama Socioeconómico*, **24**(32).
- BALLOU, R. H. (2004), *Logística: Administración de la cadena de suministro*, Pearson Educación.
- BELTRÁN, G. y A. ÓSCAR (2005), «Revisiones sistemáticas de la literatura», *Revista colombiana de gastroenterología*, **20**(1).
- BOYER, K. D. (1997), «American trucking, NAFTA, and the cost of distance», *The Annals of the American Academy of Political and Social Science*, **553**(1), págs. 55–65.
- CHAICHAN, M. T. y S. S. FARIS (2015), «Practical investigation of the environmental hazards of idle time and speed of compression ignition engine fueled with Iraqi diesel fuel», *International J for Mechanical and Civil Eng*, **12**(1), págs. 29–34.
- CHOPRA, S. y P. MEINDL (2008), *Administración de la cadena de suministro*, Pearson educación México DF.
- COLMENARES, O. A. y J. L. SAAVEDRA (2007), «Aproximación teórica de la lealtad

- de marca: enfoques y valoraciones», *Instituto de Economía Aplicada a la Empresa de la Universidad del País Vasco*.
- CONAC (2011), «Parámetros de Estimación de Vida Útil», [Web; accedido el 26-04-2019], URL https://www.conac.gob.mx/work/models/CONAC/normatividad/NOR_01_04_005.pdf.
- CONASAMI (2019), «Salarios Mínimos», [Web; accedido el 26-04-2019], URL https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/426395/2019_Salarios_Minimos.pdf.
- DE BORGER, B. y I. MULALIC (2012), «The determinants of fuel use in the trucking industry—volume, fleet characteristics and the rebound effect», *Transport Policy*, **24**, págs. 284–295.
- DÍAZ-RAMIREZ, J., N. GIRALDO-PERALTA, D. FLÓREZ-CERON, V. RANGEL, C. MEJÍA-ARGUETA, J. I. HUERTAS y M. BERNAL (2017), «Eco-driving key factors that influence fuel consumption in heavy-truck fleets: A Colombian case», *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, **56**, págs. 258–270.
- ENRIQUE, R. y S. ESCUDERO (2017), «Costos logísticos del transporte terrestre de carga en Colombia: estrategias para la generación de valor en la logística del transporte terrestre con plus agregado», Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA).
- FREIGHT METRICS (2019), «Truck Operating Cost Calculator», [Web; accedido el 26-04-2019], URL <http://www.freightmetrics.com.au/Calculators/TruckOperatingCostCalculator/tabid/104/Default.aspx>.
- GUNDLACH, G. T., Y. A. BOLUMOLE, R. A. ELTANTAWY y R. FRANKEL (2006), «The changing landscape of supply chain management, marketing channels of distribution, logistics and purchasing», *Journal of Business & Industrial Marketing*, **21**(7), págs. 428–438.
- HERRERA UMAÑA, M. F. y J. C. OSORIO GÓMEZ (2006), «Modelo para la gestión

- de proveedores utilizando AHP difuso», *Estudios Gerenciales*, **22**(99), págs. 69–88.
- JIMÉNEZ SÁNCHEZ, J. y J. JIMÉNEZ CASTILLO (2016), «Logística del Autotransporte de Carga: Estrategias de Gestión», *Informe Técnico 483*, SCT.
- LEMKE, F., M. CLARK y H. WILSON (2011), «Customer experience quality: an exploration in business and consumer contexts using repertory grid technique», *Journal of the Academy of Marketing Science*, **39**(6), págs. 846–869.
- LEYVA CASTRO, J., A. MENDOZA DÍAZ y A. GARCÍA CHÁVEZ (2002), «Desarrollo de un SIG para valuar los costos de operación vehicular del autotransporte de carga en carreteras federales: SIGCOV MEX 1», *Informe Técnico 205*, SCT.
- MARTÍNEZ, M. M., N. N. GONZÁLEZ, L. G. P. BERNAL, C. M. R. XIMÉNEZ, J. S. LANDEROS y G. Z. M. RÚBRICAS (2016), «Acuerdo por el que la Comisión Reguladora de Energía expide la Norma Oficial Mexicana NOM-016-CRE-2016, Especificaciones de calidad de los petrolíferos. Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.-Comisión Reguladora de Energía. Acuerdo Núm. A/035/2016», .
- MINISTERIO DE FOMENTO (2017), «Acotram», Gobierno de España.
- MORAL, L. A. (2014), *Logística del transporte y distribución de carga*, Ecoe Ediciones.
- OCAMPO, J. A. y M. Á. PARRA (2003), «Los términos de intercambio de los productos básicos en el siglo XX», *Revista de la CEPAL*.
- OECD-MÉXICO (2017), «Revisión de la Regulación del Transporte de Carga en México», *Informe técnico*, OECD, [Web; accedido el 26-04-2019], URL <https://www.oecd.org/gov/regulatory-policy/Resumen-Regulacion-Transporte-Mexico.pdf>.

- POSADA HENAO, J. J. *et al.* (2012), *Efecto de la cantidad de carga en el consumo de combustible en camiones*, Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.
- QUINTERO, E. M. (2014), «Índices de Precios en el Transporte por Carretera», *Informe técnico*, IMT, [Web; accedido el 26-04-2019], URL <https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt424.pdf>.
- RIVEROS, D. P. B. y P. P. B. SILVA (2004), «La logística competitiva y la administración de la cadena de suministros», *Scientia et technica*, **1**(24).
- SANZ, L. D. B. (2017), «Choferes del autotransporte de carga en México: investigaciones sobre condiciones laborales y la cadena de suministro», *Revista Transporte y Territorio*, (17), págs. 251–266.
- SCT (2015), «Anuario estadístico del sector comunicaciones y transportes 2015», *Informe técnico*, Secretaría de Comunicaciones y Transportes México.
- SCT (2017a), «NOM-012-SCT-2-2017», *Informe técnico*, DOF, [Sobre el peso y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en las vías generales de comunicación de jurisdicción federal].
- SCT (2017b), «NOM-087-SCT-2-2017», *Informe técnico*, DOF, [Que establece los tiempos de conducción y pausas para conductores de los servicios de autotransporte federal].
- SCT (2018), «Estadística Básica», [Web; accedido el 26-04-2019], URL www.sct.gob.mx/transporte-y-medicina-preventiva/autotransporte-federal/estadistica/2018/.
- SCT (2019), «Traza tu ruta mappir», URL app.sct.gob.mx/sibuac_internet/ControllerUI?action=cmdEscogeRuta.
- SENER (2017), «Prontuario Estadístico 2017», [Web; accedido el 26-04-2019], URL <https://www.gob.mx/sener/documentos/prontuario-estadistico-2017-109491>.

- SSP (2017), «Viáticos», *Informe técnico*, Cámara de Diputados, [Web; accedido el 26-04-2019], URL http://www.diputados.gob.mx/servicios/srv_achv.htm.
- TEJERO, J. J. A. (2015), *El transporte de mercancías 2ª edición: Enfoque logístico de la distribución*, ESIC Editorial.
- WALNUM, H. J. y M. SIMONSEN (2015), «Does driving behavior matter? An analysis of fuel consumption data from heavy-duty trucks», *Transportation research part D: transport and environment*, **36**, págs. 107–120.
- YU, M., J. M. CRUZ *et al.* (2018), «The sustainable supply chain network competition with environmental tax policies», *International Journal of Production Economics*.
- ZAMORA TORRES, A. I., J. C. NAVARRO CHÁVEZ y J. BONALES-VALENCIA (2015), «Competitividad Del Transporte Aéreo Y Marítimo De México En El Marco Del Comercio Exterior (Competitiveness of the Air and the Sea Cargo Transport of Mexico Under the International Trade Frame)», *Revista Internacional Administración & Finanzas*, **8(5)**, págs. 95–112.

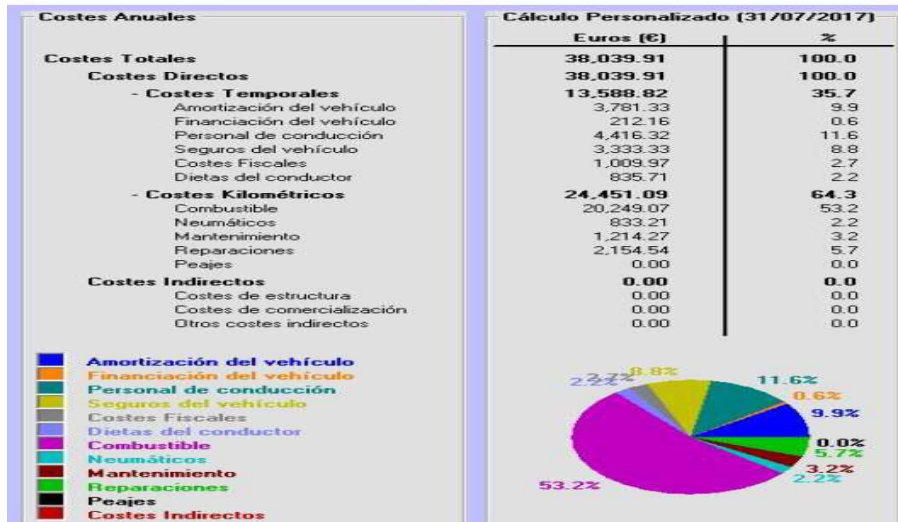


Figura A.3: Costos totales

A.2 TRUCK OPERATION COSTS CALCULATOR

Truck Operating Cost Calculator

Country of operation: Metric Units Units: Kilometres, litres, metric tonnes

Step 1: Fuel

Current Fuel Cost: \$ per Ltr [Australian Institute of Petroleum Fuel Charts National Diesel Average - Click Here](#)

Less Fuel rebate (fuel credit): \$ per Ltr

Fuel Cost including delivery & rebate: \$ per Ltr [See ATO for Fuel Credit details- click here](#)

Step 2: Vehicle Type

Select Type of Truck & Trailer:

Net Average Daily Delivery: Tonne

Step 3: Fuel Consumption

Average Vehicle Fuel Burn Rate: Km / Ltr (Kilometres per Litre) = 47.62 ltrs per 100km

Step 4: Distance and Working Days

Distance Travelled per Day: Kilometres (Per working day)

Days per week vehicle works: Days per week

Weeks per year vehicle works: (account for driver holidays and service time)

Vehicle Description / Number:

Route Description: From Destination

Figura A.4: Pasos 1-4