



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**“EVALUACIÓN DE OPORTUNIDADES  
DE LOS REGRESOS EN VACÍO  
EN EL CAMPO DE LA LOGÍSTICA”**

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

PRESENTA:

**MARÍA FERNANDA RETANA CASTAÑEDA**

DIRECTOR: ING. MANUEL ARTURO CORONEL BARBOSA



MÉXICO, D. F.

2015

**EVALUACIÓN DE  
OPORTUNIDADES DE LOS  
REGRESOS EN VACÍO EN EL  
CAMPO DE LA LOGÍSTICA**

## **AGRADECIMIENTOS**

Le doy gracias a mis padres, Oscar y Patricia, quienes desde pequeña me condujeron por el mejor camino: la educación; ahora pueden confirmar o saber que no se equivocaron, ya que esa decisión me permite consolidar un sueño, que no hubiera cumplido sin el apoyo incondicional que me brindaron. A mi hermano Daniel que, sin saber, siempre me motivó a seguir hasta el final de mis estudios, para darle así el ejemplo que se merece por ser mi hermano menor. A mi novio Víctor Hugo, con quien he crecido a lo largo de estos años y ha estado presente en las diferentes etapas de este trabajo, sin su apoyo no me hubiera sentido capaz de empezar algo nuevo e importante en mi vida; nunca dudó de mí y me motivó en los momentos de fragilidad y desesperación.

Gracias a la Facultad de Ingeniería y a mi Universidad por darme la oportunidad de conocer amigos con quienes crecí, tanto personal como profesionalmente, y me enseñó la pasión que debo sentir por mi carrera. Gracias a mi director de tesis y a mis sinodales por su paciente lectura y comentarios, los cuales ayudaron a la realización de este trabajo y a mi crecimiento profesional.

Y a todos aquellos que de alguna manera me ayudaron a concluir mis estudios universitarios.

**María Fernanda Retana Castañeda**

# ÍNDICE

# ÍNDICE

<b>OBJETIVO</b> .....	i
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	ii
<b>CAPÍTULO I SITUACIÓN ACTUAL DEL TRANSPORTE EN MÉXICO</b> .....	1
<b>CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO</b> .....	6
2.1 Contexto teórico de la logística.....	7
2.1.1 Cadena de suministro.....	7
2.1.2 Logística.....	9
2.1.3 Transporte.....	11
2.1.3.1 Transporte terrestre.....	12
2.1.4 Planeación.....	16
2.1.5 Regresos en vacío.....	18
2.2 Contexto teórico de <i>six sigma</i> y su metodología.....	22
2.2.1 <i>Six sigma</i> .....	22
2.2.2 Metodología DMAIC.....	23
2.2.2.1 Definir.....	24
2.2.2.2 Medir.....	26
2.2.2.3 Analizar.....	27
2.2.2.4 Mejorar.....	27
2.2.2.5 Controlar.....	28
<b>CAPITULO III APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA <i>SIX SIGMA</i></b> .....	30
3.1 Metodología DMAIC.....	31
3.1.1 Definición del problema.....	31
3.1.2 Medir.....	39
3.1.2.1 Vías de comunicación terrestre.....	39
3.1.2.2 Transporte terrestre.....	48
3.1.3 Analizar.....	50
3.1.4 Mejorar.....	58
3.1.5 Controlar.....	62

<b>CAPITULO IV RESULTADOS.....</b>	<b>65</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>72</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>75</b>

# OBJETIVO

Plantear una metodología dirigida por *six sigma* que disminuya la incidencia de los regresos en vacío en empresas que prestan como servicio logístico el transporte de mercancía.

# HIPÓTESIS

La implementación de esta metodología aumentará las ganancias de empresas que ofrecen servicios de transporte en la república mexicana.

# INTRODUCCIÓN



## INTRODUCCIÓN

En la antigüedad, el transporte de mercancías se veía seriamente limitado por la propia incapacidad de los medios de transporte para cubrir largos recorridos; además de no poseer el tamaño requerido, las rutas no estaban bien trazadas y el acceso a ellas podía resultar bastante complicado, entre otras cuestiones. El resultado de esta problemática tuvo como consecuencia que los asentamientos poblacionales se localizaran cerca de las fuentes de materia prima o donde éstas fueran procesadas.

En la actualidad, gracias a las numerosas opciones de transporte con las que contamos y la existencia de carreteras, canales y espacios aéreos, se ha facilitado el traslado de mercancía y se ha beneficiado tanto a la población como a un sector de empresas, que requieren del movimiento y almacenamiento de sus artículos.

El transporte, actividad clave de la logística y la cadena de suministros, generalmente representa el elemento individual más importante en los costos logísticos para la mayoría de las empresas (Ballou, 2004, p. 164). Una adecuada planeación en el transporte favorecerá el buen funcionamiento de toda la cadena antes mencionada, lo cual resulta de suma importancia para garantizar la productividad de compañías, sin importar el sector al que pertenezcan.

Se sabe que cinco son los modos por los cuales se puede realizar movimiento de mercancía (camión, avión, barco, ductos y ferrocarril), sin embargo, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes publica en su portal de internet datos estadísticos del 2013 y, colocan al transporte terrestre, específicamente el autotransporte de carga, como el modo de transporte con mayor demanda en México, al estar presente en más de la mitad de los viajes realizados por los cinco modos existentes con un 55.4%.

Un sistema eficiente de transporte contribuye a una mayor competencia en el mercado, a una mayor escala de producción, reducción de precios en bienes y una estabilidad formidable para la empresa. Una excelente planeación del transporte implica enfocarnos en tiempo y calidad a través de la selección del modo de transporte (en el presente trabajo únicamente se hablará del terrestre por lo explicado anteriormente), tamaño de envío, establecimiento de rutas, programación de unidades, selección de equipos, procesamiento de reclamos y auditoría de tarifas (Ballou, 2004, p. 165).

Contar con una planeación eficiente, en parte se logrará, si se tiene información del proceso de transportación de mercancía (origen, destino, tiempo, carga), el cual busca situar en un determinado punto y horario los artículos solicitados por los clientes, cumplir con esto implica el regreso del autotransporte a su lugar de origen; este último hecho

ocurre, generalmente, con el equipo de transporte sin carga alguna, fenómeno que afecta, en parte, las ganancias de empresas prestatarias de este servicio logístico y que se conoce como, regreso en vacío. Cifras del Instituto Mexicano del Transporte precisan que este fenómeno se presenta en un 45% de los viajes realizados por los camiones de carga, este número resulta de la inequitativa demanda del mercado, la cual ocasiona ausencia de mercancía para transportar durante el necesario regreso del autotransporte a su lugar de origen

El tipo de regreso a realizarse depende de tres variables, el hecho que existan éstas no determina que los regresos se realicen en vacío, ya que la presencia de este fenómeno se debe a la combinación de las tres. A continuación, se enlistan dichas variables:

- 1) Características físicas (tanto de la carga como del autotransporte),
- 2) Costo del servicio logístico de distribución y,
- 3) Tiempo (ciclo del transporte).

***ciclo del transporte = a + b + c + d + e***, donde:

- a. Llegada del camión
- b. Horario de liberación del transporte con el cliente A en el destino inicial
- c. Traslado del camión entre el lugar de descarga y el nuevo lugar de carga
- d. Horario de carga de mercancía en el destino inicial
- e. Tiempo de tránsito entre el origen y destino

Disminuir la incidencia de los regresos en vacío en el autotransporte de carga permite el aumento de las ganancias obtenidas al prestar como servicio logístico el transporte, dicha disminución se obtiene a través del uso eficiente de los camiones y choferes, convirtiendo este hecho, de un problema a una oportunidad económica.

Obtener un impacto positivo y significativo en las ganancias de empresas mexicanas que prestan como servicio logístico la distribución física de mercancía implica realizar estudios enfocados en la planeación de los viajes realizados por autotransportes de carga, por lo que en el presente trabajo se muestra el desarrollo de una metodología orientada por *six sigma* que genera una disminución de los regresos en vacío.

La integración de *six sigma* a este proyecto permite que las decisiones relacionadas con la mejora en el servicio logístico se efectúen de manera objetiva y tengan resultados positivos tanto para la empresa como para el cliente; esta metodología evita llegar a dicha mejora a través de pruebas de ensayo y error, al estar probada por empresas de gran prestigio y a las cuales encaminó a resultados de gran impacto en un tiempo relativamente corto. "*Six Sigma* plantea una nueva forma de visualizar las mejoras, esto se

plasma en dos de sus pilares fundamentales: el beneficio económico y la calidad percibida por el cliente” (Pande y Neuman, 2000).

En el capítulo uno, “Situación actual del transporte en México”, se analiza el estado de los cinco modos de transporte en la actualidad; principalmente se examina el transporte terrestre, ya que es el que posee mayor participación en el mercado.

En el capítulo dos, “Marco teórico”, se muestran los conceptos principales que nos permitirán tener los antecedentes necesarios para el correcto entendimiento del tema principal, refiriéndonos con esto al conjunto de definiciones que conforman la cadena de suministros, como: 1) logística, 2) planeación, 3) transporte, en específico el terrestre, así como la descripción de la metodología a ocupar, *six sigma*.

En el capítulo tres, “Aplicación de la metodología *six sigma*”, se presenta en detalle el estudio realizado a la problemática de los regresos en vacío, el cual está fundamentado por las cinco etapas de la metodología empleada:

- Primera etapa, definir:  
Se describe el problema tanto de manera general como particular, es decir, conoceremos cómo es que dicho problema se manifiesta con frecuencia en la logística de innumerables empresas y provoca pérdidas económicas.
- Segunda etapa, medir:  
Se plasman los datos reunidos y relacionados con el problema, los cuales son de gran ayuda, ya que muestran la relevancia de la presencia de los regresos en vacío; además, permiten realizar de manera objetiva la mejora.
- Tercera etapa, analizar:  
A partir de los datos recolectados anteriormente y los cuales fundamentan la propuesta de mejora, se presentan resultados relevantes derivados del análisis realizado, el cual nos guiará en la creación de la propuesta de mejora.
- Cuarta etapa, mejorar:  
Se plasman las ideas que surgieron a lo largo del desarrollo de las primeras etapas, principalmente durante el análisis de datos, también se muestra la metodología propuesta y que ayudará a que los regresos en vacío disminuyan.
- Quinta etapa, controlar:  
Se documentan los controles que permiten asegurar que las ganancias del esfuerzo de mejora se mantengan y garantizan su consistencia.

En el capítulo cuatro, “Resultados”, se retoma el ejemplo planteado en el capítulo 2 y se le da solución con base en la metodología planteada.

Al final del presente trabajo se plasman las conclusiones del trabajo, derivadas tanto de la descripción de los regresos en vacío como de la propuesta de mejora, a fin de conocer los diferentes aspectos que los rodean, refiriéndonos con esto a los pros y los contras de la mejora realizada.

# **CAPÍTULO I**

## **SITUACIÓN ACTUAL DEL TRANSPORTE EN MÉXICO**

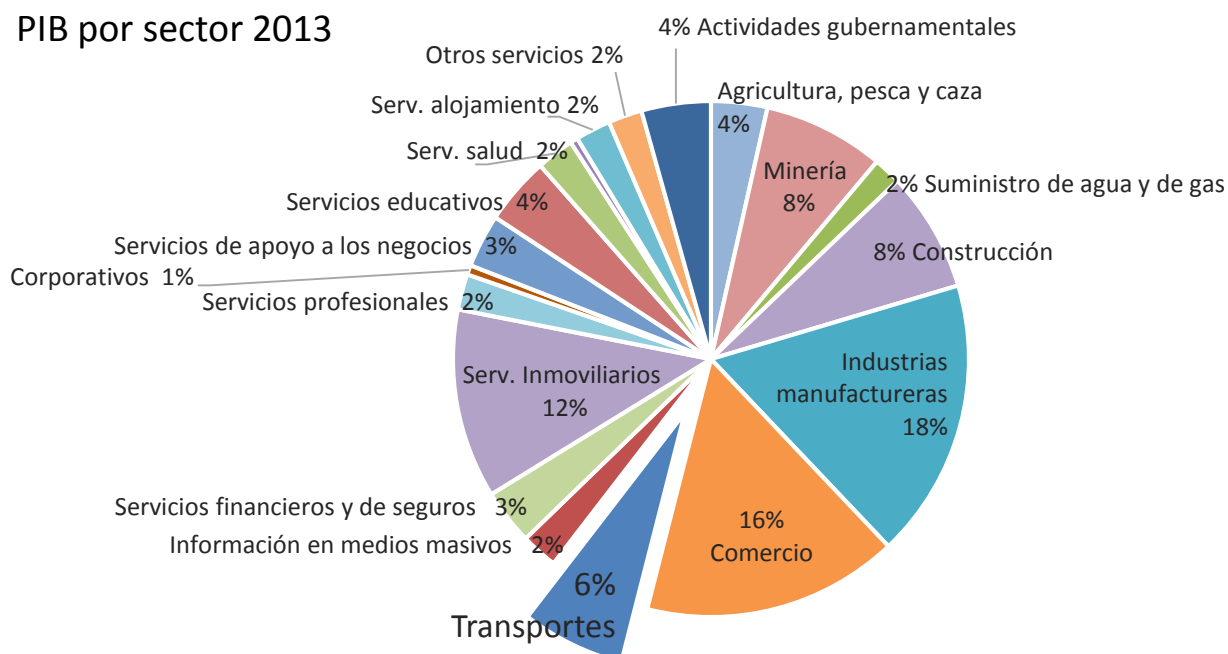
# CAPÍTULO I

## SITUACIÓN ACTUAL DEL TRANSPORTE EN MÉXICO

La mayoría de los bienes y servicios a los que recurrimos cotidianamente se localizan o procesan en zonas geográficas variadas, lo que provoca un aumento en la demanda del servicio de transporte. La necesidad de satisfacer los requerimientos del mercado ha obligado al transporte a incrementar su capacidad, calidad y eficiencia; resultando de esto el desarrollo de la infraestructura de los cinco modos de transporte (ferrocarril, camión, avión, barco y ductos).

Datos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, de aquí en adelante SCT, revelan que en México esta evolución favoreció principalmente al autotransporte de carga o camión, ya que desde 1995 se ha posicionado como el modo de transporte con mayor demanda y colabora con el 6% del PIB nacional (gráfica 1.1), entre el 2012 y 2013 este indicador en el sector transporte tuvo un aumento de 0.7 unidades, además, el autotransporte de carga es un importante generador de empleos, ya que registra alrededor de 2.0 millones de empleos directos, asimismo mueve el 81% de carga terrestre y el 56% de la carga nacional. El ya fácil acceso a diferentes puntos geográficos, la flexibilidad que presenta al contar con una extensa variedad de equipos y que los requerimientos de inversión sean menores en relación con otros modos de transporte, lo hace ser el modo más solicitado.

### PIB por sector 2013

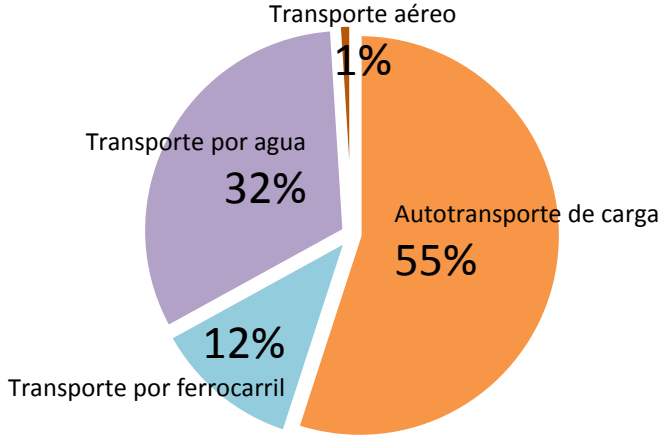


**Gráfica 1.1 PIB del 2013 por sector.**

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía a través de su página de internet <<http://www.inegi.org.mx>>

El segundo modo de transporte a ocupar es el barco, al estar presente con un 32% en la movilización de la carga. Por otro lado, doce de cada cien movimientos los realiza el ferrocarril, colocándose en tercer lugar. Finalmente con una participación del 1%, el avión es el último modo de transporte ocupado por las empresas (gráfica 1.2).

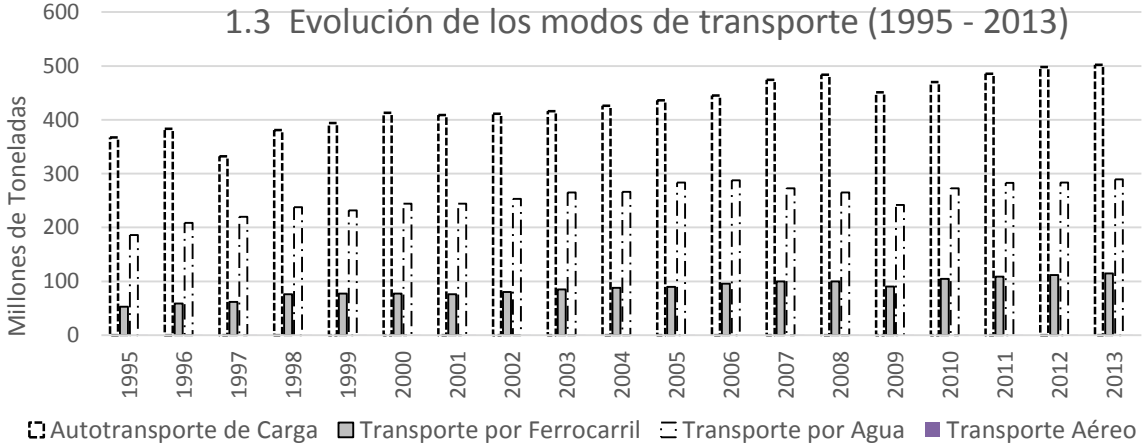
**Participación de los modos de transporte**



**Gráfica 1.2 Participación de los modos de transporte.**

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía a través de su página de internet <<http://www.inegi.org.mx>>

En la gráfica 1.3 se observa el comportamiento que han tenido los modos de transporte en México a lo largo de 19 años, sin embargo, ductos no figura en esta relación ya que su participación es mínima, al no poder transportar todo tipo de mercancía solicitada por los clientes de empresas prestatarias de servicios logísticos, empresas para las que se realiza el presente trabajo; a continuación se aborda el concepto que describe el giro de empresas en las que se centraliza este estudio.



**Gráfica 1.3 Evolución de los modos de transporte.**

Fuente: Secretaría de Comunicaciones y Transportes a través de su página de internet <<http://www.sct.gob.mx/>>

De acuerdo con el Instituto Mexicano del Transporte existen dos tipos de empresas que ofrecen como servicio la movilización de mercancía; aquellas que integren como uno solo los tres servicios especializados en la cadena de suministros, tales como:

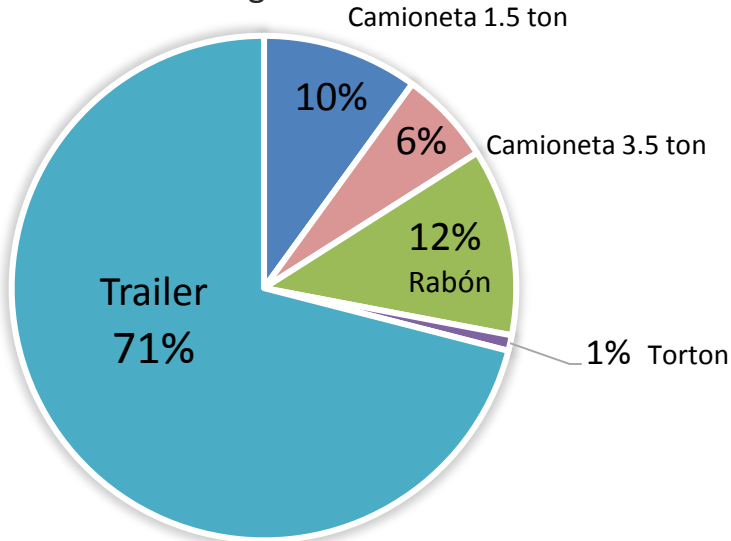
1) Almacenamiento, 2) Gestión de Inventarios y, 3) Transporte (distribución física) y que se adapten a las necesidades específicas de cada cliente se les denomina operadoras logísticas. En el caso de empresas que brinden alguno de los tres servicios antes mencionados tomarán el nombre de prestataria logística. Sin importar cuál sea el giro de las empresas logísticas, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y la SCT revelan que cinco son los autotransportes de carga más usados para la distribución de mercancía, siendo estos: 1) Camioneta de 1.5 TON, 2) Camioneta de 3.5 TON, 3) Rabón, 4) Torton y, 5) Tráiler; la gráfica 1.5 refleja la demanda anual atendida en porcentaje por estos autotransportes.

Demanda anual atendida 2013	
Equipo	Miles de toneladas
Camioneta 1.5 ton	53,821
Camioneta 3.5 ton	34,664
Rabón	67,255
Torton	3,811
Tráiler	396,420

**Tabla 1.4** Demanda anual atendida por los cinco principales autotransportes de carga.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes a través de la página de internet <http://www.inegi.org.mx/>

Distribución de la demanda de los autotransportes de carga



**Gráfica 1.5** Distribución de la demanda de los autotransportes de carga.

Fuente: Grafica obtenida a partir de los datos de la Tabla 1.4



Retomando la idea central de este capítulo, la participación del autotransporte de carga en el PIB revela que, en la medida en que la economía nacional crezca, la transformación de materias primas en productos finales se incrementa, generando un aumento constante en la de demanda de dicho transporte. La Organización Mundial del Comercio menciona que, hoy en día en países muy desarrollados como Estados Unidos y China se observa que la amplia intervención del autotransporte de carga en las actividades económicas del país implica un forzoso avance en el manejo de estos, lo que se traduce en retos para mejorar su desempeño y su impacto en el ambiente<sup>1</sup>, por otro lado el progreso de este modo de transporte conlleva a oportunidades de negocio o mejora de los métodos existentes, con el fin de optimizar y generar capital para las empresas involucradas en este servicio. Por este hecho se concluye para este primer capítulo que, las mejoras realizadas al funcionamiento del transporte de mercancía como servicio logístico traerán un beneficio económico, resultando de relevancia realizar estudios enfocados en esta área.

---

<sup>1</sup>Organización Mundial del Comercio (OMC) a través de su página de internet < <http://www.wto.org/>>

# **CAPÍTULO II**

## **MARCO TEÓRICO**

# **CAPÍTULO II**

## **MARCO TEÓRICO**

### **2.1 CONTEXTO TEÓRICO DE LA LOGÍSTICA**

#### **2.1.1 CADENA DE SUMINISTRO**

Comencemos con una breve descripción de la cadena de suministros que abarca las actividades relacionadas con el flujo y transformación de bienes desde una etapa primaria o de extracción, hasta la entrega al usuario final, incluyendo la información generada por los diversos procesos de planeación (Handfield y Nichols, 1999, p. 2).

APICS, siendo el líder global en certificaciones referentes a la cadena de suministros, muestra en su diccionario la definición de éste concepto y nos dice que "La cadena de suministros es la red global utilizada para entregar productos y servicios de las materias primas a los clientes finales, a través de un flujo de ingeniería de la información, la distribución física y dinero en efectivo". La ingeniería de la información se refiere al análisis y tratamiento de datos generados por los procesos de planeación, transportación, inventario, tiempos de entrega, etc., con el fin de optimizar la cadena de suministro.

La cadena de suministro es un conjunto de actividades funcionales, que se repiten muchas veces a lo largo del canal de flujo, mediante las cuales la materia prima se convierte en productos terminados a los que se les añade cierto valor, de acuerdo con la calidad e inversión, por parte de la o las empresas relacionadas con su producción (Ballou, 2004, p.7).

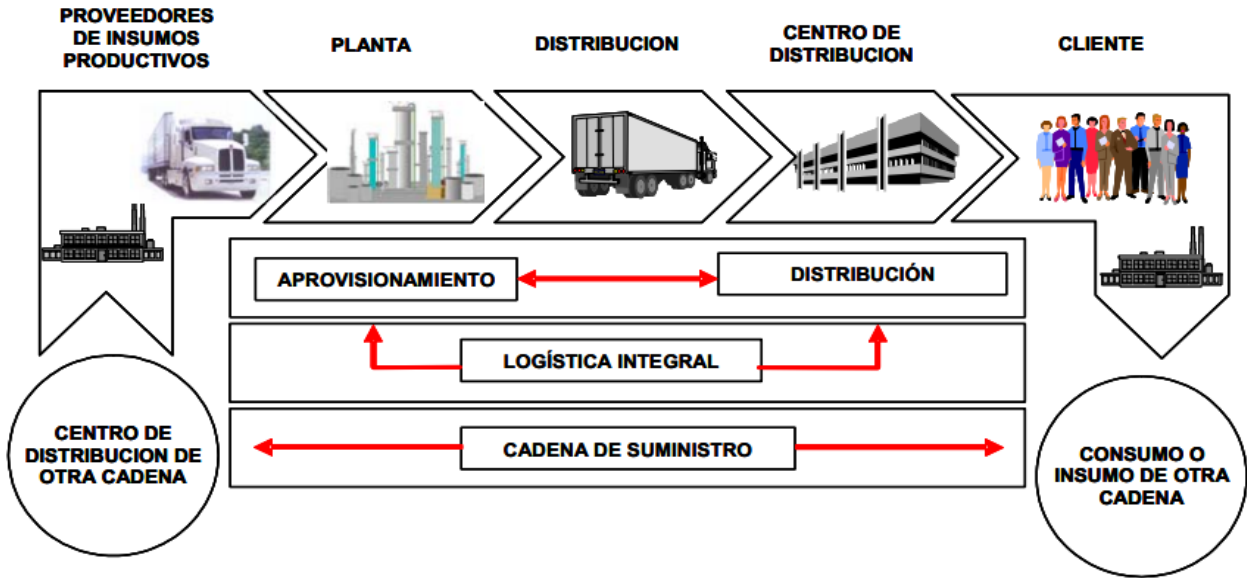
La globalización ha abierto camino a organizaciones de gran alcance y complejidad debido a la interdependencia de los países a través de sus mercados, por lo que hoy en día resulta difícil asegurar la permanencia de empresas cien por ciento nacionales. Esta internacionalización provoca que la cadena de suministros requiera de una planeación mucho más elaborada.

La mayor parte de las empresas cuenta con socios empresariales, proveedores y clientes ubicados en diversos países; esta particularidad no es percibida por el consumidor, al no diferenciar entre la empresa de la cual es cliente y las empresas que forman parte de la cadena de suministro. La mayoría de las personas ignoran la complejidad de entregar un producto final a partir de la transformación de materia prima y utilizan únicamente como criterios de selección, el precio, la calidad y el nivel de servicio. Pero a pesar de que los usuarios desconozcan lo complicada que resulta la cadena de suministro, la empresa establecerá un precio tal que le conlleve una ganancia.

La cadena de suministros surge de manera natural al ensamblar todas las actividades relacionadas con la elaboración del producto y su distribución al consumidor. El hecho de entregar un producto en tiempo y espacio acordado representará un valor agregado para el cliente, porque se cumplen ciertas demandas específicas. Sin embargo, existen actividades mal planeadas dentro de la cadena de suministro que representan un costo extra para la empresa debido a su mala organización y, aunque dichos costos no deberían ser cubiertos por el cliente, puesto que no son considerados como valor agregado, sino que son consecuencia de un mal funcionamiento de la cadena, en algunas ocasiones dicho costo lo cubre el cliente.

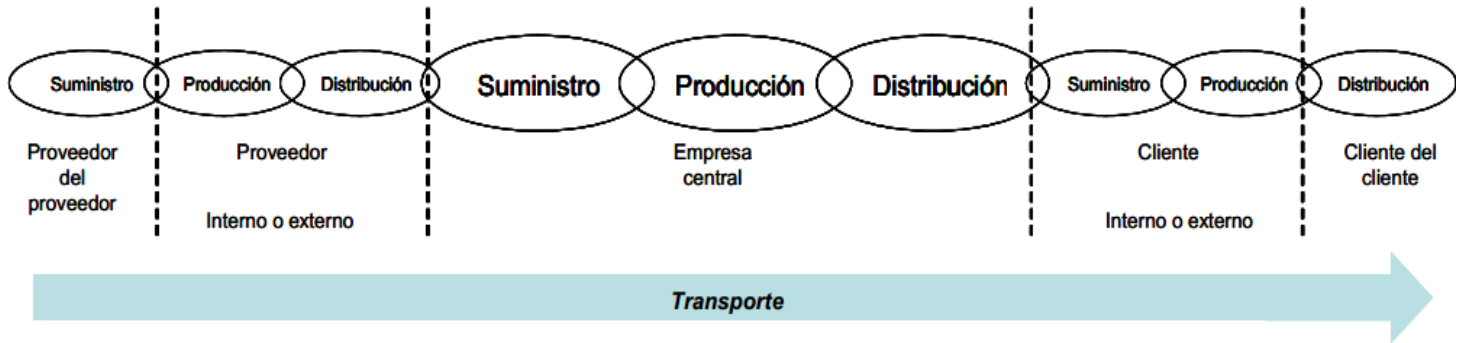
A veces el término cadena de suministro suele ser utilizado para referirse a la brecha de tiempo y espacio entre los puntos de procesamiento de una empresa y sus clientes, representado en la figura 2.1, sin embargo una cadena real abarca más allá de los proveedores o clientes inmediatos, es decir, se amplía el panorama al incluir a proveedores de los proveedores inmediatos y clientes de los clientes inmediatos, hasta llegar a los puntos de origen de la materia prima o a los consumidores finales. Ballou (2004, p. 6) cita a Mentzer (2001, p. 19) quién realizó una adecuada representación gráfica de la cadena de suministros extendida, para su correcta ejemplificación (véase figura 2.2).

Con base en la *figura 1.1* podemos confirmar que la cadena de suministros se conforma de numerosas variables, no obstante, suministros, inventarios y redes son los tres principales factores que la forman (Ballou, 2004).



**Figura 2.1** Canales físicos de distribución de la cadena de suministros.

Fuente: Jiménez, J., Hernández, S. *Marco conceptual de la cadena de suministro: un nuevo enfoque logístico*. México: Instituto Mexicano del Transporte. (2002). Pág. 73



**Figura 2.2 Ejemplificación del modelo de la cadena de suministro extendida.**

Fuente: Jiménez, J., Hernández, S. *Marco conceptual de la cadena de suministro: un nuevo enfoque logístico*. México: Instituto Mexicano del Transporte. (2002). Pág. 145

### 2.1.2 LOGÍSTICA

Hoy en día es frecuente leer o escuchar el término logística, sin embargo, la magnitud de este concepto no es comprendido hasta que se tiene relación directa con él, por lo cual se presentarán algunas definiciones, con el fin de expandir o aclarar este término.

El diccionario de la lengua española (*DRAE*), define a la logística como “conjunto de medios y métodos necesarios para llevar a cabo la organización de una empresa o de un servicio, especialmente de distribución”<sup>2</sup>, definición que, al parecer del Consejo de la Dirección Logística, omite las actividades a seguir, las cuales son un elemento importante en el correcto entendimiento del término, por lo que dicho consejo sostiene que “la logística es la parte del proceso de la cadena de suministros que planea, lleva a cabo y controla el flujo y almacenamiento eficientes y efectivos de bienes y servicios, así como la información relacionada con estas actividades, desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el fin de satisfacer los requerimientos de los clientes”<sup>3</sup>.

En otras palabras, la logística se encarga de llevar los bienes o servicios requeridos o solicitados al lugar correcto, en el momento justo y en las condiciones deseadas.

Crear valor es el objetivo principal de la logística, ya sea para los consumidores, proveedores o empresarios; esto se logrará a través de la disponibilidad de los bienes de manera oportuna o a través de su transporte si es el caso. El estilo de vida en la actualidad ha ocasionado que la población esté acostumbrada a adquirir productos al mismo tiempo que estos fueron solicitados, debido a que la mayoría de los productos de necesidad básica, y aun los que no lo son, están al alcance de manera sencilla. En las ciudades donde

<sup>2</sup> Del Diccionario de la Real Academia Española (2001), a través de la página Web <<http://www.rae.es/>>

<sup>3</sup> Del Consejo de la Dirección Logística, a través de la página Web [www.clm1.org](http://www.clm1.org)

se concentra la población, no se requiere de recorrer más de 500 metros para acceder a ellos. La velocidad de respuesta será entonces el valor agregado de mayor impacto con el que se cuente, por lo que un inventario disponible y flujos controlados serán parte importante en la logística. Sin embargo, un buen servicio no es sinónimo de alto costo, si, precisamente, se analiza con detenimiento el proceso y se incluyen, en éste, objetivos claros tales como la eficiencia de la velocidad de respuesta, de esta manera se ofrece un servicio de calidad y se consigue también una reducción en los costos de producción.

La inversión en operaciones fundamentales para el buen funcionamiento de la logística de la empresa ayudará a tener diferenciadores frente a la competencia, los cuales permitirían obtener una mayor participación de mercado. Dichos diferenciadores pueden ser alcanzados mediante la ejecución eficiente de las actividades clave de la logística presentadas por Ballou (2004) (véase tabla 2.3).

ACTIVIDADES CLAVE DE LA LOGÍSTICA	
Servicio al Cliente	Determinar necesidades y deseos del cliente respecto al servicio.
	Determinar la respuesta del cliente respecto al servicio.
	Establecer niveles de servicio.
Transporte	Selección de modo y tipo de servicio de transporte.
	Optimización de carga.
	Definición de rutas.
	Programación de unidades.
	Selección de equipos.
	Procesamiento de reclamos.
	Auditoría de tarifas.
Manejo de Inventarios	Políticas de inventarios para materia prima y productos terminados.
	Pronósticos de venta a corto plazo.
	Definición de los productos en los puntos de almacenaje.
	Número, tamaño y ubicación de los puntos de almacenaje.
Flujos de Información y Procesamiento de pedidos	Entregas a tiempo, de sistema <i>push</i> <sup>4</sup> y de sistema <i>pull</i> <sup>5</sup> .
	Interfaces y procedimientos entre órdenes y niveles de inventario.
	Métodos de transmisión de órdenes.
	Reglas para generar órdenes.

**Tabla 2.3 Actividades clave de la logística.**

Fuente: Ballou, R. *Logística: administración de la cadena de suministro*. México: Pearson Educación (2004). Págs. 10 y 11.

Ronald Ballou (2004) menciona que entre el 50 y el 60 por ciento de los costos logísticos totales se encuentran englobados en transporte y manejo de inventarios, dos de las actividades clave definidas anteriormente (p. 12). Podemos observar que tanto

<sup>4</sup> PUSH: Sistema de producción también conocido como make to stock.

<sup>5</sup> PULL: Sistema de producción también conocido como make to order.

transporte como manejo de inventarios son las divisiones que se conforman de un mayor número de actividades para su función, hecho que coincide con algunas de las observaciones realizadas y las expuestas por el autor.

La interdependencia que existe actualmente entre los mercados y los incrementos constantes en precio de los combustibles tiene como consecuencia que el transporte sea un elemento fundamental en el éxito de cualquier empresa, ya sea para el transporte de su materia prima o para la movilización de los productos o servicios que ofrece al público.

El transporte de artículos requeridos en cualquier parte de la cadena de suministro ha dejado de ser nacional, debido a la existencia de clientes y proveedores ubicados en diferentes países, ocasionando con esto que dichos traslados dejen de realizarse únicamente por vías terrestres, obligando, así, a la planificación de flujos, con los medios y modos de transporte apropiados para los movimientos a realizar.

Continuando con el tema del transporte, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (*INEGI*) menciona que los medios de transporte permiten el traslado de personas y mercancías de un lugar a otro; su papel en el comercio es muy importante y, por lo tanto, en la economía mundial, ya que a través de ellos las materias primas y productos elaborados son llevados de los centros de producción o almacenamiento a los de consumo<sup>6</sup>. Existen cuatro diferentes medios de transporte a los que podemos recurrir: terrestre, aéreo, marítimo y ductos.

La toma de decisiones en cuanto al transporte, no sólo implica seleccionar el medio por el cual se llevará la mercancía al lugar solicitado, sino también el modo, por ejemplo: una vez elegida una vía marítima (medio), se procederá a escoger el barco adecuado (modo) que cumpla con las condiciones específicas del producto a transportar. La elección de ferrocarril, camión, avión, barco y/o ductos permitirá finalizar la planeación de la llegada de los artículos a su destino, es decir que, esta decisión se fundamenta en los cinco modos de transporte definidos por Ballou (2004).

### **2.1.3 TRANSPORTE**

Como se habló en el apartado anterior, el propósito de los modos de transporte es facilitar el desplazamiento de mercancía, sin embargo, cumplir con este objetivo conlleva a contemplar el nivel de servicio establecido con anterioridad, el destino del flete, el tiempo promedio de tránsito, la relación peso/volumen del producto y el costo del

---

<sup>6</sup> Del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), a través de la página Web <<http://www.inegi.org.mx/>>

traslado, finalizando objetivamente con la toma de decisiones y concretando la planeación de esta actividad clave, el transporte.

Al tener cada modo de transporte ventajas y desventajas no podemos mencionar a uno sólo como el mejor, por lo que cabe resaltar que su elección no estará basada en situaciones previas semejantes, ya que es bien conocido que cada oportunidad presentada es totalmente independiente.

La secretaría de economía, a través del artículo “Medios de transporte internacional”, publicado en su página de internet, reafirma lo dicho en el capítulo I donde se menciona que el autotransporte de carga es un factor muy importante en el desarrollo económico, ya que atiende aproximadamente el 55% del movimiento terrestre de carga en nuestro país. El que este modo presente un porcentaje alto en demanda comparado con los otros hace primordial el ahondar en su descripción.

### **1.1.3.1 TRANSPORTE TERRESTRE**

La definición dada al autotransporte de carga es servicio de carga a prestar para el traslado de mercancía por vía terrestre.<sup>7</sup> El transporte terrestre es un eslabón importante en la cadena de distribución, y la parte más visible de la logística.

El servicio brindado por este modo de transporte se realiza puerta a puerta, es decir, los artículos a entregar, los cuales normalmente son producto semiterminado y terminado, se llevan directo al lugar de destino sin sufrir manipulación alguna durante el recorrido, teniendo como consecuencia entregas confiables.

Una de las razones por las que el servicio de autotransporte se solicita de manera frecuente es que posee rapidez razonable de entrega a costos moderados, sin embargo, es importante observar que esto se encuentran condicionado al alza del combustible, y no podemos olvidar que los equipos utilizados por este modo de transporte dependen de diesel o de gasolina para su funcionamiento, lo que resulta perjudicial para el medio ambiente, por la quema de estos derivados del petróleo.






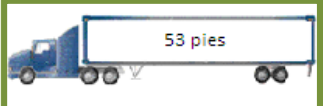

En estos días, la presencia en las noticias de accidentes de tránsito relacionados con autotransportes, es habitual. Esto provoca que la seguridad de la carga durante el camino se encuentre en peligro latente y la confiabilidad del servicio esté en juicio; a pesar de esto, la flexibilidad en las rutas permite realizar entregas a numerosos sitios en los que el acceso con otro medio resulta imposible.

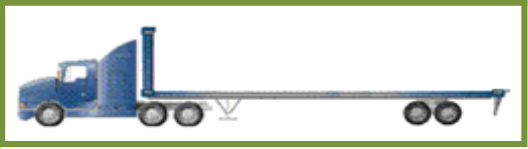
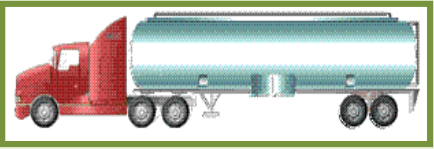
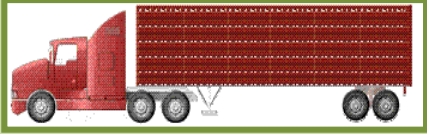
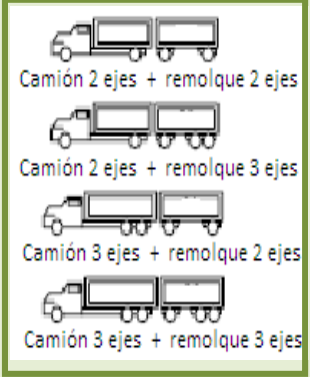
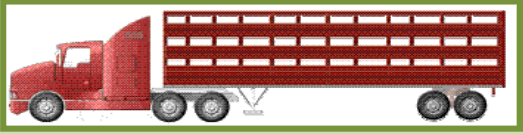
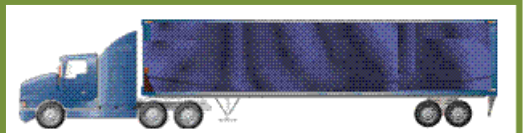
---

<sup>7</sup> Artículo 2°, apartado VIII, de la Ley de caminos, puentes y autotransporte federal del 2013

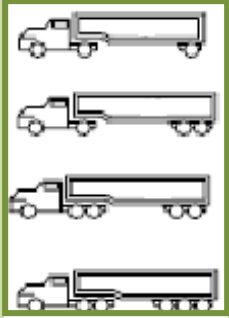
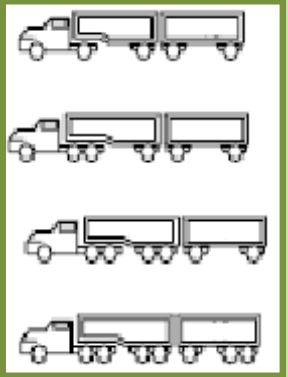

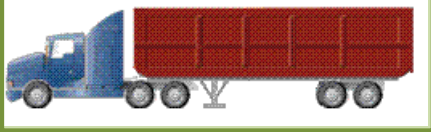



Aunque el transporte terrestre presente tanto aspectos a favor como en contra, cabe mencionar que la flexible capacidad con la que cuentan sus equipos permite realizar movimientos con cargas variadas en volumen (m<sup>3</sup>) y peso (toneladas). Los viajes son realizados de manera frecuente por camiones, sin embargo, existen diferentes equipos con características particulares que son enlistados en la tabla 2.4.

EQUIPOS TERRESTRES				
Clasificación	Nombre	Características	Ejemplo	Dibujo
<b>FLOTA LIGERA</b> (transporte local)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cargas pequeñas</li> <li>- Repartos urgentes</li> <li>- Capacidad máx. 7.5 T</li> </ul>	-Camionetas	
<b>FLOTA PESADA</b> (transporte a larga distancia)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Longitud máx12 [m]</li> <li>- 2 ejes – 10.5 TON</li> <li>- 3 ejes – 16 TON</li> <li>- 4 ejes – 20 TON</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Constituido por un vehículo de 6 o más llantas.</li> </ul>	-Camión unitario	 2 ejes  3 ejes
	Tipo Torton	USOS: -Mudanzas, Paquetería y Carga seca.		
	Full	USOS: -Carga seca.		
	Caja Cerrada	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Longitud 53 [ft] – 16[m]</li> <li>- Longitud 48 [ft.] – 14[m]</li> </ul> USOS: -Carga seca.	 53 pies  48 pies	

<b>FLOTA PESADA</b> (Continuación)	Plataforma	USOS: - Material pesado a granel y contenedores.		
	Auto tanque	USOS: -Líquidos, gases, productos químicos y petroquímicos.		
	Jaula a granel	USOS: -Productos alimenticios a Granel		
	Vehículos articulados	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gran TON / poco m<sup>3</sup></li> <li>- Longitud máx. 16.5m</li> <li>- Capacidad máx. 40 TON</li> <li>- 34 pallets</li> </ul> <p>- Constituido por un camión unitario con un remolque<sup>8</sup>, acoplado con un mecanismo de articulación.</p>	- Camión remolque	
	Jaula ganadera	USOS: - Animales varios.		
	Jaula enlonada	USOS: - Productos que requieren descarga y carga lateral.		

<sup>8</sup> Remolque: vehículo con eje delantero y trasero no dotado de medios de propulsión y destinado a ser jalado por un vehículo automotor.

<b>FLOTA PESADA</b> (Continuación)	Tracto camión	- Gran m <sup>3</sup> / poco TON - Longitud máx. 18.75m - Capacidad máx. 32 TON - 36 pallets -Remolque de 2-6 ejes	<b>ARTICULADO</b>  Tracto Camión + semirremolque	
		- Vehículo destinado a soportar y arrastrar semirremolques <sup>9</sup> y remolques.	<b>DOBLEMENTE ARTICULADO</b>  Tracto camión + semirremolque + remolque.	
	Lowboy o cama baja	USOS: - Maquinaria o productos pesados.		
	Tolva	USOS: - Carga a granel / materia para construcción.		
Madrina o Porta vehículos	USOS: - Transporte de vehículos			

**Tabla 2.4 Equipos terrestres.**

Basada en el documento “Clasificación de vehículos y definiciones”, de la Secretaría de Energía (SENER) a través de su página web [www.energia.gob.mx](http://www.energia.gob.mx)

<sup>9</sup> Semirremolque: vehículo sin eje delantero, destinado a ser acoplado a un tracto camión de manera que sea jalado y parte de su peso sea soportado por este.

#### 2.1.4 PLANEACIÓN

Comenzar a hablar de planeación sugiere que nos refiramos a un conjunto coherente de políticas, estrategias y metas, las cuales buscan, a través de la toma de decisiones anticipada, proyectar un futuro deseado, lo que se logra al identificar y posteriormente controlar las acciones clave involucradas en la empresa en cuestión.<sup>10</sup>

Agustín Reyes (1990), en su libro *Administración de empresas, teoría y práctica*, menciona que la planeación consiste en fijar un curso concreto de acción, estableciendo los principios para orientarlo, la secuencia de operaciones para realizarlo y las determinaciones de tiempos y números necesarios para su correcto funcionamiento, lo que finalmente equivale a trazar planos y fijar en ellos nuestra acción futura (p.165).

Dicha planeación puede realizarse a largo plazo (construcción de una nueva planta industrial, el desarrollo de una gama de productos), mediano plazo (elaboración de los planes de producción y venta) y corto plazo (programa diario de producción), así como a distintos niveles de la organización (programa de reducción de desperdicio en departamento, plan anual de ventas o procedimiento de evacuación de planta), y es el común denominador de los planes la necesidad de control por parte del administrador sobre cualquier evento normal, ocasional o espontáneo.<sup>11</sup>

Existen tres tipos de planeación, y la principal diferencia entre estos es el horizonte de tiempo para la implementación y la pauta de responsabilidad implicada en cada uno (Gutiérrez, J., 2006, p. 24 y 25); estos tipos de planeación son:

- Planeación estratégica: se considera de largo alcance, cuando el horizonte de tiempo es mayor a un año. Generalmente están incluidos en esta planeación los gerentes de alto mando, que establecen objetivos, metas y programas corporativos.
- Planeación táctica: implica un horizonte de tiempo intermedio, por lo general menor a un año. En ésta intervienen gerentes departamentales, quienes realizan planes dirigidos a los estatutos dictados por la planeación estratégica.
- Planeación operativa: ésta se realiza para un corto alcance y la toma de decisiones con frecuencia tiene como base información recabada cada hora o a diario; con esta planeación se busca mover un producto de manera efectiva y eficiente.

---

<sup>10</sup>Diccionario de la Real Academia Española (2001), a través de la página Web <<http://www.rae.es/>>

<sup>11</sup>Gutiérrez, J. *Propuesta de un sistema logístico aplicado al proceso productivo y de comercialización para un invernadero en el estado de México*. Tesis inédita de licenciatura. UNAM, Ciudad de México. (2006).

Se conoce también una clasificación distinta a la planeación por horizonte de tiempo, una planeación enfocada en los diferentes departamentos de la empresa; por una parte, en el área de producción la finalidad de planear es evaluar el conjunto de recursos materiales, humanos y financieros, los cuales son necesarios para la producción en un periodo dado, logrando así la satisfacción de las demandas estimadas al costo más bajo posible (Gutiérrez J., 2006, p.24); en cambio, en el área logística hablar de planeación es enfocarnos en la correcta coordinación de cantidad de productos demandados, transporte a seleccionar y tiempos de entrega.

Independientemente de los objetivos puntuales que se lograrán con los diferentes tipos de planeación, es importante conocer que al realizarla adecuadamente, las empresas estarán preparadas ante las numerosas amenazas externas, contarán con un mejor entendimiento, tanto de las necesidades de los clientes, como de los puntos fuertes de la competencia, se reflejará un aumento en la productividad de los empleados, al prevenir problemas futuros, tanto en la maquinaria como en ellos mismos (accidentes), y la relación empleado – jefe será clara por contar con tiempos específicos para las actividades a realizar; todo lo anterior lo podemos traducir en beneficios económicos principalmente.

El funcionamiento eficiente de todas las actividades a realizar en las empresas, depende en gran medida del seguimiento detallado de los planes estratégicos planteados en un principio, los cuales están orientados al cumplimiento del objetivo general definido por la dirección de la compañía. Logística y transporte son sólo dos de las muchas actividades a realizar, sin embargo, únicamente hablaremos de éstas ya que parte de su éxito radica en una adecuada planeación y, además, tienen gran impacto en los costos totales administrativos, como lo menciona Ballou (2004) en su libro *Administración de la cadena de suministro*.

El correcto acoplamiento entre las actividades del apartado 2.1.3 Transporte y 2.1.4 Planeación se logrará tomando como base la planeación logística, la cual pretende de manera efectiva y eficiente mover cierto producto a través de un canal estratégicamente seleccionado; este resultado se obtendrá sí desde un principio respondemos adecuadamente a las preguntas qué, cuándo y cómo; además, es fundamental realizar dicha planeación interrelacionando estas dos actividades, ya que como unidad establecen el resultado buscado.

El plan logístico, derivado del análisis y planeación unificada del transporte y la logística, beneficiará de manera notable el nivel de servicio proporcionado al cliente, ya que sus expectativas se estarán cumpliendo; sin embargo, es importante tener presente desde un principio el nivel de servicio acordado por la dirección, ya que, de lo contrario, se

sacrificarán las ganancias obtenidas a través de la planeación por tener un nivel de satisfacción del cliente elevado.

Enfatizando lo mencionado en párrafos anteriores, la reducción de los costos logísticos y de transportación es el resultado principal al realizar una planeación empresarial, sin embargo, como consecuencia de ésta, existen otros beneficios inmersos en las dos actividades clave mencionadas, como el ahorro en el consumo de combustible, lo que se justifica al controlar los viajes y a que las rutas a ocupar presentarán distancias menores; por otra parte, el tiempo invertido por los transportistas será ocupado eficientemente y el pago a recibir será el justo por la actividad realizada en las horas de trabajo efectivas, por lo antes mencionado, el incremento en las utilidades de la empresa será un hecho y subsecuentemente le permitirán adquirir un crecimiento, además de formar parte del mercado potencial actual.

La reducción en el consumo de combustible será tanto un beneficio económico como ecológico, por lo que aquí se estará cumpliendo con el objetivo de la ingeniería, la cual de manera resumida pretende formar de manera integral recursos humanos capaces de desarrollar estrategias y acciones para el desarrollo tecnológico, cultural, social y ambiental, que tengan un impacto positivo en el bienestar nacional al realizarse acorde con las necesidades de la sociedad.<sup>12</sup>

### **2.1.5 REGRESOS EN VACÍO**

Durante el desarrollo del presente trabajo, se ha observado que el proceso de planeación en las actividades clave de la logística es de gran ayuda para el acoplamiento total de la cadena de suministros, pese a este hecho y de que actualmente se cuenta con información suficiente para controlar de manera adecuada la cadena siguen existiendo problemas derivados de su funcionamiento.

Situar en un determinado punto los artículos solicitados por los clientes es uno de los objetivos del transporte de carga. Tal vez se le considere una actividad demasiado simple, pero realmente se trata de una tarea compleja, dicha complejidad radica en el hecho de poder empalmar la carga y el camión, en tiempo y lugar, bajo las especificaciones del contratista. Una vez realizada la entrega, acontece la situación que a empresas que ofrecen servicios de transporte les interesa disminuir, regreso en vacío del autotransporte, éste consiste en el regreso de dicho transporte a su lugar de origen sin carga.

---

<sup>12</sup> Recopilación de la misión y visión de la Facultad de Ingeniería, UNAM. a través de la página web <<http://www.ingenieria.unam.mx/>>

Las empresas que ofrecen como servicio el transporte de mercancía consideran relevante la incidencia de los regresos en vacío por la relación existente entre su ocurrencia y la tarifa correspondiente al servicio de movilización de carga, esto se debe a la necesidad de solventar costos fijos y variables relacionados con el vehículo transportador, por lo tanto, el costo del servicio será el mismo exista o no carga para el regreso; en caso de no contar con mercancía para el regreso será necesario aumentar el costo del servicio para poder saldar el costo del autotransporte, lo que puede ocasionar descontento por parte de los clientes. Con lo antes mencionado se observa que, aprovechar el viaje forzoso (regreso) a realizar permitirá el uso eficiente del servicio comprado, además las ganancias pertenecientes a empresas de este giro se verán beneficiadas.

Las características físicas que presentan tanto la carga a trasladar como el autotransporte delimitan el tipo de regreso que se realizará. Es decir, las especificaciones o requerimientos impuestos por la carga a mover en un principio se mantienen constantes durante un viaje en esquema redondo (origen/ destino/ origen), puesto que las características físicas del autotransporte que realiza dicho movimiento no cambian, a pesar de que la entrega de la mercancía haya concluido. Por esta razón, para un nuevo viaje, el origen no siempre puede convertirse en destino o viceversa. Por ejemplo: sí se requiere transportar electrónicos del punto A al B, es muy difícil que de regreso se lleve carne, puesto que ésta requiere de mayores atenciones para su preservación: refrigeración, poleas, ganchos metálicos, etc.

Anteriormente definimos como características físicas tanto a la capacidad del autotransporte como a las peculiaridades propias de la carga a mover; en ambos casos en la mayoría de las ocasiones, las unidades que representan estas características físicas son unidades de volumen y/o de masa:  $m^3$  y/o ton, respectivamente. Sin embargo, estas características no son las únicas variables que determinan un posible regreso en vacío, también deben considerarse el tiempo de entrega y el costo de renta del autotransporte; éstas últimas serán tratadas a continuación.

Es primordial contemplar que no sólo se requiere colocar los artículos solicitados por el usuario en el lugar indicado, sino que también en el tiempo acordado, ya que el cliente realiza el pedido conforme a la demanda que presentan sus artículos; si el servicio logístico realiza una entrega oportuna, la repercusión en la cadena de suministros del cliente será benéfica y resulta lo contrario si la entrega se realiza con demoras. No respetar los lineamientos establecidos por el cliente ocasionará una disminución en la calidad del servicio dado, lo que causará una baja de clientes.

Si las características de cierto autotransporte satisfacen los requisitos de la carga a mover y este mismo vehículo se encuentra disponible para realizar la entrega de la mercancía en cuestión, es decir, si el camión, la carga y los tiempos relacionados con el camión (llegada del camión, horario de liberación, traslado, y carga) se acoplan, no es suficiente para elegirlo como transporte, ya que falta tomar en cuenta el costo para comprar el servicio, porque si éste es elevado o no existe justificación, no se optará por él.

Es importante resaltar que no es la existencia intrínseca de estas cuatro características la que condiciona por sí misma que los regresos se realicen en vacío. Es la combinación de éstas, la que puede resultar en regresos con ausencia de carga, por ejemplo:

Ejemplo 2.5: Una camioneta de 3.5 ton sale de la ciudad de México el día lunes a las 18:00 horas, por \$8,000, ésta trasladará 5m<sup>3</sup> / 2 ton de mercancía (carga A) a Monterrey; el arribo lo estará realizando a las 20:00 horas del día martes. Una carga de 10m<sup>3</sup> / 4 ton (carga B) proveniente de Monterrey requiere estar en la ciudad de México el día jueves a las 17:00 horas; dicho movimiento tendrá un costo de \$9,000. A pesar de que el transporte de 3.5 ton tiene la necesidad de regresar a su lugar de origen y éste sea el mismo que el destino de la carga B, el autotransporte no podrá realizar el movimiento de la mercancía B al no contar con la capacidad suficiente (véase tabla 2.5).

Variables participantes en el ejemplo 2.5		
	Carga - A	Carga - B
Características de mercancía	5m <sup>3</sup> / 2 ton	10m <sup>3</sup> / 4 ton
Tiempo	Salida: Lunes 18:00 hrs (MEX)	Salida: Miércoles 15:00 hrs (MTY)
	Llegada: Martes 20:00 hrs (MTY)	Llegada: Jueves 17:00 hrs (MEX)
	Autotransporte	
Costo de servicio <sup>13</sup>	\$8,000.	\$9,000.
Capacidad	Camioneta de 3.5 toneladas	

**Tabla 2.5 Variables participantes en el Ejemplo 2.5**

Fuente: Elaboración propia

Como se observa, la tabla 2.5 muestra la presencia de las cuatro variables explicadas anteriormente, pero la falta de coordinación entre la capacidad del transporte

<sup>13</sup> Referencia de precio de mercado Agosto 2014.



(camioneta de 3.5 ton) y las características de la carga B ( $10\text{m}^3/4\text{ton}$ ) es la causante de la existencia de un regreso en vacío.

Analizar detalladamente este ejemplo presenta la posibilidad de evitar el regreso sin mercancía, esto se logra si desde un principio se realiza el traslado de la carga A con un vehículo cuya capacidad sea mayor, es decir, si el movimiento de esta mercancía se lleva a cabo en un autotransporte denominado rabón con capacidad para  $15\text{m}^3/6\text{ton}$ , éste podrá trasladar tanto a la carga A ( $5\text{m}^3/2\text{ton}$ ) como a la carga B ( $10\text{m}^3/4\text{ton}$ ). De esta manera el autotransporte rentado se ocupa eficientemente y la ganancia por el servicio dado será mayor al cobrar el traslado de cada carga a los respectivos usuarios. Aunque se encontró una posible solución al problema existe otra forma de erradicarlo, siendo ésta la espera en el primer destino (MTY) de una carga que se adecue a las especificaciones del movimiento a realizar, sin embargo, esta espera origina nuevos gastos como lo son los viáticos; cabe mencionar que realizar el regreso del camión con mercancía garantiza un aumento en las ganancias de empresas logísticas siempre y cuando éste sea planeado y analizado, de lo contrario aumentarían los gastos del viaje y disminuirían dichas ganancias, por lo tanto antes de tomar una decisión es necesario realizar un análisis que brinde el punto de equilibrio y muestre como resultado la mejor opción. Este análisis será tratado en el Capítulo IV Resultados.

Cuadros (2011) en su artículo Reducción del regreso en vacío en el autotransporte “menciona que la ausencia de carga a trasladar para el regreso del autotransporte a su lugar de origen, ya antes definido como regreso en vacío, tiene presencia en el 55% en los viajes realizados por el transporte terrestre”.

Dicho porcentaje no es nada despreciable; sin analizar detenidamente la problemática se observa que ésta se encuentra presente en casi la mitad de todos los viajes realizados. He aquí la importancia de contar tanto con carga para el transporte como transporte para la carga, por esta razón, actualmente existen diversas plataformas con la finalidad de acoplar la mercancía al transporte o viceversa, publicando y coordinando las necesidades y características del autotransporte o de los artículos a mover.

A pesar de que las empresas relacionadas con este problema cuentan con acciones a realizar para el correcto acoplamiento de la logística, el transporte y la planeación son los elementos fundamentales para la solución de dicho problema; por lo que apoyarse en metodologías capaces de orientar a las empresas para obtener resultados esperados será ahora lo que ayude a consolidar la planeación de estas importantes actividades.

## 2.2 CONTEXTO TEÓRICO DE *SIX SIGMA* Y SU METODOLOGÍA

### 2.2.1 *SIX SIGMA*

Se le conoce como *six sigma* a la filosofía administrativa cuyo objetivo se centra en la eliminación de errores mediante el seguimiento de una metodología altamente disciplinada, que busca la mejora de un proceso, lográndolo al enfocarse en el desarrollo y entrega de productos y servicios casi perfectos, basándose en el beneficio económico y la calidad percibida por el cliente.<sup>14</sup>

*Six sigma* es una estrategia de negocios que maneja eficientemente datos estadísticos, principalmente de producción, ventas, defectos y tiempos de ciclos, los cuales le servirán de guía para eliminar la variabilidad en los procesos y poder presentar los resultados esperados, es decir, artículos o servicios con los mínimos defectos posibles, bajos costos, satisfacción de las necesidades básicas del cliente, además de cubrir e incluso superar las expectativas de éste.

Antes de la popularización de esta filosofía, las empresas medían su calidad en porcentajes, por lo general el número de defectos detectados en lotes de cien piezas. Sin embargo, en muchas industrias el nivel de mercancía con desperfectos había mejorado tanto, que contabilizarlos en porcentajes ya no resultaba representativo, por lo que ahora se mediría en defectos por millón (DPMO) de piezas.<sup>15</sup> Contar con un estándar de calidad muy alto hace que esta filosofía busque un nivel de defectos menor o igual a 3.4 DPMO, aproximándose al ideal de cero-defectos.

*Six sigma* puede ser aplicado no sólo a procesos de manufactura o de transformación de materia prima, sino también a procesos comerciales, procesos administrativos, servicios logísticos, servicios de transporte, entre otros.

La historia de esta filosofía comienza en los años 80's, cuando el ingeniero de Motorola Mikel Harry observó que la empresa contaba con procesos aparentemente funcionales, ya que la mayoría de la mercancía cumplía con los niveles de calidad propuestos, y sin embargo se seguían presentando productos defectuosos, debido a los cuales no se satisfacían al cien por ciento los pedidos. Para corregir dichos artículos, Harry realiza estudios a los procesos y logró identificar que las quejas de los clientes y los retrabajos en sus artículos eran los dos factores que simultáneamente generaban variación en el proceso y se correlaciona entre sí. Llegó a la conclusión de que aislarlos

---

<sup>14</sup>Pande, P., Neuman, R., Cavanagh, R. (2000). *Las claves de Seis Sigma*. España: Editorial McGraw-Hill.

<sup>15</sup> Mejía, I., Álvarez, S., (2011). *Modelo de dirección para la aplicación de six sigma*, Tesis inédita de Licenciatura. UNAM, Ciudad de México. Pág. 31

ayudaría en un principio a cumplir con los estándares propuestos de calidad, para después poder abarcar en su totalidad las expectativas de los clientes al controlar dichos factores.

*Six sigma* fue introducida por Motorola como una estrategia de negocios y de mejoramiento de la calidad y se convirtió en una herramienta fundamental para alcanzar dicho objetivo. Pero no fue hasta 1984 que esta herramienta evolucionó; un equipo laboral comandado por Mikel Harry desarrolló una metodología de cinco etapas, la cual interviene en la realización objetiva de estudios que originan mejoras en toda la empresa, al abarcar tanto productos, procesos, servicios y labores administrativas.

Esta filosofía obtuvo muchos reconocimientos al lograr una cultura de mejora continua, alcanzando a un corto y largo plazo la satisfacción total del cliente. Empresas de clase mundial como: General Electric, NASA, Black & Decker, Toshiba, Pepsico, entre otras, aplican esta metodología para continuar con el compromiso dado al cliente, el nivel de servicio brindado a éste, la entrega oportuna de sus productos, la producción de artículos libres de defectos ya costos razonables.

Es de suma importancia resaltar que el éxito de esta filosofía radica en hacer partícipe de este proyecto a todo el personal relacionado con las actividades a mejorar y la existencia del apoyo y compromiso de la dirección, debido a la necesidad de dar seguimiento de los proyectos y resultados obtenidos para alcanzar siempre los objetivos principales del negocio.

### 2.2.2 METODOLOGÍA DMAIC

La metodología *Six Sigma* se basa en el método científico, al ser un proceso sistemático establecido, que permite, a través de la observación, hipótesis, verificación y replicación, realizar una tarea cuyo fin estará en alcanzar un objetivo predeterminado. Esta metodología recibe el nombre de DMAIC, por las siglas en inglés de las cinco etapas que lo esquematizan y que se conforman cada una, por actividades específicas a realizar (véase tabla 2.6).

Etapas de la metodología DMAIC			
	INGLÉS	ESPAÑOL	DESCRIPCIÓN
1	<i>Define</i>	Definir	Definir problemas y situaciones a mejorar.
2	<i>Measure</i>	Medir	Realizar mediciones para obtener información y datos.
3	<i>Analyze</i>	Analizar	Analizar la información recolectada.
4	<i>Improve</i>	Mejorar	Incorporar y emprender mejoras.
5	<i>Control</i>	Controlar	Controlar los procesos de tal forma que exista mejora continua.

**Tabla 2.6 Etapas de la metodología DMAIC.**

Fuente: Elaboración propia

### 2.2.2.1 DEFINIR (*Define*)

Durante esta primera etapa se definirán los problemas o situaciones que se pretenden mejorar, tomando siempre en cuenta las necesidades de los clientes y los objetivos de la empresa por alcanzar. Por lo tanto, la definición del problema dará a conocer cuáles son los principales problemas que afectan al proceso en estudio y poder realizar la mejora buscada. Es indispensable el uso de herramientas específicas, las cuales nos ayudarán a definir los alcances, objetivos y recursos a ocupar, así como plantear efectivamente el problema general.

Las herramientas a ocupar en esta etapa para la toma de decisiones objetivas varían de acuerdo con las consideraciones de cada proyecto a realizar, sin embargo, normalmente son:

#### 1. Matriz de priorización:

Así es como se le denomina a la matriz que nos ayudará, en caso de tener dos o más proyectos, a seleccionar el que implique un cambio significativo, tomando en cuenta ciertos parámetros como: reducción de costos, satisfacción del cliente, facilidad en su implementación, entre otros (véase tabla 2.7).

En esta matriz se enlistarán tanto los diferentes proyectos a aplicar para la mejora como los parámetros a considerar para su elección, estos últimos se ponderarán de acuerdo con el nivel de importancia en la organización, para después pasar a calificar la correlación existente entre los parámetros y los proyectos. El haber llenado la matriz de selección nos permitirá realizar los cálculos correspondientes (multiplicación de la calificación por la ponderación y la suma individual de cada proyecto), para finalmente obtener diversos resultados, de los cuales el valor más alto seleccionará de manera automática el proyecto a realizar.

MATRIZ DE PRIORIZACIÓN				
PONDERACIÓN	9	6	3	Total
PARÁMETROS	FACILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN	SATISFACCIÓN DEL CLIENTE	REDUCCIÓN DE COSTOS	
A	10	8	6	<b>156</b>
B	8	8	8	144
C	8	4	6	114
D	6	6	4	102

**Tabla 2.7 Ejemplo de matriz de priorización.**

Fuente: Elaboración propia

## 2. Carta proyecto:

Es un documento elaborado por el equipo encargado de la mejora en cuestión donde se plasman puntos importantes involucrados en la realización eficiente y efectiva del proyecto, esta carta permitirá que el equipo de trabajo cuente con información verídica, evitará cambios a futuro en las metas a alcanzar y ayudará a la integración y compromiso tanto de la dirección como de los trabajadores involucrados (véase tabla 2.8).

CARTA PROYECTO	
Nombre del proyecto	Impacto al cliente
Descripción del proceso	Impacto al negocio
Definición del problema	Recursos
Alcance del proyecto	Costos
Objetivo	Beneficios del negocio
Capacidad del proceso	Beneficios del cliente
Fecha	

**Tabla 2.8 Representación de la estructura típica de una carta proyecto.**

Fuente: Elaboración propia

## 3. Voz del Cliente (VOC)

Como ya sabemos, para *six sigma* el cliente es una de sus prioridades, por lo que podemos decir que esta filosofía empieza y termina con él, ya que es necesario desde la primera etapa de mejora, reconocer las necesidades básicas del consumidor, dicho de otra manera, lo que el cliente no pide pero espera del producto o servicio (VOC), de esta forma se le estará comprendiendo y se podrán alcanzar e incluso superar dichas peticiones, teniendo como consecuencia el acercamiento a las necesidades de emoción (lo que el cliente no espera, pero si lo recibe le va a encantar) y obteniendo un diferenciador muy importante con la competencia.

Voz del cliente (Quiero...)

- Entregas a tiempo.
- Órdenes exactas y completas.
- Productos en buenas condiciones (calidad de artículos).
- Garantía por artículo defectuoso.

### 2.2.2.2 MEDIR (*Measure*)

Segunda etapa de la metodología DMAIC, donde los datos se convierten en información y ésta en argumentos para la toma de decisiones. Aquí se realiza la recolección de datos relacionados con la mejora. La función de esta etapa se duplica, primero se tiene un acercamiento con el proceso, lo que tiene como consecuencia la eliminación de valores idealizados que afectan la objetividad de las decisiones a tomar y, segundo, nos permitirá reconocer las fallas en todo lo involucrado en el proceso, es decir, al calificar los valores obtenidos, se evaluará el desempeño de la empresa, equipos, gente y del mismo proceso.

Existen diferentes diagramas que nos auxiliarán en el manejo eficiente de los datos, los cuales se sustentan en estadística y determinan las posibles causas de las variaciones que afectan el proceso.

#### 1) Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto es una herramienta de análisis que ayuda a tomar decisiones en función de prioridades, se basa en el principio enunciado por Wilfredo Pareto que dice: "El 80% de los problemas se pueden solucionar si se eliminan el 20% de las causas que los originan"; es decir, un 20% de los errores causa el 80% de los problemas (véase figura 1.3).

#### 2) Herramientas adicionales

Para la recolección y el análisis de datos es fundamental trabajar con programas como Excel, donde sus hojas de cálculo facilitan el acomodo, la distribución, la medición y la obtención de gráficos representativos de dicha información

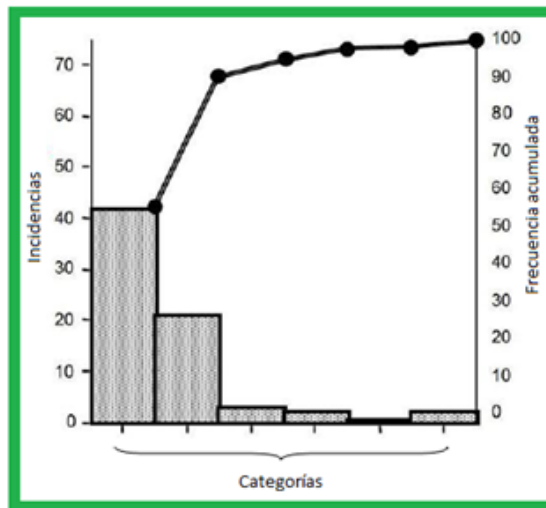


Figura 2.9 Ejemplos de gráfico de Pareto.

Fuente: Mendoza, P. Reingeniería de sistemas. (2013).

### **2.2.2.3 ANALIZAR (*Analyze*)**

En esta parte del proceso de mejora ocurre una revisión detallada de los datos reunidos en la etapa anterior; el análisis tiene como objetivo encontrar una correlación entre dichos valores y los problemas presentados. La concentración en los detalles, el aumento de la comprensión del proceso y del problema y, por último, la identificación del origen del problema son tareas a realizar.

Uno de los grandes desafíos de esta etapa es usar las herramientas adecuadas. Con suerte, con herramientas simples se puede describir la causa. Cuando las causas son más profundas o cuando la relación entre el problema y otros factores es compleja y oculta, es probable que se requieran técnicas estadísticas para identificar y verificar la causa (Mejía y Álvarez, 2011, p. 59).

Llegar a valiosos resultados en parte se debe a la acción de rastrear en un problema los componentes más graves y detectar variaciones presentes en el proceso a estudiar, las cuales nos determinarán inconsistencias en el mismo y, como consecuencia, los posibles problemas a tratar; la concentración de esfuerzos en esta parte es vital para llegar a la mejora.

La mayoría de los procesos se comporta de manera cíclica, es decir, con el paso del tiempo estos muestran valores repetitivos o estables, lo que resulta de gran ventaja y nos ayuda a distinguir datos fuera de los límites, especificaciones o de lo que se supondría normal; por tal razón, con este tipo de análisis conseguimos resultados impactantes y de gran utilidad.

El diagrama causa y efecto es llamado también diagrama de Ishikawa, en honor a su creador Kaoru Ishikawa; esta herramienta es ideal para analizar un problema, ya que ayuda a pensar no sólo en las causas conocidas, sino en todas las reales y potenciales de originar el hecho. Dicho diagrama hace su aparición en la tercera etapa, al ayudar a concentrar la atención en los problemas y responder con un diseño del proceso a la eliminación de estos; también ayuda a comprender la relación entre las posibles causas, monitoreando cuáles han sido investigadas y cuáles contribuyeron significativamente al problema.

### **2.2.2.4 MEJORAR (*Improve*)**

El objetivo de esta penúltima etapa de la metodología *six sigma* es establecer planes de acción derivados del análisis del proceso en estudio, esto se logra al seguir un procedimiento estructurado, el cual nos guiará en la eliminación de errores o malas

decisiones, tomadas con anterioridad, que no traían beneficios económicos y satisfacción al cliente.

Se deben crear los elementos necesarios para erradicar las causas que originan desperdicio, mermas, devoluciones, baja productividad, etc., a través de la aplicación de algunas herramientas sencillas en su concepto y funcionamiento.

La introducción de soluciones creativas y factibles, que en verdad ataquen las causas principales del problema y que permitan que el equipo trabaje en el proceso, no se encuentra fácilmente. Por tal razón, una vez que esas nuevas ideas se desarrollan, tienen que ensayarse, refinarse e implementarse.

Diversos ejercicios de creatividad ayudan al equipo a sacudir su modo de pensar y enfocar la generación de ideas con nuevos métodos. El equipo también puede examinar otras compañías y otras divisiones de la empresa, para ver si pueden tomar prestadas mejores prácticas y llevarlas a cabo (Mejía y Álvarez, 2011, p. 61 y 62).

#### **1.2.2.5 CONTROLAR (*Control*)**

La Real Academia Española define a la acción de controlar como la regulación manual o automática sobre un sistema; este mismo efecto es el que se quiere tener en la quinta y última etapa de la metodología *six sigma*, donde el equipo de trabajo diseña y documenta los controles necesarios para asegurar que las ganancias del esfuerzo de mejora se mantengan y garantizar su consistencia.

Adentrándonos en el proceso de control, es importante conocer que tres actividades son fundamentales para su desarrollo (*véase tabla 2.9*); primero es necesario realizar la estandarización del proceso, la cual se consigue a través de la mejora propuesta; como segundo paso se tiene la documentación del mismo, donde se intenta involucrar al equipo de trabajo y probar la mejora exactamente como está documentada, finalmente, el monitoreo, que ayudará a identificar variables críticas y que servirán como retroalimentación. Con estos tres pasos se controlará de manera efectiva la mejora realizada y a su vez existirá la mejora continua.



PILARES DEL CONTROL		
NOMBRE	HERRAMIENTAS A USAR	OBJETIVO
Documentar proceso	-	Evita la dependencia del proceso para institucionalizar los cambios.
Estandarizar proceso	-	Controla la variación.
Monitorear proceso	Sistema a prueba de errores	El proceso se mantiene bajo control.
	Planes de control	
	Retroalimentación	

**Tabla 2.10 Ejemplos de gráfico de Pareto.**

Fuente: Mendoza, P. *Reingeniería de sistemas*. (2013).

Tras haber revisado con detenimiento las cinco etapas de la metodología, podemos darnos cuenta del gran apoyo que brinda *six sigma*, ya que ayuda de manera objetiva a detectar, solucionar y controlar cualquier tipo de problema presente en algún proceso; por esta razón, dicha metodología se ocupará para la resolución de nuestro caso en estudio.

**CAPÍTULO III**  
**APLICACIÓN DE LA**  
**METODOLOGÍA**  
*SIX SIGMA*

## CAPÍTULO III

### APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SIX SIGMA

#### 3.1 METODOLOGÍA DMAIC

##### 3.1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA (*Define*)

En el Capítulo II se mencionaron las variables que al combinarse originan que los autotransportes realicen regresos sin mercancía, a pesar de haber sido descritas éstas es necesario ahondar en una de ellas, la tarifa relacionada con el servicio logístico, que es determinante para que los regresos en vacío se conviertan en oportunidad económica. Antes de profundizar en ésta se retomaran puntos importantes de las tres variables, para así tener una visión amplia y objetiva de todo lo relacionado con los regresos en vacío y poderles dar solución.

Se sabe que los regresos en vacío se presentan principalmente por no tener a disposición una carga adecuada para un transporte que ha consolidado una entrega y que debe regresar a su punto de partida, lo que ocasiona la movilización de un transporte vacío a su lugar de origen.

La carga a transportar en un principio será la que determine las características específicas del autotransporte, ya que a partir de las necesidades que dicha mercancía exija, será la capacidad (volumen y peso) o la peculiaridad (refrigerado, tanque, jaula, etc.) del equipo que realice el traslado redondo (origen/ destino/ origen) y se convertirá esta razón en otra restricción que contribuye a la presencia de los regresos en vacío.

La falta de coordinación entre la carga a mover, el autotransporte y los tiempos de entrega contribuirán principalmente en el tipo de regreso a realizar (con carga o vacío). El costo de renta del camión de carga es una variable importante, ya que, además de fungir como restricción en la toma de decisiones, beneficiará o afectará las ganancias obtenidas a partir de la prestación del servicio logístico, hecho que justifica el término de oportunidad económica. Cabe mencionar que el transporte a utilizar, en la mayoría de las ocasiones suele pertenecer a terceros, es decir, la compañía que demanda trasladar mercancía no cuenta con flotilla propia, por lo que recurre a la subcontratación de un servicio logístico, el cual se encarga de empalmar la carga del cliente A, con el vehículo del transportista B; concepto definido en capítulos anteriores como prestador logístico. Por esta razón, el presente estudio se enfocó en empresas de este giro.

Dar soluciones a la cadena de suministros de los clientes, con el autotransporte apropiado, en el tiempo solicitado y realizando entregas a innumerables destinos son las

tareas que empresas de este giro realizan, las cuales aprovechan su amplia experiencia en los diferentes sectores del mercado para ofrecer soluciones adaptadas a las necesidades de los interesados.

El servicio que ofrecen empresas que prestan como servicio logístico el transporte de mercancía es brindar al cliente el transporte de carga que satisfaga los requerimientos de la mercancía; su modo operativo consiste en dos etapas principalmente: primero se busca el transporte más adecuado entre las diferentes opciones existentes y, como segundo paso, se realiza el contrato del servicio con el dueño del autotransporte, concluyendo así con el movimiento de la carga al destino.

La tarifa propuesta por el transportista depende del autotransporte a rentar, del lugar a donde se requiera el movimiento y de contar o no con un regreso en vacío. La razón por la que la ausencia de carga afecta en el costo del autotransporte se debe a la necesidad de solventar costos fijos y variables del vehículo presentes también en el regreso (combustible, casetas, mantenimiento, seguro). Si se renta cierto camión y no garantizamos que el movimiento de regreso sea lleno, la tarifa propuesta será igual a la equivalente a un viaje redondo, donde la empresa logística cobrará únicamente un traslado y pagará al transportista como si se hubieran realizado dos movimientos, en cambio, si se consigue mercancía para el regreso, los dos traslados podrán cobrarse, es decir, cada cliente pagará su respectivo movimiento.

La tabla 3.2 muestra la estructura de costos para un viaje con ruta México – Querétaro realizado por una camioneta de 1.5 ton, a pesar de que ésta describe los costos relacionados con un caso en específico, nos sirve de guía para comprender cómo afectan los costos fijos y variables la tarifa del servicio logístico, al ser ocupado el mismo principio para construirla sin importar cuál sea el viaje a realizar. En la tabla 3.1 se explica cada rubro que integra la tabla de costos.

COSTOS FIJOS	
Oficina <sup>+</sup>	Aquí se engloban todos los servicios que permiten que funcione la oficina como luz, teléfono, agua, internet, etc.
Transporte*	En este campo se encuentra el resultado de la relación del costo total del autotransporte y su depreciación correspondiente.
Seguro*	Este rubro considera el costo del seguro que brinda protección al camión que realizará el movimiento.
Salarios área admón. <sup>+</sup>	Como el nombre lo dice aquí se presentan los salarios del personal de administración.
GPS	Renta del navegador satelital que permite determinar la posición del vehículo.

Monitoristas	Salarios de las personas encargadas de revisar los vehículos con GPS a través de un software de monitoreo.
Operador unidad dedicada	Responsable de trasladar el autotransporte (chofer).
<b>CARACTERÍSTICAS NECESARIAS A CONTEMPLAR</b>	
Km por viaje*	Distancia correspondiente al viaje a realizar en esquema redondo (origen / destino / origen).
Rendimiento unidad (km / L)*	Esta cifra indica cuantos litros necesita el autotransporte para recorrer ciertos kilómetros.
<b>COSTOS VARIABLES</b>	
Consumo de combustible (L)	Cifra que indica cuanto combustible consume el autotransporte a través de los kilómetros y el rendimiento de la unidad.
Costo combustible por litro (gasolina o diésel)*	Precio con referencia del mercado (Agosto 2014)
Combustible	Costo total del combustible a ocupar, éste se obtiene a partir del consumo de combustible y el costo de éste por litro.
Viáticos	Prestación económica para los operadores de unidades con el fin de efectuar el movimiento del autotransporte en caso de existir días de espera.
Casetas*	Sumatoria del pago efectuado en cada caseta relacionada con el viaje en esquema redondo (origen / destino / origen).
Desgaste de llantas por Km*	Cifra establecida por el Instituto Mexicano del Transporte como resultado de un estudio realizado en Septiembre del 2014.
Desgaste por viaje	Cantidad que resulta de multiplicar los kilómetros por viaje por el desgaste de llantas.
Costo total (esquema redondo)	Sumatoria de los costos variables y costos fijos.

**Tabla 3.1 Costos relacionados con el autotransporte por el movimiento de carga.**

Fuente: Elaboración propia.

\*El origen de estas cifras puede verificarse en el apartado 3.1.2 *Medir*, que muestra toda la información que fue recolectada para la realización de este estudio.

+Cabe citar que, el total de estos costos debe de ser dividido entre el número de camiones que se posee (flotilla), ya que estos no recaen directamente en un sólo autotransporte. Gracias a dichos costos es posible el funcionamiento de la flotilla.

COSTOS DE TRANSPORTE PARA UNA CAMIONETA DE 1.5 TON CON RUTA MEX. – QRO.						
Costo Fijos				% Representativo		
				43	50	52
				Días de espera		
	Costo mensual	Costo por día				
Oficinas	\$1,250	\$56.82		Mismo día	1	2
Transportes*	\$3,656.25	\$166.19				
Seguros*	\$ 1,416.67	\$64.39				
Salarios área administración	\$7,500	\$340.91				
GPS	\$750	\$34.09				
Monitoristas	\$ 682	\$30.99				
Operador unidad dedicada	\$15,000	\$681.82				
<b>Total costos fijos</b>				<b>\$1,375.22</b>	<b>\$2,750.43</b>	<b>\$4,125.65</b>
Km por viaje*		424				
Rendimiento unidad (km / L)*		5.50				
Costos Variables				% Representativo		
				57	50	48
Consumo de combustible (L)		77.09				
Costo gasolina por litro*		\$12.95				
Combustible			\$998.33			
Viáticos		\$1,000.00		\$0.00	\$1,000.00	\$2,000.00
Casetas*			\$280.00			
Desgaste de llantas por Km*		\$1.20				
Desgaste por viaje			\$508.80			
<b>Total costos variables</b>				<b>\$1,787.13</b>	<b>\$2,787.13</b>	<b>\$3,787.13</b>
<b>Costo total</b>				<b>\$3,162.34</b>	<b>\$5,537.56</b>	<b>\$7,912.77</b>

**Tabla 3.2 Costos relacionados con el autotransporte por el movimiento de carga.**

Fuente: Elaboración propia.

Es importante mencionar que el costo total mostrado en la tabla 3.2 no incluye la ganancia correspondiente al servicio prestado.\*El origen de estas cifras puede verificarse en el apartado 3.1.2 *Medir*, que muestra toda la información que fue recolectada para la realización de este estudio.

Realizar la estructura de costos del transporte, permite tener noción y fundamentos a la hora de tomar decisiones, ya que existe la posibilidad de presentarse diferentes opciones para realizar un mismo viaje; con el afán de evitar un regreso en vacío puede que la decisión tomada no sea la mejor. Por ejemplo:

Ejemplo 3.3: Un autotransporte sale de la ciudad de México el día lunes a las 12:00 horas, éste trasladará 2.5 m<sup>3</sup> / 1 ton (carga A) a Querétaro, el arribo lo estará realizando a

las 14:00 horas del mismo día. Para el regreso, se tienen tres opciones, la primera es regresar en vacío, lo que implica que el costo por el movimiento de la carga A aumente. Las otras dos opciones cuentan con mercancía para el regreso; una es la carga B de 10m<sup>3</sup> / 4 TON; la segunda opción es la carga C de 1m<sup>3</sup> / 800 kg; ambas cargas requieren estar en la ciudad de México, la carga B a las 18:00 horas del día lunes y la carga C a las 8:00 horas del día martes. ¿Cuál de las tres opciones será la mejor para realizar el regreso del autotransporte rentado? (véase tabla 3.3)

Variables presentes en el Ejemplo 3.3				
		Mercancía	Tiempo	Capacidad mínima del camión
Viaje de ida		2.5 m <sup>3</sup> / 1 ton	Salida: Lunes 12:00 hrs (MEX) Llegada: Lunes 14:00 hrs (QRO)	Camioneta de 1.5 ton
Viaje de regreso	Opción 1	Sin carga	Salida: - Llegada: -	-
	Opción 2	10m <sup>3</sup> / 4 ton	Salida: (QRO) Lunes 16:00 Llegada: (MEX) Lunes 18:00	Rabón 6 ton / 15 m <sup>3</sup>
	Opción 3	1m <sup>3</sup> / 800 kg	Salida: (QRO) Martes 6:00 Llegada: (MEX) Martes 8:00	Camioneta de 1.5 ton

**Tabla 3.3 Variables presentes en el Ejemplo 3.3**

Fuente: Elaboración propia.

Para dar respuesta a la problemática antes planteada es necesario basarnos en la tabla 3.2 y realizar una tabla semejante para cada opción, estas tablas permitirán analizar las tres situaciones y, será el costo total de cada una quien determine cuál es la mejor opción. En el apartado 3.1.3 *Análisis* se encuentra el análisis completo y detallado realizado a este problema.

En resumen, para que los regresos al lugar de origen del autotransporte resulten una oportunidad económica, no sólo se requiere conseguir mercancía para dicho regreso, sino que el movimiento de esta mercancía debe generar ganancias iguales o mayores al nivel deseado.

A pesar de conocer las tres variables por las que se presentan los regresos en vacío y poder intervenir en la disminución de estos, existen otros factores que los originan pero son difíciles de controlar, como el crecimiento de la población, que genera un aumento proporcional en la demanda de artículos y conlleva un incremento de igual magnitud en el servicio de transportación de carga, donde el tránsito de las unidades tiene un comportamiento no equitativo, observando esto cuando se requieren cinco autotransportes con ruta México – Guadalajara, pero sólo uno con ruta Guadalajara – México, ejemplificando así un regreso en vacío.

En resumidas cuentas, podemos observar la importancia de atacar el problema, ya que a) se podrá eliminar el cargo extra en la tarifa del autotransporte, b) se aprovechará eficientemente la renta del mismo y c) se contará con una disminución en el impacto ambiental de la cadena de suministros, esto último a través de una logística eficiente y amigable con el ambiente, aplicada a la flotilla de la empresa. El beneficio económico y ecológico deseado se obtendrá al presentar un incremento en la productividad y una reducción en el desgaste de los vehículos de transporte.

Es muy importante conocer las consecuencias que conlleva el no contar con una logística eficiente, ya que no sólo la cadena de suministros se ve afectada, sino también el medio ambiente, hecho reflejado en las estadísticas, las cuales posicionan a México dentro de los 25 países con mayor población, mayor PIB y mayores emisiones (considerando sólo las emisiones de CO<sub>2</sub> por quema de combustibles fósiles), según la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. En el contexto mundial, México contribuye con alrededor del 1.6% a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).<sup>16</sup>

La descripción del problema ayudó a plasmar tres causas que originan los regresos en vacío, que son: (1) planeación deficiente, (2) flotilla carente y (3) falta de pronósticos. Aclaremos que en un principio la mejora sólo se realizará en un área, ya que acotar el problema permitirá un enfoque centrado y detallado y los resultados serán más confiables. Por lo anterior, es necesario elaborar una matriz de priorización, la cual nos guiará al elegir la razón con mayor participación e impacto y atacar así el problema raíz de manera adecuada.

MATRIZ DE PRIORIZACIÓN				
PARÁMETROS	Fácil implementación	Satisfacción del cliente	Reducción de costos	Total
<b>Ponderación</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	
Planeación deficiente	2	6	8	120
Flotilla carente	2	4	6	88
Falta de pronósticos	4	4	4	72

**Tabla 3.4** Matriz de priorización orientada a regresos en vacío.

Fuente: Elaboración propia.

Los tres parámetros que integran la matriz 3.4 muestran que la variable con mayor impacto es la correspondiente a la planeación, ya que adquirir flotilla o sugerir al transportista aumentarla resultaría caro y no garantiza que el problema se elimine; la

<sup>16</sup> Herrera, A., Vales, N. *Estimación de las emisiones de gases contaminantes generadas por la actividad aérea en México*. México: Instituto Mexicano del Transporte. (2013). Pág. 8



primera por la fuerte inversión que se necesita y la segunda porque la renta del autotransporte aumentaría, resultando la mejora contraproducente. Reunir datos para realizar pronósticos es muy tardado, se requiere recolectar información por lo menos un año para que ésta sea confiable. En consecuencia la inversión en estas dos variables descritas no es proporcional a la ganancia esperada. Por lo que, la variable planeación resulta la más viable para su implementación; ésta se refiere al procedimiento que involucra la elección del transporte que moverá la carga y viceversa, es decir, dicho procedimiento abarca dos etapas, que son:

1. Elección del vehículo:

Para la carga a transportar de un punto A a un punto B se elegirá un vehículo con determinadas características, la elección depende de la carga, es decir, según las necesidades de ésta se elegirá el tipo de transporte (véase tabla 3.4).

PRIMERA ETAPA: ELECCIÓN DEL VEHÍCULO (viaje de ida)			
Se tiene		Se requiere	
Carga A	Características	Transporte X	Características
	5m <sup>3</sup> / 2 ton		Camioneta de 3.5 ton

**Tabla 3.5 Primera etapa: elección del vehículo.**  
Fuente: Elaboración propia.

2. Elección de la carga:

En la segunda etapa del viaje, el regreso, la planeación depende ya no de la carga, sino del vehículo, al conservar éste sus características físicas y requerir regresar a su lugar de origen (véase tabla 3.5).

SEGUNDA ETAPA: ELECCIÓN DE LA CARGA (viaje de regreso)			
Se tiene		Se requiere	
Transporte X	Características	Carga B	Características
	Camioneta de 3.5 ton		5m <sup>3</sup> / 2 ton

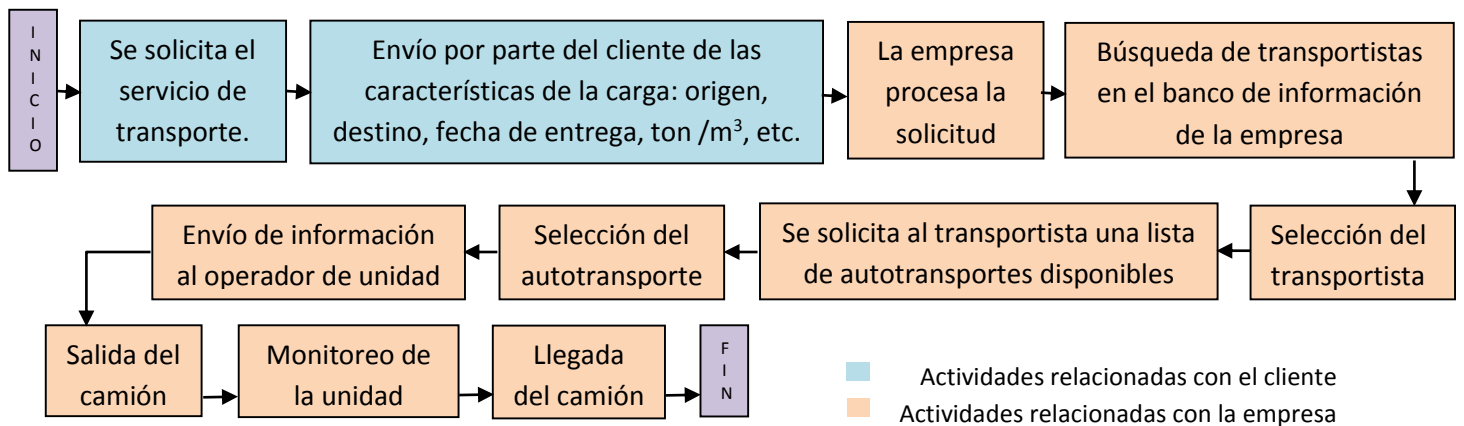
**Tabla 3.6 Segunda etapa: elección de la carga.**  
Fuente: Elaboración propia.

Que la matriz de priorización halla arrojado que la mejora se realice a la variable planeación conlleva a plantear como proyecto de mejora la implementación de una metodología que disminuya los regresos en vacío en empresas que prestan como servicio logístico el transporte de mercancía. Conociendo el proyecto a ejecutar iniciaremos con la mejora apoyándonos en las herramientas descritas en el apartado 2.2.2.1 *Definir* y que corresponde a esta etapa: 1) Carta proyecto, 2) Mapeo del proceso y, 3) Voz del cliente.

CARTA PROYECTO		Fecha: Agosto 2014								
<b>Nombre del proyecto:</b> Aprovechamiento de áreas de oportunidad en logística	<b>Objetivo:</b> Aumentar las ganancias de empresas prestatarias logísticas									
<b>Descripción del proyecto:</b> Se propondrá una metodología que permita disminuir la ocurrencia de los regresos en vacío.	<b>Alcance del proyecto:</b> El proyecto estará enfocado en el proceso de selección del transporte que moverá la carga y viceversa.									
<b>Definición del problema:</b> Actualmente se cuenta con la presencia de regresos en vacío por los inequitativos viajes del autotransporte.	<b>Impacto al cliente:</b> El nivel de servicio ofrecido al cliente aumentará mientras que las tarifas disminuirán.									
<b>Beneficios del cliente:</b> El total aprovechamiento de la renta del autotransporte permitirá contar con tarifas atractivas para el cliente.	<b>Impacto al negocio:</b> Se ocupará un lugar privilegiado en la cartera de los clientes por cumplir y superar sus expectativas.									
<b>Beneficios del negocio:</b> Al aprovechar al 100% los movimientos de las unidades se aumentarán las ganancias de la empresa.	<b>Recursos:</b>									
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nombre</th> <th>Rol</th> <th>%Tiempo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fernanda Retana</td> <td>Líder proyecto</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>Arturo Coronel</td> <td>Experto proceso</td> <td>40</td> </tr> </tbody> </table>	Nombre	Rol	%Tiempo	Fernanda Retana	Líder proyecto	100	Arturo Coronel	Experto proceso	40
Nombre	Rol	%Tiempo								
Fernanda Retana	Líder proyecto	100								
Arturo Coronel	Experto proceso	40								
<b>Problemática / Antecedentes:</b> Llevar artículos a un determinado destino es el objetivo del transporte de carga. La tarea radica en empalmar la mercancía y el autotransporte en tiempo y lugar. Una vez entregada la carga, el transporte necesita llegar a su lugar de origen, normalmente ocurre aquí el fenómeno que nos interesa, el regreso de dicho autotransporte sin carga alguna.										

**Tabla 3.7 Carta proyecto.**  
Fuente: Elaboración propia.

Es de suma importancia conocer a fondo y no suponer, como se ejecutan las actividades involucradas con el proceso de planeación, ya que podremos localizar los campos de mejora; por lo que es necesario documentar el proceso en el que estamos trabajando. Esto se observa con el mapeo del proceso (véase figura 3.8)



**Figura 3.8 Mapeo del Proceso.**  
Fuente: Elaboración propia.

Disminuir la incidencia de los regresos en vacío tiene como consecuencia una baja en la tarifa del servicio de transporte; el resultado de esta acción corresponde a una de las necesidades que el cliente espera le sea cumplida al adquirir el servicio, esto lo sabemos por el diagrama elaborado a partir de la voz del cliente (véase figura 3.9)



**Figura 3.9 Voz del cliente**  
Fuente: Elaboración propia.

Al momento de realizar el mapeo del proceso (figura 3.8) y conocer las necesidades del cliente (figura 3.9), se confirmó la oportunidad de mejorar el proceso de selección del transportista y del autotransporte, sin embargo se tiene la necesidad de captar información de los viajes realizados, y comprender de mejor manera esta actividad.

### 3.1.2 MEDIR (*Measure*)

Para esta segunda etapa de la metodología, se reúne información detallada del problema a atacar y poder proponer con fundamentos la mejora. Los datos obtenidos se clasificaron en dos rubros: en el primero se encuentra todo lo relacionado con las carreteras, mientras que en el segundo está lo relacionado con el transporte terrestre. La información recolectada es de gran ayuda para estructurar la tabla de costos relacionados con el autotransporte.

#### 3.1.2.1 VÍAS DE COMUNICACIÓN TERRESTRE

La tabla 3.10 muestra, los principales corredores de autotransporte de carga en México, según un estudio realizado por el Instituto Mexicano del Transporte (IMT); dicha tabla ayuda en el presente trabajo a acotar la propuesta de mejora; además en ella se encuentran los kilómetros que conforman cada corredor, dato importante para el cálculo del consumo de combustible y el costo total del mismo, rubros contenidos en las tablas de costos.

PRINCIPALES CORREDORES DE AUTOTRANSPORTE DE CARGA EN MÉXICO							
CORREDOR	Km	AFORO (Vehículos / día)			TONELAJE (Toneladas / día)		
		Min.	Max.	Promedio	Min.	Max.	Promedio
México – Querétaro	212	3,625	18,860	6,400	36,509	234,767	85,000
Querétaro–Nvo. Laredo (Por SLP. Y Monterrey)	1,058	1,982	10,314	3,500	21,562	138,651	50,200
México – Veracruz (Por Jalapa)	446	1,003	5,359	3,460	6,942	58,114	33,200
México – Guadalajara (Por Toluca y Morelia)	624	1,025	11,744	3,000	11,554	74,640	30,200
México – Campeche (Por Puebla, Córdoba y Minatitlán)	1,447	876	5,899	2,800	19,320	29,536	25,000
Guadalajara – Monterrey (Por Zacatecas y Saltillo)	734	1,961	6,359	2,760	34,572	92,562	43,500
Irapuato- Zacatecas (Por León y Aguascalientes)	285	1,258	3,591	2,700	11,328	36,840	24,000
S. L. P. – Cd. Juárez (Por Zacatecas y Torreón)	1,348	1,366	5,851	2,470	23,152	87,142	38,200
Puebla – Oaxaca (Por Huajuapán de León)	419	919	7,573	2,100	7,838	21,324	11,600
México – Tampico (Por Poza Rica y Tuxpan)	522	13,87	42,56	2,100	16,682	31,768	21,000
Reynosa – Durango (Por Monterrey y Torreón)	843	916	5,642	2,000	16,625	89,996	32,000
Querétaro – Guadalajara (Por Celaya, Irapuato y SLP)	380	564	7,372	1,900	7,880	92,142	19,900
México – Monterrey (Por Pachuca, Cd.Valles y Cd.Victoria)	1,010	1,099	2,651	1,670	9,528	33,540	19,300
Guadalajara – Manzanillo (Por Colima)	306	1,218	3,004	1,580	5,431	13,735	10,500
Guadalajara – Nogales/ Tijuana	2,303	502	5,754	1,470	8,034	51,902	21,000
Guadalajara – Tampico (Por Ags. y SLP)	806	969	3,003	1,330	11,405	27,639	14,300
Reynosa – Matamoros – Tampico(Por Cd. Victoria)	565	390	2,910	1,070	8,634	26,105	12,700

**Tabla 3.10 Principales corredores de autotransporte de carga en México.**

Fuente: Rico, A., et al., *Una aproximación a la definición de los principales corredores de transporte terrestre en México*. Instituto Mexicano del Transporte y Secretaría de Comunicaciones y Transporte, Publicación técnica no. 94, a través de <<http://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt94.pdf>>

CENTROS DE OPERACIÓN EN MÉXICO DE LA EMPRESA		
Aguascalientes	Mérida, Yucatán	Hermosillo, Sonora
Apodaca, Nuevo León	Mexicali, Baja California	El Marqués, Querétaro
Manzanillo, Colima	El Salto, Guadalajara	Tijuana, Baja California
Chihuahua	Reynosa, Tamaulipas	San Luis Potosí
Ciudad Juárez, Chihuahua	Tlalnepantla, Estado de México	Ciudad del Carmen, Campeche

**Tabla 3.11 Centros Operativos de la empresa.**

Fuente: Elaboración propia

Con base en la tabla 3.10 que muestra los principales corredores para camiones de carga y la tabla 3.11 que enlista los centros de operación en México de la empresa en donde se realizará la mejora, se tiene que son siete las rutas que engloban en su mayoría a los centros de operación mencionados con anterioridad, siendo esto de gran importancia, ya que si el transporte rentado ocupa como vía una de estas rutas, es decir, el camino lo conforman: centro operativo A - centro operativo B, donde A es el origen y B es el destino, se contará con:

- 1) Mayor control en la salida y en la llegada de las cargas,
- 2) Mayor seguridad en el manejo de la mercancía a la hora de la carga /descarga,
- 3) Posibilidad de coordinar fácil y rápido el movimiento de los artículos de último momento al destino en curso, y
- 4) Si se tiene la necesidad de esperar para montar la próxima carga, el costo por el espacio a ocupar lo estaría absorbiendo el terreno de la misma empresa.

Por estas razones, a partir de aquí los datos a obtener sólo serán de las rutas:

1. México – Querétaro (MEX – QRO)
2. Querétaro – Nuevo Laredo (QRO – NVO. L)
3. San Luis Potosí – Ciudad Juárez (SLP – CD. J)
4. Querétaro – Guadalajara (QRO – GDL)
5. Guadalajara – Manzanillo (GDL – MAN)
6. Guadalajara – Tijuana (GDL – TIJ)
7. Guadalajara – Tampico (GDL – TAMP)

La SCT a través de su portal de internet ofrece la aplicación Rutas punto a punto, que nos ayuda a conocer de manera aproximada información relacionada con tramos carreteros solicitados por el usuario, como: tiempo, distancia y peaje. Los datos proporcionados por esta aplicación son de gran ayuda para elaborar las tablas de costos de autotransportes. La tabla 3.12 muestra información obtenida mediante el uso de la aplicación y relacionada con las siete rutas representativas.

TARIFAS TRAMO A TRAMO DE LAS RUTAS MAS REPRESENTATIVAS										
DESCRIPCIÓN DE LA RUTA TERRESTRE						AUTOTRANSPORTES				
RUTA	TRAMO	EDO.	KM	HRS.	CASETA	Camionetas 1.5 y 3.5	Rabón	Torton	Tráiler	
México - Querétaro	Tlalnepantla - Tepotztlán	Mex.	26	00:21						
	Tepotztlán – Tepeji del Río	Hgo.	26	00:14	Tepotztlán	\$70	\$150	\$280	\$405	
	Tepeji del Río - Palmillas	Qro.	81	00:44	Palmillas	\$70	\$140	\$270	\$390	
	Palmillas – Qro.	Qro.	58	00:34						
	Km totales			123						
		Tiempo total			01:54	Costo total	\$140	\$290	\$550	\$795
RUTA	TRAMO	EDO.	KM	HRS.	CASETA	Camionetas 1.5 y 3.5	Rabón	Torton	Tráiler	
Querétaro - Nuevo Laredo	Querétaro – La Pila	Qro., SLP.	183	01:52						
	Libramiento SLP	SLP.	33.76	00:18	Sn. Nicolás de los Jassos	\$56	\$108	\$127	\$198	
	San Elías - Matehuala	SLP.	158.1	01:34						
	Libramiento Matehuala	SLP	14.2	00:07	Matehuala	\$21	\$37	\$70	\$103	
	Matehuala – Puerto México	NL	197	01:58						
	Puerto México – La Carbonera	Coah.	32	00:17	Pto. México / Huachichil	\$55	\$125	\$170	\$210	
	Libramiento Saltillo	Coah.	21	00:11	Ojo Caliente	\$35				
	Ojo Caliente – Sta. Catarina	NL	33	00:19						
	Libramiento Mty.	NL	31	00:16	Lincoln	\$109	\$210	\$522	\$731	
	Autódromo - Aeropuerto	NL	15	00:09						
	Mty. – La Gloria	NL	123	01:06	Sabinas	\$205	\$270	\$365	\$415	
	La Gloria – Nvo Laredo	Tams.	70	00:42						
	Km totales			911.17						
	Tiempo total			08:54	Costo total	\$481	\$750	\$1,254	\$1,657	

TARIFAS TRAMO A TRAMO DE LAS RUTAS MAS REPRESENTATIVAS (Continuación)

DESCRIPCIÓN DE LA RUTA TERRESTRE						AUTOTRANSPORTES			
RUTA	TRAMO	EDO.	KM	HRS.	CASETA	Camionetas 1.5 y 3.5	Rabón	Torton	Tráiler
SLP - Cd. Juárez	SLP - Calera	SLP., Zac.	216.83	02:37					
	Libramiento Víctor Rosales	Zac.	5.9	00:03	Calera	\$18	\$45	\$75	\$105
	Víctor Rosales - La Providencia	Zac.	19	00:12					
	Libramiento Fresnillo	Zac.	20.05	00:10	Morfín Chávez	\$31	\$64	\$88	\$132
	San Isidro - Cuencamé	Zac., Dgo.	225	02:35					
	Cuencamé - Pedriceña	Dgo.	18.625	00:10	Cuencamé	\$43	\$90	\$129	\$183
	Pedriceña - El Vergel	Dgo.	68.45	00:37	León Guzmán	\$148	\$340	\$500	\$650
	El Vergel - Bermejillo	Dgo.	32	00:19					
	Bermejillo - Cartagena	Dgo.	37	00:20	Bermejillo	\$105	\$135	\$200	\$230
	Cartagena - Ceballos	Dgo.	54.393	00:29					
	Ceballos - Sn. Rafael	Chih.	59.5	00:32	Ceballos	\$120	\$145	\$205	\$240
	Sn. Rafael - Jiménez	Chih.	50	00:30	Savalza	\$51	\$114	\$175	\$288
	Jiménez - Camargo	Chih.	70	00:38	Jiménez	\$77	\$171	\$292	\$508
	Camargo - Conchos	Chih.	35	00:19	AltaVista	\$57	\$121	\$201	\$345
	Conchos- Saucillo	Chih.	7	00:03					
	Saucillo - Delicias	Chih.	23	00:12	Saucillo	\$57	\$121	\$201	\$345
	Delicias - Chihuahua	Chih.	85	00:51					
	Chihuahua - Sacramento	Chih.	21.8	00:11	Sacramento	\$51	\$108	\$180	\$309
	Sacramento - El Sueco	Chih.	126	01:15					
	El Sueco - Villa Ahumada	Chih.	86.7	00:47	Villa Ahumada	\$150	\$335	\$593	\$899
Km totales			1,378.25						
Tiempo total				14:08	Costo total	\$908	\$1,789	\$2,839	\$4,234

TARIFAS TRAMO A TRAMO DE LAS RUTAS MAS REPRESENTATIVAS (Continuación)

DESCRIPCIÓN DE LA RUTA TERRESTRE						AUTOTRANSPORTES			
RUTA	TRAMO	EDO.	KM	HRS.	CASETA	Camionetas 1.5 y 3.5	Rabón	Torton	Tráiler
Querétaro - Guadalajara	Querétaro	Qro.	2	00:03					
	Querétaro - Celaya	Gto.	44.5	00:24	Querétaro	\$65	\$125	\$330	\$330
	Celaya - Silao	Gto.	50.75	00:27	Salamanca	\$65	\$135	\$345	\$345
	Silao – Laguna Larga	Gto.	82.82	00:56					
	Libramiento La Piedad	Mich.	20.373	00:11	La Calera	\$43	\$68	\$11	\$140
	Patti – Vista Hermosa	Mich.	40.146	00:33					
	Vista Hermosa – La Barca	Jal.	12.14	00:06	Vista Hermosa	\$24	\$33	\$37	\$42
	La Barca - Guadalajara	Jal.	72.476	00:39	Ocotlán	\$128	\$192	\$225	\$254
	Guadalajara - Tonalá	Jal.	13.86	00:07	La Joya	\$52	\$59	\$120	\$156
	Tonalá - Guadalajara	Jal.	14	00:12					
	Km totales			353.07					
		Tiempo total	03:43	Costo total	\$377	\$612	\$1,168	\$1,267	
RUTA	TRAMO	EDO.	KM	HRS.	CASETA	Camionetas 1.5 y 3.5	Rabón	Torton	Trailer
Guadalajara - Manzanillo	Guadalajara – Acatlán de Juárez	Jal.	36	00:27					
	Acatlán de Juárez - Usmajac	Jal.	68	00:37	Acatlán	\$124	\$184	\$303	\$404
	Usmajac - Atenquique	Jal.	36	00:19					
	Atenquique – San Marcos	Jal.	18	00:09	Sn. Marcos	\$124	\$184	\$303	\$404
	San Marcos - Cuyutlán	Col.	108	01:05					
	Cuyutlán – El Mirador	Col.	32	00:17	Cuyutlán	\$122	\$295	\$492	\$641
	El Mirador - Manzanillo	Col.	5	00:07					
	Km totales			303					
		Tiempo total	03:05	Costo total	\$370	\$663	\$1,098	\$1,449	



**TARIFAS TRAMO A TRAMO DE LAS RUTAS MAS REPRESENTATIVAS** (Continuación)

DESCRIPCIÓN DE LA RUTA TERRESTRE						AUTOTRANSPORTES			
RUTA	TRAMO	EDO.	KM	HRS.	CASETA	Camionetas 1.5 y 3.5	Rabón	Torton	Tráiler
Guadalajara - Tampico	GDL - Tonalá	Jal.	14	00:12					
	Tonalá – Entronque GDL.	Jal.	14	00:07	La Joya	\$52	\$59	\$120	\$156
	Entronque– Lagos de Moreno	Jal.	4	00:02					
	Lagos de Moreno - Arandas	Jal.	53	00:29	Tepatitlán	\$120	\$154	\$233	\$268
	Arandas – El Desperdicio	Jal.	65	00:35	Jalostotitlán	\$142	\$194	\$277	\$352
	El Desperdicio – Villa Arriaga	Jal., SLP	120	01:23					
	Villa Arriaga – La Pila	SLP	76	00:41	El Saucillo	\$101	\$155	\$167	\$167
	Lib. SLP	SLP	34	00:18	Sn. Nicolas de los Jassos	\$56	\$108	\$127	\$198
	Sn Elías – Sn Isidro	SLP	39	00:23					
	Sn Isidro – Río Verde	SLP	103	00:56	Cerritos	\$110	\$243	\$243	\$431
	Río Verde - Rayón	SLP	39	00:33					
	Rayón – V. Guerrero	SLP	20	00:10	Rayón	\$38	\$55	\$106	\$106
	V. Guerrero - Tampico	SLP., Tams	186	02:37					
	Km totales			767					
Tiempo total				08:31	Costo total	\$619	\$968	\$1,273	\$1,678
RUTA	TRAMO	EDO.	KM	HRS.	CASETA	Camionetas 1.5 y 3.5	Rabón	Torton	Tráiler
Guadalajara – Nogales - Tijuana	Guadalajara - Ameca	Jal.	31	00:26					
	Ameca - Magdalena	Jal.	45	00:24	Arenal	\$103	\$129	\$190	\$210
	Magdalena – Ixtlán del Río	Nay.	54	00:29	Plan Barrancas	\$131	\$145	\$234	\$263
	Ixtlán del Río – Sn. Cayetano	Nay.	70	00:37	Sta. Ma. Del Oro	\$113	\$149	\$231	\$253
	Sn. Cayetano – El Pichón	Nay.	12	00:09					
	El Pichón – Sn. Blas	Nay.	25	00:13	Trapichillo	\$55	\$83	\$150	\$230

		TARIFAS TRAMO A TRAMO DE LAS RUTAS MAS REPRESENTATIVAS (Continuación)							
		DESCRIPCIÓN DE LA RUTA TERRESTRE				AUTOTRANSPORTES			
		TRAMO	EDO.	KM	HRS.	CASETA	Camionetas 1.5 y 3.5	Rabón	Torton
Guadalajara - Nogales - Tijuana  (Continuación)	Sn. Blas - Rosamorada	Nay.	45	00:24	Ruíz		\$145	\$245	\$334
	Rosamorada - Piedritas	Sin.	101	00:55	Acaponeta	\$194	\$312	\$528	\$720
	Piedritas - Caleritas	Sin.	64	00:35	Rosario	\$94	\$160	\$230	\$284
	Caleritas – El Venadillo	Sin.	31	00:26					
	El Venadillo – La Cruz	Sin.	90	00:48	Mármol	\$104	\$188	\$210	\$275
	La Cruz – Costa Rica	Sin.	92	00:50	Costa Rica	\$120	\$201	\$226	\$284
	Libramiento de Culiacán	Sin.	22	00:11	Sn. Pedro	\$27	\$47	\$53	\$68
	La Curva – El Zapotillo	Sin.	49	00:27	Culiacán	\$61	\$104	\$186	\$300
	El Zapotillo – Las Brisas	Sin.	61	00:33	Las Brisas	\$61	\$104	\$186	\$300
	Sn. Miguel Zapotitlán	Sin.	101	01:06					
	Sn. Miguel Zapotitlán – Díaz Ordaz	Sin.	39	00:21	Sn. Miguel	\$63	\$113	\$160	\$204
	Díaz Ordaz – Estación Don	Son.	19	00:10					
	Estación Don - Navojoa	Son.	86	00:46	La Jaula	\$65	\$110	\$160	\$180
	Navojoa - Fundición	Son.	40	00:22	Fundición	\$65	\$110	\$160	\$180
	Fundición - Esperanza	Son.	37	00:22					
	Esperanza - Vicam	Son.	40	00:21	Esperanza	\$65	\$110	\$160	\$180
	Vicam – Libramiento Guaymas	Son.	60	00:33					
	Libramiento Guaymas	Son.	22	00:11	Guaymas	\$30	\$60	\$85	\$105
	El Valiente – Sn Pedro	Son.	133	01:24					
	Sn Pedro – Sta. Ana	Son.	157	01:25	Hermosillo	\$65	\$110	\$160	\$190
Sta. Ana – Lib. Magdalena	Son.	15	00:08						

		TARIFAS TRAMO A TRAMO DE LAS RUTAS MAS REPRESENTATIVAS (Continuación)							
		DESCRIPCIÓN DE LA RUTA TERRESTRE				AUTOTRANSPORTES			
TRAMO	EDO.	KM	HRS.	CASETA	Camionetas 1.5 y 3.5	Rabón	Torton	Tráiler	
Lib. Magdalena	Son.	8	00:04	Magdalena		\$35	\$55	\$70	
Tacícuri - Nogales	Son.	84	01:00						
Nogales – Sta. Ana	Son.	15	00:08						
Sta. Ana - Altar	Son	74	00:40	Sta. Ana	\$99	\$158	\$237	\$289	
Altar – Sn Luis Río Colorado	Son	382	04:17						
Río Colorado - Cuernavaca	BCN	50	00:29	Sn Luis Río Colorado	\$13	\$25	\$58	\$95	
Lib. Mexicali	BCN	40	00:21	Mexicali	\$68	\$117	\$168	\$201	
El centinela – Flor Desierto	BCN	23	00:14						
Flor Desierto – La Rumorosa	BCN	20	00:17	La Rumorosa	\$21	\$100	\$155	\$183	
La Rumorosa – Lib. Tecate	BCN	55	00:30	El Hongo	\$63	\$115	\$293	\$293	
Lib. Tecate - Tijuana	BCN	27	00:16	Tijuana	\$101	\$193	\$276	\$354	
Tijuana	BCN	20	00:19						
Km totales		2,433							
Tiempo total			24:34	Costo total	\$1,921	\$3,158	\$4,851	\$6,115	

Guadalajara  
-  
Nogales  
-  
Tijuana  
(Continuación)

**Tabla 3.12 TARIFAS TRAMO A TRAMO DE LAS RUTAS MAS REPRESENTATIVAS**

Datos obtenidos a partir de la aplicación punto a punto de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.  
A través de: <[http://aplicaciones4.sct.gob.mx/sibuac\\_internet/ControllerUI?action=cmdEscogeRuta](http://aplicaciones4.sct.gob.mx/sibuac_internet/ControllerUI?action=cmdEscogeRuta)>

La descripción tramo a tramo hecha a las siete rutas representativas permite conocer con exactitud el costo relacionado al peaje, con esto, además de tener mayor control de las tarifas asociadas con el traslado y ofrecidas por los transportistas, el control en el recorrido aumentará, ya que a través de la plataforma prevista por la SCT se podrán realizar constantes actualizaciones de las condiciones en que trabajan las carreteras del país. Este estudio, a su vez, informa que cinco son los autotransportes más solicitados para realizar las entregas de las cargas, siendo estos:

Autotransporte	Camioneta 1.5 ton	Camioneta 3.5 ton	Rabón	Torton	Trailer
% Participación en el mercado nacional	10%	6%	12%	1%	71%

**Tabla 3.13 Cinco autotransportes más utilizados en México**

Fuente: Instituto Mexicanos del Transporte

La interacción entre las siete rutas representativas y los cinco autotransportes más solicitados, dan como resultado treinta y cinco relaciones de costos, sin embargo, como se mencionó en el apartado 3.1.1 Definición del Problema, el fundamento es igual en todos los casos por lo que no vale la pena mostrar el total de las tablas.

### 3.1.2.2 TRANSPORTE TERRESTRE

La explicación a detalle de las rutas más solicitadas proporcionó el kilometraje, tiempo y peajes relacionados con los cinco autotransportes, sin embargo, esta información no es suficiente para elaborar las tablas de costos, ya que también es necesario conocer el costo de las cinco unidades, el seguro correspondiente a cada una, el rendimiento de combustible de cada autotransporte, el desgaste de llantas por kilómetro y el costo del combustible (gasolina o diésel); la tabla 3.14 muestra los últimos cinco datos que permitirán continuar con la descripción de la tabla de costos.

Costos relacionados con el servicio de transporte					
	CAMIONETA 1.5 TON	CAMIONETA 3.5 TON	RABÓN	TORTON	TRAILER
COSTO VEHÍCULO *	\$175,500.	\$367,800.	\$650,000.	\$750,000	\$1, 000,000.
COSTO SEGURO ANUAL * (Cobertura amplia)	\$17,000.	\$25,000.	\$33,000.	\$44,000.	\$65,000.
RENDIMIENTO KM/L *	5.5	4.5	2.4	2.4	2.2
DESGASTE DE LLANTAS POR KM *	\$1.20				
COSTO COMBUSTIBLE *	GASOLINA = \$12.95		DIESEL = \$13.5		

**Tabla 3.14 Costos relacionados con el servicio de transporte**

Fuente: Elaboración propia

\*Referencia del mercado Agosto 2014

Tras haber recabado toda la información necesaria para elaborar la tabla de costos se procederá a indicar cómo se realiza el cálculo de cada rubro que la conforma (véase tabla 3.15), esta explicación corresponde a un viaje realizado por una camioneta de 1.5 ton con ruta MEX – QRO, como ya se ha mencionado la estructura de las tablas es la misma, el hecho de hacer la tabla de costos para un caso en específico sólo ayuda a acotar los datos a ocupar. Es de suma importancia recordar que los rubros, oficina y salarios del área de administración, deben dividirse entre el número de camiones, al no recaer estos costos en un sólo transporte.

Costos asociados a una camioneta de 1.5 ton con ruta MEX - QRO		
COSTOS FIJOS		
Oficina	$Of. = \frac{\text{Costo total oficina}}{\text{Flotilla}}$	$Of. = \frac{\$25,000}{20}$
Transporte	$Tr. = \frac{\text{Costo total transporte}}{\text{Meses depreciación}}$	$Tr. = \frac{\$175,500}{48}$
Seguro	$Seg. = \frac{\text{Costo del seguro anual}}{\text{Meses en un año}}$	$Seg. = \frac{\$17,000}{12}$
Salarios área admón.	$S = \frac{\text{Salarios del personal}}{\text{Flotilla}}$	$S = \frac{\$150,000}{20}$
GPS	$GPS = \text{Renta del GPS}$	$GPS = 750$
Monitoristas	$M = \frac{\sum \text{Salarios de monitoristas}}{\text{Número de Monitoristas}}$	$M = \frac{\$15,000}{22}$
Operador unidad dedicada	$OU = \text{Salario del operador de la unidad en cuestión}$	$OU = \$15,000$
CARACTERÍSTICAS NECESARIAS A CONTEMPLAR		
Km por viaje	<i>Este dato se localiza en la tabla 3.11</i>	$Km = 212 * 2$
Rendimiento unidad (Km / L)	<i>Este dato se localiza en la tabla 3.13</i>	$RU = 5.5$
COSTOS VARIABLES		
Consumo de combustible (L)	$CC = \frac{\text{Km en esquema redondo}}{RU}$	$CC = 5.5 * 424$
Costo combustible por litro (gasolina o diésel)	<i>Este dato se localiza en la tabla 3.13</i>	$CCG = \$12.95$
Combustible	$C = CC * CCG$	$C = (5.5 * 424) * \$12.95$
Viáticos	$V = \text{Tarifa} * \text{Número días espera}$	$V = \$1,000 * 0$
Casetas	<i>Este dato se localiza en la tabla 3.11</i>	$Cas = \$140 * 2$
Desgaste de llantas por Km	<i>Este dato se localiza en la tabla 3.13</i>	$Des = \$1.20$
Desgaste por viaje	$DV = \text{Km en esquema redondo} * Des$	$DV = 424 * \$1.20$
Costo total (esquema redondo)	$CT = \sum Of + Tr + Seg + S + GPS + M + OU + C + V + Cas + DV$	$CT = \$3,162.34$

**Tabla 3.15**Tabla de costos asociada a un caso es específico

Fuente: Elaboración propia

En el capítulo II se ilustra cómo la incidencia de los regresos en vacío afecta las ganancias de empresas prestatarias logísticas; la explicación realizada de los cálculos de cada rubro de la tabla de costos permite comprobar el hecho antes mencionado.

Tras haber recolectado toda la información relacionada con los regresos en vacío se pasará a la siguiente etapa de la metodología.

### 3.1.3 ANALIZAR (*Analyze*)

La recolección de información relacionada con los regresos en vacío mostró el impacto que tiene la presencia de dichos regresos, esta recolección nos lleva a realizar un análisis de datos que nos guiará en la creación de la propuesta de mejora enfocada a aprovechar con eficiencia el viaje a realizar en los tramos origen - destino y destino - origen.

En la figura 3.16 están representadas las rutas más utilizadas para transportar mercancía, mediante la dirección de la flecha y su grosor, se observa el flujo y el aforo respectivo, de cada una de las siete. Con este esquema se percibe de una manera más sencilla el comportamiento del mercado transportista, ya que se observa la tendencia de los viajes a realizar. Como ya sabíamos, la ruta más solicitada es la México - Querétaro y la que presenta menor demanda, entre las más ocupadas, es la Guadalajara – Tampico, esto mismo se refleja en la figura; también se puede observar que la mayoría de los flujos van hacia el norte de la república mexicana.

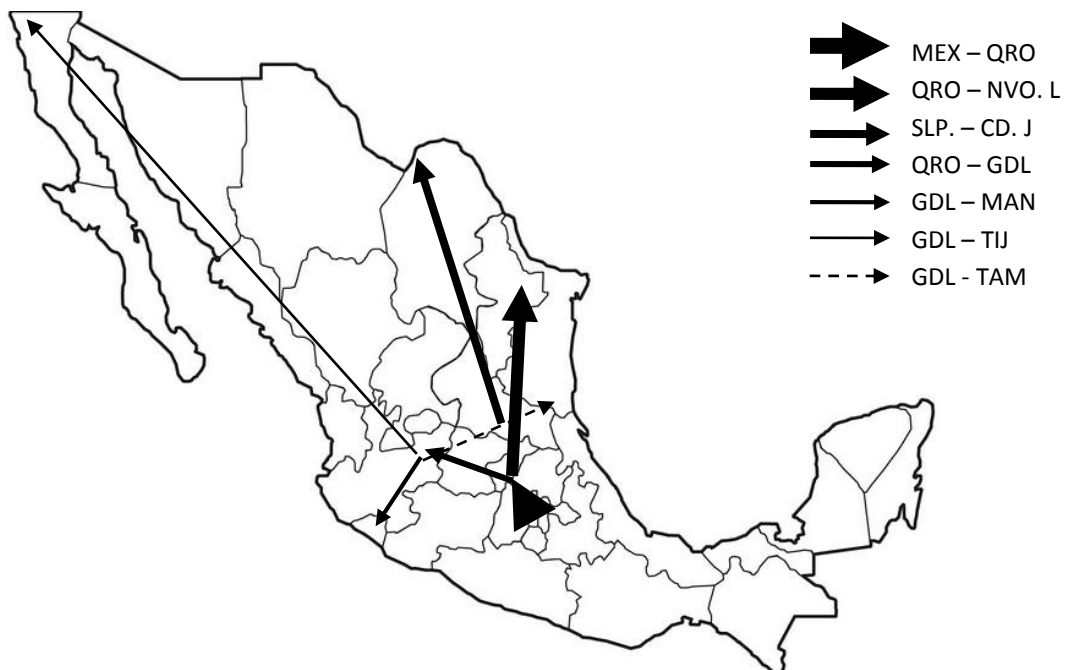


Tabla 3.16 Representación gráfica del flujo de las rutas más ocupadas.

Fuente: Elaboración propia

La tabla 3.17 muestra la relación que existe entre el aforo que presentan las rutas representativas en el transporte terrestre y el costo del peaje, como se observa, el costo no es directamente proporcional al aforo y/o viceversa, por lo que la ganancia derivada de prestar el servicio logístico no sólo dependerá del número de viajes realizados, sino, de igual manera, de la ruta a ocupar.

Aforo (mayor a menor)		Precio (menor a mayor)	
Lugar	Ruta	Lugar	Ruta
1	MEX – QRO	1	MEX – QRO
2	QRO – NVO. L	2	GDL – MAN
3	SLP – CD. J	3	QRO – GDL
4	QRO – GDL	4	QRO – NVO. L
5	GDL – MAN	5	GDL - TAM
6	GDL - TIJ	6	SLP – CD. J
7	GDL - TAM	7	GDL - TIJ

**Tabla 3.17** Relación entre el aforo y el precio relacionado con siete las rutas

Fuente: Elaboración propia

Los autotransportes empleados para realizar entregas de mercancía se pueden clasificar con respecto a su capacidad (toneladas / volumen). Esta característica delimita la cantidad de carga a transportar por dichos vehículos, ya que el número de artículos a mover será directamente proporcional al tamaño del transporte a ocupar, es decir, así como a un tráiler le caben 25 ton, a un torton le caben 12 ton. A continuación se muestra la relación de capacidad para los cinco autotransportes más solicitados (véase tabla 3.18).

CAPACIDADES MÁXIMAS DE LOS AUTOTRANSPORTES		
	Toneladas (TON)	Volumen (m <sup>3</sup> )
Camioneta de 1.5 ton	1.1	3
Camioneta de 3.5 ton	2.8 - 3	10
Rabón	6 - 12	15 -35
Torton	8 - 12	45 -50
Trailer	22 - 25	100

**Tabla 3.18** Capacidades máximas de los autotransportes

Fuente: Elaboración propia

Conocer la capacidad de cada autotransporte nos lleva a concluir que la mercancía transportada por una camioneta de 3.5 ton la puede transportar sin ningún problema tanto un torton como un tráiler, pero no al revés, en otras palabras, lo que le cabe a una camioneta de 3.5 ton le cabe a un tráiler, pero lo que le cabe a un tráiler no le cabe a una camioneta de 3.5 ton; a esto también se le conoce como flexibilidad. El comprender este

concepto ayudará a minimizar la presencia de los regresos en vacío, ya que se podrán organizar las cargas procedentes de diversos vehículos y consolidar en uno de mayor capacidad. Por lo tanto, siempre que se programe un viaje se tendrá presente que de los cinco vehículos de carga con mayor demanda el que cuenta con mayor flexibilidad es el tráiler, y el que presenta menor flexibilidad es la camioneta de 1.5 ton.

FLEXIBILIDAD		
	Este sentido presenta flexibilidad	✗
Camioneta de 1.5 ton	↓	↑
Camioneta de 3.5 ton		
Rabón		
Torton		
Trailer		

**Tabla 3.19 Flexibilidad de los autotransportes**

Fuente: Elaboración propia

A partir de la tabla 3.18 Capacidades máximas de los autotransportes se elabora una tabla comparativa entre el volumen (m<sup>3</sup>) y el peso (ton) que pueden mover los cinco autotransportes (véase tabla 3.20).

Toneladas VS m <sup>3</sup>					
		Capacidad del autotransporte en toneladas			
		1.5	3.5	12	25
Capacidad del autotransporte en m <sup>3</sup>	1	✓	✓	✓	✓
	5	✗	✓	✓	✓
	20	✗	✗	✓	✓
	35	✗	✗	✓	✓
	100	✗	✗	✗	✓

**Tabla 3.20 Toneladas VS m<sup>3</sup>**

Fuente: Elaboración propia

De igual manera, la flexibilidad se observa en la posibilidad que presentan los autotransportes para trasladar carga con requerimientos específicos, es decir, cuales son los tipos de mercancía que cada transporte puede mover; con base en la tabla 2.4 Equipos Terrestres, se eligieron cinco tipos de autotransportes y se compararon entre sí con el fin de conocer qué podían transportar o como qué otro transporte podían fungir (véase tabla 3.21).



Tipos de autotransporte VS Tipo de mercancía <sup>17</sup>						
		TIPOS DE AUTOTRANSPORTE				
		Alimentos	Pharma	Refrigerado	Redilas	Peligroso
Requerimiento	Alimentos	✓	✓	✓	✗	✗
	Pharma <sup>18</sup>	✓	✓	✓	✗	✗
	Refrigerado	✓	✓	✓	✗	✗
	Redilas	✗	✗	✗	✓	✗
	Peligroso	✗	✗	✗	✗	✓

**Tabla 3.21 Tipos de autotransporte VS Tipo de mercancía**

Fuente: Elaboración propia

Hasta este momento se sabe que la incidencia de los regresos en vacío impide que empresas prestatarias logísticas aumenten sus ganancias, sin embargo, para conocer qué tan grave es este problema se retomará el ejemplo 3.3 descrito en el apartado 3.1.1 Definición del problema. Para poder analizar dicho ejemplo a continuación se presenta la tabla que lo resume (véase tabla 3.22).

Variables presentes en el Ejemplo 3.3				
		Mercancía	Tiempo	Capacidad mínima del camión
Viaje de ida		2.5 m <sup>3</sup> / 1 ton	Salida: Lunes 12:00 hrs (MEX) Llegada: Lunes 14:00 hrs (QRO)	Camioneta de 1.5 ton
Viaje de regreso	Opción 1	Sin carga	Salida: - Llegada: -	-
	Opción 2	10m <sup>3</sup> / 4 ton	Salida: (QRO) Lunes 16:00 Llegada: (MEX) Lunes 18:00	Rabón 6 ton / 15 m <sup>3</sup>
	Opción 3	1m <sup>3</sup> / 800 kg	Salida: (QRO) Martes 6:00 Llegada: (MEX) Martes 8:00	Camioneta de 1.5 ton

**Tabla 3.22 Tipos de autotransporte VS Tipo de mercancía**

Fuente: Elaboración propia

Con base a la tabla 3.22 se elaborarán las tablas de costos correspondientes a las tres opciones (véanse tablas 3.23, 3.25 y 3.27) y se determinará cuál es la mejor.

<sup>17</sup> Posibles requerimientos de la mercancía a ser transportada

<sup>18</sup> Autotransporte que traslada medicamentos

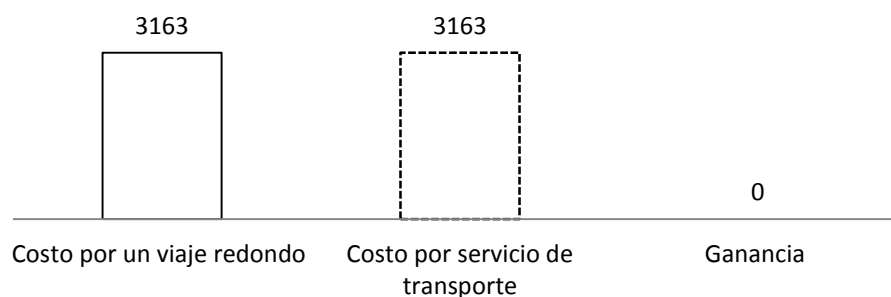
**Opción 1:** Viaje en camioneta de 1.5 ton, sin espera y con regreso en vacío.

COSTOS DE TRANSPORTE PARA UNA CAMIONETA DE 1.5 TON CON RUTA MEX. – QRO.				
Costo Fijos				%Representativo
				43
	Costo mensual	Costo por día		Días de espera
Oficinas	\$1,250	\$56.82		0
Transportes*	\$3,656.25	\$166.19		
Seguros*	\$ 1,416.67	\$64.39		
Salarios área administración	\$7,500	\$340.91		
GPS	\$750	\$34.09		
Monitoristas	\$ 682	\$30.99		
Operador unidad dedicada	\$15,000	\$681.82		
<b>Total costos fijos</b>				<b>\$1,375.22</b>
Km por viaje*		424		
Rendimiento unidad (km / L)*		5.50		
Costos Variables				%Representativo
				57
Consumo de combustible (L)		77.09		
Costo gasolina por litro*		\$12.95		
Combustible			\$998.33	
Viáticos		\$1,000.00		\$0.00
Casetas*			\$280.00	
Desgaste de llantas por Km*		\$1.20		
Desgaste por viaje			\$508.80	
<b>Total costos variables</b>				<b>\$1,787.13</b>
<b>Costo total</b>				<b>\$3,162.34</b>

**Tabla 3.23** Tabla de costos para camioneta de 1.5 ton con ruta MEX – QRO sin espera

Fuente: Elaboración propia

Representación de costos correspondientes a la  
tabla 3.23



**Gráfica3.24** Representación de costos correspondientes a la tabla 3.23

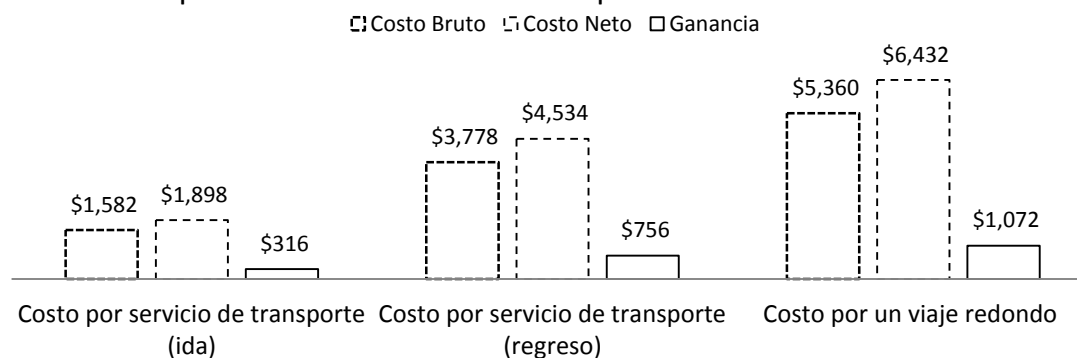
Fuente: Elaboración propia

**Opción 2:** Viaje en rabón, sin espera y sin regreso en vacío.

COSTOS DE TRANSPORTE PARA UN RABÓN CON RUTA MEX. – QRO.				
Costo Fijos				%Representativo
				35
	Costo mensual	Costo por día		Días de espera
Oficinas	\$1,250	\$56.82		0
Transportes*	\$13,542	\$615.53		
Seguros*	\$ 2,750	\$125		
Salarios área administración	\$7,500	\$340.91		
GPS	\$750	\$34.09		
Monitoristas	\$ 682	\$30.99		
Operador unidad dedicada	\$15,000	\$681.82		
<b>Total costos fijos</b>				<b>\$1,885.16</b>
Km por viaje*		424		
Rendimiento unidad (km / L)*		2.4		
Costos Variables				%Representativo
				65
Consumo de combustible (L)		177		
Costo diesel por litro*		\$13.50		
Combustible			\$2,385	
Viáticos		\$1,000.00		\$0.00
Casetas*			\$580	
Desgaste de llantas por Km*		\$1.20		
Desgaste por viaje			\$508.80	
<b>Total costos variables</b>				<b>\$3,473.80</b>
<b>Costo total</b>				<b>\$5,358.96</b>

**Tabla 3.25** Tabla de costos para un rabón con ruta MEX – QRO sin espera  
Fuente: Elaboración propia

Representación de costos correspondientes a la tabla 3.25



**Gráfica 3.26** Representación de costos correspondientes a la tabla 3.25  
Fuente: Elaboración propia

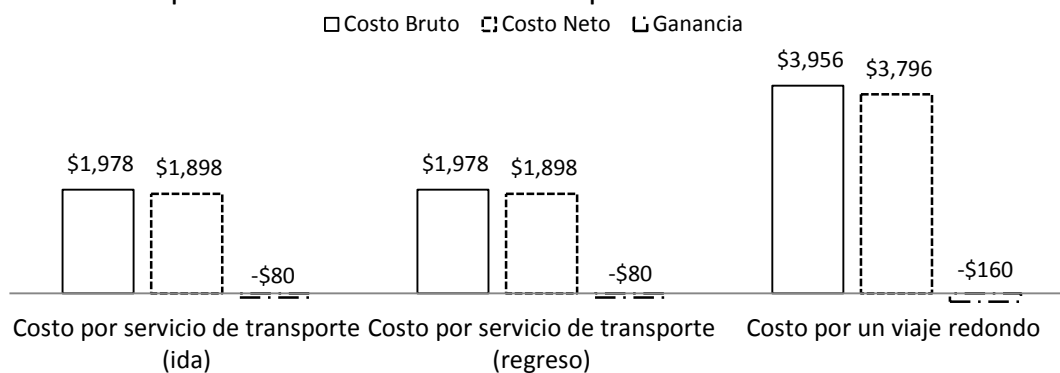
**Opción 3:** Viaje en camioneta de 1.5 ton, con espera de 12 horas y sin regreso en vacío.

COSTOS DE TRANSPORTE PARA UNA CAMIONETA DE 1.5 TON CON RUTA MEX. – QRO.			
Costo Fijos			%Representativo
	Costo mensual	Costo por día	50
			Días de espera
Oficinas	\$1,250	\$56.82	1
Transportes*	\$3,656.25	\$166.19	
Seguros*	\$ 1,416.67	\$64.39	
Salarios área administración	\$7,500	\$340.91	
GPS	\$750	\$34.09	
Monitoristas	\$ 682	\$30.99	
Operador unidad dedicada	\$15,000	\$681.82	
<b>Total costos fijos</b>			<b>\$2,750.43</b>
Km por viaje*		424	
Rendimiento unidad (km / L)*		5.50	
Costos Variables			%Representativo
			50
Consumo de combustible (L)		77.09	
Costo gasolina por litro*		\$12.95	
Combustible			\$998.33
Viáticos		\$1,000.00	\$1,000.00
Casetas*			\$280.00
Desgaste de llantas por Km*		\$1.20	
Desgaste por viaje			\$508.80
<b>Total costos variables</b>			<b>\$2,787.13</b>
<b>Costo total</b>			<b>\$5,537.56</b>

**Tabla 3.27** Tabla de costos para una camioneta de 1.5 ton con ruta MEX – QRO con espera

Fuente: Elaboración propia

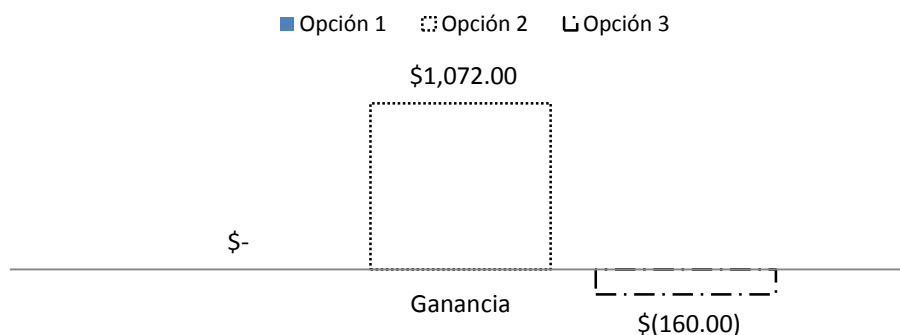
Representación de costos correspondientes a la tabla 3.25



**Gráfica3.28** Representación de costos correspondientes a la tabla 3.27

Fuente: Elaboración propia

### Ganancia respectiva a las tres opciones



**Gráfica 3.29 Ganancia respectiva a las tres opciones**

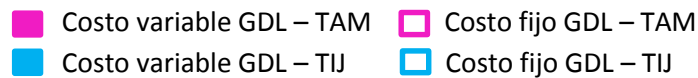
Fuente: Elaboración propia

Tras haber realizado el análisis de costos correspondiente resulta la gráfica 3.29 y en ésta se observa que la mejor opción de las tres existentes es la segunda, ya que el elegir ésta implica una ganancia, en cambio con la primera opción no se tiene ganancia alguna por no contar con mercancía para el regreso y tener que solventar el costo por el servicio de la camioneta con un sólo viaje (ida), además como el costo recae en un sólo cliente cabe la posibilidad de perderlo al no tener una tarifa competitiva. La tercera opción tampoco resultó benéfica, ya que de ésta se derivan gastos extra por esperar mercancía y estos son mayores a la utilidad obtenida por prestar el servicio logístico, resultando perjudicial la espera de la carga; los costos fijos aumentaron un 7% con respecto a la tarifa del mismo viaje pero sin espera, este comportamiento se debe a que dichos costos son directamente proporcional a los días de espera. Realizar una espera conlleva al aumento significativo de los costos fijos, en cambio los costos variables aumentan paulatinamente. La gráfica 3.31 proviene de la tabla 3.30 y describe el comportamiento que tienen los costos fijos y variables ante una espera, estos costos corresponden a las rutas: Guadalajara–Tampico y Guadalajara–Tijuana.

GUADALAJARA - TAMPICO						
Días de Espera	Costo			% Representativo		
	0	1	2	0	1	2
C. Fijo	\$2,337.81	\$4,675.62	\$7,013.43	13	22	29
C. Variable	\$15,182.22	\$16,182.22	\$17,182.22	87	78	71
GUADALAJARA - TIJUANA						
Días de Espera	Costo			% Representativo		
	0	1	2	0	1	2
C. Fijo	\$2,337.81	\$4,675.62	\$7,013.43	5	9	13
C. Variable	\$46,023.29	\$47,023.29	\$48,023.29	95	91	87

**Tabla 3.30 Costos correspondientes a las rutas GDL – TAM y GDL - TIJ**

Fuente: Elaboración propia



**Gráfica 3.31 Comportamiento de los costos fijos y variables de las rutas GDL – TAM y GDL - TIJ**

Fuente: Elaboración propia

Con el ejemplo 3.3 se percibe la importancia de conseguir mercancía para el regreso del autotransporte de preferencia sin realizar espera alguna, sin embargo, obtener carga que cumpla con las especificaciones del viaje a realizar es una actividad compleja ya que las características de los viajes resultan muy variables. Este hecho expone que plantear una solución única como mejora no asegura la disminución de los regresos en vacío, por esto la propuesta de mejora es implementar una metodología. Tras haber completado el análisis, es momento de proceder a la descripción de la mejora.

### 3.1.4 MEJORAR (*Improve*)

En esta penúltima parte de la metodología *six sigma* se consolida de manera objetiva la propuesta de mejora, al plasmar las ideas que surgieron a lo largo del desarrollo de las primeras etapas, principalmente durante el análisis de datos.


A continuación se presenta punto por punto la estructura de la metodología, la cual consta de tres partes.

#### 1. Torre de Control:

El objetivo de implementar una torre de control es supervisar desde un mismo lugar el proceso logístico, el cual inicia con los requerimientos del cliente, sigue con el procesamiento de la información relacionada con la carga a transportar y

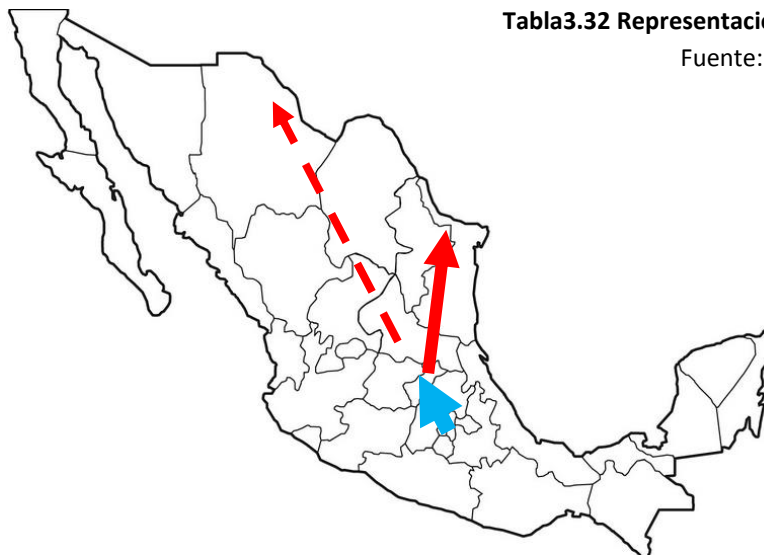
concluye con la programación del transporte que realizará la entrega. La torre de control es propiamente un cuarto central donde se concentran todos los pedidos del cliente y las características o restricciones del viaje a realizar. Todos los viajes de los cuales sea responsable la empresa logística serán monitoreados, sin importar el lugar de origen o de destino, con el fin de coordinar los flujos y empalmar los autotransportes, lo que traerá como consecuencia una disminución en la presencia de los regresos en vacío.

Las rutas derivadas de las solicitudes de los clientes para mover su mercancía estarán definidas por una flecha, la cual tendrá un color, un grosor y presentará o no continuidad, dependiendo de la posición del vehículo, el tipo de autotransporte que realiza el movimiento y de contar o no con carga para el regreso, respectivamente.

REPRESENTACIÓN DE VIAJES				
Viajes de ida	Rojo		Camioneta	
Viajes de regreso	Azul		Rabón	
Viajes con regreso en vacío	Discontinuo		Torton	
Viajes sin regreso en vacío	Continuo		Trailer	




**Tabla3.32 Representación gráfica de viajes**

Fuente: Elaboración propia



**Figura3.33 Ejemplo de representación gráfica de viajes**

Fuente: Elaboración propia

1		Viaje realizado por un tráiler, viene de regreso y no presenta regreso en vacío
2		Viaje realizado por un torton, apenas va de ida y no presenta regreso en vacío
3		Viaje realizado por un rabón, apenas va de ida y presenta regreso en vacío

**Tabla3.34 Representación gráfica de viajes**

Fuente: Elaboración propia

## 2. Reglas

La coordinación de flujos se logrará mediante la implementación de la torre de control, sin embargo, para que ésta logre su cometido, será necesario plantear cuatro reglas que facilitarán y garantizarán una buena toma de decisiones:

- **Compatibilidad**

Para realizar un regreso con carga, el tiempo, el costo del servicio, el volumen tanto del transporte como la carga y la distancia, tendrán que ser compatibles simultáneamente.

Para que se cumpla esto es necesario que:

- i. El ciclo del transporte satisfaga la siguiente condición:

$$d \geq b + c, \text{ donde:}$$

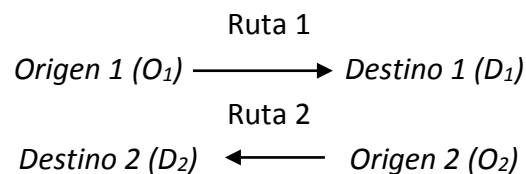
- a. Llegada de camión.
- b. Horario de liberación del transporte con el cliente A en el destino inicial.
- c. Tiempo de traslado entre el lugar de descarga y el nuevo lugar de carga.
- d. Horario de carga de mercancía del cliente B en el destino inicial.
- e. Tiempo de tránsito entre el origen y destino.

- ii. La ruta a seguir cumpla con:

$$\textit{Origen } O_1 = \textit{Destino } D_2$$

y

$$\textit{Destino } D_1 = \textit{Origen } O_2, \text{ donde:}$$



- iii. El costo por el servicio de transporte debe ser proporcional a la suma de los costos fijos y variables, aún si se tiene la posibilidad de realizar una espera para contar con carga. La decisión se basará en el análisis de costos ya antes descrito.



- iv. El volumen del transporte debe ser equivalente al volumen de la carga y viceversa; de igual manera el autotransporte debe satisfacer los requerimientos de la carga. Esto se conocerá mediante el uso de las tablas mostradas en el apartado 3.1.3 Analizar (véase tabla 3.18, 3.20 y 3.21)

### 3. Mercado

Realizar la toma correcta de decisiones y poder supervisar el proceso logístico mediante el planteamiento de las tres reglas antes definidas y la implementación de la torre de control, no garantizan la disminución de los regresos en vacío, ya que estos de igual manera dependen directamente de la demanda de artículos y ésta a su vez define el flujo vehicular, el cual normalmente es inequitativo. Por esto, es necesario definir estrategias que permitan equilibrar el mercado, como las siguientes:

#### I. Mapear Volúmenes

Esquematizar los flujos vehiculares presentados actualmente permitirá conocer cuáles son las rutas que carecen de mercancía para su traslado, esto con el fin de buscar clientes o artículos que ofrezcan un balance, es decir, si la ruta Guadalajara – Tijuana presenta una demanda constante para mover carga, pero dicha demanda no tiene el mismo comportamiento para el sentido contrario, será necesario conseguir carga que se adapte ahora a la ruta Tijuana – Guadalajara y al vehículo en movimiento.

#### II. Vender regresos

Cuando ya se sabe que el regreso de un autotransporte se realizará en vacío, se tratará de vender dicho regreso al mejor postor. A los clientes con los que cuenta la empresa logística y que requieran movimientos de mercancía de último momento se les ofrecerá el servicio para que así el transporte de carga realice el viaje redondo cargado.

#### III. Compra confiable

Los viajes que presenten regreso en vacío y que sean únicamente realizados por la empresa logística en cuestión se publicarán en el portal de internet de la misma empresa, el cual a diferencia de las aplicaciones y de las plataformas ya existentes está respaldado por la misma firma, al formar parte del sitio web oficial. Estas publicaciones brindarán información al

cliente de los regresos sin carga a realizar, los que podrán ser comprados y proporcionarán un mutuo beneficio (empresa y cliente).

La mejora propuesta permitirá disminuir los regresos en vacío, sin solucionar casos específicos que originen la presencia de éstos. Ahora es necesario vigilar las tres partes que estructuran la metodología para garantizar un correcto desarrollo.

### **2.1.5 CONTROLAR (*Control*)**

Que la mejora muestre un impacto positivo en las utilidades de la empresa será un trabajo en conjunto, al todas las áreas involucradas tener que estar en constante comunicación y revisión de las actividades realizadas, esto forma parte de la última etapa de la metodología *six sigma*, controlar.

Periódicamente se realizarán dos actividades, las cuales ayudarán a conocer el estado de la empresa y las nuevas propuestas que ayudarán a sostener la mejora en el proceso logístico, estas son:

#### **1. Informes**

Se presentarán informes que indiquen principalmente la situación económica de la empresa y los cambios relacionados con ella, para tener una noción de cómo se encuentra y cómo evoluciona. Estos informes se comentarán en juntas donde participen todos los departamentos, para que toda la empresa esté informada y crezca de manera homogénea.

#### **2. Lluvia de ideas**

Se realizarán lluvias de ideas en las que participarán los departamentos involucrados e interesados, que permitirán conocer las experiencias tanto positivas como negativas de las diversas áreas y las nuevas ideas que ayudarán a la mejora continua.

Por último es necesario implementar una hoja guía (véase figura 3.35) que permitirá verificar cómo se realizan las actividades del servicio de transporte de mercancía, además se sabrá cuáles son las áreas con mayor riesgo y en las lluvias de ideas se presentarán ideas para mejorar.

Hoja Guía No. _____	Folio del servicio: _____	Fecha del servicio: __/__/__		
Características del servicio:				
Transporte: Camioneta 1.5 / Camioneta 3.5 / Rabón / Torton / Trailer				
Mercancía: _____ ton / _____ m <sup>3</sup> Observaciones: _____				
Ruta: Origen: _____ Destino: _____				
Costo bruto: \$ _____				
Regreso en vacío	SI		NO	
Quien contactó la mercancía	Torre de control		Cliente buscó el servicio	
Si se vendió el regreso, ¿Cómo fue?	Por medio de la página web		Contacto directo con cliente	
¿Qué regla costó más trabajo cumplir?	1. Ciclo transporte	2. Ruta	3. Costo	4. Volumen
¿Se obtuvo la ganancia deseada?	SI		NO	
Uso del transporte en %	30%	50%	70%	100%

**Tabla3.35 Hoja Guía**

Fuente: Elaboración propia

Hoja Guía No. 1	Folio del servicio: 00001	Fecha del servicio: 30 / 08 / 14		
Características del servicio:				
Transporte: <b>Camioneta 1.5</b> / Camioneta 3.5 / Rabón / Torton / Trailer				
Mercancía: 1 ton / 2.5 m <sup>3</sup> Observaciones: _____				
Ruta: Origen: México (MEX) Destino: Querétaro (QRO)				
Costo bruto: \$ 3,163.00 Costo viaje ida: \$1,582 Costo viaje regreso: \$1,582				
Regreso en vacío	SI		<b>NO</b>	
Quien contactó la mercancía	Torre de control		<b>Cliente buscó el servicio</b>	
¿Cómo se vendió el regreso?	Por medio de la página web		<b>Contacto directo con cliente</b>	
¿Qué regla costó más trabajo cumplir?	<b>1. Ciclo transporte</b>	2. Ruta	3. Costo	4. Volumen
¿Se obtuvo la ganancia deseada?	<b>SI</b>		NO	
Uso del transporte en %	30%	50%	<b>70%</b>	100%

**Tabla3.36 Ejemplo de llenado de la hoja guía**

Fuente: Elaboración propia

Con respecto al alcance del presente proyecto que fue mencionado en la carta proyecto, aquí culmina el desarrollo de las cinco etapas de la metodología *six sigma* enfocadas en los regresos en vacío, sin embargo, para una siguiente etapa de mejora, se propone implementar un sistema denominado Sistema de Gestión del Transporte (TMS, por sus siglas en inglés). Herramienta ocupada con frecuencia en el campo de la logística por la ayuda que brinda para organizar las diferentes actividades a realizar por los autotransportes.

# **CAPÍTULO IV**

## **RESULTADOS**

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

Hasta este momento el objetivo del presente trabajo se ha cumplido parcialmente, ya que aún no se sabe si la metodología planteada disminuye la incidencia de los regresos en vacío, por esta razón en este capítulo se le dará solución al ejemplo 2.5 planteado en el apartado 2.1.5 Regresos en vacío basándonos en la metodología planteada.

Ejemplo 2.5: Una camioneta de 3.5 ton sale de la ciudad de México el día lunes a las 18:00 horas, por \$8,000, ésta trasladará 5m<sup>3</sup> / 2 ton de mercancía (carga A) a Monterrey; el arribo lo estará realizando a las 20:00 horas del día martes. Una carga de 10m<sup>3</sup> / 4 ton (carga B) proveniente de Monterrey requiere estar en la ciudad de México el día jueves a las 17:00 horas; dicho movimiento tendrá un costo de \$9,000. A pesar de que el transporte de 3.5 ton tiene la necesidad de regresar a su lugar de origen y éste sea el mismo que el destino de la carga B, el autotransporte no podrá realizar el movimiento de la mercancía B al no contar con la capacidad suficiente (véase tabla 4.1).

Variables participantes en el ejemplo 2.5		
	Carga - A	Carga – B
Características de mercancía	5m <sup>3</sup> / 2 ton	10m <sup>3</sup> / 4 ton
Tiempo	Salida: Lunes 18:00 hrs (MEX)	Salida: Miércoles 15:00 hrs (MTY)
	Llegada: Martes 20:00 hrs (MTY)	Llegada: Jueves 17:00 hrs (MEX)
	Autotransporte	
Costo de servicio <sup>19</sup>	\$8, 000.	\$9, 000.
Capacidad	Camioneta de 3.5 toneladas	

**Tabla 4.1** Variables participantes en el Ejemplo 2.5

Fuente: Elaboración propia

Pasos de la Metodología:

1. Torre de Control

Representación gráfica del viaje solicitado.

Camioneta 3.5 ton    Viaje de ida: 5m<sup>3</sup> / 2 ton

Viaje de regreso: En vacío ■

Rabón                      Viaje de ida: 5m<sup>3</sup> / 2 ton

Viaje de regreso: 10 m<sup>3</sup> / 4 ton ■

<sup>19</sup> Referencia de precio de mercado Agosto 2014.



Figura 4.2 Representación gráfica del viaje del ejemplo 2.5

Fuente: Elaboración propia

## 2. Reglas

### i. Ciclo de transporte

a. Llegada destino inicial:	20:00 hrs martes
b. Horario liberación carga inicial:	23:00 hrs martes
c. Tiempo traslado lugar descarga A y carga B:	0.33 hrs (20 min)
d. Horario de caga mercancía B:	12:00 hrs miércoles
e. Tiempo tránsito entre origen y destino:	16 hrs

$$d \geq b + c$$

$$12:00 \text{ miércoles} \geq 23:00 \text{ hrs martes} + 0.33 \text{ hrs martes}$$

∴ sí se satisface esta condición

### ii. Ruta

$$\textit{Origen } O_1 = \textit{Destino } D_2$$

y

$$\textit{Destino } D_1 = \textit{Origen } O_2$$

$$\textit{MEX} = \textit{MEX}$$

y

$$\textit{MTY} = \textit{MTY}$$

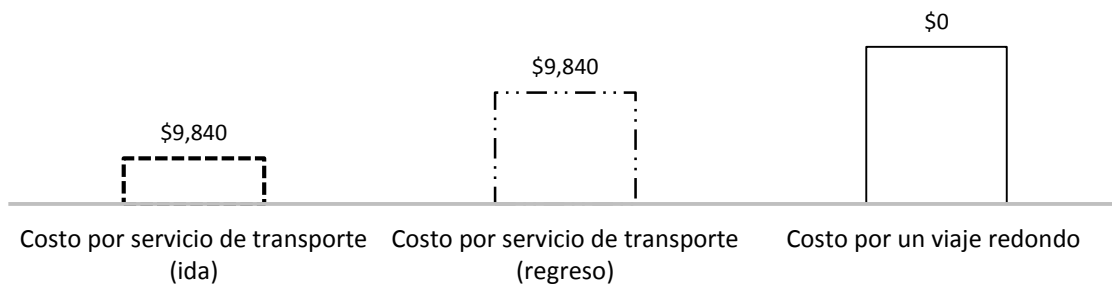
∴ sí se satisfacen estas condiciones

iii. Costo  
a) Camioneta 3.5 ton

COSTOS DE TRANSPORTE PARA UNA CAMIONETA DE 3.5 TON CON RUTA MEX. – MTY.			
Costo Fijos			%Representativo
			16
	Costo mensual	Costo por día	Días de espera
Oficinas	\$1,250	\$56.82	0
Transportes*	\$7,663	\$348.30	
Seguros*	\$ 2,083	\$94.70	
Salarios área administración	\$7,500	\$340.91	
GPS	\$750	\$34.09	
Monitoristas	\$ 682	\$30.99	
Operador unidad dedicada	\$15,000	\$681.82	
<b>Total costos fijos</b>			<b>\$1,587.62</b>
Km por viaje*		1804	
Rendimiento unidad (km / L)*		4.5	
Costos Variables			%Representativo
			84
Consumo de combustible (L)		401	
Costo gasolina por litro*		\$12.95	
Combustible			\$5,191.51
Viáticos		\$1,000.00	\$0.00
Casetas*			\$896
Desgaste de llantas por Km*		\$1.20	
Desgaste por viaje			\$2,164
<b>Total costos variables</b>			<b>\$8,252.31</b>
<b>Costo total</b>			<b>\$9,839.93</b>

Tabla 4.3 Tabla de costos de transporte para una ruta MEX – MTY  
Fuente: Elaboración propia

Representación de costos correspondientes a la tabla 4.3



Gráfica 4.4 Representación de costos correspondientes a la tabla 4.3  
Fuente: Elaboración propia

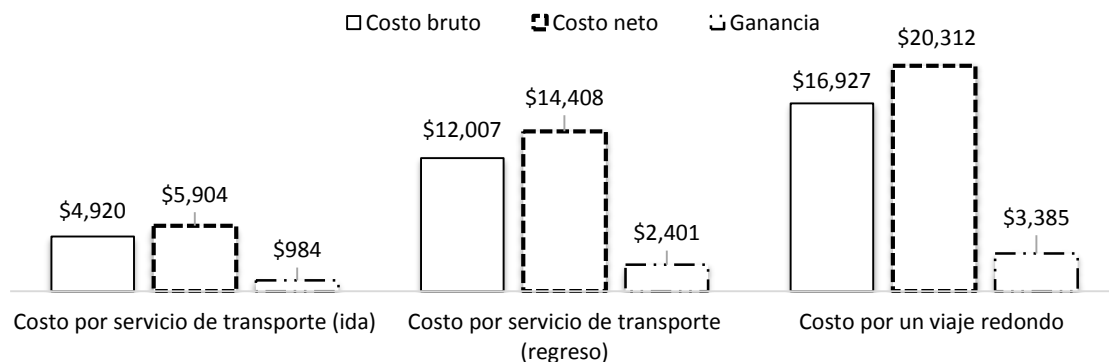


b) Rabón

COSTOS DE TRANSPORTE PARA UN RABÓN CON RUTA MEX. – MTY.				
Costo Fijos				%Representativo
	Costo mensual	Costo por día		12
				Días de espera
Oficinas	\$1,250	\$56.82		0
Transportes*	\$13,542	\$615.53		
Seguros*	\$ 2,750	\$125		
Salarios área administración	\$7,500	\$340.91		
GPS	\$750	\$34.09		
Monitoristas	\$ 682	\$30.99		
Operador unidad dedicada	\$15,000	\$681.82		
<b>Total costos fijos</b>				<b>\$1,885.16</b>
Km por viaje*		1804		
Rendimiento unidad (km / L)*		2.4		
Costos Variables				%Representativo
				88
Consumo de combustible (L)		752		
Costo gasolina por litro*		\$13.50		
Combustible			\$10,147.5	
Viáticos		\$1,000.00	\$1,000	
Casetas*			\$1,730	
Desgaste de llantas por Km*		\$1.20		
Desgaste por viaje			\$2,164	
<b>Total costos variables</b>				<b>\$15,042.3</b>
<b>Costo total</b>				<b>\$16,927.46</b>

Tabla 4.5 Tabla de costos de transporte para una ruta MEX – MTY  
Fuente: Elaboración propia

Representación de costos correspondientes a la tabla 4.5



Gráfica 4.6 Representación de costos correspondientes a la tabla 4.5  
Fuente: Elaboración propia

Ganancia camioneta 3.5 ton = \$0

Ganancia Rabón = \$3,385

∴ realizar el viaje en un rabón resulta la mejor opción económica

iv. Volumen

A pesar de que el viaje descrito en ejemplo 2.5 no cuenta con mercancía para el regreso existe la opción de transportar mercancía en un autotransporte con mayor capacidad, por lo que las tablas comparativas de volumen sólo se realizarán entre la camioneta con capacidad exacta para la carga de origen y el camión de mayor capacidad, camioneta 3.5 ton y rabón respectivamente.

CAPACIDADES MÁXIMAS DE LOS AUTOTRANSPORTES		
	Toneladas (TON)	Volumen (m <sup>3</sup> )
Camioneta de 3.5 ton	2.8 - 3	10
Rabón	6 - 12	15 -35
Carga A	2 ton	5m <sup>3</sup>
Carga B	4 ton	10 m <sup>3</sup>

**Tabla 4.7 Capacidades máximas de camiones**

Fuente: Elaboración propia

Toneladas VS m <sup>3</sup>					
		Capacidad del autotransporte en toneladas			
		1.5	3.5	12	25
Capacidad del autotransporte en m <sup>3</sup>	1	✓	✓	✓	✓
	5	✗	✓	✓	✓
	20	✗	✗	✓	✓
	35	✗	✗	✓	✓
	100	✗	✗	✗	✓

**Tabla 4.8 Toneladas VS m<sup>3</sup>**

Fuente: Elaboración propia

Las tablas comparativas muestran que sólo se podrá tener un regreso lleno si se ocupa como transporte un Rabón, este resultado es independiente al uso que se le dé al autotransporte, ya que si se elige el Rabón éste no se ocupará eficientemente. El resultado de las tablas de costos y el de las tablas de capacidad es el mismo, por lo que se confirma que la mejor opción es la segunda.

Para este ejemplo ya no es necesario realizar la tercera y última etapa de la metodología propuesta, ya que existe mercancía para transportar en el regreso del camión. Sin embargo aún hace falta elaborar la hora con la que se podrá llevar un control de los viajes realizados, hoja guía (véase tabla 4.9)

Hoja Guía No.	2	Folio del servicio:	00002	Fecha del servicio:	30/08/14
Características del servicio:					
Transporte:	Camioneta 1.5 / Camioneta 3.5 / Rabón / Torton / Trailer				
Mercancía:	4 ton / 10 m <sup>3</sup>	Observaciones:	_____		
Ruta:	Origen: MEX	Destino:	MTY		
Costo bruto:	\$ 16,927				
Regreso en vacío	SI		NO		
Quien contactó la mercancía	Torre de control		Cliente buscó el servicio		
Si se vendió el regreso, ¿Cómo fue?	Por medio de la página web		Contacto directo con cliente		
¿Qué regla costó más trabajo cumplir?	1. Ciclo transporte	2. Ruta	3. Costo	4. Volumen	
¿Se obtuvo la ganancia deseada?	SI		NO		
Uso del transporte en %	30%	50%	70%	100%	

**Tabla 4.9 Toneladas VS m<sup>3</sup>**  
Fuente: Elaboración propia

A pesar de que en el ejemplo 2.5 no se requirió conseguir mercancía para el regreso del transporte mediante el contacto directo con los clientes, el regreso se logró realizar lleno gracias a la información que proporcionó la torre de control a través del monitoreo de las cargas y sus respectivas rutas, con esta información no sólo se logró eliminar el regreso en vacío de este viaje sino que se obtuvo un beneficio económico al tomar la decisión con base en la tabla de costos.

Solucionar el ejemplo antes descrito siguiendo los pasos correspondientes a la metodología planteada permitió realizar el regreso de transporte lleno, con lo que se logra disminuir la incidencia de los regresos en vacío en empresas prestatarias logísticas, objetivo del presente trabajo; de igual manera la hipótesis se cumple, ya que a través de las tablas de costos se observa que realizar el regreso del autotransporte con mercancía le permite a empresas que ofrecen servicios de transporte contar con ganancias.

# CONCLUSIONES

## CONCLUSIONES

Como resultado del estudio realizado se observa, que en el quehacer de las empresas logísticas, intervienen variables de diversa naturaleza, por ejemplo: en un caso específico de una empresa a la que se le encargue abastecer una cadena comercial ubicada en la Ciudad de México con  $n$  cantidad de toneladas de aguacates producidos en el estado de Michoacán podemos encontrar, entre otras, las siguientes dos variables: 1) el distrito federal no es productor de aguacate, por lo que existe la necesidad de traerlos de Michoacán, 2) el tipo de autotransporte que se empleará para el movimiento. Resulta evidente que la primera de estas variables no puede ser determinada por la empresa logística al no poder cambiar geográficamente el lugar de producción del aguacate; mientras que la segunda variable queda a completa discrecionalidad de la empresa.

De este ejemplo podemos sacar dos deducciones: primera, de acuerdo a las características propias de los requerimientos, la empresa logística debe implementar un proceso que se adapte a esas necesidades, sin embargo, esto supone una complicación mayor: que la empresa logística caiga en un círculo vicioso de planeación, en el que cada vez que se enfrente a un nuevo requerimiento tenga que implementar un nuevo proceso. Por lo tanto, lo segundo que podemos deducir del ejemplo es que una empresa logística debe tener como base una metodología general de la que se puedan desprender procesos particulares.

En el transcurso de esta investigación se logró entender la naturaleza y las necesidades de una empresa logística; como resultado se identificó un problema común a todas ellas que puede disminuirse si se pone en marcha la metodología propuesta: el regreso en vacío.

La recolección de información que implicó la investigación realizada y la descripción del funcionamiento de empresas prestatarias logísticas permitieron que la hipótesis se verificará y el objetivo se cumpliera. A partir de esto se concluye que:

- La presencia de los regresos en vacío se debe a los inequitativos viajes en el transporte terrestre, éstos a su vez se originan por la demanda no equilibrada del mercado, razón por la que únicamente se pueden minimizar y no eliminar.
- Minimizar la incidencia de los regresos en vacío tendrá un impacto positivo en las utilidades de las empresas, éste es uno de los objetivos principales y presente en la mayoría de éstas.

- Los regresos en vacío y la utilidad de las empresas son inversamente proporcionales. Esta razón nos conduce de ver los regresos en vacío como un problema, a verlos como oportunidad.
- El análisis de costos permite conocer la estructura de la tarifa impuesta por el transportista y ayuda a tomar la decisión entre esperar carga o regresar en vacío.
- La metodología planteada permite eliminar el cargo extra en la tarifa del autotransporte, aprovechar eficientemente la renta del mismo y contar con una disminución en el impacto ambiental de la cadena de suministros.
- La compatibilidad existente entre las variables que originan los regresos en vacío: el autotransporte, la carga, el tiempo y el costo del servicio de transporte, permite coordinar el flujo del autotransporte y maximizar los movimientos en esquema redondo.
- Conocer el concepto de flexibilidad dirigido al autotransporte permite coordinar con mayor facilidad los viajes y posibilita que los regresos se realicen con carga.
- El uso de la metodología *six sigma* permitió examinar con detenimiento y de manera ordenada los regresos en vacío y arrojó como resultado una solución objetiva que da ventaja competitiva en el mercado, ya que disminuye la tarifa del servicio mediante el uso eficiente del transporte terrestre.
- La disminución de los regresos en vacío impactan las ganancias de empresas logísticas, ya que los constantes incrementos al precio de los combustibles afectan directamente el costo del servicio logístico, lo que implica que empresas que brindan este servicio mejoren sus procesos para así reducir costos sin afectar el nivel del servicio dado con el fin de tener una tarifa competitiva

# REFERENCIAS

## BIBLIOGRAFÍA

Artículo 2º, apartado VIII, de la *Ley de caminos, puentes y autotransporte federal del 2013*, Consultado en

<[http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5278684&fecha=22/11/2012](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5278684&fecha=22/11/2012)>

Ballou, R., *Logística: administración de la cadena de suministro*, México, Pearson Educación, 2004.

Cuadros, S., *Reducción del regreso en vacío en el autotransporte*, México, Énfasis Logístico, 2011.

Gutiérrez, J., *Propuesta de un sistema logístico aplicado al proceso productivo y de comercialización para un invernadero en el estado de México*, Tesis inédita de licenciatura. UNAM, Ciudad de México, 2006.

Handfield, R., Nichols, E., *Introducción a la gestión de la cadena de suministros*, New Jersey, Prentice-Hall, 1999.

Jiménez, J., Hernández, S., *Marco conceptual de la cadena de suministro: un nuevo enfoque logístico*, México: Instituto Mexicano del Transporte, 2002.

Mejía, I., Álvarez, S., *Modelo de dirección para la aplicación de six sigma*, Tesis inédita de Licenciatura. UNAM, Ciudad de México.

Mendoza, P., *Six Sigma: Reingeniería de sistemas*, Facultad de Ingeniería, UNAM, 2013.

Pande, P., Neuman, R., Cavanagh, R., *Las claves de Seis Sigma*, España: Editorial McGraw-Hill, México, 2002.

Real Academia Española. Diccionario de la lengua española 22.a ed., 2001. Consultado en <<http://www.rae.es/rae.html>>

Reyes, A., *Administración de empresas: teoría y práctica*, Editorial Limusa, México, 1990.

Rico, A., *Una aproximación a la definición de los principales corredores de transporte terrestre en México*. Instituto Mexicano del Transporte y Secretaría de Comunicaciones y Transporte, Publicación técnica no. 94, Consultado en <<http://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt94.pdf>>



## **MESOGRAFÍA**

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), a través de la página web  
<<http://www.inegi.org.mx/>>

Recopilación de la misión y visión de la Facultad de Ingeniería, UNAM, a través de  
la página web <<http://www.ingenieria.unam.mx/>>

Secretaría de Economía (SE), a través de la página Web  
<<http://www.economia.gob.mx/>>

Secretaría de Energía (SENER) a través de su página web  
<[www.energia.gob.mx](http://www.energia.gob.mx) >

Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), A través de la página web  
<[http://aplicaciones4.sct.gob.mx/sibuac\\_internet/ControllerUI?action=cmdEscogeRuta](http://aplicaciones4.sct.gob.mx/sibuac_internet/ControllerUI?action=cmdEscogeRuta)>