



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA UN MODELO DE MONITOREO DE UNIDADES  
DE TRANSPORTE POR MEDIO DE LOGÍSTICA INTEGRAL PARA UNA EMPRESA  
DE DISTRIBUCIÓN DE MATERIALES**

**Rufino Otto Raúl Barreno Mazariegos**

Asesorado por el M.A. Ing. Harold Alexander Cardona Muñoz

Guatemala, septiembre de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA UN MODELO DE MONITOREO DE UNIDADES  
DE TRANSPORTE POR MEDIO DE LOGÍSTICA INTEGRAL PARA UNA EMPRESA  
DE DISTRIBUCIÓN DE MATERIALES**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**RUFINO OTTO RAÚL BARRENO MAZARIEGOS**  
ASESORADO POR EL M.A. ING. HAROLD ALEXANDER CARDONA MUÑOZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

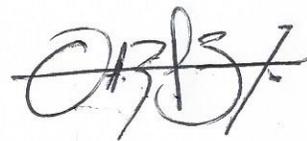
DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Byron Estuardo Ixpata Reyes
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADOR	Ing. Leonel Estuardo Godinez Alquijay
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA UN MODELO DE MONITOREO DE UNIDADES DE TRANSPORTE POR MEDIO DE LOGÍSTICA INTEGRAL PARA UNA EMPRESA DE DISTRIBUCIÓN DE MATERIALES**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 28 de mayo de 2019.



**Rufino Otto Raúl Barreno Mazariegos**

Ref. AGS-MGIPP-026-2019

Guatemala, 05 de junio de 2019.

Director:  
Cesar Ernesto Urquizú Rodas  
Escuela de **Ingeniería Industrial**  
**Facultad de Ingeniería**  
Su despacho. -

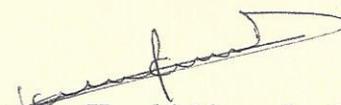
Distinguido Director:

Reciba un atento y cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado los cursos aprobados del primer año y el Diseño de Investigación del estudiante **Rufino Otto Raul Barreno Mazariegos** carné número **200212317**, quien optó la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la **Maestría en Artes en Gestión Industrial**.

Y si habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Decimo, Inciso 10.2, del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Sin otro particular, atentamente,

*"Id y Enseñad a Todos"*

  
Maestro. Ing. Harold Alexander Cardona M.  
Asesor(a)

Harold Alexander Cardona Muñoz  
Ingeniero Mecánico Industrial  
Colegiado No. 7197

  
Doctora Inga. Alba Maritza Guerrero S.  
Coordinadora de Área  
Gestión de Servicios

  
Maestro Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí  
Director  
Escuela de Estudios de Postgrado  
Facultad de Ingeniería



No. de Asesoramiento registrado en EEP. 1

Cc. archivo/LZLA.

RESOLUCIÓN DE JUNTA DIRECTIVA: Proceso de Graduación aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Decimo, Inciso 10.2, del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011.



REF.DIR.EMI.138.019

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación en la modalidad Estudios de Postgrado titulado **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA UN MODELO DE MONITOREO DE UNIDADES DE TRANSPORTE POR MEDIO DE LOGÍSTICA INTEGRAL PARA UNA EMPRESA DE DISTRIBUCIÓN DE MATERIALES**, presentado por el estudiante universitario **Rufino Otto Raúl Barreno Mazariegos**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

**Ing. Cesar Ernesto Urquiza Rodas**  
**DIRECTOR**  
**Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial**



Guatemala, septiembre de 2019.

/mgp



DTG. 406.2019

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA UN MODELO DE MONITOREO DE UNIDADES DE TRANSPORTE POR MEDIO DE LOGÍSTICA INTEGRAL PARA UNA EMPRESA DE DISTRIBUCIÓN DE MATERIALES**, presentado por el estudiante universitario: **Rufino Otto Raúl Barreno Mazariegos**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

  
  
Inga Arabela Cordova Estrada  
Decana

Guatemala, septiembre de 2019

/gdech

## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **Dios**

Por haberme dado la vida, sus constantes bendiciones día a día y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

### **Mi madre**

Ana Clemencia Mazariegos, por su amor incondicional, por el sacrificio y esfuerzo realizado para darme todo lo necesario en mi época de estudiante, gracias a ella he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy, eres la mejor de las madres.

### **Mi hermano**

Fernando Barreno Mazariegos, por su cariño y apoyo, porque sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompaña en todos mis sueños y metas.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Mi familia</b>	Por todos los buenos momentos que hemos pasado, los cuales nos dan la experiencia para seguir adelante.
<b>Mi novia</b>	Marie García, por el esfuerzo y apoyo incondicional para llegar hasta este momento.
<b>Mis amigos</b>	Por hacer especial esto que llamamos vida.
<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Mi <i>alma mater</i> , tricentenaria universidad, pilar de Guatemala, donde se promueve y difunde la cultura y el saber científico.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por ser la sede de todo el conocimiento adquirido a lo largo de mi preparación profesional.
<b>Mis catedráticos</b>	Por compartir sus conocimientos desinteresadamente y ser una importante influencia en mi carrera.
<b>Dra. Alba Guerrero</b>	Por ser parte fundamental de este logro, su apoyo y seguimiento incondicional hicieron esto posible.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN.....	XIII
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. ANTECEDENTES .....	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	7
3.1. Descripción del problema .....	7
3.2. Delimitación del problema .....	8
3.3. Determinación del problema.....	9
3.4. Formulación del problema .....	9
3.4.1. Pregunta central .....	9
3.4.2. Preguntas auxiliares de investigación.....	9
3.5. Viabilidad de la investigación.....	10
3.6. Consecuencias de la implementación de la investigación .....	10
4. JUSTIFICACIÓN .....	13
5. OBJETIVOS .....	15
5.1. General.....	15
5.2. Específicos .....	15

6.	NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN .....	17
7.	MARCO TEÓRICO .....	19
7.1.	Industria de la construcción.....	19
7.1.1.	Antecedentes de la industria de la construcción .....	19
7.1.2.	Generalidades de la industria de la construcción .....	21
7.1.2.1.	Actividades incluidas en la construcción .....	22
7.1.2.2.	Tipos de construcción .....	22
7.1.2.3.	Insumos utilizados en la construcción .....	22
7.1.2.3.1.	Materiales pétreos.....	24
7.1.2.3.2.	Materiales cerámicos .....	24
7.1.2.3.3.	Aglomerantes .....	25
7.1.2.3.4.	Metales.....	25
7.1.2.3.5.	Maderas .....	25
7.1.2.3.6.	Vidrios .....	26
7.1.2.3.7.	Prefabricados .....	26
7.2.	Transporte.....	27
7.2.1.	Origen del transporte en el mundo .....	27
7.2.2.	Tipos de transporte .....	28
7.2.3.	Logística Integral .....	31
7.3.	Monitoreo de unidades.....	33
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	37
9.	METODOLOGÍA DE TRABAJO .....	39
9.1.	Diseño .....	39
9.2.	Tipo .....	40

9.3.	Alcance.....	40
9.4.	Variables e indicadores .....	41
9.5.	Fases.....	43
9.6.	Resultados esperados.....	45
9.7.	Población y muestra .....	46
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....	47
11.	CRONOGRAMA.....	49
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO .....	51
13.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	53
14.	APÉNDICE .....	57



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Ciclo logístico desconectado.....	32
2.	Ciclos logísticos conectados .....	33
3.	Distribución de los costos logísticos.....	35
4.	Cronograma de actividades .....	49

### TABLAS

I.	Características de las edades de la construcción .....	23
II.	Matriz de coherencia .....	43
III.	Recurso financiero .....	52



## LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
/	División
=	Igual
>	Mayor
<	Menor
*	Multiplicación
%	Porcentaje
Q	Quetzal



## GLOSARIO

<b>Abastecimiento</b>	Aprovisionamiento de insumos para realizar una operación.
<b>Cliente</b>	Persona que adquiere un producto por medio de un intercambio monetario.
<b>Diseño</b>	Esquema de previsualización de un proyecto.
<b>Esquema</b>	Representación mental, textual y/o gráfica de un tema bajo un orden determinado.
<b>Función</b>	Acción que realice una persona o cosa para el cumplimiento de un objetivo.
<b>GPS</b>	Global Positioning System, sistema de posicionamiento global.
<b>Herramienta</b>	Objeto elaborado para realizar una tarea.
<b>Hipermedia</b>	Utilización conjunta y simultánea de diversos medios como bloques de texto que permiten la exploración de datos, sonidos e imágenes.
<b>Inconformidad</b>	No cumplir con los requisitos mínimos establecidos para la generación de un reporte de

monitoreo, el cual debe tener información real, certera y en tiempo.

<b>Indicador</b>	Valor que se establece como punto de medición, se utiliza para determinar si se cumple o no se cumple una tarea importante, con base en una meta establecida. Se conoce también por sus siglas en ingles KPI.
<b>Investigación</b>	Recopilar información para uso de respaldo.
<b>Logística integral</b>	Es el conjunto de técnicas y medios destinados a gestionar los flujos de materiales e información, siendo su objetivo fundamental la satisfacción de las necesidades en bienes y servicios de un cliente y mercado, en calidad, cantidad, lugar y momento, maximizando la satisfacción del cliente y la flexibilidad de respuesta, y minimizando los tiempos de respuesta y los costos.
<b>Método</b>	Modo ordenado de realizar una tarea.
<b>Modelo</b>	Base que se toma de ejemplo para igualar una tarea.
<b>Monitoreo</b>	Seguimiento a una tarea que requiere constante observación.
<b>OOHDM</b>	Object Oriented Hypermedia Design Method,

metodología de diseño de hipermedia orientada a objetos, metodología para la elaboración de aplicaciones multimedia, tiene como objetivo simplificar y hacer más eficaz el diseño de aplicaciones hipermedia.

**Procedimiento**

Modo de realizar una tarea.

**Proceso**

Secuencias de actos realizados con orden para la obtención de una tarea.

**Producción**

Fabricación de un producto mediante un trabajo realizado.

**Satisfacción**

Sensación de bienestar tras cubrir una necesidad.

**Viabilidad**

Posibilidad de cumplir con una tarea.



## RESUMEN

El diseño de un modelo de monitoreo de unidades de transporte en una comercializadora de materiales de construcción surge de la necesidad de mejorar dos puntos esenciales que toda empresa lucrativa busca, rentabilidad y un impacto en servicio al cliente final. Por medio de logística integral el modelo busca gestionar de mejor manera la operación y con esto reducir gastos, riesgos y tiempos muertos, de tal manera que impacte en la rentabilidad del negocio, además contempla coordinar, monitorear, controlar y evaluar la ubicación de las unidades que transportan el pedido del cliente, buscando tener informado al mismo en todo momento como parte de un buen servicio.

Las empresas guatemaltecas que manejan distribución de carga pesada a nivel nacional e internacional buscan que el transporte cumpla con los requerimientos que aseguren que la carga llegará al destino indicado y en el tiempo correcto, para lo cual es importante tener el control de ubicación, mantenimiento de unidades de transporte y capacitaciones de los pilotos, independientemente si el servicio es interno o subcontratado.

El diseño del modelo de monitoreo de unidades tiene como resultado presentar de forma clara y en tiempo real la ubicación de las unidades que se encuentran en tránsito hacia un cliente. Su aporte es la rapidez, eficiencia y veracidad con que presenta los datos.

La investigación iniciará en el capítulo 1 con el marco teórico, describiendo la teoría que tiene relación con el monitoreo de unidades, profundizando en los conceptos de cadena de suministro, logística y transporte, para demostrar que

todos estos conceptos actúan y trabajan de forma conjunta. En el capítulo 2 se realizará el diagnóstico de la situación actual de la empresa, por medio de entrevistas, trabajo de campo y definir el punto de partida. En el capítulo 3 se realizará la presentación de resultados de la investigación con respecto a la herramienta ideal para otorgar reportes verídicos. Finalmente, en el capítulo 4 se presentarán y discutirán los resultados para verificar el impacto que tuvo la investigación en la empresa donde se realiza.

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación consiste en diseñar un modelo de monitoreo de unidades de transporte por medio de logística integral, el cual contempla coordinar, monitorear, controlar y evaluar la ubicación de unidades que llevan material de construcción hacia los clientes que realizan sus pedidos. El modelo es una innovación dentro de la empresa, ya que se dejará de trabajar con el método actual para implementar el modelo que se propone como solución.

El problema actual es la poca confiabilidad en la forma que se presenta la ubicación de unidades al cliente final, se está otorgando un reporte a los clientes con información errónea, provocando insatisfacción debido a que al verificar su pedido se percata que no se encuentra en la ubicación donde el reporte lo indica, esto genera desgaste en los clientes, porque ellos deben tomar la iniciativa de ubicar el lugar donde está transitando su pedido, generando incertidumbre y desconfianza en el reporte para los nuevos pedidos realizados. El modelo a desarrollar es de alta importancia, ya que se alinea al último eslabón de la cadena de suministro, con esta solución se propone una evaluación para el cliente e indicar si una entrega fue en tiempo, de lo cual se espera tener como resultado una herramienta que ayude a la empresa para la toma de una acción correctiva.

El modelo que se está planteando tiene como resultado presentar de forma clara y en tiempo real la ubicación de las unidades que se encuentran en tránsito hacia un cliente, su aporte es la rapidez, eficiencia y veracidad con que presenta los datos el modelo al departamento de monitoreo y estos a su vez al

cliente, indicando si su pedido se encuentra en tiempo o si por alguna razón llegará fuera de tiempo. El beneficio que obtendrá la empresa será mejorar la capacidad de gestionar la operación, reducir gastos, riesgos y tiempos muertos, impactando en la rentabilidad del negocio.

El esquema de solución que se ensayará será la recolección de datos a través de la observación y medición de tiempos, los cuales serán utilizados para determinar las causas que producen las deficiencias en la forma de trabajo actual.

Con la identificación de los posibles errores que se dan se puede evaluar la aplicación de una herramienta para el apoyo de la empresa que otorgue rapidez y veracidad en los datos presentados al cliente final. La investigación es factible debido a que se cuenta con accesos a toda la información pertinente para la elaboración del modelo, debidamente autorizado por la empresa.

La investigación iniciará en el capítulo 1 con el marco teórico, describiendo la teoría que tiene relación con el monitoreo de unidades, profundizando en los conceptos de cadena de suministro, logística integral y transporte, para demostrar que todos estos conceptos actúan y trabajan de forma conjunta. En el capítulo 2 se realizará el diagnóstico de la situación actual de la empresa por medio de entrevistas y trabajo de campo y definir el punto de partida. En el capítulo 3 se realizará la presentación de resultados de la investigación con respecto a la herramienta ideal para otorgar reportes verídicos. Finalmente, en el capítulo 4, se presentarán y discutirán los resultados para verificar el impacto que tuvo la investigación en la empresa donde se realiza.

## 2. ANTECEDENTES

El sistema de localización nació por la necesidad de Estados Unidos de saber la ubicación exacta de su ejército en cualquier parte del mundo, esto como lo explica Herrera (2013) de la siguiente manera:

El sistema de localización automática de vehículos es la respuesta a las necesidades de seguimiento, identificación y localización de las unidades móviles, por ejemplo la administración de flotillas, el transporte de valores o para prevención del daño físico de los ocupantes del vehículo. El sistema es capaz de efectuar la localización en “tiempo real”, esto es, la información puede enviarse tan rápido como se va generando. Puede aplicarse en el análisis de la ruta que sigue un camión en determinada fecha, en la programación de una ruta para un vehículo autónomo o la verificación y análisis del trazo de una ruta de un camino o brecha, etcétera. (p.6)

Herrera explica que Estados Unidos lo que buscó fue una solución a la problemática que existía de tener una buena interfaz de localización automática, dicha solución la encontró basándose en la conexión de distintos satélites y su posición en el espacio creando distintos modelos orientados a software, basados en esto el autor propuso el diseño de dicha interfaz teniendo la capacidad de ser intermediaria entre un receptor de satélite y una plataforma web, esto con el fin del posible monitoreo de unidades y la ruta tomada por los mismos. La metodología utilizada fue la OOHDM, para mejorar el modelo que se tenía anteriormente, los resultados de la implementación del nuevo método en la tesis de Herrera se basaron en el mejoramiento de la exactitud de

ubicación, por lo cual su confiabilidad se eleva y de esta forma reduce en un 55.5% el costo en comparación con la metodología utilizada en ese momento.

Guerrero (2013) indica en su análisis que utilizó un sistema GPRS, siendo una extensión de la tecnología de comunicaciones móviles que a través de datos en un *chip* de teléfono provee, en conjunto con el sistema GPS, la ubicación, control y seguridad vehicular, estableciendo comunicación de datos para elaborar plataformas que procesan esta información, siendo una de sus conclusiones “mejorar el rendimiento del servicio que brindan las flotas de los vehículos a sus usuarios, además de tener un mayor control en la velocidad, en todos los vehículos que tienen incorporado el dispositivo móvil” (Guerrero, 2013, p.73).

También hace mención Henao (2014) de que el Sistema de Posicionamiento Global consta de tres segmentos básicos y que deben estar presentes en toda implementación, sin uno de estos segmentos será posible la medición pero de manera ineficiente, dichos segmentos son: segmento de control, segmento espacial y segmento usuario, todos estos orientados a un programa básico que detalla los aspectos requeridos por cada usuario. Su objetivo principal era diseñar un equipo capaz de ubicar, seguir y monitorear no solo unidades de transporte si no cualquier aparato al cual se le pudiera implantar su diseño, concluyendo que la utilización de GPS permite a cualquier institución aprovechar la disponibilidad de datos para la localización geográfica, logrando su utilización para otros fines como alarmas caseras y proyectos de domótica (sistemas capaces de automatizar una vivienda o edificación).

El monitoreo de unidades surge por la necesidad de conocer la ubicación y recorrido de una carga en todo momento, con el fin de la tranquilidad del cliente que cada vez se vuelve más exigente al querer saber el estatus de su

carga, esto hace que cada vez las empresas se estén actualizando y mejorando sus servicios, por lo cual es necesario establecer puntos de control como lo menciona Acosta (2009):

La motivación para integrar la calidad en el sector transporte está asociada a los mismos fenómenos inductores que para las demás industrias, entre otros se pueden mencionar: competencia entre las empresas concurrentes en el mercado y la presión ejercida por los clientes al sector. Los indicadores son esenciales en el planeamiento y el control de los procesos de las organizaciones. Son esenciales en el planeamiento porque posibilitan el establecimiento de metas cuantificadas y el desdoblamiento de las mismas, asegurando que las mejoras que se generen en cada unidad contribuyen al propósito global; son esenciales en el control porque la presentación de resultados a través de indicadores son fundamentales para el análisis crítico del desempeño de la organización. (p.2)

Acosta, utilizando el método la lógica de *fuzzy* que imita a una persona que toma decisiones basadas en información con ciertas características, trata de cuantificar las cualidades que se le puedan otorgar. Para que una empresa pueda mejorar en su servicio es necesario mejorar su calidad y es por esto que Acosta comprobó a través de este método una forma de diagnóstico e identificación de prioridades según la opinión de los clientes.

Como complemento, Díaz (2015) detalla las plataformas comerciales que sirven para el monitoreo de unidades en el mercado actual, las cuales cuentan con algunas características que servirán de referencia para la elaboración de la presente investigación, estas plataformas fueron analizadas por Díaz para encontrar la mejor vía para solventar el problema de seguridad y fiabilidad en el

envío de información para el monitoreo de las unidades navales de las fuerzas armadas, dando como conclusión el uso de GPRS en conjunto con el servicio satelital Iridium, para otorgar un subsistema que dio como resultado menor tasa de incidencia en la pérdida de enlace logrando un 40% de reducción.

### **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El monitoreo de unidades se realiza de forma empírica, para lo cual se solicita una herramienta eficaz para dar la ubicación geográfica actual de las unidades y no dar posiciones al azar o fuera de tiempo.

#### **3.1. Descripción del problema**

Guatemala es un país que tiene una ubicación privilegiada, es un puente que une dos grandes territorios como América del Norte y América del Sur, adicional es una puerta para el ingreso de mercancías en Centro América, por lo cual la afluencia de transporte pesado en Guatemala cada año va en aumento gracias a los tratados de libre comercio que se tienen con los países vecinos. Para la Dirección General de Caminos el aumento histórico del transporte pesado es de aproximadamente 16.2% anualmente, para los próximos años debido a la influencia de la variación del Producto Interno Bruto y condiciones externas que afectan el país se estima una tasa ponderada de crecimiento anual de 5.8% para los siguientes años.

El incremento en la demanda hace que cada vez las empresas de transporte tomen acciones e incrementen sus flotillas, esto repercute en cosas positivas y negativas para el país, el mercado laboral crece y se ofrecen mejores condiciones de trabajo con la finalidad de contratar pilotos expertos en transporte pesado, que cumplan con las características que las empresas de transporte solicitan, pero en conjunto crece la afluencia vehicular que atraviesa el país y esto genera ciertas acciones por parte del gobierno, como los horarios de restricción que se aplican en la ciudad capital.

Las empresas guatemaltecas que manejan distribución de carga pesada a nivel nacional e internacional cada vez buscan que las empresas de transporte cumplan con ciertos requerimientos para tener la seguridad de que su carga llegará al destino indicado en el tiempo correcto, es por eso que a pesar de que subcontratan el servicio quieren tener el control de ubicación, mantenimiento y capacitaciones de los pilotos.

La empresa solicita unidades que cumplan con ciertos requerimientos rigurosos de seguridad y capacitación constante para los pilotos, tiene control de la ubicación de las unidades por medio de un acceso al GPS de los transportistas y el monitoreo de las unidades lo trabaja de forma empírica, donde se recibe retroalimentación de su ubicación a través de un *excel* que se revisa y alimenta cada hora, en ciertos horarios en el transcurso del día por las cargas de trabajo tan altas no se puede retroalimentar dicho *excel*. Existe un sistema de GPS que envía una alerta al personal donde indica que la unidad se encuentra lejos de su destino y no llegará a tiempo, pero esta alerta es demasiado tarde y únicamente da oportunidad de hacer un monitoreo reactivo y no preventivo, esto repercute en una entrega tarde y nula disponibilidad de la unidad para su siguiente horario de carga, lo cual conlleva una redistribución de unidades disponibles con nuevos horarios.

### **3.2. Delimitación del problema**

El trabajo de investigación se realizará en la ciudad capital de Guatemala, donde se encuentra el departamento de monitoreo de la empresa perteneciente a la industria de la construcción, esto cubrirá toda la flota que se utiliza para la distribución de productos a nivel nacional e internacional. El período de ejecución será de abril a octubre de 2019.

### **3.3. Determinación del problema**

La necesidad de tener el monitoreo de las unidades de transporte subcontratadas cada día es más solicitado, ya que las empresas desean tener el control en todo momento de la carga que están enviando, esto con el fin de saber la ubicación y manejo de dicha carga, uno de los beneficios de tener este monitoreo es retroalimentar a sus clientes sobre la ubicación de su carga e indicarles un tiempo estimado de llegada de la carga, como también ponerles sobre aviso si la unidad estará llegando en el tiempo solicitado o en otro horario, esto es de mucha ayuda debido a que hay factores externos que afectan el tránsito de una unidad y dar esta retroalimentación al cliente es muy efectivo para la tranquilidad del mismo. Otro beneficio importante de tener el monitoreo de unidades es que ayuda a programar los tiempos de descanso de los pilotos por temas de seguridad, resguardar las unidades en un lugar autorizado y programar las unidades para sus siguientes viajes, y de esta manera hacer eficiente el ciclo completo del servicio.

### **3.4. Formulación del problema**

#### **3.4.1. Pregunta central**

¿Cuál será el mejor diseño de un modelo de monitoreo de unidades de transporte por medio de logística integral para una empresa de distribución de materiales?

#### **3.4.2. Preguntas auxiliares de investigación**

- ¿Cuál es el procedimiento adecuado para determinar las causas de las deficiencias de otorgar un monitoreo de unidades a los clientes?

- ¿Cuál es la herramienta adecuada en la logística integral para desarrollar un sistema de ubicación de unidades terrestres?
- ¿Cuál es la metodología para llevar a cabo el diseño del monitoreo de unidades terrestres?
- ¿Cómo evaluar y retroalimentar los resultados del diseño del monitoreo de unidades?

### **3.5. Viabilidad de la investigación**

La empresa de venta de materiales para la construcción autoriza la ejecución del presente trabajo de investigación, proporcionando los recursos físicos y humanos, así como la documentación necesaria para realizar el estudio. El financiamiento de los gastos y costos en los que se incurra para realizar la investigación será aportado por el investigador.

### **3.6. Consecuencias de la implementación de la investigación**

De realizarse:

- Aportará al incremento en el índice de satisfacción del cliente.
- Beneficiará en la toma de decisiones oportunas para implementar alguna acción correctiva a causa de un atraso en alguna entrega.
- Apoyará en el decremento en el índice de reclamos a causa de entregas tarde.
- Estandarización del reporte de monitoreo.
- Datos en tiempo real donde el cliente sabrá exactamente la ubicación de su unidad.

De no realizarse:

- Incremento en el índice de reclamos.
- Decremento del indicador de entregas en tiempo.
- Reportes con datos erróneos, por lo cual no se podrá tomar una acción positiva para resolver la entrega en tiempo del producto.



## 4. JUSTIFICACIÓN

La línea de investigación con la que se relaciona el presente estudio es la Logística Integral, ya que se busca tener una herramienta segura, confiable y eficiente en el departamento de monitoreo, que indique la ubicación de las unidades de transporte, esto con el fin de gestionar de una mejor manera las unidades de transporte. Adicional se busca tener información oportuna y en tiempo real que se pueda otorgar al cliente final, indicándole la ubicación de su carga y si cumplirá con el horario establecido de entrega, esto como una parte necesaria en el último eslabón de la cadena de suministro.

El diseño de una herramienta funcional es de suma importancia porque sirve para mejorar la actual elaboración de reportes, lo que ayudará a contar con información actualizada, la cual es requerida por el cliente para obtener la ubicación de su pedido en tiempo real. Conforme ha avanzado el tiempo y la tecnología se ha desarrollado, se ha podido observar que los estándares de los clientes han ido en aumento y cada vez son más exigentes al querer saber la ubicación de un pedido realizado. Esta información que solicita el cliente se ha vuelto uno de los mayores retos para los proveedores, estos deben contar con la información requerida en tiempo real para la toma de decisiones y que se vuelva una fuente confiable para el cliente y evitar reclamos.

Con el diseño de la herramienta se espera contribuir con el incremento del índice de satisfacción del cliente, lo que beneficia a la empresa gracias a los comentarios entre posibles clientes, siendo estos positivos. Aunque la entrega no sea en tiempo, pero un aviso con tiempo prudencial al cliente hace que este pueda tomar algún tipo de acción según corresponda al uso que le fuera a dar

al producto, esta entrega fuera de tiempo generará descontento en el cliente pero es de suma importancia informar, ya que existen tantas variables en logística que puedan hacer que la entrega se cumpla en tiempo o no por algún motivo externo. También se espera optimizar la realización de reportes impactando de forma positiva en el tiempo invertido para el departamento, dejando tiempo para invertir en otras tareas.

La motivación del investigador de realizar el presente trabajo de investigación es el deseo de aportar a la empresa una gestión que permita contar con la herramienta necesaria para tomar decisiones y así tener una mejor planificación a futuro, lo cual impactará directamente en la satisfacción del cliente. Con una gestión adecuada se podrán aprovechar mejor las oportunidades que se presenten en el mercado y al mismo tiempo se podrá estar preparado de mejor manera ante cualquier adversidad.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1. General**

Diseñar un modelo de monitoreo de unidades de transporte por medio de logística integral para una empresa de distribución de materiales.

### **5.2. Específicos**

- Describir el procedimiento que se está llevando actualmente en el área de monitoreo de unidades de la empresa.
- Determinar la herramienta en la logística integral para desarrollar un sistema de ubicación de unidades terrestres.
- Establecer la metodología para llevar a cabo el diseño del monitoreo de unidades terrestres.
- Evaluar y retroalimentar los resultados del diseño del monitoreo de unidades.



## **6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN**

En la investigación se pretende identificar la metodología para diseñar la mejor manera de reportar la ubicación de las unidades a los clientes finales, esto ya sea a través de una plataforma u otra herramienta que la investigación de como resultado. La necesidad del cliente es recurrente y para terminar de dar un servicio de excelencia se debe complementar con el cubrimiento de este aspecto en el último eslabón de la cadena de suministro.

A continuación se describe la forma o el esquema de solución del trabajo de investigación:

- Describir bajo qué formato se está reportando la ubicación de unidades actualmente y qué fuentes se están utilizando para obtener la información.
- Registro del comportamiento de las variables involucradas actualmente, como el tiempo del personal para realizar esta tarea, esto es algo que se realiza de manera manual y conlleva un estudio de tiempos para cada puesto de trabajo dentro del área de monitoreo.
- Cálculo y análisis de resultados de los indicadores y el estudio de tiempos.
- Analizar el comportamiento de los factores relacionados al cálculo de los indicadores, el estudio de tiempos y sus respectivas causas.

- Posteriormente realizar la evaluación de diseños viables para reducir o eliminar las posibles causas del monitoreo erróneo de unidades o en dado caso cambiar el proceso del mismo y estandarizarlo.

El trabajo de investigación tiene validez técnica porque busca mejorar eficiencia, calidad y confiabilidad en el reporte que se está otorgando al cliente final por medio de la implementación del resultado factible de la investigación.

## **7. MARCO TEÓRICO**

A continuación se presentan los temas relacionados con la investigación, con el objetivo de ampliar la información y conocimientos necesarios para llevar a cabo el diseño del modelo de monitoreo de unidades.

### **7.1. Industria de la construcción**

Para la real academia española (2019) la definición de industria es el "Conjunto de operaciones materiales ejecutadas para la obtención, transformación o transporte de uno o varios productos naturales". Y como lo indica Menjivar (2007), la industria de la construcción tiene como finalidad la realización de una obra como un edificio, carretera, entre otros.

#### **7.1.1. Antecedentes de la industria de la construcción**

Deffis (1999) menciona que a través de la historia se puede ahondar en el pensamiento arquitectónico de los primeros hombres, quienes erigieron las primeras construcciones. Por su parte, Menjivar (2007) indica que en los inicios el hombre era alguien que se dedicaba a recolectar y cazar para poder sobrevivir, a causa de esto es que debían estar moviéndose constantemente de lugar y cubrir grandes extensiones de terreno, por lo cual no podían establecerse o construir un lugar para protegerse, es por esto que no contaban con una estructura social, por lo cual en esa época se utilizaban las construcciones que se conocen como megalíticas.

Como lo indica García (2016), el hombre prehistórico con el paso del tiempo descubrió el fuego y cómo controlarlo, descubrieron la agricultura y se dieron cuenta que no podían movilizarse a grandes distancias como lo practicaban porque debían cuidar sus sembradíos, esto dio como resultado los primeros asentamientos humanos, dichos asentamientos fueron de forma irregular ya que no tenían conocimiento de repartición y delimitación de tierras, de esta forma da inicio a una etapa donde las construcciones se empiezan a regir por diseños y normas y es aquí donde comienza el concepto de ciudad.

Menjivar (2007) hace mención que en la época prehistórica se pueden distinguir dos tipos de construcciones:

- Construcciones megalíticas: son obras realizadas con enormes piedras verticales y horizontales, estas se podría decir que son las primeras obras arquitectónicas de la prehistoria.
- Construcciones ciclópeas: son obras realizadas con piedras que casan entre sí debido a un desgaste mínimo manual, por lo general se utilizaban para la construcción de muros perimetrales.

Además, García (2016) indica que existieron otro tipo de construcciones que sirvieron de habitación al hombre:

- La cabaña o choza, que fueron hechas básicamente por ramas.
- La gruta o caverna, que podían ser artificiales o naturales.
- Los palafitos, casas de madera levantadas sobre lagos o pantanos.
- Los cranoges, casas tipo islas sobre lagos o pantanos que hacían que el agua los rodeara completamente.
- Los terramares, casas de madera y arcilla en sitios pantanosos.

Menjivar (2007) explica que:

Durante la prehistoria surgen las primeras estructuras en piedra. Sin embargo, poco después el empleo de piedras naturales en la construcción fue decayendo, debido a la complejidad de las mismas en colocarlas en un lugar deseado y los costos atribuidos. En su lugar se utilizan piedras artificiales, como el hormigón, o materiales más ligeros, como el hierro o el hormigón pretensado, entre otros. En las regiones donde escaseaban la piedra y la madera se usó la tierra como material de construcción, de esta forma se descubre el tapial, que es un muro de tierra o barro apisonado, y el adobe, que es un bloque constructivo hecho de barro y paja, y secado al sol. Posteriormente aparecen el ladrillo y otros productos cerámicos, basados en la cocción de piezas de arcilla en un horno, con más resistencia que el adobe. Los romanos descubrieron la argamasa, que es un cemento natural con la combinación de algunas sustancias como la arena y piedras de tamaño pequeño. Las obras construidas con este material se cubrían posteriormente con mármoles o estucos (masilla) para obtener un acabado más aparente. (págs. 2-3)

De lo anterior descrito por Menjivar es posible deducir que las culturas primitivas hicieron uso de su razonamiento e inventiva para lograr sobrevivir en un mundo lleno de adversidades, utilizando los productos de su entorno e inventando utensilios, creando técnicas de explotación y constructivas, sin esto no se tuviera lo que se conoce como métodos industriales de construcción.

### **7.1.2. Generalidades de la industria de la construcción**

El *Diccionario enciclopédico ilustrado* de Océano Uno (1994) indica que “la industria es la aplicación del trabajo humano a la transformación de primeras

materias para hacerlas útiles para la satisfacción de necesidades” (p. 12). También se indica que es “el conjunto de instalaciones para aplicación del trabajo humano a la transformación de primeras materias para hacerlas útiles para la satisfacción de necesidades” (p. 12). Y, como bien lo menciona Menjivar (2007), se trata de extraer, producir, trabajar y transformar las materias primas, teniendo como finalidad la realización de una obra como un edificio, carretera, entre otros.

#### **7.1.2.1. Actividades incluidas en la construcción**

Para Menjivar (2007), cuando se habla de construcción, el concepto incluye actividades muy diversas y diferentes, puede ir desde construcciones nuevas hasta obras de restauración, desde una actividad que conlleve un día terminarla hasta meses de arduo trabajo, todo esto dividiéndose en tipos de construcción y en el uso de distintos materiales.

#### **7.1.2.2. Tipos de construcción**

En el momento de construir se pueden realizar diferentes combinaciones de cómo hacer o crear estructuras, variando en la técnica aplicada, como lo indica Menjivar (2007), cuando refiere un conjunto de técnicas, procesos, oficios aplicados y materiales al realizar una construcción.

#### **7.1.2.3. Insumos utilizados en la construcción**

Como lo indica De Villanueva (2005), desde el Neolítico hasta la actualidad, las técnicas de la construcción han ido cambiando con el fin de resolver problemas más complejos, dichos cambios se han presentado en la mano de obra, materiales y medios auxiliares, marcados por momentos

revolucionarios. Si se observa a través de la historia se puede ver cómo la humanidad pasó de construir únicamente con piedra y madera a realizar mega construcciones en el siglo XXI, esto a futuro también ira cambiando con la incursión de nueva tecnología y nuevos usos y combinaciones de los insumos para la construcción.

Tabla I. **Características de las edades de la construcción**

Período	Materiales	Mano de obra	Técnicas constructivas
PALEOLÍTICO	Vegetales	Indiferenciada	Tiendas nómadas Mejora de cuevas
Revolución neolítica (la agricultura permite el sedentarismo y comienza la construcción)			
ARTESANAL	Naturales: piedra, madera, tierra. Artificiales: yeso, cal, cerámica.	Artesanos cualificados organizados en oficios y gremios.	Evolución lenta que cristaliza en culturas y sistemas constructivos.
Revolución industrial (introducción de la máquina en los procesos)			
INDUSTRIAL	Hierro, acero, cemento, vidrio. Producción seriada. Normalización. Control de calidad.	Se diferencia la mano de obra del taller o fábrica de la de obra. Aparece el montador.	Prefabricación. Mejoran los medios auxiliares.
Síntomas diversos de una nueva revolución			
POSTINDUSTRIAL	Plásticos sintéticos. Recepción en obra de productos terminados. Se diseña el material.	Predomina el montador. Tienden a desaparecer los oficios.	Automatización. Medios auxiliares muy complejos.

Fuente: De Villanueva, L. (2005). *Las tres edades de la construcción (informes de la construcción Vol. 57, no. 498)*.

Como lo menciona Menjivar (2007), hoy en día son varios los insumos que se utilizan para la realización de estructuras a construir y los divide en la siguiente clasificación general:

- Materiales pétreos
- Materiales cerámicos
- Aglomerantes y hormigones
- Metales
- Maderas
- Vidrios
- Materiales de aislamiento térmico, acústicos e impermeabilizantes
- Prefabricados

#### **7.1.2.3.1. Materiales pétreos**

A este material Ramírez (2008) lo clasifica como minerales que se extraen de la naturaleza, a estos materiales no se les realiza un proceso químico ya que para su empleo nada más se les da la forma adecuada. Dichas substancias se dividen en depósitos aluviales, materiales de arrastre, las calizas, los ígneos y metamórficos.

#### **7.1.2.3.2. Materiales cerámicos**

Para Rangel (2005) estos materiales son formados por mezclas de arcilla y otros componentes sometidos a calentamiento a una determinada temperatura, básicamente en su concepto más simple es tierra transformada por el fuego.

#### **7.1.2.3.3. Aglomerantes**

Para Cedeño (2011) los materiales aglomerantes son materiales que al combinarlos con agua y ser amasados tienen la propiedad de fraguar y endurecerse de tal forma que sirven para pegar ladrillos o realizar mamposterías. Los más empleados en el proceso constructivo son:

- La cal
- El yeso
- Los cementos

#### **7.1.2.3.4. Metales**

Para Callister (2007) estos materiales están compuestos por elementos metálicos de la tabla periódica de los elementos, su composición química hace que tengan muchos electrones dispersos y fuera de átomos compuestos, esto hace que estos materiales sean buenos conductores de calor y electricidad, los más empleados en la construcción son: hierro, aluminio, plomo, cobre, cinc y estaño. Como lo indica Menjivar (2007), si estos materiales serán utilizados en construcción, deben poseer propiedades que los hagan aptos, como por ejemplo: que puedan fundirse, forjarse, deformarse, facilidad de corte, soldabilidad, entre otros.

#### **7.1.2.3.5. Maderas**

Como lo indican Ashby y Jones (2009), desde las épocas antiguas la madera ha sido uno de los principales materiales en los trabajos de construcción, su empleo en edificios y barcos está documentado desde hace más de 5 000 años y su demanda llegó a ser tan alta que en los siglos XVII y

XVIII la mayor parte de Europa fue desforestada, esto debido a las propiedades que posee.

#### **7.1.2.3.6. Vidrios**

Para la Comisión de Terminología de la Academia Rusa de Ciencias, como lo citó Fernández (2003), “vidrio son todos los sólidos amorfos obtenidos por enfriamiento de una masa fundida, cualquiera que sea su composición química y la zona de temperatura en la que tenga lugar su solidificación”. (p. 8).

Para Morales (2017), el uso del vidrio ha ido en aumento desde su descubrimiento y esto hace que la industria mejore y amplíe los productos relacionados a dicho material, cubriendo las necesidades de comodidad y seguridad. Ha sido tanta la investigación aplicada al material que su uso ha ido diversificando desde ser un material únicamente transparente hasta usarlo como aislante térmico o acústico.

#### **7.1.2.3.7. Prefabricados**

Para Menjivar (2007) los elementos prefabricados dieron un giro inesperado en el desarrollo de la construcción, ya que al ser piezas ya realizadas que se acoplan a las construcciones su uso es de manera inmediata, reduciendo tiempos de construcción, estos elementos pueden ser de grandes dimensiones como una bancada de hormigón, viguetas, columnas, hasta elementos de menor envergadura como la tabla yeso, entre otros.

## **7.2. Transporte**

Para la Real Academia Española (2019) la definición de transporte es “sistema de medios para conducir personas y cosas de un lugar a otro” y, como lo indica Cendrero (2008), su objetivo principal es movilizar de un punto X a un punto Y personas, animales u objetos por medio de un sistema de transporte y que se ha visto en aumento debido a la necesidad de desplazamiento de personas a nivel nacional e internacional.

### **7.2.1. Origen del transporte en el mundo**

Como lo indica Hernández (2014):

El transporte surge por la necesidad humana de moverse y transportar aquello que le fuera necesario para su supervivencia, siempre buscando formas más seguras y fáciles para hacerlo, lo que dio como resultado la formación de veredas. Conforme el ser humano pasó a adaptarse a una vida sedentaria, buscó la forma de transportarse y comunicarse con otras comunidades, motivándolo a domesticar animales y usar las fuerzas de la naturaleza como los ríos y el viento para usarlos como medio de transporte. El invento más importante hasta ese tiempo es la rueda, con la cual fue posible transportar un mayor volumen con un menor esfuerzo y distancias mayores. (p. 9)

Minaburo (2008) indica que se emplearon tarimas sobre rodillos para el traslado de cargas pesadas, un grupo de personas tiraba de las tarimas, mientras que otras personas atrás recogían los rodillos donde ya habían pasado las tarimas y corrían hacia adelante a colocarlas para hacer que la tarima siguiera su curso, de este procedimiento se cree que nació la idea de construir

lo que actualmente se conoce como rueda, aunque no se sabe bien quiénes fueron los inventores, se cree que los sumerios fueron los primeros en usarla. Las primeras ruedas en construirse se hicieron con madera, trabajando los bordes para darles forma redondeada o bien trataban de cortar un tronco semiredondo para que ya contara con la forma redonda y ya solo se le realizaba un agujero en el centro donde se colocaba el eje.

### **7.2.2. Tipos de transporte**

Para Minaburo (2008), con el transcurso del tiempo se acrecentó la necesidad de traslado y esto hizo que el hombre inventara medios de transporte, los cuales se adaptaban a sus necesidades según el lugar en donde se encontraban. Estos medios de transporte son:

- Terrestre
- Aereo
- Marítimo

Para efectos de estudio se hablará del transporte terrestre y su evolución en Guatemala, como bien lo indica Mazariegos (2008):

A principios del siglo XX en Guatemala, la población urbana crecía con relativa lentitud, y empresas extranjeras fueron contratadas para establecer una vía de carga que transportara materias primas del exterior, hacia las costas marítimas, con el fin de exportarlas, de modo que se creó una red ferroviaria que debía abarcar gran parte del territorio nacional, la cual pertenecería al Estado. (pág.33).

Para Vargas (2010) el transporte incursionó realizando carreteras de tierra en los senderos que ya existían, los cuales usaban las personas caminando, estos senderos fueron ampliados para el paso de carretas, únicamente se utilizaban en temporada seca ya que en temporada de lluvia se volvían intransitables. En Guatemala en la Época Precolombina ya se tenía un sistema de caminos en todo el territorio, por el cual se trasladaban distintos tipos de mercadería, utilizando caballos o mulas.

Vargas (2010) indica que con el pasar del tiempo poco a poco se fue desarrollando un transporte para movilizar carga pesada, dicho transporte no excedía los 16km/h, ya que eran grandes trineos tirados por animales, es aquí donde surgen los primeros indicios de transporte de carga pesada. Esto hace que los gobiernos se vean en la necesidad de crear carreteras para el acceso de las comunidades, como bien lo indica Mazariegos (2008):

En las últimas décadas la industrialización, la expansión de los mercados internos, el éxodo de las familias campesinas hacia los centros urbanos y la organización de planes regionales de integración económica, ha llevado a los gobiernos a atribuir gran prioridad a la construcción de carreteras por todo el país, tanto para las comunicaciones internas, como para las internacionales, mejorando los caminos existentes y ampliando nuevas rutas. (p. 33)

Como bien lo menciona Ovalle (2006), la creación de transporte trajo desarrollo a pasos agigantados, siendo este uno de los elementos centrales para el desarrollo de un país, facilitando el negocio entre comunidades, ya sea por transporte de personas, a lo cual califica como servicio de pasajeros, o transporte de bienes, indicándolo como servicio de mercancías. En la actualidad el transporte comercial incluye todo lo relacionado al movimiento de las

personas o bienes, llegando así hasta ser el agente de recepción, entrega y manipulación de dichos bienes.

Para Vargas (2010) el transporte de mercancías, en su definición más simple, es el traslado de productos de un punto de origen a un punto de destino, enfocado en ciertas condiciones que el cliente requiere. Específicamente lo indica Anaya (2015) de esta manera:

La función de transporte se ocupa de todas las actividades relacionadas directa e indirectamente con la necesidad de situar los productos en los puntos de destino correspondientes, de acuerdo con unos condicionantes de seguridad, rapidez y coste.....el transporte de mercancías es una función de extrema importancia dentro del mundo de la distribución, ya que en él están involucrados fundamentalmente tres aspectos básicos: la calidad del servicio que damos a nuestros clientes, los costes añadidos al producto de difícil recuperación y la inversión de capital requerida. (p. 17 y 18)

Para la Asociación de Transportistas Internacionales (2006), las empresas de transporte pesado son las que proveen servicio de conducción y logística de carga pesada, entendiéndose como carga el conjunto de bienes físicos objeto de traslación por medio del transporte, y como bien lo indica Mazariegos (2008):

Al final de los años cuarenta y principios de los cincuenta, con la construcción de la Carretera al Atlántico surgieron las primeras empresas de este tipo de transporte.... la existencia de nuevos caminos y mejores rutas dio como resultado el surgimiento del transporte de carga por medio de camiones y *trailers*, en la actualidad, el más utilizado en Guatemala, y que permite el traslado de cualquier tipo de producto de una región a otra,

ya sea nacional o internacionalmente, a puertos y/o aeropuertos locales; luego, a principios de los años sesenta surgieron los cabezales, medio más moderno que los camiones, el que permitiría trasladar en menor tiempo y con más seguridad cualquier tipo de mercancías, ya sea por medio de plataformas, furgones y en las últimas décadas por medio de contenedores. (p. 33 y 34)

### **7.2.3. Logística integral**

Para lograr entender lo que es logística integral se debe entender qué significa logística. Como lo indica Anaya (2015), la logística se relaciona de una forma más o menos directa con todas las actividades de aprovisionamiento, fabricación, almacenaje y despacho, y desde que existe la actividad industrial ha habido problemas relacionados con las actividades que intervienen en la logística de una empresa, esto hasta antes de que la logística fuera adoptada como una filosofía en la forma de gestionar una empresa.

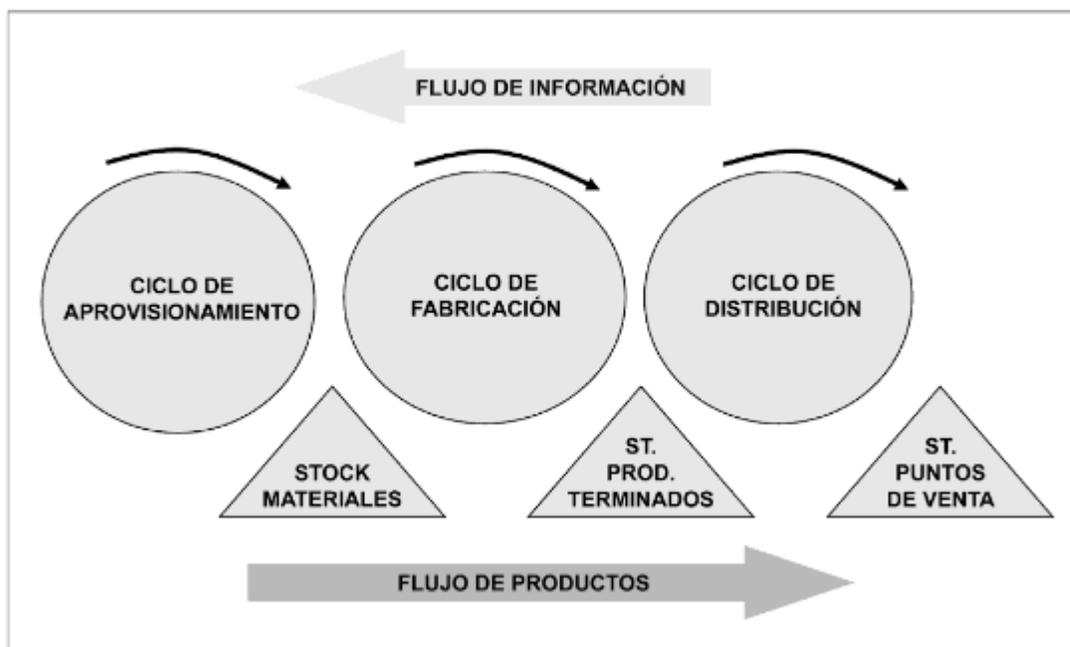
Tras ser adoptada como una filosofía empresarial se logró conceptualizar la logística. Como lo indican Casanovas & Cuatrecasas (2011):

Es una parte del Supply Chain Management que planifica, controla e implementa de manera eficiente y eficaz el flujo de almacenamiento de materia prima, productos en proceso y producto terminados, con la información relacionada desde el punto de origen hasta el punto de consumo, a fin de satisfacer las necesidades de los clientes. (p. 15)

Como menciona Anaya (2015), las cuatro grandes actividades que involucra la logística son el aprovisionamiento, la fabricación, el almacenaje y despacho, esto se apega a la definición de logística que indican Casanova &

Cuatrecasas, el inconveniente con esto es que cada actividad operaba de forma individual, viendo por los propios intereses del área a la cual pertenecen y todo este individualismo se traducía en “tiempos largos de respuesta al cliente y excesivas inversiones en capital circulante” (Anaya, 2015, p. 21)

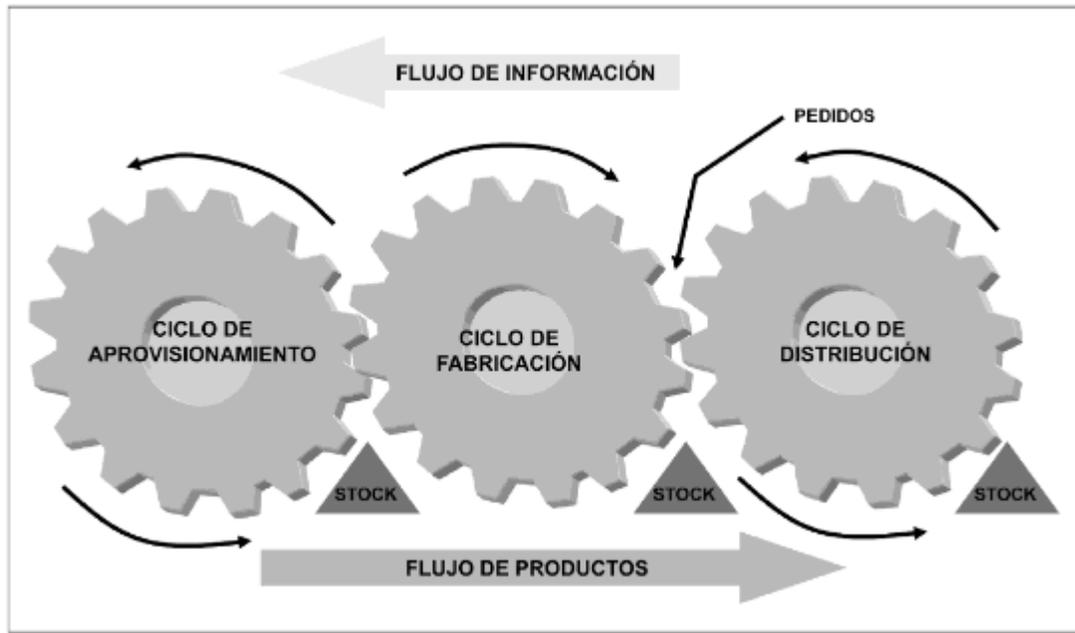
Figura 1. **Ciclo logístico desconectado**



Fuente: Anaya, J. (2015). *Logística integral*.

Ahora bien, es aquí donde entra la logística integral a tomar el mando en las empresas del nuevo siglo y sustituye el individualismo visto en varias empresas. Como lo indica Anaya (2015), la logística integral crea sistemas de información y control para conseguir un flujo continuo de productos con los mínimos costes de operación, dando la máxima satisfacción al cliente.

Figura 2. Ciclos logísticos conectados



Fuente: Anaya, J. (2015). *Logística integral*.

Con base en todo lo anterior es posible definir el objetivo de la logística integral como lo hace Urzelai (2013) “ofrecer el producto adecuado en el momento, lugar, cantidad y calidad adecuadas; con el objetivo de minimizar los costes totales de la cadena de suministro” (p. 2).

### 7.3. Monitoreo de unidades

Como bien lo indica Mora (2009), Estados Unidos se vio en la necesidad de poder ubicar los submarinos que poseían armas nucleares en la década de los setentas, esto hizo que implementara un proyecto de localización mundial en tiempo real utilizando su tecnología satelital, este proyecto fue tan viable que lo comenzó a utilizar en sus ejércitos y vehículos, dándole ventaja contra sus

enemigos en esa época. Esto dio paso a lo que se conoce hoy en día como GPS y que ahora es utilizado por el transporte de mercancías para monitorear unidades.

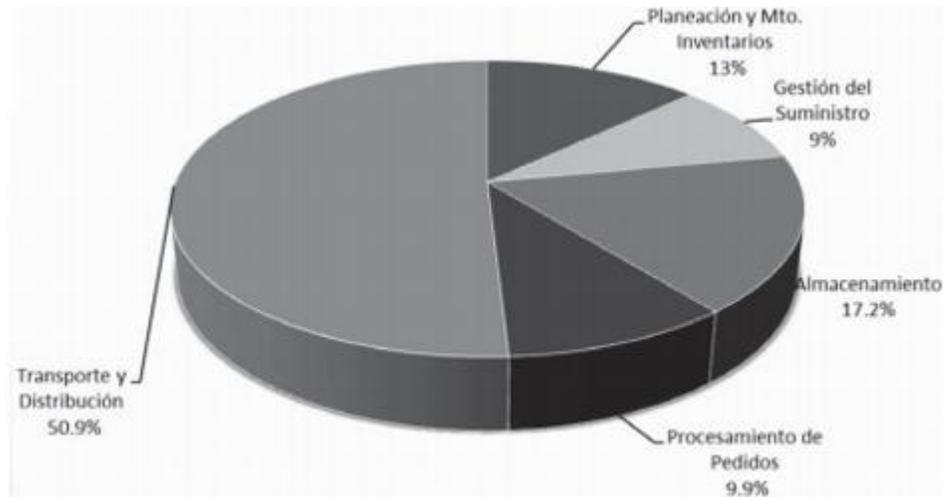
Para hablar del monitoreo de unidades hay que ahondar un poco en los sistemas de ubicación geográfica y, aunque este es un tema relacionado a la informática, es el inicio para generar todo lo que conlleva monitorear unidades terrestres y, como lo menciona Backhoff (2005), por medio de la informática se pueden generar herramientas para la manipulación computarizada interactiva de mapas u objetos con atributos espaciales. Estas herramientas se denominan SIG, Sistema de Información Geográfica, con la utilización de un SIG se puede observar gráficamente la localización de objetos, en este caso las unidades terrestres de carga, todo esto por la necesidad antes mencionada del Departamento de Defensa de Estados Unidos.

Para Zapata, Uribe & Alzate (2012):

Estudios realizados y publicados por el Directorio Logístico demuestran que el uso del GPS en el transporte en los últimos cinco años ha aumentado hasta un 85% la calidad de las entregas y ha disminuido un 75% los gastos de distribución, mejorando un 95% la eficacia del transporte ya que ahora se realizan las entregas en menor tiempo. (p. 3)

Para las empresas el costo de transporte y distribución es el que genera mayor impacto en la cadena logística, representando para algunas industrias casi el 50.9% del total de sus costos entre fijos y variables. Cabe resaltar que este porcentaje incluye los gastos gerenciales que se puedan tener dentro de las organizaciones, es por esto que las empresas cada vez buscan cómo reducir dichos costos. (Zapata, et al., 2012).

Figura 3. **Distribución de los costos logísticos**



Fuente: Zapata, A.; Uribe, H. & Alzate, B. (2012). *Los sistemas de monitoreo satelital, una propuesta logística integral para el manejo de la cadena de suministro en las empresas del sector transporte. Gestión de las personas y tecnología*. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/277786355\\_Los\\_Sistemas\\_de\\_Monitoreo\\_Satelital\\_una\\_propuesta\\_logistica\\_integral\\_para\\_el\\_manejo\\_de\\_la\\_cadena\\_de\\_suministro\\_en\\_las\\_Empresas\\_del\\_sector\\_transporte](https://www.researchgate.net/publication/277786355_Los_Sistemas_de_Monitoreo_Satelital_una_propuesta_logistica_integral_para_el_manejo_de_la_cadena_de_suministro_en_las_Empresas_del_sector_transporte)

Para Zapata, et al., (2012), incluir el sistema GPS en el transporte de mercancías reduce hasta un 75% los costos de transporte y distribución, esta reducción está comprendida entre mejores tiempos de entrega, reducciones que se dan por el control que se tiene en la flota y por ende hace eficaz el transporte mejorando los ciclos realizados por cada unidad, ahorro en combustible, influyendo en la forma y estilo de conducir de los pilotos, evita paradas no autorizadas y desvíos de rutas y, por último, las referencias que se pueden dar al usar un sistema de GPS y la información histórica que se puede ir obteniendo apoya en la optimización de procesos y confiabilidad en la toma de decisiones, otorgando un sentimiento de seguridad y tranquilidad al cliente

final, ya que puede tener información en tiempo real de la situación de sus productos.

## 8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMULACIÓN DE PREGUNTAS

ORIENTADORAS

OBJETIVOS

RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

### 1. MARCO TEÓRICO

#### 1.1. Industria de la construcción

1.1.1. Antecedentes de la industria de la construcción

1.1.2. Generalidades de la industria de la construcción

1.1.2.1. Actividades incluidas en la construcción

1.1.2.2. Tipos de construcción

1.1.2.3. Insumos utilizados en la construcción

1.1.2.3.1. Materiales pétreos

1.1.2.3.2. Materiales cerámicos

1.1.2.3.3. Aglomerantes

1.1.2.3.4. Metales

1.1.2.3.5. Maderas

1.1.2.3.6. Vidrios

1.1.2.3.7. Prefabricados

#### 1.2. Transporte

- 1.2.1. Origen del transporte en el mundo
    - 1.2.2. Tipos de transporte
  - 1.3. Logística integral
  - 1.4. Monitoreo de unidades
- 
- 2. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA ACTUAL DE LA EMPRESA
  - 3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS
  - 4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

## **9. METODOLOGÍA DE TRABAJO**

El alcance metodológico es descriptivo, porque se tiene disponible la caracterización de la actual gestión de reportes de monitoreo, la cual sirve para evaluar y conocer el método utilizado, además se cuenta con información básica para el estudio sobre los reportes creados a diario para enviárselos al cliente final.

La elaboración de un diseño para generar reportes confiables de ubicación de unidades inicia con la determinación del proceso actual, continua el registro de datos de cómo se realiza el proceso y cómo influye la carga de trabajo para la generación del mismo, esto es realizado por diferentes usuarios creando variables para estudio de su comportamiento, luego efectuar análisis de estudio para las variables encontradas y cómo se desvía según el usuario que lo realiza y posteriormente evaluar diseños de herramientas para estandarizar el proceso.

Desde la perspectiva del estudio de investigación se aportará a la empresa diseños razonables y viables para mejorar y estandarizar la generación del reporte de monitoreo, fundamentados en eliminar las causas raíces o principales que afectan la calidad y confiabilidad del mismo.

### **9.1. Diseño**

El presente diseño de investigación es no experimental porque no se utilizarán ensayos de laboratorio para determinar información a ser utilizada en el proyecto planteado y tampoco se manipulan variables en laboratorio.

Se indica que el enfoque es mixto por las siguientes razones: cuantitativo porque se utiliza la medición de variables para el control del posicionamiento de unidades y control del reporte actual utilizado, y cualitativo porque utiliza la revisión documental cuando se investigan los antecedentes del problema y el marco teórico relacionado.

## **9.2. Tipo**

Investigación de tipo descriptivo puesto que se dan a conocer las características observables del análisis y la recolección de datos, planteando una solución al problema encontrado y contando también con el reporte de personas involucradas directamente en la realización de los mismos. Y es de tipo transversal porque el estudio de investigación está delimitado en tiempo, existiendo una fecha de inicio y fin del proyecto.

## **9.3. Alcance**

- Alcance metodológico: será desarrollar una investigación de alcance descriptivo. Al ser realizado el estudio dentro del departamento de monitoreo de unidades, se observarán y determinarán las causas que afectan la realización de un reporte de unidades confiable y las desviaciones en información para el cliente final, por lo que se pretende encontrar una solución al problema planteado.
- Alcance técnico: durante el período de la investigación se aportará a la empresa diseños razonables y viables para mejorar y estandarizar la generación del reporte de monitoreo, fundamentados en eliminar las causas raíces o principales que afectan la calidad y confiabilidad de los mismos.

- Alcance de tiempo: el estudio se enmarca en un período comprendido hasta octubre de 2019, tiempo en el cual se recaudará información para el trabajo de investigación.
- Alcance de espacio: la observación de los procesos y documentación de ejecución se desarrollará en el departamento de monitoreo de unidades de una empresa de venta de materiales de construcción en la Ciudad de Guatemala.
- Alcance de resultados: se estipula generar, al concluir este trabajo de graduación, un modelo que permita realizar un reporte de monitoreo de unidades confiable para el cliente final. Todo esto permitirá que se puedan realizar de forma efectiva los reportes diarios de unidades reduciendo la variación en el reporte y generando un buen grado de confiabilidad.

#### **9.4. Variables e indicadores**

El estudio tiene un enfoque mixto, tanto cuantitativo como cualitativo, delimitado por las siguientes variables:

- Variables independientes:
  - DP: despachos totales
  - LLT: llegadas en tiempo
  - D: distancia
  - R: radio de llegada
  - M: mantenimientos
  - KR: kilómetros recorridos

- KTM: kilómetros de total mantenimiento
  - H: horas
  - P: personal
  - Dem: demanda
  - C: capacidad
- Variables dependientes:
    - Indicador de entrega en tiempo: relación entre las llegadas en tiempo y los despachos totales.
    - Ciclo de mantenimiento: son las condiciones que se deben cumplir para realizar el mantenimiento de una unidad de transporte, estas condiciones son las referencias que otorga la agencia de transporte como tiempo de operatividad y kilómetros recorridos.
    - Trabajo: es la relación entre las horas del personal y el personal laborando.
    - Unidades: es la relación entre la demanda y la capacidad de producción.

Tabla II. Matriz de coherencia

Formulación del problema	Objetivo	Variables	Indicadores	Técnicas e instrumentos	Metodología
¿Cómo diseñar un modelo de monitoreo de unidades de transporte por medio de logística integral para una empresa de distribución de materiales?	Diseñar un modelo de monitoreo de unidades de transporte por medio de logística integral para una empresa de distribución de materiales	E.T. = Entrega en tiempo D.P = Despachos totales LL.T.=Llegadas en tiempo D = distancia R = radio de llegada M = Mantenimientos KR = Kms recorrido KTM = kms total mantenimiento T = Trabajo H = Horas P = personal Dem = demanda	ET = LLT/D.P. G = D/R CM = KR/KTM T = H/P U = Dem/C	Las técnicas e instrumentos que se utilizarán para la investigación será recopilación de datos empíricos, potencia de la señal de GPS, medición de tiempos de trabajo para el personal, registros anteriores de fallas.	La metodología a utilizar se basará en investigación teórica y de campo utilizando distintas herramientas investigativas para determinar la mejor solución del problema, con la participación del personal de la empresa.
¿Cuál es el procedimiento adecuado para determinar las causas de las deficiencias de otorgar un monitoreo de unidades a los clientes?	Describir el procedimiento adecuado para determinar las causas de las deficiencias de otorgar un monitoreo de unidades a los clientes				
¿Cuál es la herramienta adecuada en la logística integral para desarrollar un sistema de ubicación de unidades terrestres?	Determinar la herramienta adecuada en la logística integral para desarrollar un sistema de ubicación de unidades terrestres	U = Unidades			
¿Cuál es la metodología para llevar a cabo el diseño del monitoreo de unidades terrestres?	Establecer la metodología para llevar a cabo el diseño del monitoreo de unidades terrestres				
¿Cómo evaluar y retroalimentar los resultados del diseño del monitoreo de unidades?	Evaluar y retroalimentar los resultados del diseño del monitoreo de unidades	C = capacidad			

Fuente: elaboración propia.

## 9.5. Fases

La metodología de investigación se desarrollará en cuatro fases, cada fase compuesta por una de las preguntas auxiliares respectivas de la investigación y su objetivo específico, con la finalidad de realizar el diseño de solución al problema propuesto.

- Fase 1: corresponde a la revisión documental para realizar la investigación de la definición y antecedentes del problema, y al marco teórico con el cual estará relacionada la investigación. En esta fase se realizarán visitas programadas al departamento de monitoreo, así como consultas con los tiempos en cada puesto de trabajo para poder realizar observaciones, levantar los datos del estudio y poder con esta información identificar los eventos claves asociados al proceso de monitoreo de unidades y reportes realizados.

Las visitas al departamento de monitoreo se realizarán en sus 3 horarios activos, es un departamento que trabaja las 24 horas y es de suma importancia revisar las cargas de trabajo en cada turno, debido a que el personal varía según el turno en función, en conjunto con la investigación documental se realizarán entrevistas sobre la metodología actual, para esto se entrevistará al 100% del personal para fines de obtener el 100% de confiabilidad.

Con esta fase se cumplirá el primer objetivo, el cual es realizar una descripción del monitoreo que se realiza, para establecer cuáles son las etapas más influyentes en cuanto al tiempo de ejecución, su ordenamiento lógico y el momento en que se mandan los reportes solicitados.

- Fase 2: el desarrollo de la investigación inicia al terminar de haber realizado el análisis del estudio de campo y la recopilación de la teoría, se concluirá y se realizará un análisis para la elaboración de propuestas de la nueva herramienta a utilizar que cumpla con los indicadores propuestos según la necesidad del negocio de la construcción, considerando que el método actual es la base para la propuesta de mejora.

- Fase 3: en esta fase se presentará los resultados finales de la investigación a través de un informe final con toda la información recaudada acerca del diseño de una plataforma de monitoreo de unidades.
- Fase 4: en esta fase se discutirán los resultados del informe final, dando como resultado la implementación del mismo o algún cambio que se deba realizar para mejorar dichos resultados.

#### **9.6. Resultados esperados**

El resultado esperado es establecer la base teórica como marco de referencia para desarrollar el trabajo de investigación. Así mismo, se espera determinar un modelo de monitoreo de unidades de transporte, el cual contemple coordinar, monitorear, controlar y evaluar la ubicación de unidades que llevan material de construcción hacia los clientes que realizan sus pedidos.

También se espera determinar los procesos clave que cuentan con mayor oportunidad de mejora, establecer las causas de los tiempos improductivos en toda la cadena y obtener la evaluación y retroalimentación de la gestión.

Finalmente, se espera obtener el reporte final del trabajo de investigación con base en las directrices establecidas por la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería.

## **9.7. Población y muestra**

Para obtener la información anterior la población que se evaluará es del 100 % de los reportes de monitoreo de unidades generados por el personal que pertenece al departamento de monitoreo de la empresa.

## 10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

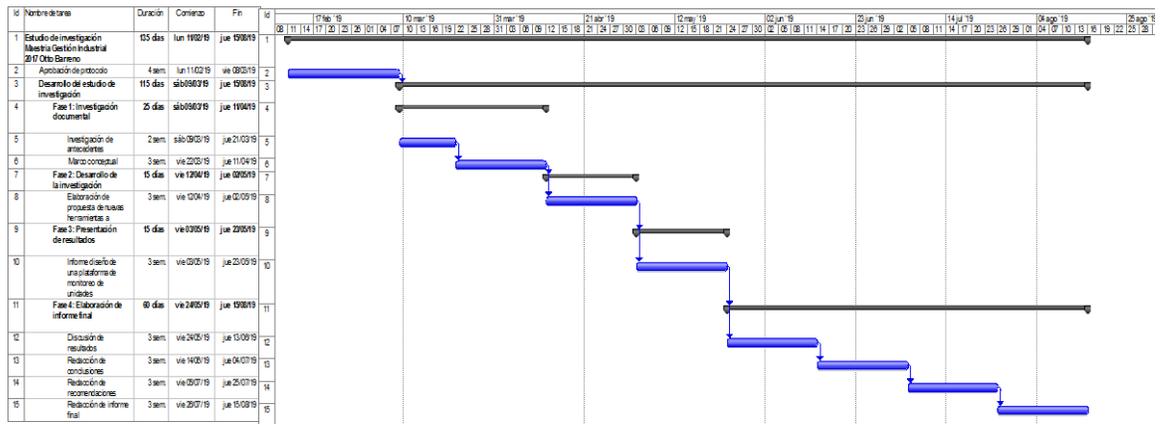
Para la recopilación de datos y el análisis de la información se utilizarán ciertas técnicas y herramientas descritas a continuación:

- Análisis de tiempos: se medirá el tiempo de trabajo de cada colaborador con el fin de obtener el tiempo que se invierte en la elaboración del reporte de la manera actual, esto para ofrecer una solución si se consumen muchas horas/hombre en la realización del reporte.
- Gráficos de Ishikawa: servirá para dejar plasmadas las causas y efectos del problema central, se tomará muy en cuenta la colaboración de las personas que integran el equipo de monitoreo.
- Histogramas: servirá para dejar plasmada la cantidad de reportes que se envían en los diferentes turnos y su variabilidad en el transcurso del tiempo.
- Estadística: se utilizará en esta investigación con los datos a recopilar y recolectar para interpretar y analizarlos. Los datos estadísticos a analizar serán:
  - La cantidad de reportes que manda cada colaborador del área diferenciada por turnos de trabajo.
  - El índice de veracidad del reporte, esto se logra analizando las entregas en tiempo versus lo que indica cada reporte.

- Se podría utilizar una medida de dispersión para reflejar en meses qué tanto varía la asertividad del reporte.
- El tiempo transcurrido desde que piden el reporte hasta que lo entregan, así se podrá saber el tiempo medio de entrega de los reportes.

# 11. CRONOGRAMA

Figura 4. Cronograma de actividades



Fuente: elaboración propia



## 12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

El estudio es factible de realizarse, debido que la institución busca mejorar el proceso de diseño y desarrollo de nuevos productos, por lo que brindará el siguiente apoyo:

- **Recurso humano:** personal de la empresa que pueda aportar su conocimiento con las entrevistas para la recopilación de datos y que apoye con la ejecución de las tareas para el desarrollo del proceso.
- **Información:** acceso a la información requerida en la investigación.
- **Equipo e infraestructura:** la utilización de los equipos de informática y mobiliario dentro de la empresa, así como la infraestructura que permita la realización de la investigación.

El recurso financiero necesario para la realización del proyecto será aportado por el investigador. Se presenta el siguiente presupuesto:

Tabla III. **Recurso financiero**

<b>NO.</b>	<b>RECURSOS</b>	<b>DESCRIPCION DE GASTOS</b>	<b>MONTO</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>1</b>	Humano	Tiempo hora/hombre	Q15,000.00	68.97%
<b>2</b>	Material	Útiles y papelería	Q2,000.00	9.20%
<b>3</b>	Transporte	Desplazamiento al lugar	Q1,000.00	4.60%
<b>4</b>	Alimentación	Alimentación del investigador	Q2,000.00	9.20%
<b>5</b>	Tecnológicos	Internet	Q1,000.00	4.60%
<b>6</b>	Varios	Imprevistos (5%)	Q750.00	3.45%
<b>TOTAL</b>			<b>Q21,750.00</b>	

Fuente: elaboración propia.

### 13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Acosta, G. (2009). *Identificación y evaluación de indicadores de calidad en terminales de transporte automotor de pasajeros*. (Tesis de Maestría en Ciencias de la Ingeniería). Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.
2. Anaya, J. (2015). *Logística integral*. España: Esic.
3. Ashby, M. & Jones, D. (2009). *Materiales para Ingeniería 2. Introducción a la microestructura, el procesamiento y el diseño*. Barcelona, España: Editorial Reverté.
4. Backhoff, P. (2005). *Transporte y espacio geográfico*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
5. Callister, W. (2007). *Ciencia e ingeniería de los materiales*. Barcelona, España: Editorial Reverté.
6. Casanovas, A. & Cuatrecasas, L. (2011). *Logística integral*. España: Profit.
7. Cedeño, A. (2011). *Aglomerantes, morteros y aplanados adecuados para proteger el medioambiente*. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=125121298012> ISSN 1657-0308

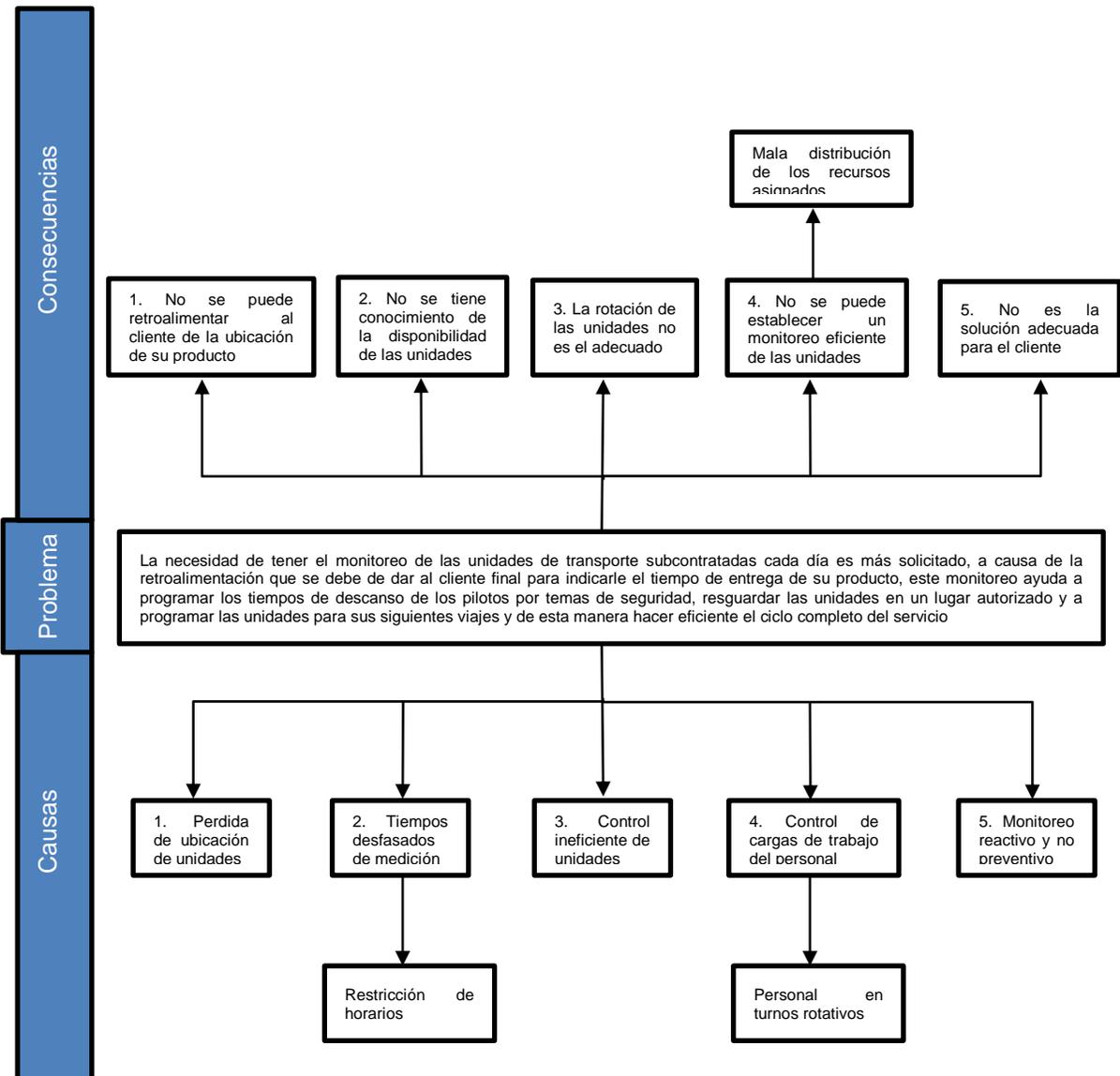
8. Cendrero, B. (2008). *El transporte: aspectos y tipología*. Madrid, España: Delta.
9. Deffis, A. (1999). *Ecología. Casa y ciudad*. México: Bartolache.
10. De Villanueva, L. (2005). *Las tres edades de la construcción (informes de la construcción Vol. 57, no. 498)*. España: Universidad Politécnica de Madrid.
11. Díaz, L. (2015). *Implementación de un sistema de información para el monitoreo y control de unidades navales en tiempo real*. (Tesis de licenciatura). Pontificia Universidad Católica del Perú. Perú.
12. Fernández, J. (2003). *El vidrio*. Madrid, España: Artegraf, S.A.
13. García, T. (2016). *Breve historia de la arquitectura*. España: Nowtilus.
14. Guerrero, M. (2013). *Estudio para implementar un sistema de georreferenciación vehicular con controles de velocidad y seguridad*. (Tesis de licenciatura). Universidad Católica de Ecuador. Ecuador.
15. Henao, L. (2014). *Diseño de un equipo de rastreo satelital de elementos usando tecnologías GPS y GSM*. (Tesis de licenciatura). Universidad Tecnológica de Pereira. Colombia.
16. Herrera, R. (2013). *Diseño sistémico de una interfaz de localización automática de vehículos: caso de estudio en una empresa de*

- comunicaciones*. (Tesis de licenciatura). Instituto Politécnico Nacional de México. México.
17. Mazariegos, E. (2008). *Evaluación de vehículos de distribución de bebidas gaseosas en la ciudad capital de Guatemala*. (Tesis de licenciatura). Universidad Francisco Marroquín. Guatemala.
  18. Menjivar, J. (2007). *Diseño y elaboración de una guía orientada a la búsqueda de la competitividad de las micro y pequeñas empresas dedicadas a la elaboración de productos de revestimiento en el sector de la construcción*. (Tesis de licenciatura). Universidad Francisco Gavidia. El Salvador.
  19. Morales, L. (2017). *El vidrio en la edificación, propiedades, aplicaciones y estudio de fracturas en casos reales*. (Tesis de Arquitectura). Universidad Politécnica de Catalunya. España.
  20. Mora, L. (2009). *Gestión logística integral*. Colombia: Ecoe.
  21. Océano Uno. (1994). *Diccionario enciclopédico*. México: Océano.
  22. Ovalle, C. (2006). *Organización de una empresa de transporte pesado*. (Tesis de licenciatura). Universidad Francisco Marroquín. Guatemala.
  23. Ramírez, M. (2008). *Sostenibilidad de la explotación de materiales de construcción en el valle de Aburrá*. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional de Colombia. Colombia.

24. Rangel, E. (2005). *Introducción a los materiales cerámicos*. Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Azcapotzalco. México.
25. Tovar, M. (2008). *Modo de transporte y su desarrollo*. (Tesis de licenciatura). Instituto Politécnico Nacional de México. México.
26. Urzelai, A. (2013). *Manual básico de logística integral*. España: Díaz de Santos.
27. Vargas, E. (2010). *Auditoría operacional de egresos-compras de repuestos para cabezales en una empresa de transporte de carga terrestre*. (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
28. Zapata, A.; Uribe, H. & Alzate, B. (2012). *Los sistemas de monitoreo satelital, una propuesta logística integral para el manejo de la cadena de suministro en las empresas del sector transporte. Gestión de las personas y tecnología*. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/277786355\\_Los\\_Sistemas\\_de\\_Monitoreo\\_Satelital\\_una\\_propuesta\\_logistica\\_integral\\_para\\_el\\_manejo\\_de\\_la\\_cadena\\_de\\_suministro\\_en\\_las\\_Empresas\\_del\\_sector\\_transporte](https://www.researchgate.net/publication/277786355_Los_Sistemas_de_Monitoreo_Satelital_una_propuesta_logistica_integral_para_el_manejo_de_la_cadena_de_suministro_en_las_Empresas_del_sector_transporte)

# 14. APÉNDICE

## Apéndice 1. Árbol del problema



Fuente: elaboración propia.

