

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

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

“Reducción del Consumo de Combustible en una  
Operadora Logística de transporte de carga pesada”

**PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

**Ingenieras Industriales**

Presentado por:

María Lorena Gallo Avila

Adriana Estefanía Soria Barrera

**GUAYAQUIL - ECUADOR**

Año: 2018

## DEDICATORIA

Todo el sacrificio realizado para este proyecto se lo dedico a mi abuelito Víctor Julio Gallo Álvarez, quien desde el cielo sé que me sonrío y me dice “lo lograste mijita!, estoy orgulloso de ti”.

A mis padres, que siempre supieron apoyarme a lo largo de este camino y aunque no les gustaba ver cómo pasaba las malas noches, al final entendían que todo era por el amor a los estudios y un mejor porvenir. Todo este esfuerzo para cerrar esta etapa de mi vida es por ustedes y para ustedes, es mi forma de decirles ¡gracias! Por todo lo que tengo y todo lo que soy.

*María Lorena Gallo Avila*

## DEDICATORIA

A la memoria de mis abuelos, quienes dedicaron su vida a la enseñanza e inculcaron valores y pasión en el trabajo a mis padres, sabiendo ellos transmitirme esto en el día a día. Con todo cariño a mi familia y amigos que han sido parte de esta etapa.

*Adriana Estefanía Soria Barrera*

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecemos a Dios por bendecirnos y permitirnos alcanzar nuestras metas; a nuestras familias por todo el amor y apoyo brindando en esos días que el cansancio ganaba; a nuestros amigos por su paciencia y amistad incondicional aun cuando no pudimos estar.

También agradecemos a nuestro tutor, por sus consejos y recomendaciones durante el proceso, y por siempre inyectarnos positivismo ante las adversidades que se presentaban. A nuestros profesores durante estos cinco largos años, quienes fueron los forjadores del conocimiento que poseemos hoy en día.

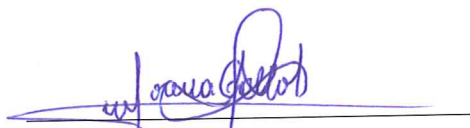
Y por último a la empresa, quien nos abrió las puertas para desarrollar el proyecto, y nos proporcionó las facilidades necesarias durante toda esta etapa.

*María Lorena Gallo Avila*

*Adriana Estefanía Soria Barrera*

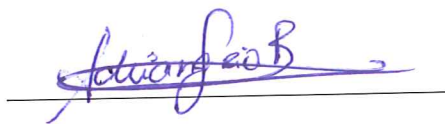
## DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *María Lorena Gallo Avila* y *Adriana Estefanía Soria Barrera* damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"



*María Lorena Gallo Avila*

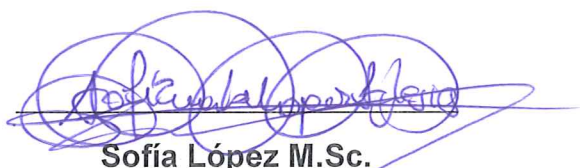
*Autor 1*



*Adriana Estefanía Soria Barrera*

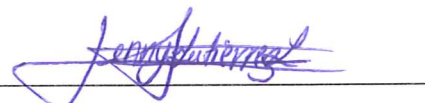
*Autor 2*

## EVALUADORES



**Sofia López M.Sc.**

PROFESOR DE LA MATERIA



**Jenny Gutierrez M.Sc**

PROFESOR TUTOR

## **RESUMEN**

El presente documento contiene un análisis sobre el costo de combustible en una operadora logística dedicada al transporte de carga pesada. Actualmente para la empresa el combustible representa el 23% de los costos operacionales, por lo tanto, el resolver esta problemática es importante para ser eficientes en el consumo y reducir los costos en los que se incurre por la operación, en al menos un 5%.

Por medio de la metodología DMAIC y el uso de herramientas Lean se logró identificar que existían dos problemas enfocados: el primero era que el combustible facturado era mayor al combustible consumido, provocado por un sin número de justificaciones que permitían el tanqueo de más en los cabezales; y el segundo es que los consumos de combustible eran altos comparados a los rangos establecidos por el fabricante. Por lo tanto, el objetivo del proyecto necesita del cumplimiento de dos etapas, la primera lograr que el combustible facturado y el consumido sean iguales; y la segunda mejorar el rendimiento del combustible. Entre las soluciones implementadas se crearon políticas y procedimientos, se estableció métodos y se creó indicadores para el control del consumo de combustible, así como también para el combustible facturado; además se dejó propuesto un plan de incentivos para choferes de tal manera que se busque motivar buenos hábitos de manejo.

Al término de tres meses, los resultados medidos dentro de una muestra de 4 días evidenciaron una reducción del 5.5% en el costo de combustible dando un valor de 0,142 [\$/km], alcanzando el objetivo propuesto.

Como conclusión final del proyecto, se tiene que la reducción del costo de combustible en una Operadora Logística de transporte de carga pesada es factible sin la necesidad de grandes inversiones, mediante el uso de indicadores y controles periódicos se puede llegar a obtener resultados positivos.

**Palabras Claves:** Costo de combustible, consumo de combustible, combustible facturado, política, cabezales.

## ***ABSTRACT***

This document contains an analysis of the cost of fuel in a logistics operator dedicated to the transport of heavy load. Currently for the company the fuel represents 23% of the operational costs, therefore, solving this problem is important to be efficient in consumption and reduce the costs incurred by the operation, by at least 5%.

Through the DMAIC methodology and the use of Lean tools it was possible to identify that there were two problems focused: the first was that the fuel billed was greater than the fuel consumed, caused by a number of justifications that allowed the tanking of more head trucks; and the second is that fuel consumption was high compared to the ranges established by the manufacturer. Therefore, the objective of the project requires compliance with two stages, the first to ensure that the fuel billed and consumed are equal; and the second one to improve the fuel efficiency. Among the solutions implemented, policies and procedures were created, methods were established and indicators were created for the control of fuel consumption, as well as for billed fuel; In addition, an incentive plan for drivers was proposed in such a way that it seeks to motivate good driving habits.

At the end of three months, the results measured within a 4-day sample showed a 5.5% reduction in the cost of fuel giving a value of 0.142 [\$/km], reaching the proposed goal.

As a final conclusion of the project, it is necessary to reduce the cost of fuel in a heavy load transport logistics operator without the need for large investments. Through the use of periodic indicators and controls, positive results can be obtained.

**Key words:** Cost of fuel, fuel consumption, fuel billed, policy, heads.



## ÍNDICE GENERAL

<i>RESUMEN</i> .....	I
<i>ABSTRACT</i> .....	II
ÍNDICE GENERAL .....	III
ABREVIATURAS.....	V
SIMBOLOGÍA.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	VIII
CAPÍTULO 1.....	1
1 Introducción.....	1
1.1 Marco Teórico .....	1
1.1.1 Combustible en el Ecuador .....	1
1.1.2 Metodología a utilizar .....	2
1.2 Etapa Definición .....	3
1.2.1 Generalidades.....	3
1.2.2 Impacto en el negocio.....	5
1.2.3 Alcance .....	5
1.2.4 Problemática.....	10
1.2.5 Objetivos .....	11
CAPÍTULO 2.....	12
2 Metodología.....	12
2.1 Etapa Medición.....	12
2.1.1 Descripción del Proceso Operativo .....	12
2.1.2 Data Recolectada.....	14
2.1.3 Problemas Enfocados .....	25
2.2 Etapa Análisis .....	25

2.2.1	Combustible Tanqueado difiere del Combustible Consumido.....	26
2.2.2	Alta variabilidad en el consumo de combustible.....	32
2.3	Etapa Implementación.....	38
2.3.1	Soluciones Propuestas .....	38
2.3.2	Soluciones Implementadas .....	41
2.3.3	Método para el control de combustible tanqueado.....	51
2.4	Etapa Control .....	58
CAPÍTULO 3.....		59
3	Resultados .....	59
CAPÍTULO 4.....		61
4	Conclusiones y Recomendaciones .....	61
4.1	Conclusiones.....	61
4.2	Recomendaciones.....	62
BIBLIOGRAFÍA.....		63
APÉNDICES.....		64

## ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
SIPOC	Suppliers, Inputs, Process, Outputs and Customers Diagram
DMAIC	Define, Measure, Analyze, Improve and Control Methodology.
VOC	Voice of Customers
5W1H	What, Where, When, Who, Why and How
GPS	Sistema de posicionamiento global
IC	Intervalo de confianza
A/C	Aire acondicionado
TI	Tecnología e Informática

## SIMBOLOGÍA

$\cong$  Aproximadamente igual

$\leq$  Menor o igual que

$<$  Menor que

% Porcentaje

$\Sigma$  Suma

\$ Dólar

gal Galones

km Kilómetros

\$/km Dólar por kilómetro

gal/km Galón por kilómetro

$H_0$  Hipótesis nula

$H_1$  Hipótesis alterna

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Diagrama SIPOC del proceso .....	4
Figura 1.2. Marcas de cabezales de la flota propia .....	6
Figura 1.3 Frecuencia de viajes por ciudad 2018 Necesidades del cliente .....	7
Figura 1.4 VOC.....	8
Figura 1.5 Árbol de la Calidad .....	9
Figura 1.6 Variable respuesta del problema .....	10
Figura 1.7 Histórico del costo de combustible \$/km .....	11
Figura 2.1 Proceso de Asignación de Combustible .....	13
Figura 2.2 Confiabilidad de data.....	16
Figura 2.3. Estratificación de datos .....	16
Figura 2.4 Combustible asignado vs. consumido vs. tanqueado.....	17
Figura 2.5 Diagrama de caja del consumo de Combustible Mdrive vs. Fuller .....	20
Figura 2.6 Desviación del consumo de combustible Mdrive vs. Fuller .....	22
Figura 2.7 Consumo de combustible por tipo de guía .....	23
Figura 2.8 Consumo de combustible en principales ciudades.....	24
Figura 2.9 Diagrama Causa-Efecto .....	27
Figura 2.10 Impacto/Control de causas potenciales.....	29
Figura 2.11. Evidencia que se llevan a cabo dos políticas de tanqueo. ....	30
Figura 2.12. Combustible tanqueado vs. no tanqueado en su recorrido .....	31
Figura 2.13 Diagrama Causa-Efecto .....	33
Figura 2.14. Impacto/ Control de causas potenciales.....	34
Figura 2.15. Número de choferes por rango de variabilidad.....	36
Figura 2.16. Lluvia de ideas para propuestas de mejora.....	38
Figura 2.17 Matriz Impacto/ Esfuerzo de propuestas de soluciones .....	40

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Porcentaje de Costos directos por kilómetro. ....	5
Tabla 2.1. Matriz de Soluciones/Causas .....	39
Tabla 2.2. Tarifas actualizadas de consumo de combustible por "Ciudad". ....	47
Tabla 2.3 Tarifas de consumo de combustible por "Planta" .....	48
Tabla 2.4 Tarifas de consumo de combustible por "Patios/Puertos" .....	50
Tabla 2.5. Entrada de Información para "Reporte" .....	52
Tabla 2.6. Muestra de cabezales.....	55
Tabla 2.7. Cotización 1 .....	57
Tabla 2.8. Cotización 2 .....	57
Tabla 2.9. Plan de Control .....	58
Tabla 3.1. Medición de resultados.....	60

# CAPÍTULO 1

## 1 INTRODUCCIÓN

### 1.1 Marco Teórico

#### 1.1.1 Combustible en el Ecuador

El movimiento de mercancías a través del transporte de carga pesada por carreteras es uno de los principales movimientos que garantizan el desarrollo económico del Ecuador.

El Diesel es el combustible más importado por el país, utilizado principalmente para el transporte de carga y pasajeros, del total utilizado, el 63% lo consume el sector de transporte terrestre, el 26% el sector industrial, el 5% se destina para el funcionamiento de centrales termoeléctricas, y 5% para el transporte marítimo. (Revista Líderes, 2019).

El Comercio (2019) en su noticia titulada “Los subsidios a cuatro tipos de combustibles se han ajustado” menciona que para el 15 de enero del 2019, el diésel para el sector automotor pasaría de \$1,037 a \$2,32 y que compensaría a transportistas públicos y comerciales. Por falta de acuerdos, luego anunció que el precio subsidiado de \$1,037 se mantiene para el sector del transporte, incluso para autos particulares.

La gestión eficiente del combustible dentro de este tipo de negocios, es un tema de relevancia, ya que el gasto en este recurso puede representar hasta el 30% de los costos operativos dependiendo de la naturaleza de la flota; y a su vez es el costo de mayor incidencia dentro del ciclo de uso del vehículo. (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, 2006).

Se conoce que un sin número de factores son los que se afectan este consumo, entre ellos: características propias del vehículo, el mantenimiento, los hábitos de conducción, el peso transportado, el terreno, etc. Pero la eficiencia no solo se trata de aprovechar de manera más rentable cada litro de combustible adquirido, sino también de la reducción de las emisiones a la atmósfera para permitir un desarrollo sustentable.

Según Guzmán & Hinojoza (2016) el costo de combustible en este giro de negocio está en 0,148 [\$/km] y el consumo promedio es de 0,143 [ga/km], lo que nos deja una referencia para poder desarrollar el proyecto actual.

### **1.1.2 Metodología a utilizar**

Se trabajará con la metodología DMAIC para lograr una reducción del consumo de combustible en una operadora logística que transporta contenedores a nivel nacional. La metodología consta de 5 etapas las cuales son: Definición, Medición, Análisis, Implementación y Control.

En la etapa definición es necesario establecer la variable respuesta del proyecto para llegar a la declaración general del problema, por lo tanto se hace necesario diagramar los procesos y conocer las necesidades del cliente, para lo que se utiliza herramientas como el SIPOC que resume las entradas y salidas que conlleva el proceso total; Diagramas Funcionales que permiten observar la secuencia de actividades del proceso detallado y el Árbol de la calidad que refleja los requerimientos del cliente y los traduce a una variable que permite alcanzar el objetivo deseado. En medición se utiliza la estadística como herramienta principal para estudiar cada variable y establecer si es relevante o no; para posteriormente en la etapa de análisis evaluarla más a fondo.

La etapa de análisis conlleva herramientas como la Lluvia de ideas, necesaria para levantar posibles causas que generan el problema, el Ishikawa que identifica cuál de todas esas causas son las potenciales, y posteriormente mediante un análisis de 5W1H se encuentra las causas raíces.

Al tener identificadas las causas en las que radica el problema, se pueden proponer ideas de mejora y posibles soluciones mediante una Lluvia de ideas con el equipo de trabajo que son los que conocen la operación; y así por medio de una Matriz de Priorización considerando Impacto-Esfuerzo se seleccionan las alternativas de mejora que son viables; de esta manera se asegura menos dificultad en la etapa de implementación.

La etapa de implementación abarca la ejecución de las mejoras seleccionadas y que son las que permitirán el alcance del objetivo como tal, pudiendo comparar un antes y después de la situación; mientras que la etapa de control busca que



estos resultados adquiridos en la implementación perduren a través del tiempo mediante creación de formatos, asignación de responsabilidades.

## 1.2 Etapa Definición

### 1.2.1 Generalidades

El proyecto integrador se desarrolla en una operadora logística, que actualmente es una de las mayores empresas que brindan el servicio de transporte terrestre de contenedores en el Ecuador. La empresa está conformada por las áreas de: Logística, Operaciones, Seguridad y Taller mecánico; el taller mecánico solo se encarga de verificación del estado físico de las unidades ya que el mantenimiento preventivo y correctivo son subcontratados. A continuación, se define la terminología utilizada en el documento de acuerdo a los procesos operativos:

**Combustible consumido:** Es el combustible (galones) netamente quemado por motor del cabezal, y este es registrado por el computador del cabezal.

**Combustible tanqueado:** Es la cantidad de combustible (galones) facturado por la gasolinera.

**Combustible asignado:** Es el combustible (galones) colocado en guía que se obtiene de la tarifa de combustible estimada para cada destino.

**Guía:** Es el documento generado por el departamento de operaciones antes de realizar cualquier recorrido; en el cual se detalla datos generales como chofer, cabezal, chasis, hora de emisión, hora de cierre, consumo de combustible asignado, viáticos, peajes, ciudad destino, cliente, tipo de recorrido. Tipos de guía: Guía de Importación, Guía de Exportación, Guía de Retiro, Guía de Mantenimiento, Guía de Rescate.

**Viaje:** Es el recorrido realizado hacia la planta del cliente, ya sea una importación o una exportación.

**Retiro:** Recorrido hasta un patio de almacenamiento para recoger o dejar contenedores vacíos.

**Política de tanque lleno:** Es la disposición de que cada cabezal al retorno de su viaje debe recargar combustible hasta llenar el tanque.

**Datos Null:** Data no registrada por GPS.

El proceso es explicado de forma general mediante un diagrama SIPOC en la siguiente Figura 1.1, y de manera más detallada en el Apéndice 1.

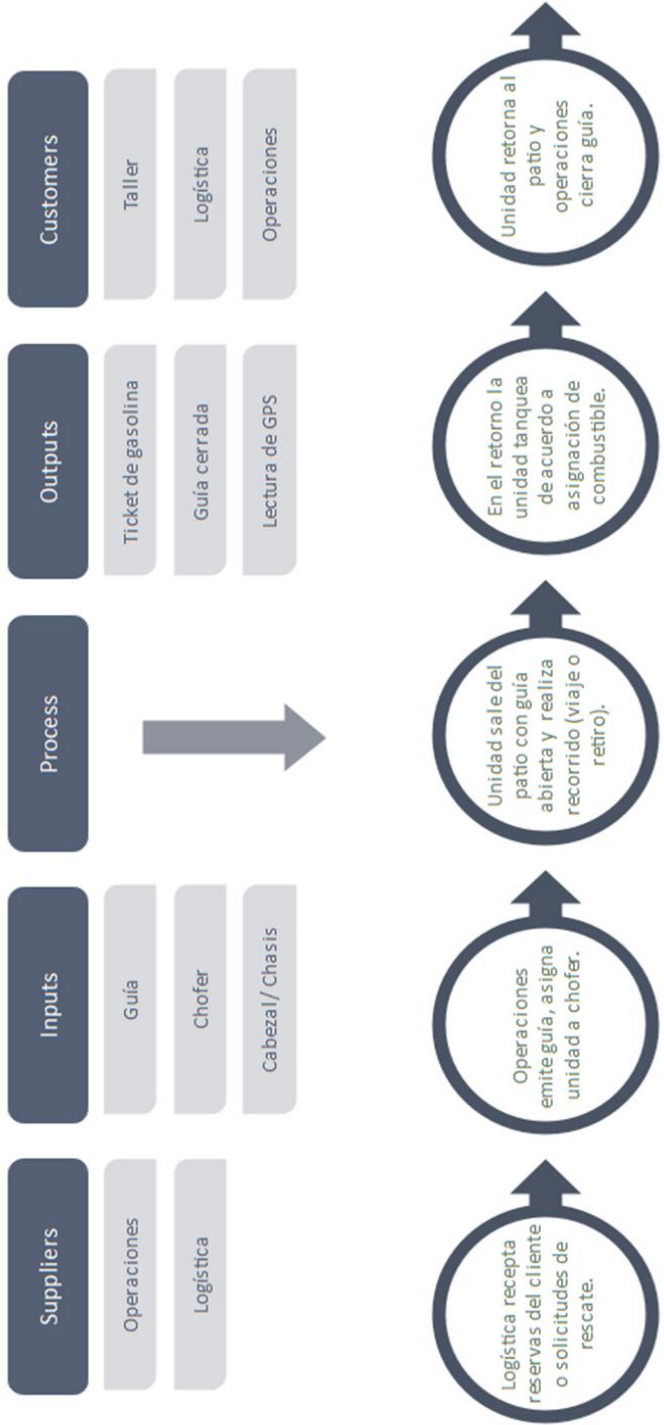


Figura 1.1. Diagrama SIPOC del proceso

### 1.2.2 Impacto en el negocio.

El giro del negocio es la movilización de carga pesada por vía terrestre; por lo tanto los principales costos en los que incurre son combustible, llantas y mantenimiento de sus unidades de transporte, es así que el control de estos es imprescindible. A continuación, se presenta la Tabla 1.1 con los costos promedio por kilómetro y el porcentaje que estos representan en la empresa en los meses de julio a septiembre.

**Tabla 1.1 Porcentaje de Costos directos por kilómetro.**

	<b>Costo \$ /kilómetro</b>	<b>% del costo/kilómetro</b>
<b>Combustible</b>	\$0,15	23%
<b>Neumáticos</b>	\$0,12	19%
<b>Mantenimiento Correctivo</b>	\$0,23	35%
<b>Mantenimiento Preventivo</b>	\$0,02	4%
<b>Viáticos/ Peajes</b>	\$0,09	14%
<b>Otros costos operativos</b>	\$0,04	6%

Como se observa el costo de mantenimiento correctivo y costo de combustible representa más del 50% de los costos variables directos mencionados; en efecto, esto justifica la importancia de desarrollar el proyecto integrador y el enfoque en el tema de combustible con respecto a los costos operativos de la empresa.

### 1.2.3 Alcance

Para el alcance del proyecto se va a tomar en cuenta 3 aspectos principales:

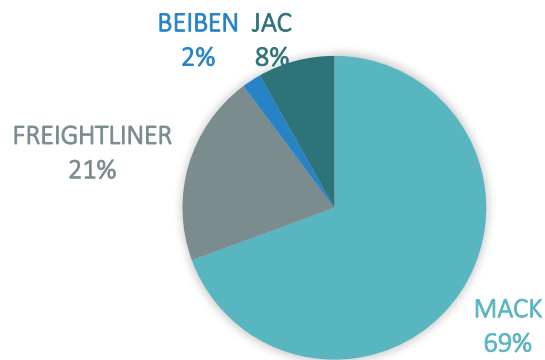
#### 1.2.3.1 Equipos

Dentro de la compañía existen tres equipos que trabajan con combustible, ellos son: cabezales, generadores y montacargas. Para el estudio se va a considerar solo los cabezales, porque ellos son los encargados de transportar el contenedor desde el patio hasta la planta del cliente. Los generadores son alquilados solamente si el cliente lo requiere, y los montacargas son recargados con combustible de los mismos cabezales.

#### 1.2.3.2 Flota

La flota de transporte está conformada por 48 cabezales propios y 54 subcontratados; los cabezales propios se dividen en 3 marcas diferentes, las cuales son: Mack, Freightliner y Jac. De las tres marcas, se analizará

únicamente los 34 cabezales modelos Mack que representan el 69% del total de unidades propias. Como se observa en la Figura 1.2



**Figura 1.2. Marcas de cabezales de la flota propia**

### **1.2.3.3 Recorrido**

Se tomará en consideración los dos tipos de recorridos existentes, tanto la ruta hacia la planta de los clientes; así como también la recogida y la devolución de los contenedores vacíos a patios.

Para la ruta hacia la planta de los clientes, se toma en cuenta aquellas ciudades que representan el 85% de recorridos realizados durante el 2018 (Ver Apéndice 2), las cuales son 19 de un total de 64 ciudades/destinos.

Para determinar estas ciudades se obtuvo el porcentaje acumulado por medio de un Pareto según el número de viajes efectuados, dicho porcentaje es evidenciado por la curva gris en la parte superior de la Figura 1.3. los destinos con mayor frecuencia de viajes esta representados por las barras celestes de izquierda a derecha, los cuales son:

Manta, Guayaquil, Cuenca, Babahoyo, La Concordia, Quevedo, Camilo Ponce Enrique, Milagro, Durán, Vinces, Machala, Quito, Lasso, Pasaje, Machachi, Puerto Inca, Portovelo, Zaruma, Santo Domingo.

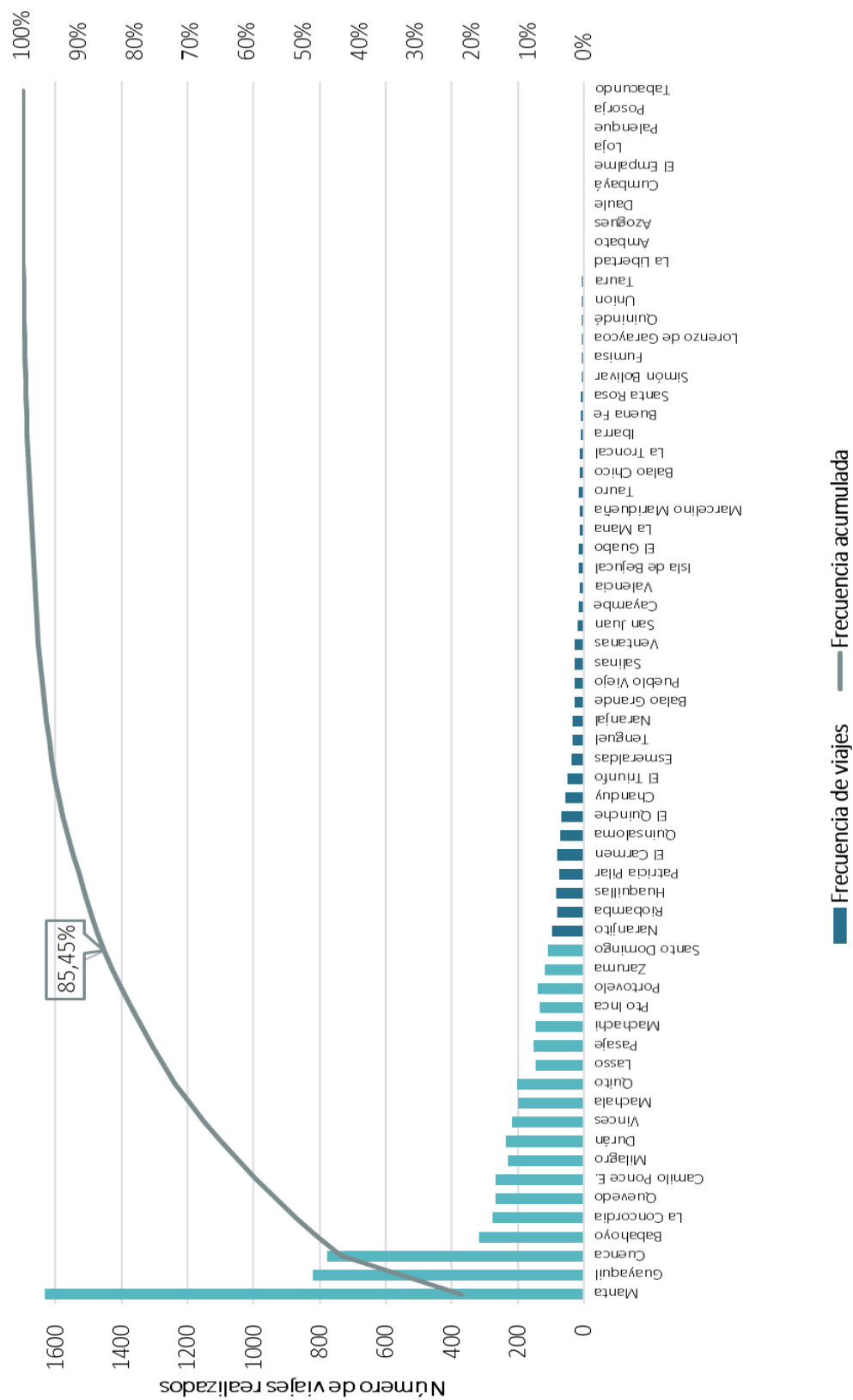
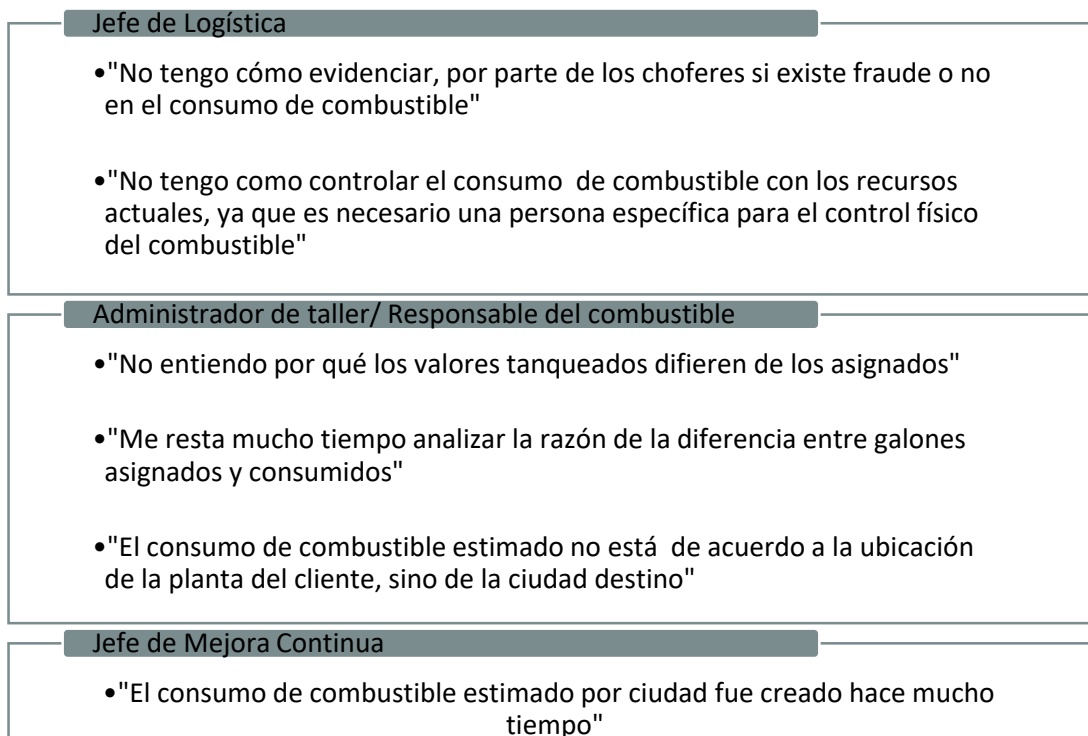


Figura 1.3 Frecuencia de viajes por ciudad 2018 Necesidades del cliente

En esta etapa es necesario reconocer todos los requerimientos e inconformidades de las partes involucradas; ya que de esta manera se asegura un enfoque correcto antes de definir la problemática.

A partir del SIPOC se identificó las áreas relacionadas y los clientes del proceso, de los cuales por medio de diálogos se escuchó sus inconformidades y necesidades, seguidamente se presenta la Figura 1.4 que resume estas ideas.



**Figura 1.4 VOC**

Para transformar las necesidades de los clientes en variables críticas se utilizó el árbol de la calidad. A partir de aquí se define la variable respuesta y las variables que afectan a la misma.

En la siguiente Figura 1.5 se visualizan tres columnas, la primera posee la voz del cliente, la segunda las necesidades en términos de la empresa, y la tercera las variables de calidad medibles.



Figura 1.5 Árbol de la Calidad

### 1.2.4 Problemática

A continuación, se definen las variables críticas y la variable respuesta:

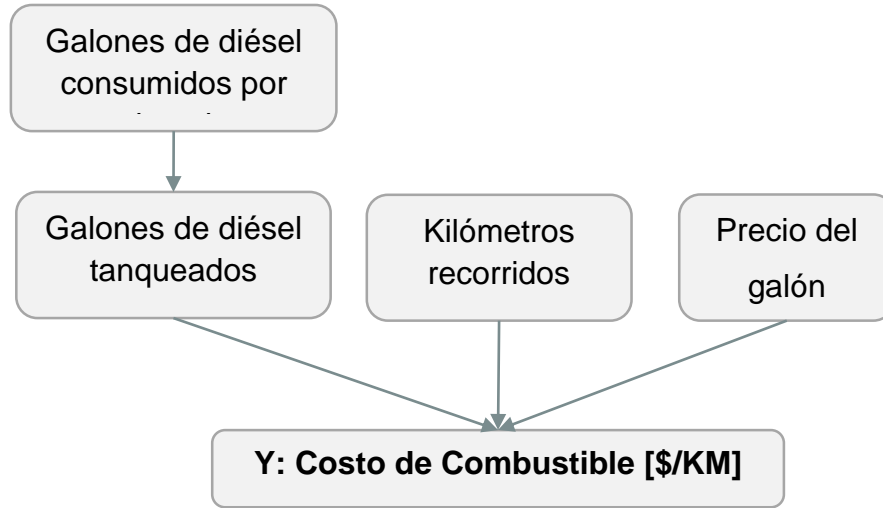


Figura 1.6 Variable respuesta del problema

Desde marzo a septiembre del 2018, la Operadora Logística de transporte de carga pesada, reporta un costo de combustible promedio de 0.15 [\$/km] en sus cabezales Mack, pero de acuerdo a la concesionaria se conoce que el costo del consumo de combustible en estos cabezales esta entre de 0.10 a 0.13 [\$/km].

$$\text{Costo de Combustible [\$]} = \frac{\text{Galones de Diesel Tanqueados}}{\text{Kilómetros recorridos}} \times \frac{\$1.03}{1 \text{ Galón de Diesel}}$$

#### 1.2.4.1 Histórico

A partir de la base de datos compartida por el área de tecnología e informática se procede a graficar el costo de combustible por kilómetro facturado en los últimos 7 meses. Ver Figura 1.7



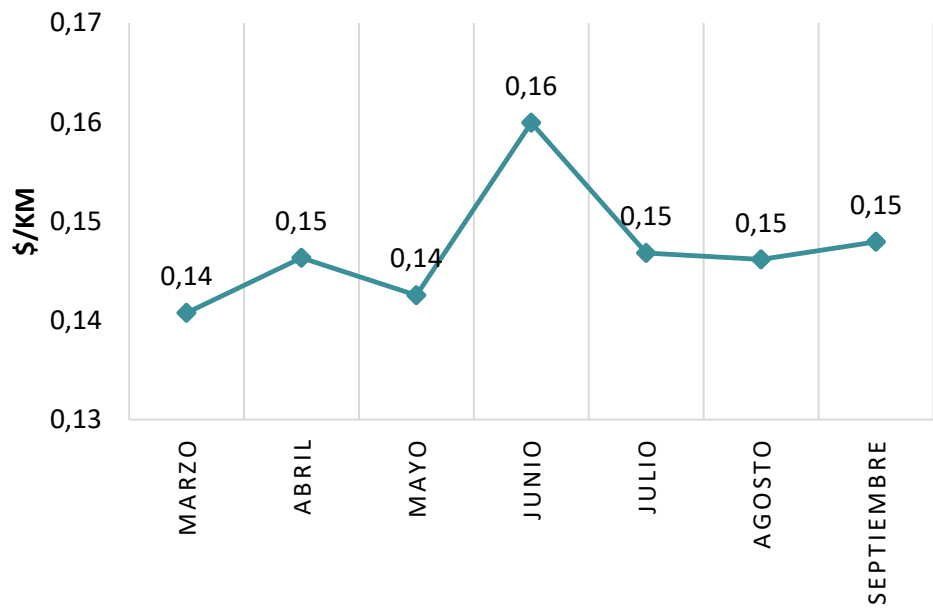


Figura 1.7 Histórico del costo de combustible \$/km

## 1.2.5 Objetivos

### 1.2.5.1 Objetivo General

Reducir al menos un 5% el costo de combustible [\$/km] al final del periodo de tiempo del proyecto.

### 1.2.5.2 Objetivos Específicos

- Analizar las variables que afectan directamente el costo de combustible.
- Identificar las causas que provocan los elevados costos de combustible.
- Proponer soluciones factibles a cada causa crítica, según la realidad de la empresa.
- Validar la eficacia de las políticas establecidas actualmente en la empresa.
- Establecer controles y procedimientos para el consumo de combustible.

# CAPÍTULO 2

## 2 METODOLOGÍA

### 2.1 Etapa Medición

Para esta etapa primero se detalló el proceso operativo para identificar las variables a medir, luego se realizó un “Plan de Recolección de datos” donde se detalla: Qué se va a medir, cuando, cómo y por qué es necesario medirlo (Ver Apéndice 3). Una vez recolectada la información se verificó la confiabilidad de la data histórica, cabe recalcar que para medir ciertas variables se utilizó data histórica y para otras variables se utilizó data tomada en una muestra de 16 días durante el proyecto.

#### 2.1.1 Descripción del Proceso Operativo

El proceso operativo se observa la Figura 2.1. todo empieza en el departamento de operaciones por medio de la generación de guías según sea el caso: reserva del cliente, solicitud de rescate o solicitud de mantenimiento. Dentro de los diferentes recorridos presentados, se puede evidenciar que existe la “no asignación de combustible”, especialmente cuando son retiros, a la vez éstos no son tanqueados en su debido momento; generando que esta actividad se convierta en lo que se conoce como “Fábrica Oculta”; es decir, una actividad que hay que tomar en cuenta porque disminuye la eficiencia y la calidad del proceso operativo.

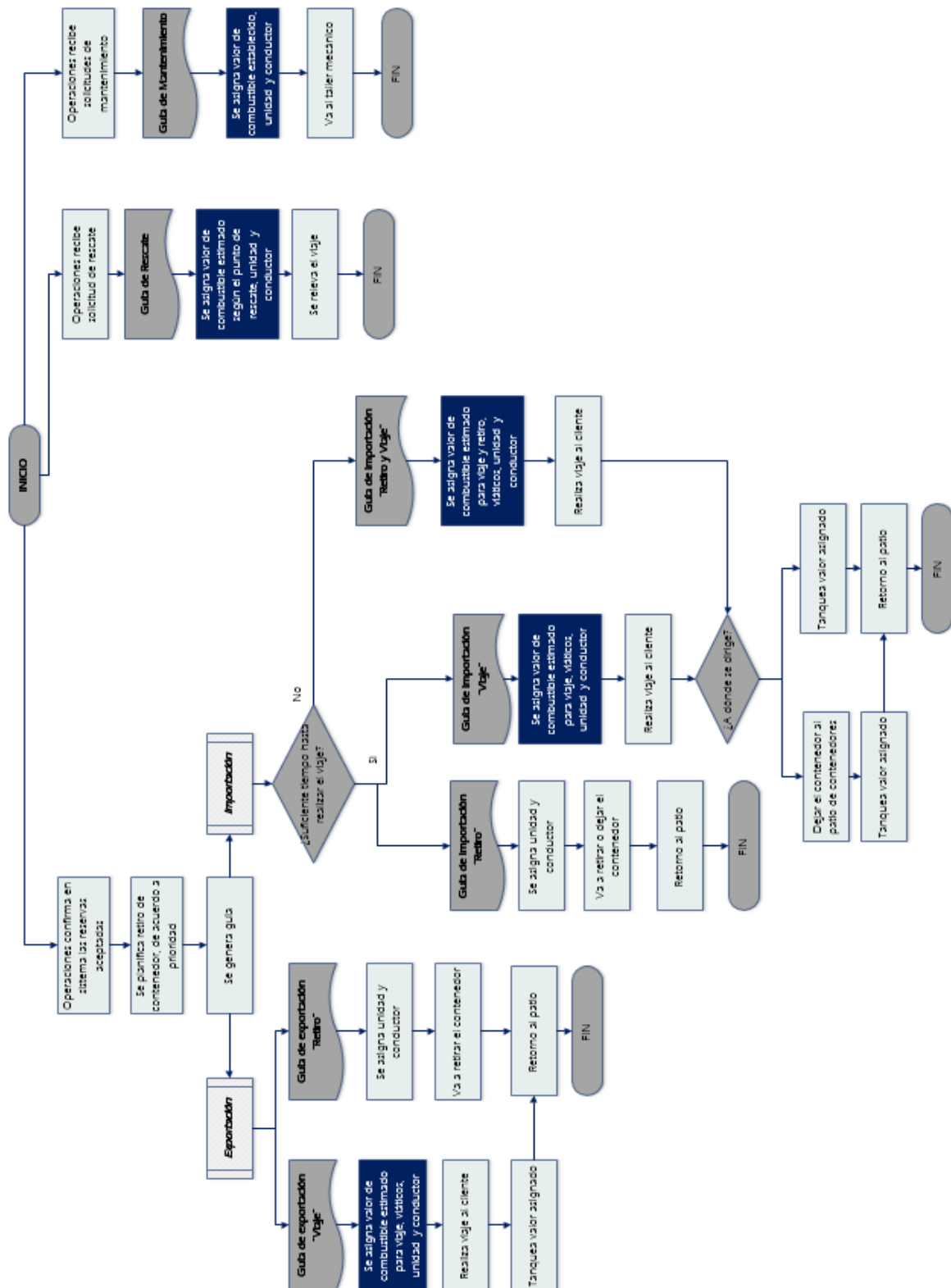


Figura 2.1 Proceso de Asignación de Combustible

### **2.1.1.1 Especificaciones de cabezales**

A partir del alcance se definió que el proyecto se enfocará en el 69% de la flota propia, que son 34 cabezales marca MACK, modelo CXU-613; solo estas unidades tienen información histórica acerca del consumo de combustible y del odómetro registrada por el GPS.

Existen dos modelos diferentes, del mismo cabezal; la diferencia radica en su caja de cambios. El Mack Fuller tiene transmisión mecánica y el Mack Mdrive tiene transmisión automatizada, según su ficha técnica. En el Apéndice 4 se describe número de disco de cabezal, el año, y además la clasificación de las unidades según el modelo. (Especificaciones técnicas Mack Trucks Vision CXU613E, 2013).

Cada uno de los modelos posee dos tanques de combustible, uno de consumo y otro de reserva. La capacidad total de cada tanque es 125 galones, mientras que la capacidad usable de combustible del tanque es 118 galones aproximadamente.

### **2.1.1.2 Tarifas de asignación de combustible**

De las principales ciudades definidas en el alcance del proyecto se muestra una tabla de tarifas en el Apéndice 5 con la estimación de consumo de combustible y el kilometraje para cada ciudad destino, estos valores son, los que la empresa manejaba para asignar el combustible en guía.

## **2.1.2 Data Recolectada**

### **2.1.2.1 Confiabilidad de Data**

La base de datos facilitada por TI, nos proporcionó la siguiente entrada de datos desde enero a octubre de 2018.

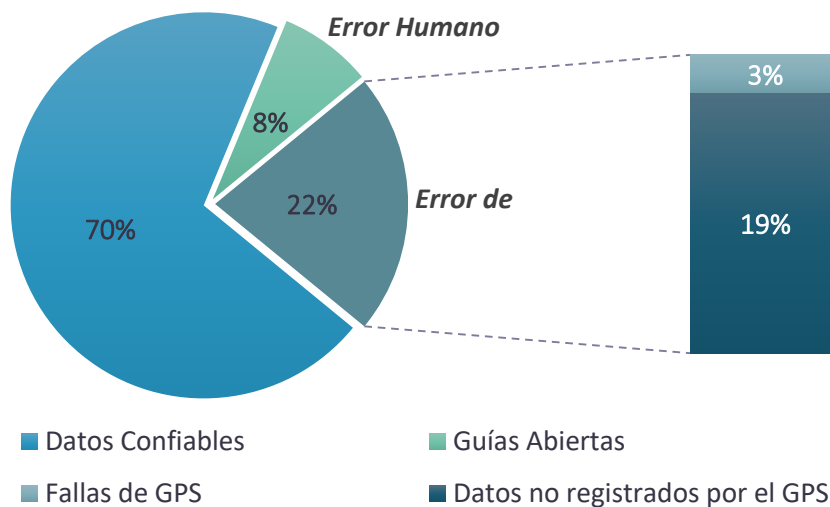
- Número de guía
- Número de reserva
- Número del disco del cabezal
- Número de chasis
- Fecha/ Hora de generación y cierre de guía
- Fecha/ Hora de entrada y salida del patio
- Chofer asignado a recorrido

- Registro del odómetro al abrir y cerrar guía
- Registro histórico de combustible al abrir y cerrar guía
- Kilometraje estimado para ruta
- Combustible asignado para recorrido
- Cliente
- Ciudad destino del cliente
- Tipo de recorrido: Viaje o Retiro

Para el uso y análisis de esta data, primero se verificó la confiabilidad y veracidad de los datos históricos proporcionados.

De dicha base se tomó la información a partir de marzo a octubre de 2018, dado que los datos de enero y febrero mantenían inconsistencias, como fechas no registradas correctamente o datos incompletos.

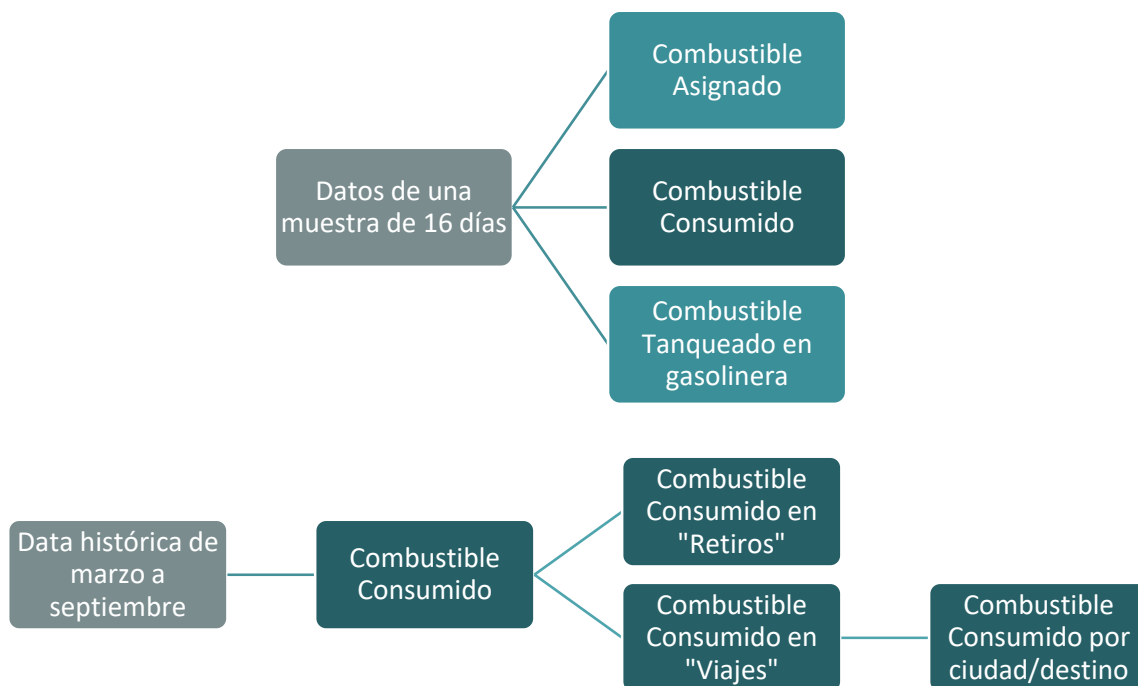
- ✓ De los cabezales Mack CXU-613, en Apéndice 6 se presenta una tabla con el porcentaje de datos registrados como *null* (*GPS no registró datos por cabezal*). Los modelos Jac y Freightliner no registran datos por el GPS ya que este no está conectado al computador del cabezal.
- ✓ En la siguiente Figura 2.2 se representa el porcentaje de cada tipo de error en la data: 8% de error humano es referente a que existen guías que no fueron cerradas al terminar recorrido, por ende, el GPS seguirá registrando kilometraje y combustible a esa guía, de la data solo se tomó en cuenta a las guías abiertas hasta 48 horas.  
22% de error del GPS; el que se desglosa en 3% de falla de coordenadas por el GPS, es decir, se registró datos, pero incoherentes o incompletos como solo el kilometraje o solo el combustible, y 19% de datos son null, es decir no registró consumo de combustible ni del odómetro.



**Figura 2.2 Confiabilidad de data**

Por lo tanto, se concluye que la data tiene un error acumulado del 30%, solo el 70% se considera data confiable.

La medición de la data recolectada se presenta a continuación de acuerdo a la estratificación detallada en la Figura 2.3.



**Figura 2.3. Estratificación de datos**

### 2.1.2.2 Combustible: Asignado vs. Consumido vs. Tanqueado

Se buscó medir el comportamiento entre las tres variables, para ello se presenta la siguiente Figura 2.4 en el cual combustible asignado es la barra gris, el combustible consumido la barra azul y el combustible tanqueado la barra verde. La medición se realizó de una muestra de 16 días en 32 cabezales Mack.

Como se puede observar el combustible tanqueado es mayor que el combustible consumido por los cabezales en la mayoría de días, existiendo una mayor brecha el primero de noviembre con aproximadamente 512 galones tanqueados de más. La brecha total de galones acumulados en los 16 días es de alrededor 1966 galones, que representan un 11% sobre el combustible consumido. En el Apéndice 7 se presenta el detalle de datos de la gráfica mostrada.

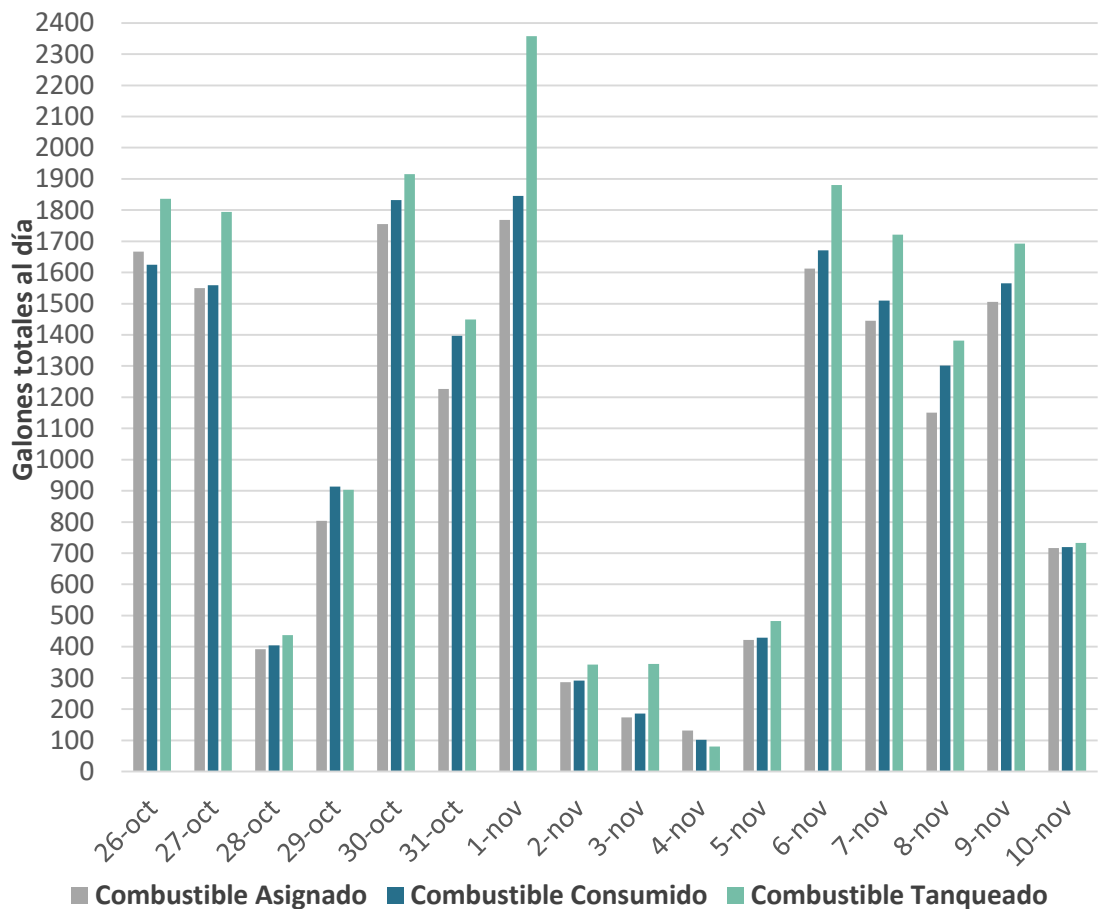
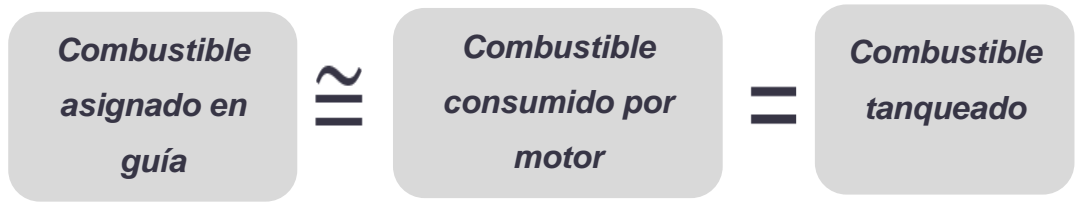


Figura 2.4 Combustible asignado vs. consumido vs. tanqueado

Cabe recalcar que la relación esperada entre ellas es:



### 2.1.2.3 Combustible Tanqueado

Para comprobar de que existe diferencia entre los valores individuales de combustible tanqueado con respecto al consumido, se utilizó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para datos pareados:

$H_0$ : No hay diferencia entre el combustible tanqueado y el combustible asignado

$H_1$ : Hay diferencia entre el combustible tanqueado y el combustible asignado

#### Prueba

Hipótesis nula  $H_0: \eta = 0$  *valor p* < 0.05  
 Hipótesis alterna  $H_1: \eta \neq 0$  *Se rechaza  $H_0$*

Muestra	Número de prueba	Estadística de Wilcoxon	Valor p
Difference	235	25888	<b>0,00</b>

#### Conclusión

Con 95% de confianza se concluye que si existe una diferencia entre el combustible tanqueado con respecto al combustible consumido en cada viaje.



#### 2.1.2.4 Combustible Asignado

Para verificar la estimación de las tarifas de asignación de combustible con respecto al combustible consumido, se calculó el error absoluto de una muestra de 16 días.

$$\text{error absoluto} = \frac{|\text{combustible consumido} - \text{combustible asignado}|}{\text{combustible consumido}} \times 100$$

El cual nos arroja en promedio un error del 10% en la estimación de las tarifas con respecto al consumo real de combustible.

#### 2.1.2.5 Combustible Consumido

El combustible consumido fue medido en **galones/ kilómetro** (rendimiento). Se realizó pruebas de hipótesis con respecto al rendimiento de combustible de acuerdo a los modelos de cabezales, se requirió probar esto, para conocer si era necesario estratificar de acuerdo al tipo de cabezal para un análisis más profundo. Las pruebas fueron realizadas por medio del software Minitab.

#### *Combustible consumido según el modelo mack Mdrive vs. Fuller*

Como se menciona en la sección 2.1.1.1 la empresa tiene en su flota propia dos modelos diferentes de cabezales Mack, de los cuales el modelo Mack Mdrive consume menos combustible según la empresa y la concesionaria.

A continuación, se muestra la prueba de hipótesis que se realizó para probar y validar que el modelo Mack Mdrive consume menos combustible y cuanto es la estimación de esta diferencia. Para la prueba se tomó datos de marzo a octubre del 2018, de los registros del kilometraje y combustible en viajes realizados a la ciudad de Manta, puesto que a esta ciudad se realiza la mayor cantidad de viajes y a la vez su histórico de consumo de combustible tiene una baja variabilidad del 11%.

Se realizó una prueba de normalidad de los datos antes de realizar la prueba de hipótesis. Revisar Anexo 4 y Anexo 5.

$U_1$ : Media del consumo de combustible  $\left[\frac{\text{gal}}{\text{km}}\right]$  en modelo Mack Mdrive

$U_2$ : Media del consumo de combustible  $\left[\frac{\text{gal}}{\text{km}}\right]$  en modelo Mack Fuller

Estimación de la diferencia

Diferencia	IC de 95% para la diferencia
0,003734	(0,001787- 0,005680)

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Media	Desv.Est.
Consumo Mack Mdrive	303	0,130	0,014
Consumo MackFuller	658	0,134	0,015

Prueba

Hipótesis nula	$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$	valor $p < 0.05$
Hipótesis alterna	$H_1: \mu_1 - \mu_2 < 0$	Se rechaza $H_0$
<b>Valor T</b>	<b>GL</b>	<b>Valor p</b>
-3,77	633	<b>0,000</b>

Conclusión 1:

Con un nivel de confianza del 95% se afirma que la media del consumo de combustible [gal/km] en el modelo Mack Mdrive es menor que la media del consumo en el modelo Mack Fuller. Figura 2.5

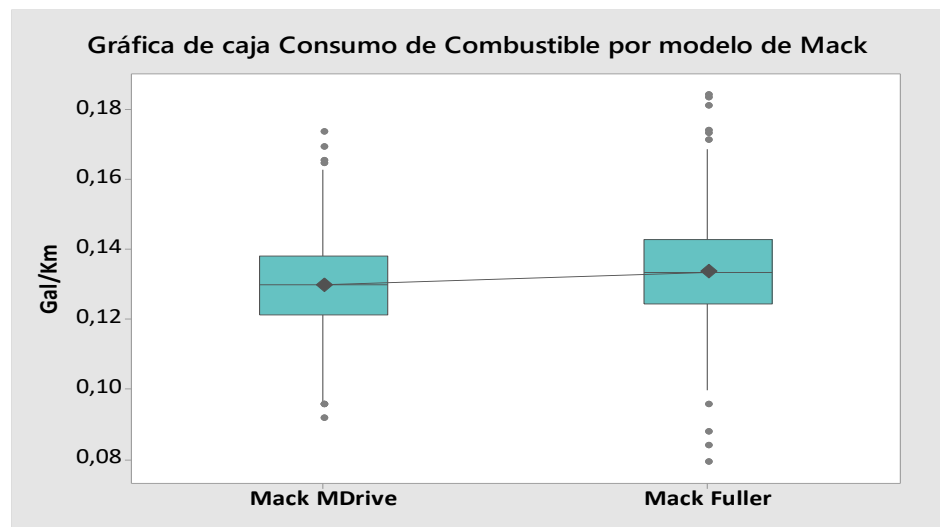


Figura 2.5 Diagrama de caja del consumo de Combustible

### Conclusión 2:

A partir del intervalo de confianza del 95% se puede afirmar que el modelo Mack Mdrive puede tener un consumo menor hasta del 4% con respecto al modelo Mack Fuller. Figura 2.5

Ahora conociendo que los modelos si difieren en el consumo promedio, se quiere conocer si su variabilidad en el consumo es la misma o no. Para ello se realiza una prueba de hipótesis, utilizando ANOVA de Minitab.

$V_1$ : Varianza del consumo de combustible  $\left[\frac{\text{gal}}{\text{km}}\right]$  en modelo Mack Mdrive

$V_2$ : Varianza del consumo de combustible  $\left[\frac{\text{gal}}{\text{km}}\right]$  en modelo Mack Fuller

### Método

Hipótesis nula            Todas las varianzas son iguales

Hipótesis alterna        Por lo menos una varianza es diferente

Nivel de significancia  $\alpha = 0,05$

Se utiliza el método F. Este método es exacto sólo para datos normales.

### Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar

Muestra	N	Desv.Est.	IC
Mack MDrive	303	0,0138821	(0,0127192- 0,0152694)
Mack Fuller	658	0,0150946	(0,0142141- 0,0160869)

Nivel de confianza individual = 97,5%

### Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p	valor $p > 0.05$ No se rechaza $H_0$
F	0,85	<b>0,095</b>	

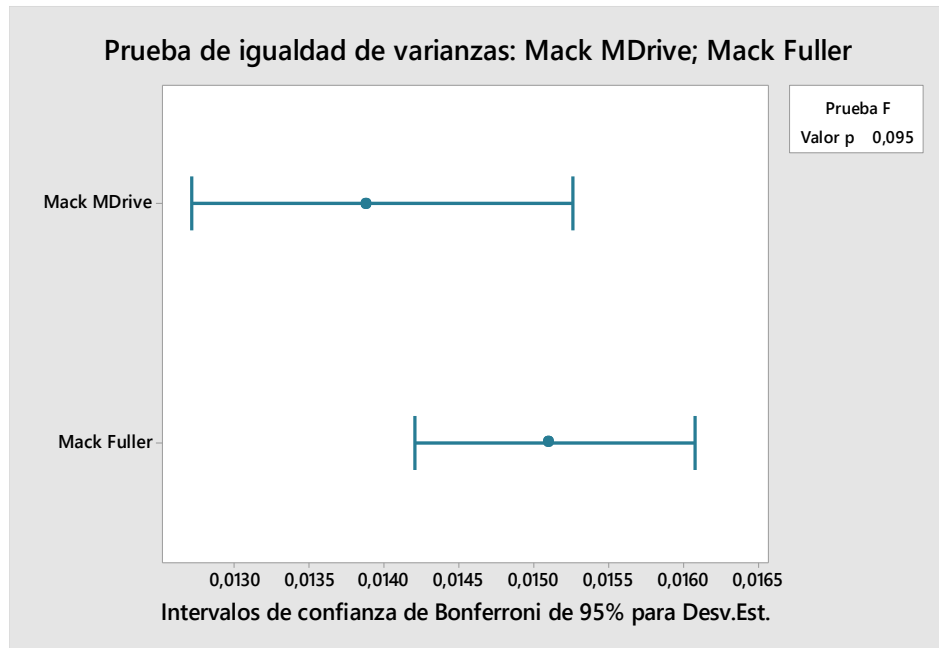


Figura 2.6 Desviación del consumo de combustible Mdrive vs. Fuller

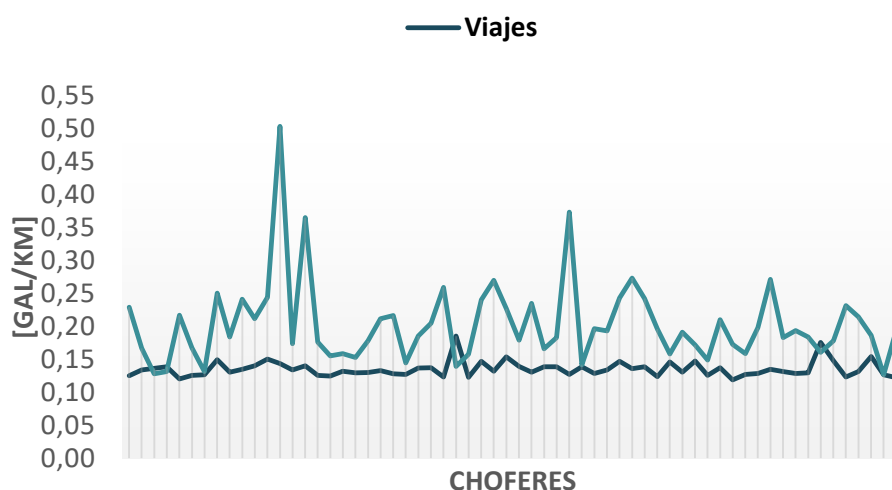
Conclusión:

*Con un nivel de confianza del 95% se puede afirmar que no existe suficiente evidencia estadística para concluir que las varianzas de ambos modelos difieren.*

Una vez validadas las hipótesis anteriores se concluye que el modelo del cabezal no tiene una variabilidad significativa para considerarlo como factor de estratificación en el combustible consumido.

#### ***Combustible consumido en los diferentes tipos de recorrido.***

La primera estratificación que se realizó fue por tipo de recorrido “Viajes” o “Retiro” los cuales engloban los movimientos dentro y fuera de la ciudad. En la Figura 2.7 se presenta el promedio de combustible consumido por el mismo chofer para “retiros de contenedores” y “viajes a plantas” durante los últimos 8 meses con una muestra de 62 choferes.



**Figura 2.7 Consumo de combustible por tipo de guía**

Como se observa, la línea celeste que se encuentra en la parte superior de la Figura 2.7 representa el consumo de combustible promedio por chofer en los “retiros” realizados desde marzo a septiembre del 2018, con una media de 0.20 [gal/km] y una variabilidad del 31%. Mientras que la línea azul representa el consumo de combustible promedio por el mismo chofer en los “viajes” realizados en el mismo periodo, con una media de 0.14 [gal/km] y una variabilidad del 9%. Ver Apéndice 10.

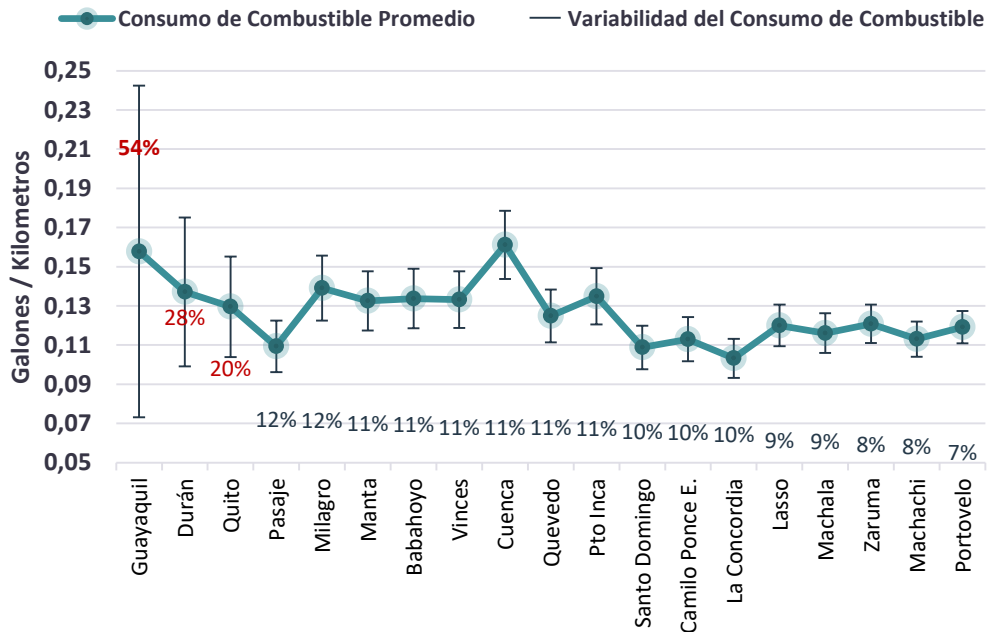
Por lo tanto, se puede concluir que los recorridos tipo “retiros” tienen un mayor consumo de combustible y mayor variabilidad que los recorridos tipo “viajes”, lo mismo que se puede evidenciar en el comportamiento de ambas líneas.

Aunque el consumo en “viajes” tengan un menor consumo y menor variabilidad, se decide estratificar por ciudad destino, para ver el comportamiento del consumo de combustible de acuerdo a los distintos destinos.

➤ ***Combustible consumido en las diferentes ciudades destino.***

Para el análisis del consumo de combustible en viajes, se tomó en cuenta las 19 ciudades mencionadas anteriormente.

En la Figura 2.8 se representa el consumo promedio de combustible [gal/km] por la línea azul y la variabilidad del consumo por la línea vertical negra con su respectivo porcentaje.



**Figura 2.8 Consumo de combustible en principales ciudades**

Se observa que las ciudades con mayor consumo de combustible son: Cuenca con 0.161 [gal/km], esto se debe que para esta ciudad se considera uno de los recorridos más complejos, con mayores pendientes; además de encontrarse el cliente que transporta la carga más pesada. La siguiente ciudad con el consumo de combustible más alto es Guayaquil con 0.157 [gal/km].

Ambas son ciudades con gran movimiento y afluencia de carros, y de acuerdo al estudio de desaceleración y frenadas, el tráfico puede ocasionar un incremento significativo en el consumo de combustible. (Coloma, 2018).

Con respecto a la variabilidad esta se muestra por las líneas negras verticales con su respectivo porcentaje, como se evidencia las tres ciudades con mayor variabilidad en su consumo de combustible son Guayaquil con 54%, Durán 28% y Quito 20%; presentándose otra vez Guayaquil con la mayor variación, más adelante se analizó la causa del

elevado consumo de combustible y la alta variación en esta ciudad. Ver detalle de datos en Apéndice 11.

Como se concluyó, los “retiros” tienen un promedio y variabilidad de consumo de combustible alto, se conoce que todos los movimientos realizados como “retiros” son en la ciudad de Guayaquil ya sea para puerto o patios de contenedores, además los “viajes” en esta ciudad también tienen un consumo de combustible alto y alta variabilidad.

### 2.1.3 Problemas Enfocados

Por lo tanto, con la data medida se llegó a los siguientes problemas enfocados.

- En una muestra de 16 días con 32 cabezales Mack; el “*combustible tanqueado*” es mayor en un 11% al “combustible consumido” con un total de 1966 galones de diferencia, aun cuando estos valores deberían ser aproximadamente iguales.
- El promedio de consumo de combustible en Guayaquil es del 0.16 [gal/km] con una variabilidad del 54%, mientras que la variabilidad en otras ciudades se mantiene entre un 11%.

## 2.2 Etapa Análisis

En esta etapa mediante el uso de ciertas herramientas, se identificó las principales causas que daban pie a la problemática.

Primero se realizó una lluvia de ideas con los trabajadores que son claves en el consumo y control de combustible. La lluvia de ideas se hizo al mismo tiempo para los dos problemas enfocados. Se contó con la participación de:

- Jefe de Logística
- Jefe de Choferes
- Administrador del Taller
- Mecánico
- Grupo de choferes
- Jefe de Taller de MACASA

En el Apéndice 12 se presentan las ideas que se obtuvo a partir de esos diálogos.

Con las ideas obtenidas se reconoció las posibles causas potenciales y se realizó los respectivos diagramas causa-efecto.

Para cada problema enfocado, a partir de las ideas obtenidas se reconoció las posibles causas potenciales, con ellas se realizó el diagrama causa-efecto, el matriz impacto/control; y a través de entrevistas y datos, la validación de las causas con alto impacto y bajo control, para finalmente mediante el uso de la herramienta ¿5 Por qué? obtener las causas raíces a atacar.

### **2.2.1 Combustible Tanqueado difiere del Combustible Consumido**

Para el primer problema enfocado, se identificaron las causas raíces presentadas a continuación en la figura 2.9.



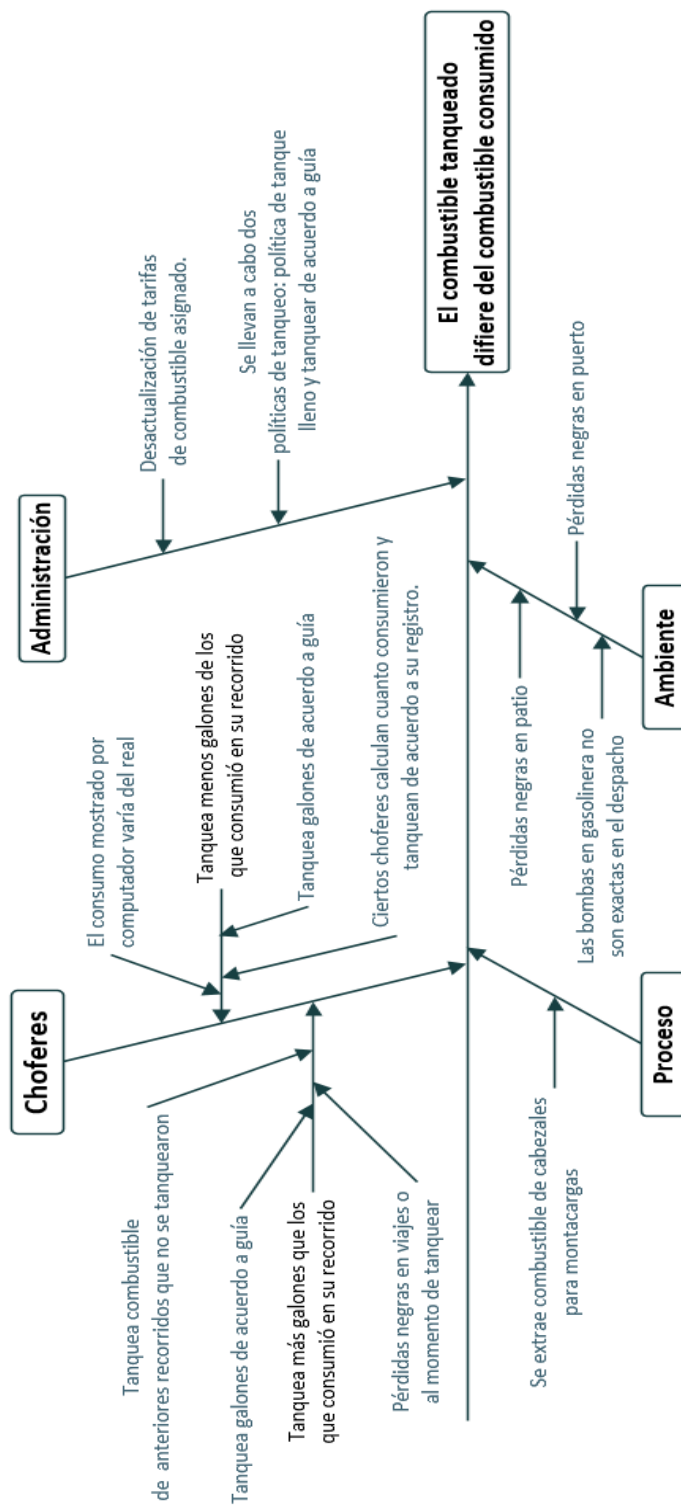


Figura 2.9 Diagrama Causa-Efecto

### **2.2.1.1 Matriz Impacto/Control**

Se enlista a continuación las causas potenciales detalladas en el diagrama:

1. Se tanquea combustible de rutas anteriores que no se han tanqueado.
2. Las bombas de la gasolinera no son excatadas en el momento del despacho.
3. Las tarifas de asignación de combustible están por ciudad destino.
4. Se llevan a cabo dos políticas de tanqueo: Tanque lleno y Asignación de guía.
5. El consumo de combustible leído por el computador varía del consumo real.
6. Robos en los viajes, al momento de tanquear en la gasolinera.
7. Algunos choferes calculan cuánto consumen en su viaje, y tanquean según su cálculo.
8. Se extrae combustible de los cabezales para los montacargas.
9. Robos en el patio.
10. Robos en el puerto.

Con ellas se realizó una matriz de impacto/ control (Figura 2.10), en la cual se ubica las causas de acuerdo al impacto que tienen sobre el problema y el esfuerzo que se requiere para controlarlas. La tabla de ponderación se encuentra en Apéndice 13. Dicha ponderación se cuantificó de acuerdo a la importancia que daba cada entrevistado a las diferentes causas potenciales.

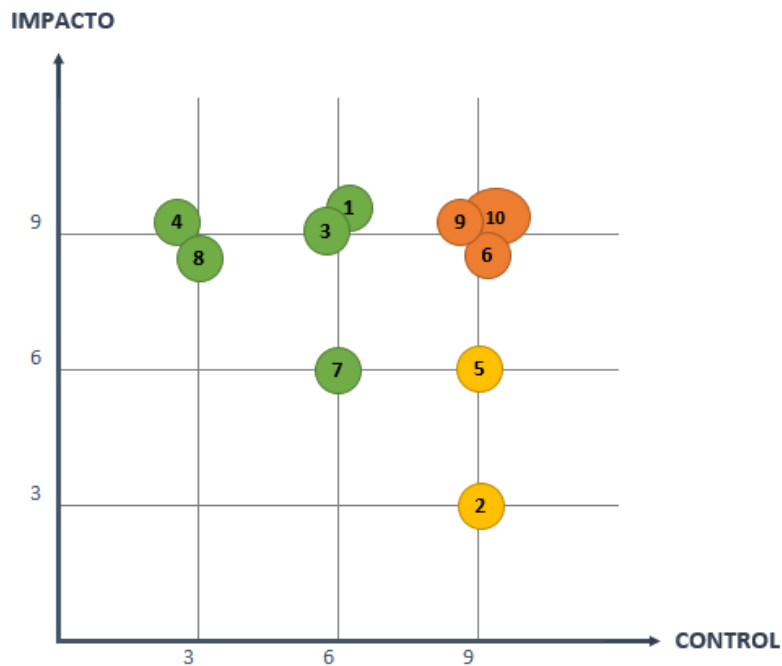


Figura 2.10 Impacto/Control de causas potenciales

### 2.2.1.2 Validación de Causas Potenciales

De las tres causas potenciales con alto, medio impacto y medio control se hizo un plan de validación (Apéndice 14.A), para posteriormente identificar causas raíces.

➤ **Tarifa de combustible asignado esta por ciudad destino.**

Entrevista a Logística: “La estimación de combustible esta por ciudad destino, no se tiene por cada planta, ya que son muchos clientes y no se tiene la distancia exacta a cada una porque Google Maps solo me estima los kilómetros hasta las vías principales. En Apéndice 5 se muestra las tarifas de combustible por ciudad”.

➤ **Se llevan a cabo dos políticas de tanqueo.**

En la figura 2.11 se puede evidenciar que se llevaban a cabo dos políticas de tanqueo; en una muestra de 16 días, el 5% de las veces el valor tanqueado es igual a la tarifa asignada en guía, solo el 10% de veces el valor tanqueado es igual al valor consumido por el cabezal mientras que el 85% de veces el combustible tanqueado difiere del consumido y tampoco es igual al combustible asignado en la guía.

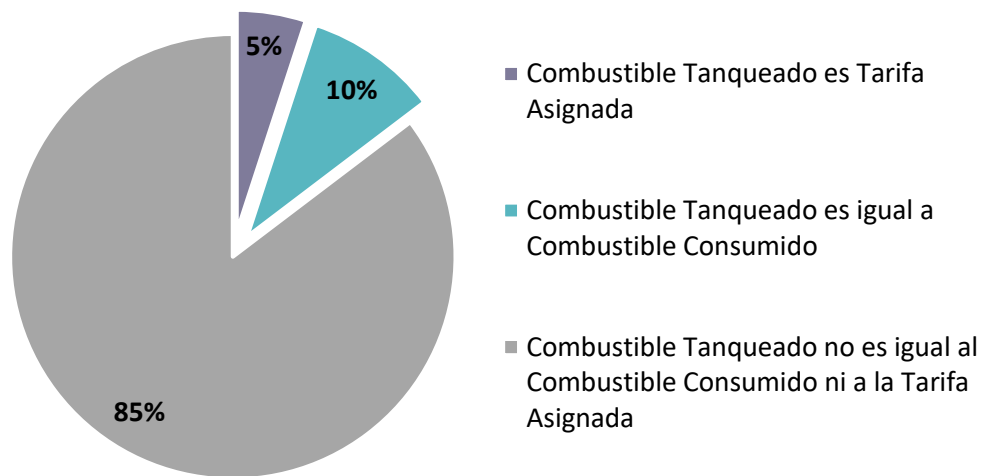


Figura 2.11. Evidencia que se llevan a cabo dos políticas de tanqueo.

➤ **Se extrae combustible de los cabezales para los montacargas.**

Entrevista a Jefe de Taller: *“No se tiene el permiso para almacenar Diesel, se necesita combustible para los montacargas y estos no pueden salir a tanquear”.*

El montacargas grande consume 25 galones cada 4 días y tiene una capacidad de 30 galones; mientras que el montacargas pequeño consumo aproximadamente 8 galones cada 3 días y tiene una capacidad de 15 galones.

Por lo tanto, en la muestra de 16 días solo 140 galones aproximadamente son justificables dentro de la brecha existente de 1996 galones.

- **Ciertos choferes calculan cuanto consumieron y tanquean de acuerdo a su registro.**

Entrevista a chofer: “Yo prefiero registrar con cuantos kilómetros y galones salgo a mi viaje y con cuanto retorno, de esta manera yo tanqueo exacto lo que consumo; así tengo como respaldarme si existe un desfase en el tanque de combustible cuando otro chofer utiliza el cabezal u operaciones hace algún control. Aproximadamente 5 choferes trabajan de esta manera”.

- **Choferes tanquean combustible de anteriores recorridos que no se tanquearon.**

En la Figura 2.12 se muestra que el 64% de veces que cuando se hizo un recorrido se tanqueo combustible antes de retornar el patio, mientras que el 36% de veces no se tanqueo combustible al retornar del recorrido, por ende, este combustible consumido en el cabezal tuvo que ser tanqueado en un próximo viaje.

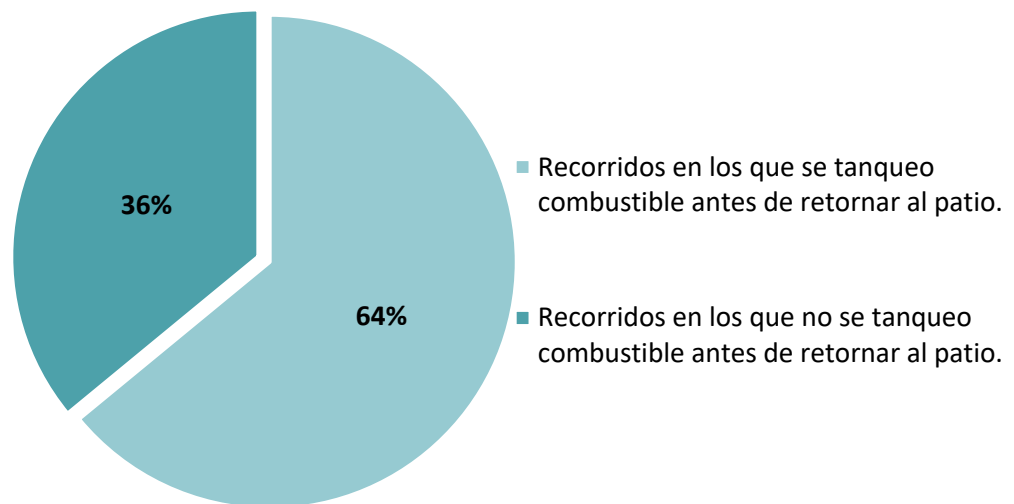


Figura 2.12. Combustible tanqueado vs. no tanqueado en su recorrido

### **2.2.1.3 Causas raíces**

En el Apéndice 17 se muestra la herramienta 5W1H utilizada para identificar las causas raíces que se muestran a continuación:

- a) Robo.
- b) Combustible consumido en “Retiros” no se tanquea.
- c) Se llevan a cabo dos políticas diferentes de tanqueo.
- d) No se almacena combustible para montacargas.
- e) Tarifas de consumo de combustible no están actualizadas.

Estas causas raíces son las que en la siguiente etapa se propusieron soluciones para mitigarlas.

### **2.2.2 Alta variabilidad en el consumo de combustible**

Para el segundo problema enfocado, se identificaron las causas raíces presentadas a continuación en la figura 2.13.

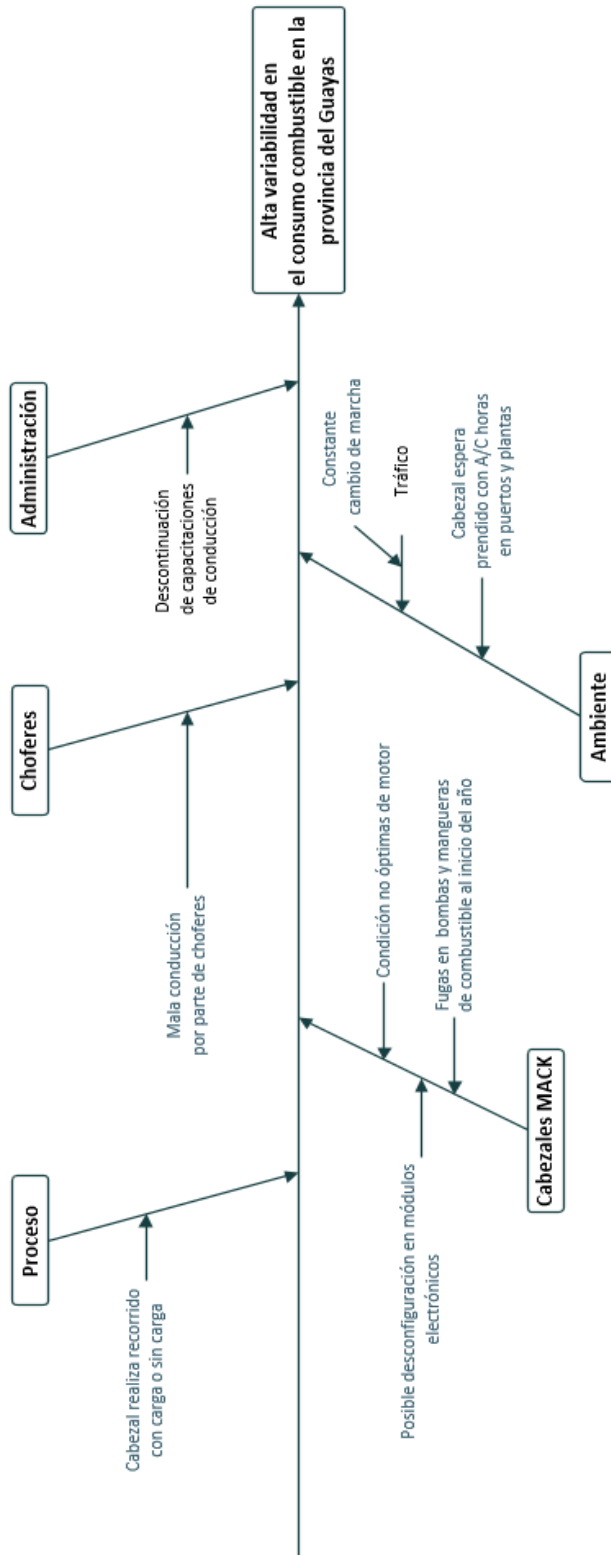


Figura 2.13 Diagrama Causa-Efecto

### 2.2.2.1 Matriz Impacto/Control

Se enlista a continuación las causas potenciales detalladas en el diagrama:

1. Fugas en bombas y mangueras de combustible a mediados del año en los cabezales.
2. Cabezales hacen viajes dentro de la ciudad con carga o sin carga.
3. Mala conducción por parte de los choferes.
4. Desconfiguración en los módulos electrónicos del cabezal.
5. Constante cambio de marcha por parte de los choferes.
6. Condiciones no óptimas del motor.
7. Cabezales esperan horas con el A/C prendido en puertos y patios.

Con ellas se realizó una matriz de impacto/ control (Figura 2.14), en la cual se ubica las causas de acuerdo al impacto que tienen sobre el problema y el esfuerzo que se requiere para controlarlas. La Tabla de ponderación se encuentra en Apéndice 13. Dicha ponderación se cuantificó de acuerdo a la importancia que daba cada entrevistado a las diferentes causas potenciales.

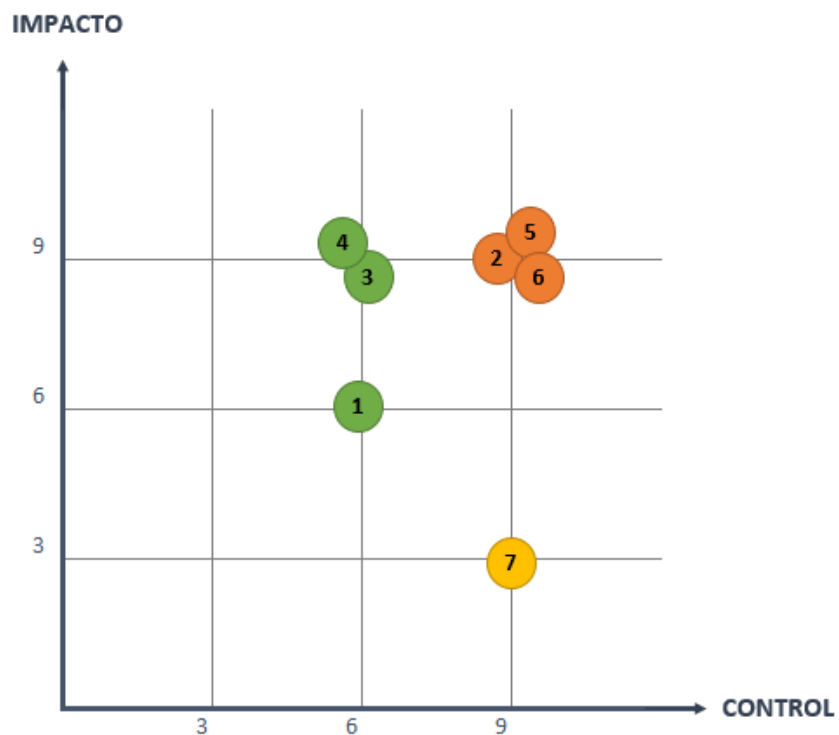


Figura 2.14. Impacto/ Control de causas potenciales



### **2.2.2.2 Validación de Causas Potenciales**

De las tres causas potenciales con alto, medio impacto y medio control se hizo un plan de validación (Apéndice 14.B), para posteriormente identificar causas raíces.

➤ ***Fugas en bombas y mangueras de combustible a mediados del año.***

Entrevista a Jefe de Taller: *“A inicio del año se presentaron fugas de combustibles en bombas y mangueras de algunos cabezales, teóricamente fueron corregidas y actualmente ya no se debe estar presentando este problema”.*

➤ ***Mala conducción por parte de los choferes.***

Entrevista a Jefe de Choferes: *“Yo fui chofer por varios años y conozco ambos lados, el de la carretera y el administrativo, y por experiencia puedo decir que los choferes saben cómo ahorrar combustible y como consumir más, ellos simplemente queman más combustible porque de esta manera pueden sacar provecho de ello”.*

En el Apéndice 15 se puede observar el consumo promedio de combustible la variabilidad del mismo por chofer.

Como resumen de los choferes que tienen mayor variabilidad se presenta un histograma (Figura 2.15) con el número de choferes por cada rango de variabilidad, es decir: entre un rango de variabilidad aceptable menor al 40% están 24 choferes, y con una variabilidad mayor al 40% hay 13 choferes.

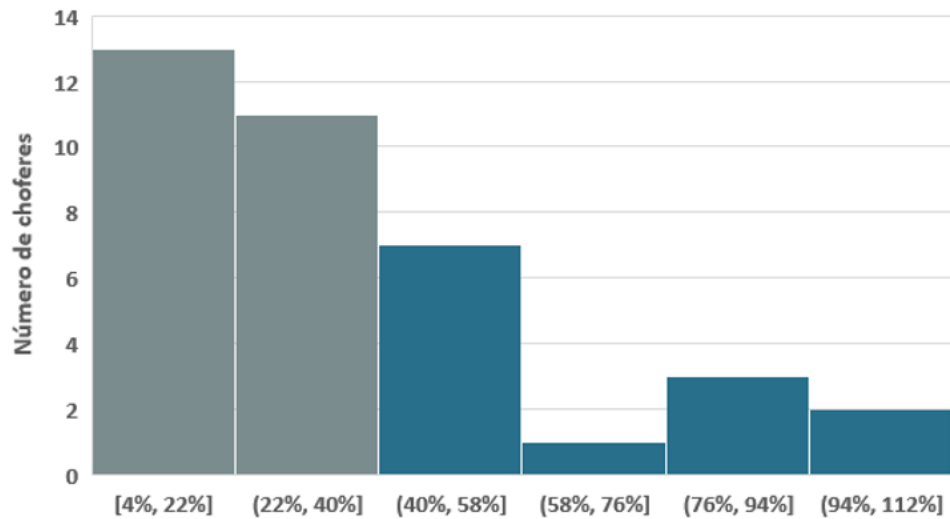


Figura 2.15. Número de choferes por rango de variabilidad

➤ **Possible desconfiguración en módulos electrónicos de cabezales**

Entrevista a MACASA: *“Hace par de años la empresa realizaba un mantenimiento integral con nosotros; en el cual se revisaba el rendimiento de los Mack en el consumo de combustible, en ese tiempo mantenían un promedio de 45 lt/100km (0.12gal/km). El rendimiento de fábrica de los cabezales que tiene la empresa debe estar entre 39lt/100km a 50lt/100km (0.10 a 0.13 gal/km), si el consumo sale de este rango algo está pasando. Y existen estas posibilidades: Hay fallas de lectura de consumo de combustible por parámetros movidos en módulos electrónicos, el parámetro de entrega de combustible en el módulo de inyectores esta movido y entra demasiado combustible a la cámara o el motor está quemando demasiado combustible y no se han dado cuenta. Lo ideal en este caso para verificar por que el consumo se dispara, es resetear y calibrar parámetros de motor y de inyección; ya que los cabezales Mack no deberían consumir fuera de este rango”.*

En el Apéndice 16 se puede visualizar algunos consumos elevados de combustible de la muestra tomada. De marzo a septiembre de los recorridos realizados en Guayaquil, existe alrededor de un 61% de consumos registrados que se encuentran fuera de rango estimado por el fabricante.

### **2.2.2.3 Causas raíces**

En el Apéndice 17 se muestra la herramienta 5W1H utilizada para identificar las causas raíces que se muestran a continuación:

- a) Reducción de presupuesto de mantenimiento.
- b) Posible desconfiguración de módulos electrónicos.
- c) Sobreutilización de cabezales.
- d) Mala comunicación entre Operaciones, Taller mecánico y Choferes para el reporte de daños y nivel de combustible en cabezales.
- e) Desmotivación laboral en los choferes.
- f) El chofer no opera en el número de revoluciones en que el motor Mack tiene su mayor rendimiento.
- g) Robo.

Estas causas raíces son las que en la siguiente etapa se propusieron soluciones para mitigarlas.

## 2.3 Etapa Implementación

### 2.3.1 Soluciones Propuestas

Una vez identificadas las causas raíces, se realizó una lluvia de ideas para las posibles soluciones. Figura 2.16.

1. Procedimiento para reporte de daños de cabezales.
2. Política y procedimiento para tanqueo de combustible en montacargas.
3. Política para tanqueo de combustible consumido en "Retiros".
4. Planificación de paras programadas para revisiones básicas de cabezales.
5. Verificación y calibración de parámetros en módulos electrónicos de cabezales en concesionaria.
6. Mecanismo de seguridad para controlar la apertura del tanque de combustible.
7. Estimación de consumo de combustible a los distintos destinos.
8. Capacitaciones de conducción en cabezales Mack.
9. Plan de incentivos para los choferes.
10. Política de tanqueo de combustible en cabezales.
11. Control del consumo de combustible.
12. Establecer método para el control de combustible tanqueado.
13. Alineación de metas y objetivos entre Operaciones y Taller.
14. Procedimiento para actualización de tarifas.

**Figura 2.16.Lluvia de ideas para propuestas de mejora**

En la siguiente Tabla 2.1 se muestra una matriz en la cual se vincula cada idea o propuesta generada, a una causa raíz, ya sea porque la elimina o la mitiga.



Las soluciones propuestas se evaluaron en una matriz de impacto/ esfuerzo (Figura 2.17); de acuerdo al número de causas raíces que atacan, el impacto directo al problema y el esfuerzo de implementarlas considerando la realidad actual de la empresa. Dichas ponderaciones se muestran en el Apéndice 18.

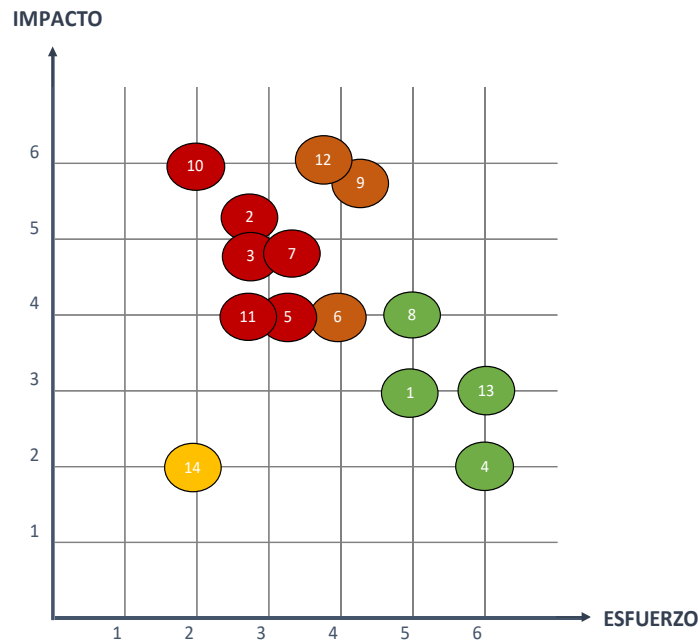


Figura 2.17 Matriz Impacto/ Esfuerzo de propuestas de soluciones

1. Procedimiento para reporte de daños en cabezales.
2. Política y procedimiento para tanqueo de combustible en montacargas.
3. Política para tanqueo de combustible consumido en "Retiros".
4. Planificación de paras programadas para revisiones básicas de cabezales.
5. Verificación y calibración de parámetros en módulos electrónicos de cabezales en concesionaria.
6. Prototipo de alerta para apertura del tanque de combustible.
7. Estimación de consumo de combustible a los distintos destinos.
8. Capacitaciones de conducción en cabezales Mack.
9. Plan de incentivos para los choferes.
10. Política de tanqueo de combustible.
11. Control del consumo de combustible.
12. Establecer método para el control de combustible tanqueado.
13. Alineación de metas y objetivos entre Operaciones y Taller.

#### *14. Procedimiento para actualización de tarifas*

Las soluciones propuestas que se implementaron fueron las que tuvieron un alto impacto, bajo y medio esfuerzo (propuestas que están de rojo y naranja en Figura 2.17)

#### **2.3.2 Soluciones Implementadas**

La implementación de soluciones fue dividida en dos etapas de mejora:

**Etapas 1:** Reducir la brecha existente entre “combustible tanqueado” y “combustible consumido”.

**Etapas 2:** Lograr que el “combustible consumido” tenga un comportamiento muy cercano al definido como estándar; garantizando un consumo de combustible eficiente en la empresa.

Debido al tiempo disponible para la implementación, las soluciones de la primera etapa fueron implementadas en su totalidad, mientras que las soluciones de la segunda etapa fueron entregadas como propuestas a implementarse luego del alcanzar y mantener el primer objetivo al menos 3 meses.

El plan de cada etapa de mejora se presenta en el Apéndice 19.

El Gantt detallando la planificación de las actividades a implementar se muestra en el Apéndice 20.

A continuación, se detalla el objetivo, el impacto y la implementación de cada solución.

#### ➤ ***Primera Etapa de Mejora***

##### ***2.3.2.1 Política de tanqueo de combustible en cabezales.***

###### **Objetivo:**

- Establecer una única forma para el llenado de combustible en los tanques de los cabezales de la flota propia.
- Controlar el combustible consumido y tanqueo en los “Retiros”.

### **Impacto en causas raíces:**

- Se elimina justificación para tanquear combustible acumulado por recorridos anteriores, por lo tanto, se mitiga la posibilidad de robo en estas situaciones.
- Se elimina la confusión de trabajar con dos políticas que se contradicen.
- Se elimina justificación para tanquear combustible acumulado por "Retiros" no tanqueados, por lo tanto, se mitiga la posibilidad de robo en estas situaciones.
- Define responsabilidades y tareas, de tal manera que se elimina la incertidumbre de quien conoce o no el estado de los cabezales.

### **Implementación:**

- a) Se definió dos políticas para el tanqueo de combustible, para los recorridos realizados como "viajes" y recorridos realizados como "retiros".
- b) El responsable de velar porque se cumpla la política será el Jefe de Choferes y Administrador de Taller.
- c) La política fue aprobada mediante firma por Gerente de Operaciones y Gerente General el viernes 18 de enero.
- d) La política fue sociabilizada con choferes en varios grupos durante el 22 al 25 de enero, además se comunicó vía mensaje en un grupo de chat de choferes y se la colocó visiblemente en la ventanilla de operaciones donde se entregan las guías para los recorridos.

A continuación, se presenta la evidencia de la política firmada y difundida:



**POLÍTICA PARA TANQUEO DE COMBUSTIBLE EN CABEZALES**

Esta política está en concordancia con la Misión, Visión y la Política Integrada del Sistema de Gestión de la compañía de *optimizar el consumo de recursos naturales*; en nuestras actividades, procesos y servicios; por lo tanto, su cumplimiento es obligatorio en las áreas involucradas.

**Objetivo:** Establecer una única forma para el llenado de combustible en los tanques de los cabezales de la flota propia.

**Áreas/ Personas Involucradas:** Gasolinera, Choferes, Departamento de Operaciones. El tanqueo de combustible se lo debe realizar en las sucursales de la gasolinera Mobil.

**1. Del Tanqueo de Combustible Consumido en Viajes:**

- El Chofer es el responsable del llenado de combustible de la unidad, y debe hacerlo cada vez que retorne de un viaje, antes de ingresar al patio.
- El cabezal debe ser tanqueado "a Full", de modo que retorne al patio con el tanque lleno de combustible para el próximo viaje.
- En la gasolinera, al momento de abrir la facturación el Chofer debe dar el "número de guía" correspondiente al viaje que está tanqueando.
- Una vez que la unidad ingrese al patio, el Chofer debe entregar la factura de la gasolinera al Departamento de Operaciones.
- Departamento de Operaciones debe verificar que la factura entregada posea el "número de guía".

**2. Del Tanqueo de Combustible Consumido en "Retiros":**

- El cabezal que realiza el último "retiro" del día, antes de retornar al patio deberá tanquear acumulado el combustible consumido en los "retiros" anteriores.
- En la gasolinera, al momento de abrir la facturación el Chofer debe dar el "número de guía" con la cual salió a tanquear.
- Una vez que la unidad ingrese al patio, el Chofer debe entregar la factura de la gasolinera al Departamento de Operaciones.
- Departamento de Operaciones debe verificar que la factura entregada posea el "número de guía".



Gerente General



Gerente de Operaciones

**3. Del Tanqueo de Combustible Consumido en "Movimientos Vacíos":**

- El chofer que realice el último recorrido de "vacío" será el responsable de venir tanqueando el cabezal a full antes de ingresar al patio.

**4. Del Control:**

- Cabe recalcar que el tanque de combustible solo puede ser abierto única y exclusivamente en la gasolinera, no existe motivo alguno para abrirlo fuera de ella. Si esto llegase a ocurrir, el chofer vinculado a ese recorrido deberá rendir explicaciones de ello y la empresa goza de total autoridad para tomar las medidas que considere correspondiente según sea el caso.
- Se realizarán controles y muestreos aleatorios. Todo desfase encontrado entre el combustible consumido y facturado será considerado como falta grave, y la empresa goza de total autoridad para sancionar según el reglamento.
- Aquellos choferes que demuestren buenos hábitos de conducción y sean parte del ahorro de combustible de la empresa, al cabo de un periodo serán recompensados por su buen trabajo.



Gerente General



Gerente de Operaciones

### **2.3.2.2 Política y procedimiento para tanqueo de combustible en montacargas.**

#### **Objetivo:**

- Regular y definir la actividad del llenado de tanque de combustible de los montacargas en el patio de la Operadora Logística.

#### **Impacto en causas raíces:**

- Se elimina desfase en los tanques creado al extraer combustible de cualquier unidad.
- Se elimina justificación para tanquear más combustible por desfase en el tanque, mitigando la posibilidad de robo en esta situación.
- Se elimina la justificación para abrir y extraer combustible de los cabezales en el patio, se mitiga la posibilidad de robo.

#### **Implementación:**

- a) La política y el procedimiento se definió en conjunto con el Administrador del Taller, quien es el responsable de ver que se cumplan.
- b) Se solicitó un “Chip de montacargas” a la gasolinera mediante Administrador de Taller.
- c) Además, se colocó un candado al tanque de combustible del montacargas, para que exista un bloqueo de extraer combustible del mismo.
- d) Para el seguimiento de la política/ procedimiento y el control del consumo combustible se dejó establecido un “registro de combustible para montacargas” que deberá ser llenado por el Administrador del Taller.
- e) La política y procedimiento fueron aprobados mediante firma por Gerente de Operaciones y Gerente General el viernes 18 de enero.
- f) La política fue sociabilizada con el operador de montacargas de turno el lunes 21 de enero.

A continuación, se presenta evidencia del procedimiento levantado, y la política establecida:



### POLÍTICA PARA TANQUEO DE COMBUSTIBLE DE MONTACARGAS

Esta política está en concordancia con la Misión, Visión y la Política Integrada del Sistema de Gestión de la empresa de *optimizar el consumo de recursos naturales* en nuestras actividades, procesos y servicios; por lo tanto, su cumplimiento es obligatorio en las áreas involucradas.

**Objetivo:** Regular y definir la actividad del llenado del tanque de combustible de los montacargas.

**Áreas/ Personas Involucradas:** Administrador del Taller Mecánico, Operador de Montacargas.

#### 1. Del Tanqueo de los Montacargas:

- El llenado de combustible en los montacargas se lo debe realizar en el patio de [ ] Los días destinados para esta actividad son los lunes y jueves.
- El diesel solo debe ser extraído de un cabezal modelo Freightliner que se encuentre disponible en el patio.
- El responsable de realizar la operación debe ser el operador del montacargas, quien debe solicitar la llave del candado para abrir el tanque en el Taller Mecánico.
- La cantidad de combustible y el número del cabezal del cual se extrajo, debe ser notificado al Administrador del taller mecánico para llenar "Registro de combustible para Montacargas".
- El cabezal del cual se extrajo combustible deberá ser enviado a tanquear inmediatamente, con facturación de "Montacargas".

#### 2. Condiciones:

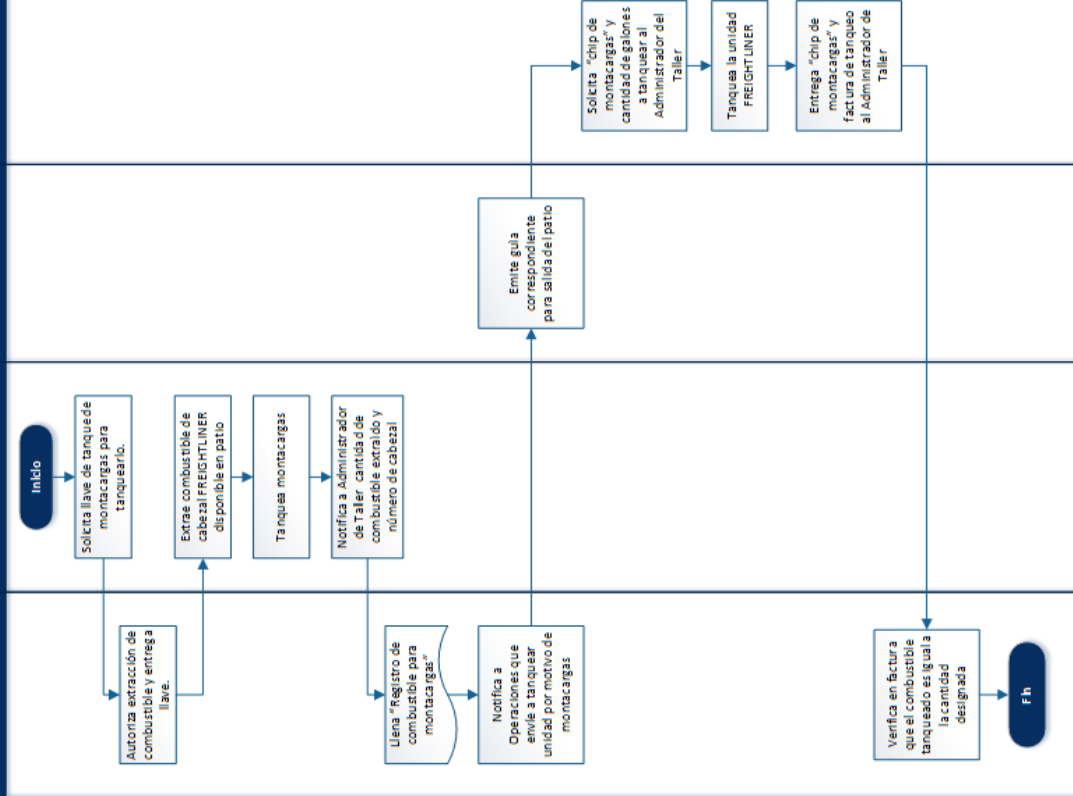
- Se debe cumplir "Procedimiento para tanqueo de combustible en montacargas"
- Ningún valor facturado con el "chip de montacargas" debe sobrepasar la capacidad de galones que tienen los tanques de combustible de los montacargas.

*[Signature]*  
Gerente General

*[Signature]*  
Coordinador Operaciones

### PROCEDIMIENTO PARA TANQUEO DE COMBUSTIBLE EN MONTACARGAS

Administrador de Taller Mecánico | Departamento de Operaciones | Operador de Montacargas | Chofer



### **2.3.2.3 Estimación de consumo de combustible para los distintos destinos.**

#### **Objetivo:**

- Tener una estimación más aproximada al consumo real de combustible de los principales destinos.
- Proporcionar una herramienta para el control interno del consumo de combustible.

#### **Impacto en causas raíces:**

- Elimina la incertidumbre entre lo que realmente se consume y lo que se tanquea.
- Elimina la justificación de los choferes de tanquear más combustible porque la estimación de consumo no es real.

#### **Implementación:**

- Se estimó el consumo de combustible a las distintas plantas, puertos y patios, estableciéndolas en una tabla de “Tarifas de consumo de combustible”.
- Se estimó un rango de consumo de combustible por ciudad, actualizando las tarifas existentes por ciudad.
- Las distancias mostradas en kilómetros fueron consideradas del total del recorrido, es decir: Empresa – Destino – Empresa.

#### **Para la actualización de tarifas de consumo de combustible por ciudad:**

- a) En el alcance del proyecto se identificó las 19 principales ciudades destino que representan el 85% de los viajes realizados; las cuales representan el 30% del total de ciudades. Ver Apéndice 2.
- b) De estas ciudades, se calculó la distancia promedio histórica y el rendimiento promedio histórico, además la desviación del rendimiento para estimar un más/ menos de consumo, ya que al tener un rango de consumo se considera la variabilidad de distancia recorrida y peso transportado que dependen del cliente. Dichas tarifas se muestran en la tabla 2.2.

Tabla 2.2. Tarifas actualizadas de consumo de combustible por “Ciudad”.

Ciudad	Distancia histórica promedio (km)	Rendimiento promedio (gal/km)	Desviación del rendimiento gal/km	Galones de combustible promedio	± Galones	Galones de combustible máximos
Babahoyo	262	0,13	0,02	<b>36</b>	4	<b>40</b>
Camilo Ponce	386	0,11	0,01	<b>44</b>	5	<b>49</b>
Chanduy	295	0,12	0,01	<b>36</b>	5	<b>41</b>
Cuenca	528	0,16	0,02	<b>86</b>	8	<b>94</b>
Durán	134	0,14	0,04	<b>19</b>	6	<b>25</b>
El carmen	691	0,12	0,01	<b>84</b>	9	<b>93</b>
El Quinche	962	0,11	0,01	<b>106</b>	8	<b>114</b>
El triunfo	221	0,14	0,02	<b>32</b>	4	<b>36</b>
Esmeraldas	956	0,12	0,02	<b>111</b>	16	<b>127</b>
Guayaquil	66	0,16	0,04	<b>11</b>	3	<b>14</b>
Huaquillas	584	0,12	0,01	<b>69</b>	6	<b>75</b>
La Concordia	711	0,10	0,01	<b>74</b>	7	<b>81</b>
Lasso	904	0,12	0,01	<b>108</b>	10	<b>118</b>
Machachi	819	0,11	0,01	<b>93</b>	8	<b>101</b>
Machala	450	0,12	0,01	<b>53</b>	5	<b>58</b>
Manta	409	0,13	0,01	<b>54</b>	6	<b>60</b>
Milagro	216	0,14	0,02	<b>30</b>	4	<b>34</b>
Naranjito	266	0,14	0,02	<b>37</b>	4	<b>41</b>
Pasaje	461	0,11	0,01	<b>50</b>	6	<b>56</b>
Patricia Pilar	499	0,12	0,01	<b>62</b>	6	<b>68</b>
Portovelo	652	0,12	0,01	<b>78</b>	6	<b>84</b>
Puerto Inca	267	0,14	0,02	<b>37</b>	5	<b>42</b>
Quevedo	430	0,13	0,01	<b>54</b>	7	<b>61</b>
Quinsaloma	395	0,12	0,01	<b>48</b>	4	<b>52</b>
Quito	900	0,13	0,02	<b>115</b>	16	<b>131</b>
Riobamba	558	0,14	0,02	<b>78</b>	13	<b>91</b>
Santo Domingo	620	0,11	0,01	<b>67</b>	7	<b>74</b>
Vinces	250	0,13	0,01	<b>34</b>	4	<b>38</b>
Zaruma	645	0,12	0,01	<b>79</b>	7	<b>86</b>

Para la estimación de consumo de combustible por plantas:

- a) Se realizó un Pareto para identificar las plantas que representan el 75% de los viajes realizados, dando un total de 57 representando el 10% del total de las plantas. Ver Apéndice 21.
- b) De estas plantas, se calculó la distancia promedio histórica y el rendimiento promedio histórico, para ello se consideró el 50% de los datos concentrados entre el primer y tercer cuartil, ya que, aunque al tratarse a la misma planta existía variación en los kilómetros recorridos al mismo destino. Dichas tarifas se muestran en la tabla 2.3.

**Tabla 2.3 Tarifas de consumo de combustible por "Planta"**

<b>Ciudad</b>	<b>Planta destino</b>	<b>Distancia histórica promedio (km)</b>	<b>Rendimiento promedio (gal/ km )</b>	<b>Galones de combustible promedio</b>
Babahoyo	TROPICAL-FINCA ISABEL 2	267	0,14	<b>37</b>
	TROPICAL-FINCA ISABEL 1	267	0,14	<b>36</b>
	TROPICAL-FINCA CAROLINA	272	0,13	<b>36</b>
Camilo Ponce E.	AGRIPLAZA	377	0,12	<b>44</b>
	SOMILOR	390	0,11	<b>45</b>
	EXYCOMINSUR	389	0,11	<b>43</b>
	GRUMINTOR	389	0,11	<b>43</b>
Chanduy	PROMAROSA	292	0,12	<b>36</b>
Cuenca	PLASTICOS RIVAL	523	0,16	<b>86</b>
	PLASTICOS RIVAL CAÑAR	535	0,16	<b>87</b>
Durán	REFRISTORE	136	0,15	<b>20</b>
	OMARSA	138	0,14	<b>19</b>
El Carmen	DUREXPORTA	700	0,12	<b>85</b>
	MERCAGO	684	0,12	<b>81</b>
El Quinche	FLOREQUISA	1007	0,11	<b>111</b>
	FRESH LOGISTICS	924	0,11	<b>100</b>
Esmeraldas	VICHE	870	0,10	<b>90</b>
Huaquillas	PCC CONGELADOS Y FRESCOS	584	0,12	<b>70</b>
La Concordia	INCOPALMITO	708	0,10	<b>74</b>
Lasso	PROVEFRUT	905	0,12	<b>110</b>
Machachi	ECOFROZ	816	0,11	<b>93</b>

Machala	HCDA. CELIA MARIA	445	0,12	<b>52</b>
	EMINZA	457	0,11	<b>50</b>
Manta	STROKEN S.A.	398	0,15	<b>60</b>
	PROPEMAR	398	0,14	<b>58</b>
	PESPESCA	394	0,14	<b>55</b>
	LA FABRIL - Envasado	403	0,13	<b>54</b>
	TRANSMARINA	415	0,13	<b>55</b>
	ASISERVY	389	0,13	<b>51</b>
	INDUSTRIAS ALES	411	0,13	<b>54</b>
	TECOPESCA	413	0,13	<b>54</b>
	ALES	420	0,13	<b>54</b>
	TUNIDOS DEL PACIFICO	423	0,13	<b>54</b>
	LA FABRIL - Principal	400	0,13	<b>51</b>
	PRODUPES	401	0,13	<b>51</b>
	EUROFISH	421	0,13	<b>54</b>
	SEAFMAN	426	0,13	<b>54</b>
EL CAFE	406	0,12	<b>48</b>	
Milagro	TROPICAL-FINCA SAN NICOLAS	262	0,14	<b>37</b>
	TROPICAL-FINCA LUZ MARINA	233	0,14	<b>32</b>
	CECAO	169	0,13	<b>22</b>
Naranjito	TROPICAL-FINCA LAS GARZAS	280	0,13	<b>37</b>
PASAJE	DIANA FOOD ECUADOR	463	0,11	<b>50</b>
Patricia Pilar	AGZULASA-LAGUNA	511	0,12	<b>63</b>
Portovelo	MINERA SAN JOSE	657	0,12	<b>78</b>
Quevedo	TROPIFRUTAS - VIA BABAHOYO	415	0,13	<b>52</b>
	AGZULASA-GUAYABO 1	418	0,12	<b>52</b>
Quinsaloma	RISTOKCACAO	393	0,12	<b>48</b>
Quito	KYPROSS (QUITO)	892	0,14	<b>127</b>
	TABACARCEN	926	0,11	<b>104</b>
Riobamba	UNION CEMENTERA NACIONAL	546	0,14	<b>76</b>
Santo Domingo	FLP	629	0,11	<b>70</b>
Vinces	QUICORNAC	237	0,13	<b>31</b>
Zaruma	GOLDMINS S.A	648	0,12	<b>81</b>

Para la estimación de consumo de combustible por patios/puertos:

- a) Se calculó la distancia a cada patio y/ puerto, y con un rendimiento promedio dentro de la ciudad de Guayaquil de 0,14 gal/km se obtuvo la estimación de consumo. Dichas tarifas se muestran en la tabla 2.4.

**Tabla 2.4 Tarifas de consumo de combustible por "Pacios/Puertos"**

<b>Patio / Destino</b>	<b>Distancia de recorrido ( km)</b>	<b>Rendimiento promedio [gal/km]</b>	<b>Galones de combustible</b>
TIMSA	65,90	0,14	<b>10</b>
OPACIF 2	61,3	0,14	<b>9</b>
ZAL	60,97	0,14	<b>9</b>
CONTECON (DEPOT)	60,8	0,14	<b>9</b>
MULTIMODAL	60,5	0,14	<b>9</b>
TASESA 2	60,0	0,14	<b>9</b>
CONTENEC	59,5	0,14	<b>9</b>
FARBEM SUR	58,3	0,14	<b>9</b>
DEPOSITO FERTISA	57,9	0,14	<b>9</b>
OPACIFIC REEFER	57,7	0,14	<b>9</b>
ARETINA SUR	56,0	0,14	<b>8</b>
OPACIFIC SECOS	55,7	0,14	<b>8</b>
TASESA 1	54,7	0,14	<b>8</b>
INARPI REEFER	48,4	0,14	<b>7</b>
BANANAPUERTO	47,1	0,14	<b>7</b>
GERECONT	24,9	0,14	<b>4</b>
FARBEM NORTE	14,9	0,14	<b>3</b>
MULTICONTI	14,5	0,14	<b>3</b>
NAVESUR	14,5	0,14	<b>3</b>
RFS S.A.	14,4	0,14	<b>3</b>
REVISION ATM	11,0	0,14	<b>2</b>
REPCONTVER	6,4	0,14	<b>1</b>
TEDEPOSA	5,94	0,14	<b>1</b>
TERCON 2	5,76	0,14	<b>1</b>
R9 DOLE	5,6	0,14	<b>1</b>
CITIKOLD	4,6	0,14	<b>1</b>
ARETINA NORTE	3,4	0,14	<b>1</b>
DEPCONSA 2	3,3	0,14	<b>1</b>
FARBEM SHOP	3,1	0,14	<b>1</b>
TASESA NORTE	0,9	0,14	<b>1</b>
DEPCONSA	0,1	0,14	<b>1</b>



### 2.3.3 Método para el control de combustible tanqueado.

#### Objetivo:

- Vincular combustible tanqueado a combustible consumido por cabezal.
- Controlar combustible facturado.

#### Impacto en causas raíces:

- Se mitiga que los choferes tanqueen de acuerdo a su criterio o de acuerdo a la política que les conviene.
- Se mitiga la posibilidad de robo al momento de tanquear combustible en la Gasolinera.

#### Implementación:

- Se estableció un método, en el que se vincule el combustible tanqueado al combustible consumido por cabezal y por viaje realizado, se trabajó en conjunto con el departamento de tecnología para desarrollar en el software que actualmente maneja la empresa una nueva pantalla en el que se presente un “Reporte de Combustible”. En la cual se enlace mediante el “número de guía” la información acerca el kilometraje recorrido y el “combustible consumido” del viaje al valor de “combustible tanqueado”.
- A partir de la información generada en el reporte, se creó el indicador “*combustible tanqueado vs. combustible consumido*”, medido por cabezal:

(2.1)

$$= \frac{\sum \text{combustible tanqueado en el periodo } T - \sum \text{combustible consumido en el periodo } T}{\sum \text{combustible consumido en el periodo } T} * 100\%$$

Donde el indicador debería acercarse a cero.

- La persona responsable de monitorear el combustible mediante este reporte y calcular el indicador será el administrador del taller, quién deberá calcular el mismo cada 15 días.

En la tabla 2.5 se muestra las variables y la base de datos del cual se toma la información para generar el “reporte de combustible”.

Tabla 2.5. Entrada de Información para "Reporte"

	<b>Base de datos de Gasolinera</b>
	<b>Base de datos de guías generadas</b>
	<b>Base de datos de tarifas de consumo de combustible</b>
<b>Guía</b>	"Numero de Guía" registrada en factura
<b>Chofer</b>	Buscar " <b>Numero de Guía</b> " en <i>base de datos de guías generadas</i> y asignar nombre de chofer correspondiente
<b>Cabezal</b>	Cabezal registrado en factura
<b>Combustible Tanqueado</b>	Galones tanqueados registrados en factura
<b>Combustible Consumido en recorrido</b>	Buscar " <b>Numero de Guía</b> " en <i>base de datos de guías generadas</i> y asignar Combustible consumido en el viaje. (Combustible final - Combustible inicial)
<b>Kilómetros recorridos</b>	Buscar " <b>Numero de Guía</b> " en <i>base de datos de guías generadas</i> y asignar Kilómetros recorridos en el viaje. (Combustible final - Combustible inicial)
<b>Rendimiento</b>	Combustible consumido / Kilómetros recorridos
<b>Tarifa promedio de combustible</b>	Buscar " <b>Planta destino</b> " en <i>tablas de tarifas de consumo de combustible</i> y asignar valor de columna de " <b>galones de combustible promedio</b> ", sino existe valor registrado de planta asignar valor de combustible promedio de la ciudad.
<b>Tarifa máxima de combustible</b>	Buscar " <b>Ciudad destino</b> " en <i>tablas de tarifas de consumo de combustible</i> y asignar valor de columna de " <b>galones máximos de combustible</b> "
<b>Kilómetros estimados de ruta</b>	Buscar " <b>Planta destino</b> " en <i>tablas de tarifas de consumo de combustible</i> y asignar valor de columna de " <b>distancia histórica</b> ", sino existe valor registrado de planta asignar valor de distancia promedio de la ciudad.
<b>Tipo de guía</b>	Tipo de guía "viaje" o "retiro"
<b>Planta</b>	Planta destino

### 2.3.3.1 Control del consumo de combustible.

#### Objetivo de la propuesta:

- Establecer un control de consumo de combustible para los choferes.

#### Impacto en causas raíces:

- Se mitiga que el chofer no conduzca el cabezal en un buen rendimiento porque puede sacar provecho de esto, al elevar el consumo de combustible.
- Se reduce la variabilidad del consumo de combustible, al estarse monitoreando constantemente el rendimiento de los choferes.

#### Implementación:

- Una de las principales herramientas que se estableció para el control de consumo de combustible fue las “Tarifas” actualizadas, y que las mismas se dejarán de imprimir en la guía, de modo que no sea de conocimiento de los choferes, sino solo para control interno.
- A partir “Reporte de Combustible” se crea el indicador “*Rendimiento de combustible por chofer*” el cual mide si el chofer cumple con la Política de tanqueo y si su consumo se mantiene dentro de lo estimado.

(2.2)

$$\text{Indicador} = (\text{combustible tanqueado} - \text{combustible consumido} \leq 2)$$

*y*

$$(\text{combustible consumido} < \text{tarifa promedio de combustible})$$

Si en cada viaje realizado el chofer cumple ambas condiciones, se le asignará el valor de 1, de tal manera que después de un periodo T tendrá los puntos que se acumularon cada vez que cumplió con el indicador.

- El responsable de llevar este indicador y quien maneja el “Reporte de Combustible” es el Administrador de Taller, quien en conjunto con Jefe de choferes revisarán el desempeño de los choferes con respecto al tema de combustible.

## ➤ **Segunda Etapa de Mejora**

### **2.3.3.2 Plan de incentivos para choferes con mejor rendimiento.**

#### **Objetivo:**

- Motivar e involucrar a los choferes en el ahorro de combustible por medio de la buena conducción, pues la profesionalización de los conductores reconoce y valora su gran contribución al desempeño exitoso de las compañías de transporte. (Mejía, 2016).

#### **Impacto en causas raíces:**

- Lo altos consumos provocados por la mala conducción intencional se mitigan, por el reconocimiento del buen trabajo.
- Se mitigan las intenciones de robo, haciendo sentir a los choferes parte clave del desarrollo de la empresa.

#### **Implementación:**

- El reconocimiento será por medio de un bono económico o emocional, el cual se recomienda que sea de manera mensual.
- El reconocimiento será hecho directamente al chofer por el Departamento de Recursos Humanos o el Gerente de Operaciones.
- Las personas que serán acreedoras al incentivo, serán los choferes que hayan alcanzado mayor puntuación en el indicador "*Rendimiento de combustible por chofer*". Este indicador es calculado por chofer y por viaje, es decir si el chofer cumple con las dos condiciones establecidas (Ver sección 2.3.2.6); se le asignará un punto, por lo tanto, a lo largo del mes podrá acumular tantos puntos como veces cumpla con la política y buenos hábitos de manejo.

### **2.3.3.3 Verificación y calibración de parámetros en módulos electrónicos de cabezales en concesionaria.**

#### **Objetivo:**

- Descartar que el elevado consumo de combustible es por desconfiguraciones electrónicas de los cabezales.
- Asegurar el rendimiento óptimo en el consumo de combustible de los cabezales determinado por el fabricante.

#### **Impacto en causas raíces:**

- Se elimina la incertidumbre de si los consumos registrados por el computador son reales.

#### **Implementación:**

- De acuerdo a la cotización realizada a concesionaria, la prueba de rendimiento de motor y calibración de sistema V-MAC tiene un costo de \$221.37 por cabezal.
- Para la implementación de esta propuesta, Gerente de Operaciones deberá autorizar este mantenimiento, a partir de eso Jefe de Taller es el responsable de que se haga el mantenimiento a la muestra de cabezales determinada en la Tabla 2.6.

**Tabla 2.6. Muestra de cabezales**

<b>Principales Cabezales a realizar prueba</b>
98
100
107
110
114
115
117
121
125

### PROPUESTA DE PLAN DE INCENTIVOS

Este plan va alineado a la Misión y Política Integrada del Sistema de Gestión de la compañía, que es contar con el personal calificado y motivado que cumpla con altos estándares de calidad para así ofrecer un servicio oportuno, optimizando el consumo de recursos naturales utilizados en la operación.

**Objetivo:** Reconocer y motivar el alto rendimiento del recurso de combustible, alcanzado por la buena práctica en la conducción de los choferes.

**Áreas Involucradas:** Operaciones, Jefe de Choferes, Recursos Humanos, Choferes

#### 1. Incentivo:

- El reconocimiento será por medio de un bono económico o emocional.
- El reconocimiento se recomienda que sea de manera mensual.
- El reconocimiento será hecho directamente al chofer por el Departamento de Recursos Humanos o el Gerente de Operaciones.
- Recursos humanos, debe velar y asegurar que exista los recursos necesarios.
- Las personas que serán acreedoras al incentivo, serán los choferes que hayan alcanzado mayor puntuación en el indicador "rendimiento de combustible por chofer".

#### 2. Indicador:

- El responsable de llevar este indicador será el Administrador de taller y Jefe de choferes.
- El indicador "Rendimiento de combustible por chofer" mide si el chofer cumple con la Política de tanqueo y si su consumo se mantiene dentro de lo estimado por viaje realizado.

$$\text{Indicador} = (\text{combustible tanqueado} - \text{combustible consumido} \leq 2) \text{ y } (\text{combustible consumido} < \text{tarifa promedio de combustible})$$

Este indicador es calculado por chofer y por viaje, es decir si el chofer cumple con las dos condiciones en el recorrido realizado; se le asignará un punto, por lo tanto, a lo largo del mes podrá acumular tantos puntos como veces cumpla con la política y buenos hábitos de manejo.

### PROPUESTA DE CALIBRACIÓN DE CABEZALES MACK

#### Objetivo:

- Descartar posibles desconfiguración en parámetros de inyectoras.
- Asegurar la lectura del consumo de combustible del computador de los cabezales.

**Áreas/ Personas Involucradas:** Administrador del Taller Mecánico, Concesionaria.

Después de haber realizado un análisis en una muestra sobre el consumo de combustible del periodo del 2018, se encontró que 9 cabezales poseen altas lecturas de consumo registradas por el computador.

A continuación se muestra una lista de qué cabezales son:

Cabezales fuera de rango
98
100
107
110
114
115
117
121
123

Después de una reunión con el gerente del Taller mecánico de Macasa, se llegó a la conclusión de que a parte del mal manejo, esto podría estar ocasionado por una descalibración en los módulos electrónicos de los inyectoras.

- Se recomienda realizar Prueba de rendimiento de motor y calibración de sistema V-MAC a estas unidades. Lo idóneo sería empezar con una pequeña muestra de 3 cabezales, (aquellos puestos con negritas en el cuadro anterior); de esta manera se descartaría si existiese o no esta descalibración como tal, y posteriormente enviar las demás unidades.
- Por cotización de la concesionaria, se conoce que realizar lo solicitado, tiene un costo de \$222 por cabezal.

### 2.3.3.4 Prototipo de alerta para apertura del tanque de combustible.

#### Objetivo de la propuesta:

- Controlar y limitar la apertura del tanque de combustible en otros lugares que no sea la gasolinera.
- Identificar irregularidades existentes en los distintos viajes y responsables.
- Generar seguridad a los choferes en cuanto a sospechas de robo.

#### Impacto en causas raíces:

- Se mitiga la posibilidad de robo de combustible en carretera y en puertos.
- Se elimina la percepción de que no existe control sobre los choferes y que pueden actuar sin tener que cumplir normas o reglas.

#### Implementación:

- ✓ Se presentó dos opciones de sensores para el prototipo de alerta, en la siguiente tabla 2.7 y tabla 2.8 se presenta su respectiva cotización:

Tabla 2.7. Cotización 1

<i>OPCIÓN 1 : Sensor Óptico</i>			
<b>Denominación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo Total</b>
1 rollo de cable #16	1	\$21,00	\$21,00
Sensor óptico de barrera por reflexión GLV18-55-G/73/120 (marca Peperl+Fuchs)	2	\$130,00	\$260,00
Terminal talón	6	\$1,00	\$6,00
Instalación y costo de ingeniería	1	\$120,00	\$120,00
<b>Total</b>			<b>\$407,00</b>

Tabla 2.8. Cotización 2

<i>OPCIÓN 2: Sensor de contacto</i>			
<b>Denominación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo Total</b>
1 rollo de cable #16	1	\$21,00	\$21,00
Interruptor final de carrera	2	\$40,00	\$80,00
Terminal talón	4	\$1,00	\$4,00
Instalación y costo de ingeniería	1	\$120,00	\$120,00
<b>Total</b>			<b>\$225,00</b>

- ✓ Los responsables de implementar este prototipo es Taller Mecánico con colaboración de personal de Tecnología o por la prestación de servicio externa de un Ingeniero eléctrico especializado en electrónica y automatización

## 2.4 Etapa Control

Se detalla en la Tabla 2.9 el Plan de Control para las soluciones implementadas en la etapa 1, de tal manera que las mejoras se mantengan en el tiempo y se vuelvan parte de la operación en el día a día. Para las propuestas involucradas en la etapa 2 no se presenta un plan de control, debido a que depende de la aprobación de Gerencia para la respectiva inversión e implementación.

**Tabla 2.9. Plan de Control**

<b>Mejora</b>	<b>Control</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Responsable</b>
Política de tanqueo de combustible en cabezales.	Revisión visual de que en factura entregada se encuentre el número de guía.	Diario	Operaciones (Quien receipta guía y factura del chofer al ingreso del patio)
	Toma física del nivel de combustible al tanque de <u>dos cabezales</u> , siendo esta aleatoria y sin previo a aviso, verificando que el tanque de combustible este lleno.	Quincenal	Jefe de Choferes junto a Administrador de Taller
Política y procedimiento para tanqueo de combustible en montacargas.	Ingreso de información en el archivo "registro de combustible para montacargas"	Diario	Administrador de Taller
Control de Combustible Tanqueado	Cálculo del indicador " <i>combustible tanqueado vs. combustible consumido</i> "	Quincenal	Administrador de Taller
	Reuniones operacionales en las cuales se revisará casos puntuales de grandes brechas que se evidencien en el indicador " <i>combustible tanqueado vs. combustible consumido</i> "	Quincenal	Administrador de Taller y Jefe de Choferes
Control de Consumo de Combustible	indicador " <i>Rendimiento de combustible por chofer</i> "	Mensual	Administrador de Taller/Jefe de Choferes
Estimación de consumo de combustible	Actualizar tarifas, agregando plantas que han pasado a ser frecuentes.	Anual	Jefe de Logística



# CAPÍTULO 3

## 3 RESULTADOS

- ✓ Política y procedimiento para el tanqueo de combustible en montacargas:

Desde que fue sociabilizada el 21 de enero quedó implementada en su totalidad. Se logró que la gasolinera proporcionara el chip el cual iba a ser destinado para uso exclusivo de su facturación para no mezclar ese consumo con el de los cabezales.

Se reguló la actividad y se comprobó el cumplimiento de la política y el procedimiento, ya que en el periodo de una semana se tanqueó el montacargas dos veces y este consumo se generó como factura de montacargas.

- ✓ Para los controles establecidos:

Tanto el Método para el control de combustible tanqueado y el Control de Consumo de Combustible, se definió y estableció cómo deberían ser, pero este como tal aún no fue puesto a prueba, ya que para ello se necesita que se regularice la política de tanqueo; es decir que todos los choferes tanqueen “a full” y entreguen el número de guía para poder tener la información que genere este control.

- ✓ Política de tanqueo de combustible en cabezales:

Después de haber sociabilizado la política con los choferes, se tenía previsto empezar la medición de resultados desde el 23 de enero; sin embargo, al momento de analizar los datos se encontró que un 20% de los recorridos no cumplieron con la política como se requería. Es por ello que se decidió correr el periodo de medición al 26 de enero, dando como resultado hasta el 29 de enero (4 días) que la aceptación de la política había aumentado un poco, reduciendo un porcentaje de no cumplimiento al 15%.

*Esto permite deducir que el tiempo disponible para la implementación de propuestas y medición de resultados no es el adecuado para asegurarlos, ya que las ejecuciones de las “mejoras” dependen mucho de generar una cultura de toma de conciencia en los choferes con respecto al tema de combustible.*

✓ Objetivo General:

En la tabla 3.1 se presenta los resultados medidos en un período de 4 días, 16 cabezales y 67 viajes; considerando solamente los cabezales que cumplieron la política de tanqueo de combustible.

Como se observa sigue existiendo porcentajes significativos de brecha entre combustible tanqueado y consumido, esto deberá ir regulándose a medida que los controles se llevan a cabo.

De la muestra tomada se tiene como resultado la facturación de 2243 galones, mientras que el registro de combustible consumido son 1910 galones en 15821 km; por lo tanto, el costo de combustible resultó en 0.142 \$/km, concluyendo que se redujo en 5.5% con respecto al costo de combustible medido al inicio del proyecto.

**Tabla 3.1. Medición de resultados**

Cabezales	Acumulado de Combustible Consumido [gal]	Acumulado de Combustible Tanqueado [gal]	Brecha entre combustible tanqueado y consumido	Kilómetros recorridos	\$/km
92	155	156	1%	1315	0,12
93	95	103	8%	691	0,15
102	92	120	31%	736	0,16
103	114	132	15%	1104	0,12
107	123	176	42%	1007	0,17
108	179	189	5%	1517	0,12
109	68	77	13%	561	0,14
114	112	172	53%	958	0,18
117	169	184	9%	1417	0,13
118	94	126	34%	732	0,17
121	164	190	16%	1145	0,17
122	143	159	12%	1132	0,14
123	96	104	9%	825	0,13
124	98	135	38%	735	0,18
126	109	122	12%	1060	0,12
128	99	99	0%	890	0,11

# CAPÍTULO 4

## 4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

- En un tiempo de tres meses, por medio de la metodología DMAIC y las propuestas implementadas parcialmente, los resultados medidos dentro de una muestra de 4 días evidenciaron una reducción del 5.5% en el costo de combustible dando un valor de 0,142 [\$/km], logrando alcanzar el objetivo propuesto.
- El análisis independiente de las variables principales permitió identificar que existían dos problemas. A pesar de que el combustible que se estaba pagando era mayor al consumido, también el combustible netamente consumido por los cabezales era elevado, permitiendo separarlos y atacarlos en dos etapas diferentes.
- Se verificó que las “Tarifas de consumo de combustible” por ciudad estaban desactualizadas y se procedió a actualizarlas. Además, se crearon nuevas tarifas de consumo para las principales plantas destino para una estimación más exacta.
- Se validó que la política de tanque lleno que estaba siendo llevada, no se cumplía en su totalidad, por lo que se decidió crear una política con la misma base, pero involucrando un nuevo método para facilitar el control de tanqueo en el sistema.
- Al comprobar que existían muchas justificaciones en el tanqueo irregular de los cabezales, se vio la necesidad de crear controles, entre ellos acuerdos con la gasolinera, la facturación independiente del montacargas, alerta para la apertura del tanque y modificación del sistema para un mejor control.
- Después del análisis de datos, se puede concluir que los principales factores que afectan directamente el consumo de combustible en este giro del negocio son: características y estado mecánico del cabezal, peso de los contenedores que transporta, condiciones y estado de rutas y en gran medida el factor humano al momento de la conducción.
- Considerando el estado mecánico de los cabezales y los años de uso transcurridos el consumo promedio de combustible está en 0.14 gal/km, aun cuando podría llegar a ser 0.13 gal/km si se llegase a completar la segunda etapa de mejora.

- Al existir dos modelos de cabezales Mack en la empresa, al inicio del proyecto se pensaba que la diferencia del consumo de combustible entre un Mack Fuller y Mack MDrive sería significativa por su caja automatizada; sin embargo, por medio de una prueba de hipótesis se concluyó que modelo Mack Mdrive si puede tener un consumo menor hasta del 4% con respecto al modelo Mack Fuller, pero al final de la operación esta diferencia se ve opacado por el factor humano en la conducción, dando consumos promedios iguales.
- El rendimiento de combustible gal/km de un mismo chofer dentro del perímetro urbano puede variar en promedio hasta un 40%, mientras que en carretera alcanza una variación promedio del 10%.

#### **4.2 Recomendaciones**

- Se recomienda mantener un periodo de evaluación de 3 meses para las propuestas implementadas, para validar que las mejoras se siguen cumpliendo como se había previsto, si no sería el momento oportuno para hacer un ajuste en ellas.
- Se recomienda cumplir con el Plan de Control, ya que esto permite que se mantenga en el tiempo las mejoras implementadas y consecuentemente continuar con la implementación de la segunda etapa, para así generar una cultura de ahorro de combustible tanto al nivel operativo como administrativo.
- Se recomienda considerar el uso de sifón en los tanques de los cabezales para evitar la extracción de combustible por medio de mangueras, pudiendo ser una opción de seguridad más económica y mecánica que el prototipo propuesto.

# BIBLIOGRAFÍA

Gutiérrez Pulido, H. (2010). *Calidad total y productividad (3a. ed.)*. 3rd ed. Mexico City: McGraw-Hill Interamericana, pp.291-296.

Guzmán, J. and Hinojosa, N. (2016). *Diseño de un sistema de costeo estándar para la mejora del manejo de costos y utilidades en el transporte pesado*. Pregrado. Escuela Superior Politécnica del Litoral.

El Comercio (2019). *Los subsidios a cuatro tipos de combustibles se han ajustado*.

Revistalideres.ec. *Diésel: el subsidio más alto, sin plan de focalización*. Accedido el 4 de Enero del 2019, desde <https://www.revistalideres.ec/lideres/diesel-subsidio-alto-plan-focalizacion.html>

Especificaciones técnicas Mack Trucks Vision CXU613E. (2013). [Ebook]. Perú. Retrieved from [https://www.macktrucks.com.pe/-/media/files-pe/vision\\_brochure.pdf](https://www.macktrucks.com.pe/-/media/files-pe/vision_brochure.pdf)

Juan Francisco Coloma, Marta García, Yang Wang, Eco-Driving Effects Depending On The Travelled Road. Correlation Between Fuel Consumption Parameters, Transportation Research Procedia, Volume 33, 2018, ISSN 2352-1465. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2018.10.101>.

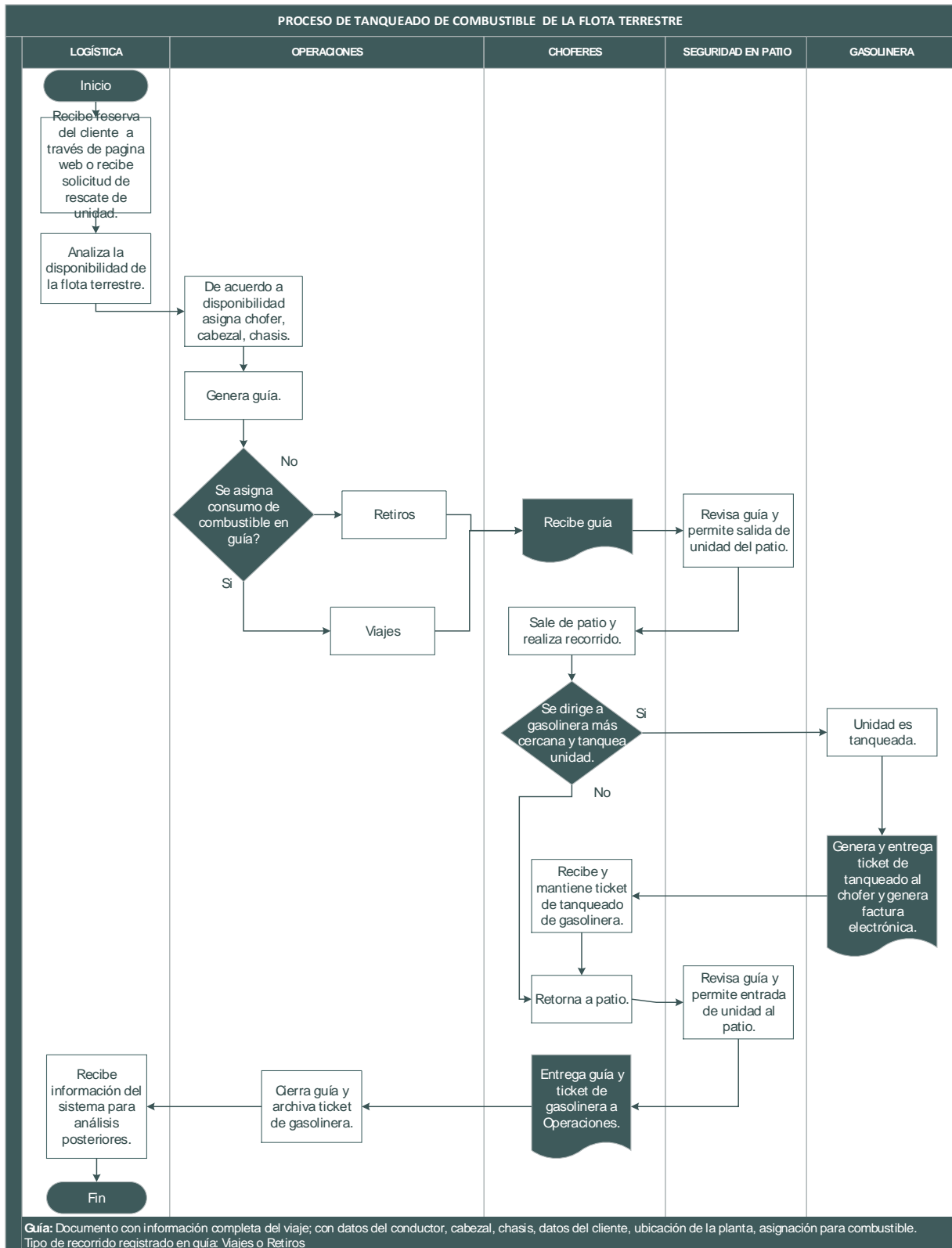
Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (2006). *Guía para la gestión del combustible en las flotas de transporte por carretera*. Madrid.

Cutting fuel consumption of truckload carriers by using new enhanced refueling policies, International Journal of Production Economics, Volume 202, 2018, Pages 69-80, ISSN 0925-5273, <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.05.007>.

Mejía, O. (2016). *Profesionalización del Conductor de Camión como Factor crítico de Éxito de una Compañía de Transporte Terrestre de Carga en Colombia (Maestría)*. EAFIT.

# APÉNDICES

## Apéndice 1. Diagrama funcional del proceso operativo



## Apéndice 2. Principales ciudades destino

Ciudad	#Plantas por ciudad	# Viajes por ciudad
Manta	35	1632
Guayaquil	53	821
Cuenca	5	778
Babahoyo	47	318
La Concordia	3	277
Camilo Ponce Enriquez	6	266
Quevedo	40	266
Durán	14	237
Milagro	27	231
Vinces	20	217
Quito	15	201
Machala	12	198
Pasaje	2	151
Lasso	1	146
Machachi	2	146
Portovelo	7	138
Pto. Inca	19	134
Zaruma	2	117
Santo Domingo	9	108



### Apéndice 3. Plan de Recolección de Datos

¿QUÉ?			¿DÓNDE?	¿CUÁNDO?		¿CÓMO?	¿POR QUÉ?	
Medida	Unidad	Tipo de Dato		Definición Operacional	Dónde la recolecto?			Cuándo la recolecto?
Guías	-	Cualitativa	Descripción de guías de acuerdo a tipo de recorrido, retiro y viaje; con información de chofer, número de disco, cliente.	DataBase System	Inicio de la etapa de medición y 9 de Noviembre 2018	Feb - Sept 25 Oct- 9 Nov (2018)	Solicitud al Dpto. De TI	Para analizar trazabilidad de datos.
Unidades de flota propia	-	Cuantitativa / Cualitativa	Unidades pertenecientes a la empresa, marcas, modelos y disco.	Lista de unidades	Inicio de la etapa de medición	Actualizado a Octubre	Solicitud a Logística	Verificar alcance para toma de datos, y especificaciones técnicas.
Combustible consumido por motor	[gall/km]	Cuantitativa / Continua	Consumo del combustible medido en Galones/Kilómetros, consumidos por la unidad en cada uno de sus recorridos	DataBase System	Inicio de la etapa de medición y 9 de Noviembre 2018	Feb - Sept 25 Oct- 9 Nov (2018)	Registro histórico GPS del consumo de combustible dividido para registro histórico del odómetro.	Para analizar variación del consumo de combustible.

¿QUÉ?			¿DÓNDE?	¿CUÁNDO?		¿CÓMO?	¿POR QUÉ?	
Medida	Unidad	Tipo de Dato		Definición Operacional	Dónde la recolecto?			Cuándo la recolecto?
<i>Kilómetros recorridos</i>	[km]	Cuantitativa / Continua	Kilómetros comprendidos desde que la unidad sale, hace el recorrido al lugar de destino y retorna al patio; es decir, desde que se abre hasta que se cierra la guía.	DataBase System	Inicio de la etapa de medición y 10 de Noviembre 2018	Feb - Sept 26 Oct- 10 Nov (2018)	Para analizar distancias de rutas, y coherencia de datos.	Data histórico del GPS
<i>Combustible asignado</i>	[gal]	Cuantitativa / Discreta	Valor asignado de combustible en la guía de remisión para tanquear la unidad antes de regresar al patio.	Lista de Tarifa por ciudades de Destino	10 de Noviembre 2018	26 Oct- 10 Nov (2018)	Analizar el combustible asignado vs. combustible consumido.	Solicitud al Dpto. De TI
<i>Combustible tanqueado</i>	[gal]	Cuantitativa / Continua	Valor tanqueado de combustible por el chofer de la unidad al retorno del viaje.	Sistema de la gasolinera	10 de Noviembre 2018	26 Oct- 10 Nov (2018)	Analizar el combustible tanqueado vs. combustible asignado.	Solicitud al Dpto. De TI
<i>Ciudad de Destino</i>	-	Cualitativa / Cuantitativa	Ciudad en la cual se encuentra la planta del cliente que realiza la importación o exportación.	DataBase System	Inicio de la etapa de medición	Feb - Sept 26 Oct- 10 Nov (2018)	Analizar distancias de rutas y conocer si existe variación de consumo de combustible por destino.	Data histórico del GPS

### Apéndice 4. Listas de cabezales MACK

Modelo	Caja de Cambios	# Disco	Año	Caja de Cambios	# Disco	Año
<b>MACK CXU-613</b>	<b>Fuller</b>	92	2011	<b>Fuller</b>	111	2012
		93	2011		112	2013
		95	2011		113	2013
		97	2011		114	2013
		98	2011		115	2013
		99	2011		116	2013
		100	2011		117	2013
		101	2012		118	2013
		102	2012		119	2013
		103	2012		120	2013
	104	2012	121	2013		
	105	2012	<b>Mdrive</b>	122	2013	
	106	2012		123	2013	
	107	2012		124	2013	
	108	2012		125	2013	
	109	2012		126	2013	
	110	2012		128	2013	

## Apéndice 5. Tarifas para asignación de combustible 2018

<b>Ciudad Destino</b>	<b>Recorrido</b>	<b>Kilómetros Estimados</b>	<b>Galones Estimados</b>
Babahoyo	Guayaquil - Babahoyo – Guayaquil	230	27
Camilo Ponce Enrique	Guayaquil - Camilo Ponce E - Guayaquil	350	41
Cuenca	Guayaquil - Cuenca – Guayaquil	500	85
	Guayaquil - Cuenca (Molleturo) - Guayaquil	500	55
Durán	Guayaquil Local (Hasta Durán)	130	16
Guayaquil	Guayaquil Local (Sur)	50	10
	Guayaquil Local (Hasta Km 22 Vía A La Costa)	50	10
	Guayaquil Local (Hasta Km 16 Vía A Daule)	50	10
	Guayaquil Local (Hasta Km 30 Vía A Daule)	50	10
La Concordia	Guayaquil - La Concordia - Guayaquil	680	73
Lasso	Guayaquil - Lasso - Guayaquil	876	103
Machachi	Guayaquil - Machachi - Guayaquil	794	93
Machala	Guayaquil - Machala - Guayaquil	450	53
Manta	Guayaquil - Manta - Guayaquil	415	55
Milagro	Guayaquil - Milagro - Guayaquil	180	21
Pasaje	Guayaquil - Pasaje - Guayaquil	450	53
Portovelo	Guayaquil - Portovelo - Guayaquil	600	68
Puerto Inca	Guayaquil - Puerto Inca - Guayaquil	210	25
Quevedo	Guayaquil - Quevedo - Guayaquil	400	47
Quito	Guayaquil - Quito - Guayaquil	850	125
Santo Domingo	Guayaquil - Santo Domingo - Guayaquil	600	71
	Guayaquil - Valle Hermoso - Guayaquil	680	80
Vinces	Guayaquil - Vinces - Guayaquil	240	28
Zaruma	Guayaquil - Zaruma - Guayaquil	600	68

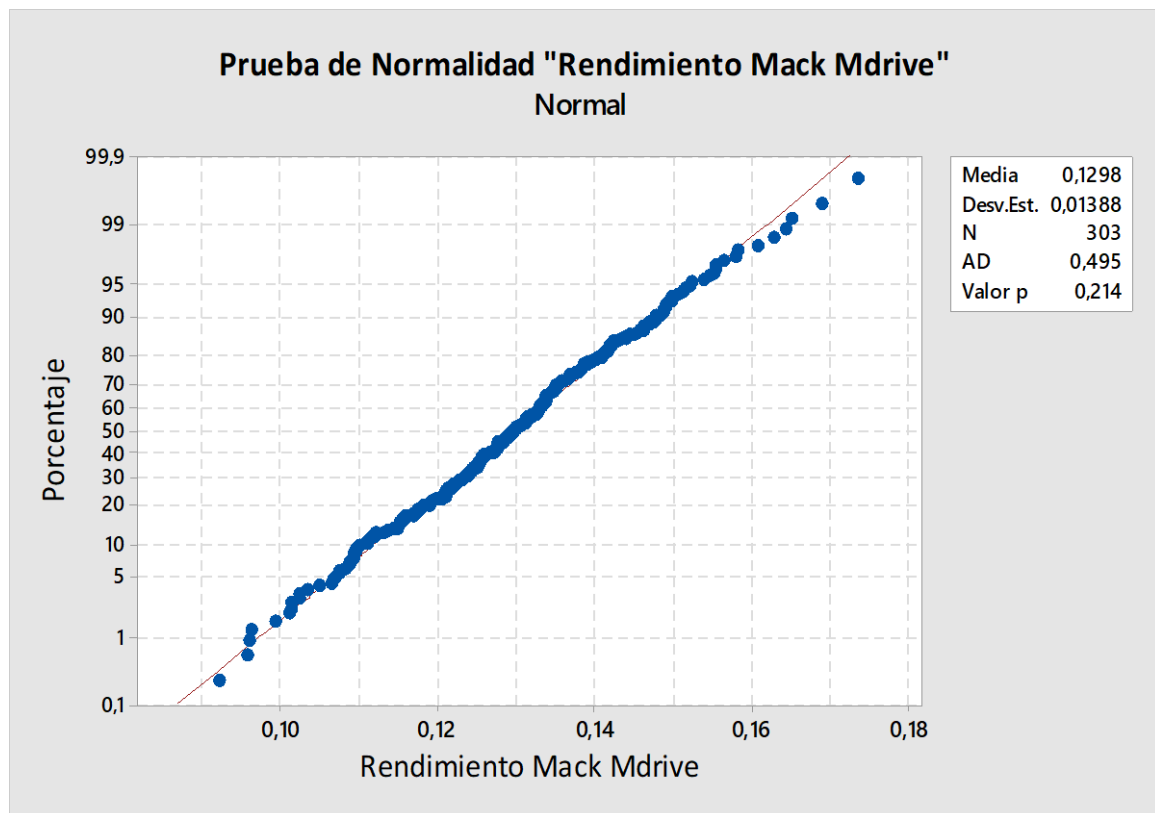
## Apéndice 6. Porcentaje de datos no registrados por GPS.

# Disco del cabezal	# de viajes realizados	# datos null registrados	% de datos null
92	191	39	20%
93	197	40	20%
95	203	38	19%
97	189	39	21%
98	155	32	21%
99	194	194	100%
100	174	40	23%
101	201	38	19%
102	181	32	18%
103	169	37	22%
104	206	41	20%
105	198	39	20%
106	203	42	21%
107	172	36	21%
108	213	41	19%
109	177	27	15%
110	144	0	0%
112	177	41	23%
113	188	39	21%
114	172	35	20%
115	190	39	21%
116	185	43	23%
117	114	36	32%
118	163	23	14%
119	173	35	20%
120	162	39	24%
121	151	4	3%
122	190	38	20%
123	190	45	24%
124	183	41	22%
125	164	33	20%
126	189	39	21%
128	133	1	1%

## Apéndice 7. Brecha entre combustible tanqueado vs. consumido

Cabezal	Combustible Consumido [gal]	Combustible Tanqueado [gal]	Brecha [gal]
92	593	688	95
93	582	659	77
95	768	803	35
98	79	84	5
100	883	1210	327
101	483	600	117
102	478	483	5
103	802	860	58
104	260	305	45
105	245	287	42
106	408	495	88
107	774	813	39
108	627	655	28
109	701	759	59
110	703	665	-39
112	524	569	45
113	490	609	119
114	381	446	65
115	496	565	70
116	312	345	33
117	751	765	14
118	573	627	54
119	629	660	31
120	546	612	66
121	802	851	50
122	545	602	57
123	587	660	73
124	535	588	53
125	445	564	118
126	703	735	31

## Apéndice 8. Prueba de normalidad datos de Mack Mdrive



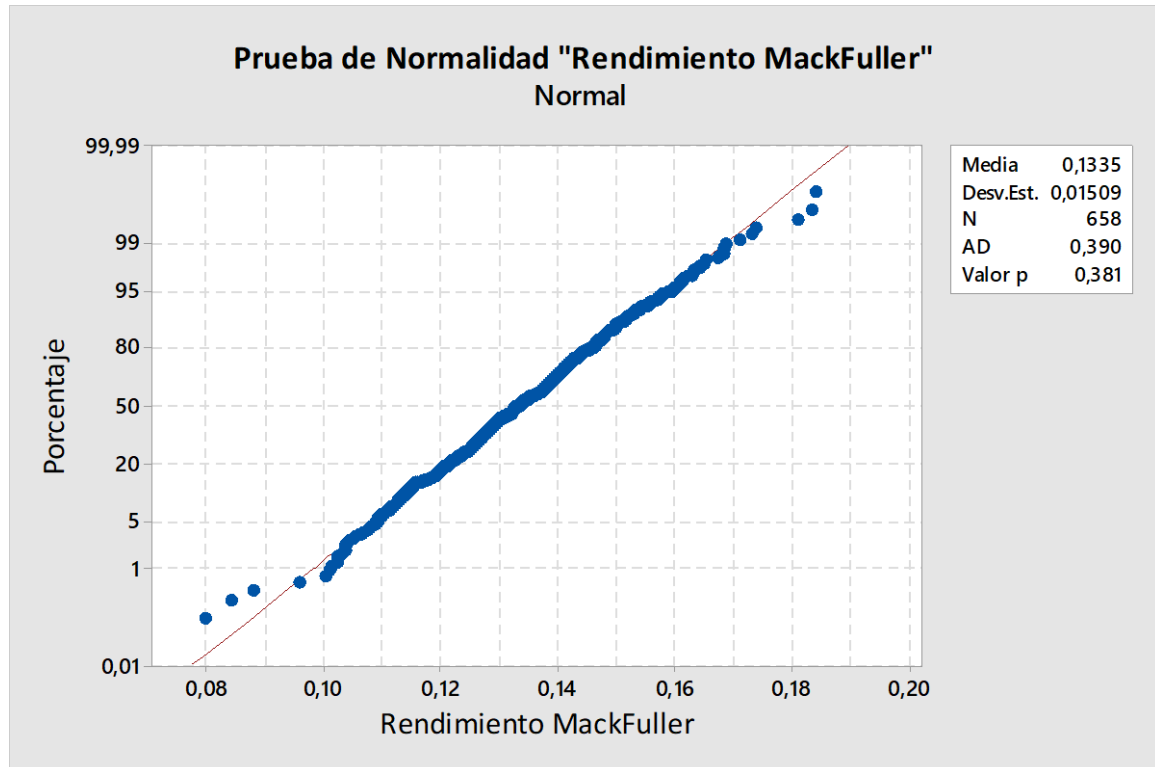
***H<sub>0</sub>: Los datos de rendimiento de cabezales modelo Mack Mdrive tienen una distribución aproximadamente normal***

***H<sub>1</sub>: Los datos de rendimiento de cabezales modelo Mack Mdrive no tienen una distribución aproximadamente normal***

***Valor p > 0.05***

***No se rechaza H<sub>0</sub>: Los datos siguen una distribución normal***

## Apéndice 9. Prueba de normalidad datos de Mack Fuller



$H_0$ : Los datos de rendimiento de cabezales modelo Mack Fuller tienen una distribución aproximadamente normal

$H_1$ : Los datos de rendimiento de cabezales modelo Mack Fuller no tienen una distribución aproximadamente normal

$Valor p > 0.05$

No se rechaza  $H_0$ : Los datos siguen una distribución normal



## Apéndice 10. Consumo de combustible por tipo de recorrido

Chofer	Viajes			Retiros		
	# Viajes realizados	Promedio de Consumo [gal/km]	Desviación del Consumo	# Retiros realizados	Promedio de Consumo [gal/km]	Desviación del Consumo
Chofer 1	89	0,125	0,021	36	0,229	0,186
Chofer 2	67	0,134	0,020	23	0,167	0,107
Chofer 3	3	0,136	0,006	2	0,128	0,006
Chofer 4	58	0,139	0,030	9	0,131	0,031
Chofer 5	88	0,120	0,021	32	0,217	0,213
Chofer 6	64	0,125	0,023	25	0,167	0,086
Chofer 7	72	0,127	0,025	15	0,132	0,031
Chofer 8	14	0,149	0,020	8	0,250	0,148
Chofer 9	92	0,130	0,035	17	0,184	0,119
Chofer 10	9	0,135	0,027	2	0,241	0,106
Chofer 11	56	0,140	0,025	22	0,211	0,148
Chofer 12	76	0,150	0,085	16	0,244	0,191
Chofer 13	41	0,143	0,027	8	0,503	0,469
Chofer 14	93	0,134	0,018	19	0,174	0,137
Chofer 15	11	0,140	0,015	5	0,365	0,309
Chofer 16	31	0,126	0,020	13	0,176	0,088
Chofer 17	12	0,124	0,027	2	0,155	0,009
Chofer 18	5	0,132	0,012	11	0,158	0,071
Chofer 19	36	0,129	0,021	11	0,153	0,044
Chofer 20	9	0,130	0,024	15	0,178	0,093
Chofer 21	39	0,133	0,022	18	0,211	0,112
Chofer 22	8	0,128	0,017	6	0,216	0,135
Chofer 23	97	0,127	0,021	9	0,144	0,029
Chofer 24	2	0,137	0,006	4	0,185	0,069
Chofer 25	26	0,137	0,023	22	0,205	0,178
Chofer 26	84	0,123	0,016	12	0,259	0,372
Chofer 27	2	0,185	0,089	2	0,139	0,023
Chofer 28	45	0,122	0,017	23	0,157	0,096
Chofer 29	25	0,147	0,022	9	0,240	0,136
Chofer 30	89	0,132	0,019	25	0,270	0,195
Chofer 31	85	0,154	0,024	21	0,227	0,172
Chofer 32	94	0,139	0,022	29	0,179	0,096
Chofer 33	8	0,131	0,021	9	0,235	0,168
Chofer 34	55	0,138	0,023	12	0,166	0,075
Chofer 35	15	0,138	0,030	17	0,183	0,081
Chofer 36	92	0,127	0,022	13	0,373	0,252

Chofer 37	26	0,139	0,026	9	0,142	0,052
Chofer 38	69	0,129	0,021	28	0,196	0,143
Chofer 39	38	0,134	0,032	25	0,193	0,144
Chofer 40	73	0,147	0,021	21	0,243	0,222
Chofer 41	14	0,136	0,022	7	0,273	0,193
Chofer 42	40	0,139	0,019	27	0,242	0,280
Chofer 43	74	0,124	0,020	29	0,196	0,130
Chofer 44	62	0,146	0,022	14	0,158	0,038
Chofer 45	8	0,131	0,018	6	0,191	0,065
Chofer 46	85	0,147	0,049	28	0,171	0,064
Chofer 47	91	0,126	0,019	11	0,149	0,075
Chofer 48	53	0,137	0,022	20	0,210	0,130
Chofer 49	100	0,119	0,026	17	0,173	0,070
Chofer 50	90	0,127	0,022	23	0,159	0,059
Chofer 51	71	0,129	0,020	20	0,198	0,161
Chofer 52	103	0,135	0,030	25	0,271	0,381
Chofer 53	96	0,131	0,017	12	0,183	0,065
Chofer 54	74	0,128	0,025	20	0,194	0,148
Chofer 55	115	0,130	0,020	18	0,184	0,092
Chofer 56	5	0,175	0,097	2	0,160	0,036
Chofer 57	75	0,148	0,029	25	0,178	0,081
Chofer 58	92	0,123	0,016	18	0,231	0,371
Chofer 59	94	0,131	0,021	15	0,215	0,162
Chofer 60	72	0,154	0,023	27	0,186	0,126
Chofer 61	48	0,126	0,034	3	0,126	0,007
Chofer 62	77	0,122	0,022	16	0,194	0,169
<b>Media</b>		<b>0,135</b>		<b>Media</b>	<b>0,203</b>	
<b>Desviación.</b>		<b>0,012</b>		<b>Desviación.</b>	<b>0,063</b>	
<b>Coef. Var</b>		<b>9%</b>		<b>Coef. Var</b>	<b>31%</b>	

## Apéndice 11. Consumo de combustible por ciudad

Ciudades	Consumo Promedio [gal/km]	Desviación estándar	Coefficiente de Variación
Guayaquil	0,16	0,08	54%
Durán	0,14	0,04	28%
Quito	0,13	0,03	20%
Pasaje	0,11	0,01	12%
Milagro	0,14	0,02	12%
Manta	0,13	0,02	11%
Babahoyo	0,13	0,02	11%
Vinces	0,13	0,01	11%
Cuenca	0,16	0,02	11%
Quevedo	0,12	0,01	11%
Pto Inca	0,13	0,01	11%
Santo Domingo	0,11	0,01	10%
Camilo Ponce E.	0,11	0,01	10%
La Concordia	0,10	0,01	10%
Lasso	0,12	0,01	9%
Machala	0,12	0,01	9%
Zaruma	0,12	0,01	8%
Machachi	0,11	0,01	8%
Portovelo	0,12	0,01	7%
<b>Media</b>	<b>0,127</b>		
<b>Desviación</b>	<b>0,016</b>		
<b>Coef. Variación</b>	<b>12%</b>		

## Apéndice 12. Lluvia de Ideas

Al inicio del año, algunas bombas de combustible de ciertas unidades tenían fuga.

Se extrae combustible de cabezales para montacargas.

Unidades no tanquean al retorno porque tienen otro viaje en espera.

Cabezal espera prendido horas en el puerto.

Se está trabajando con tarifas y tanque lleno.

Yo llevo el registro de lo que consumo y tanqueo de acuerdo a eso

Lo mejor sería asignar al final del día un valor total de galones para que se tanquee lo consumido en los retiros realizados.

Las tapas de los tanques son fáciles de abrir manualmente.

Lo ideal es que exista un mecanismo que de un aviso cuando se extrae combustible del tanque.

Se consume más porque es zona urbana debido al tráfico se tiene que calear más.

El consumo no es el mismo si el cabezal viaja con carga o sin carga.

Se utiliza AC cuando se espera en puerto o en patios.

La única manera de controlar el combustible es una persona fija que tome muestras físicas al entrar y salir el cabezal.

Mala conducción.

A veces los choferes tienen que esperar con cabezal prendido en planta del cliente.

Los choferes saben cómo ahorrar combustible pero no lo hacen.

Registro del computador varía del consumo real 7 /100 gal.

No se pone combustible cada vez que se hace retiro porque no hay tiempo para entrar a la gasolinera cada vez y cuando.

Hay carros que son tragones y consumen de más.

A veces existen robos de combustible en el puerto, porque la tapa no tiene ningún seguro.

Lo ideal es que el dato de combustible consumido esté conectado al sistema de la gasolinera.

El consumo máximo que podría darse en tráfico es 5 km/gal.

Los parámetros en los módulos electrónicos del cabezal pueden estar movidos.

No todas las bombas en la gasolinera son iguales.

## Apéndice 13. Ponderaciones para matrices Impacto/Control de causas potenciales

#	CAUSA	Jefe de Logística			Jefe del Taller Mecánico			Choferes			Jefe de Choferes			Mecánico			Analistas			Impacto	Control
		3 Ptos.	6 Ptos.	9 Ptos.	3 Ptos.	6 Ptos.	9 Ptos.	3 Ptos.	6 Ptos.	9 Ptos.	3 Ptos.	6 Ptos.	9 Ptos.	3 Ptos.	6 Ptos.	9 Ptos.	3 Ptos.	6 Ptos.	9 Ptos.		
1	Se tanquea combustible de rutas anteriores que no se han tanqueado	-	✓	-	-	-	✓	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	✓	9	6
2	Las bombas de la gasolinera no son excatadas en el momento del despacho	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	9
3	Las tarifas de asignación de combustible están por ciudad destino	-	✓	-	-	-	✓	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	✓	9	6
4	Se llevan a cabo dos políticas de tanqueo: Tanque lleno y Asignación de guía	-	✓	-	-	-	✓	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	✓	9	3
5	El consumo de combustible leído por el computador varía del consumo real	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	✓	6	9
6	Robos en los viajes, al momento de tanquear en la gasolinera	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	9	9
7	Algunos choferes calculan cuánto consumen en su viaje, y tanquean según su cálculo	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	9	6
8	Se extrae combustible de los cabezales para los montacargas	✓	-	-	-	-	✓	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	✓	9	3
9	Robos en el patio	-	-	✓	-	-	✓	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	✓	9	9
10	Robos en el puerto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	✓	9	9

#	CAUSA	Jefe de Logística			Jefe del Taller Mecánico			Choferes			Jefe de Choferes			Jefe de Taller MACASA			Mecánico			Analistas			Impacto	Control	
		3 Ptos	6 Ptos	9 Ptos	3 Ptos	6 Ptos	9 Ptos	3 Ptos	6 Ptos	9 Ptos	3 Ptos	6 Ptos	9 Ptos	3 Ptos	6 Ptos	9 Ptos	3 Ptos	6 Ptos	9 Ptos	3 Ptos	6 Ptos	9 Ptos			
1	Fugas en bombas y mangueras de combustible a mediados del año	-	-	-	-	✓	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	✓	-	6	6	
2	Cabezales hacen viajes con carga o sin carga	-	-	✓	-	-	-	✓	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	✓	-	9	9
3	Mala conducción por parte de los choferes	-	-	✓	-	-	-	✓	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	9	6
4	Desconfiguración en los módulos electrónicos de lectura	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	9	6
5	Constante cambio de marcha	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	9	9
6	Condiciones no óptimas del motor	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	9	9
7	Cabezales esperan horas con el A/C prendido en puertos y patios	-	✓	-	-	-	-	-	✓	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	3	9

## Apéndice 14.A Plan de validación de causas - Problema 1

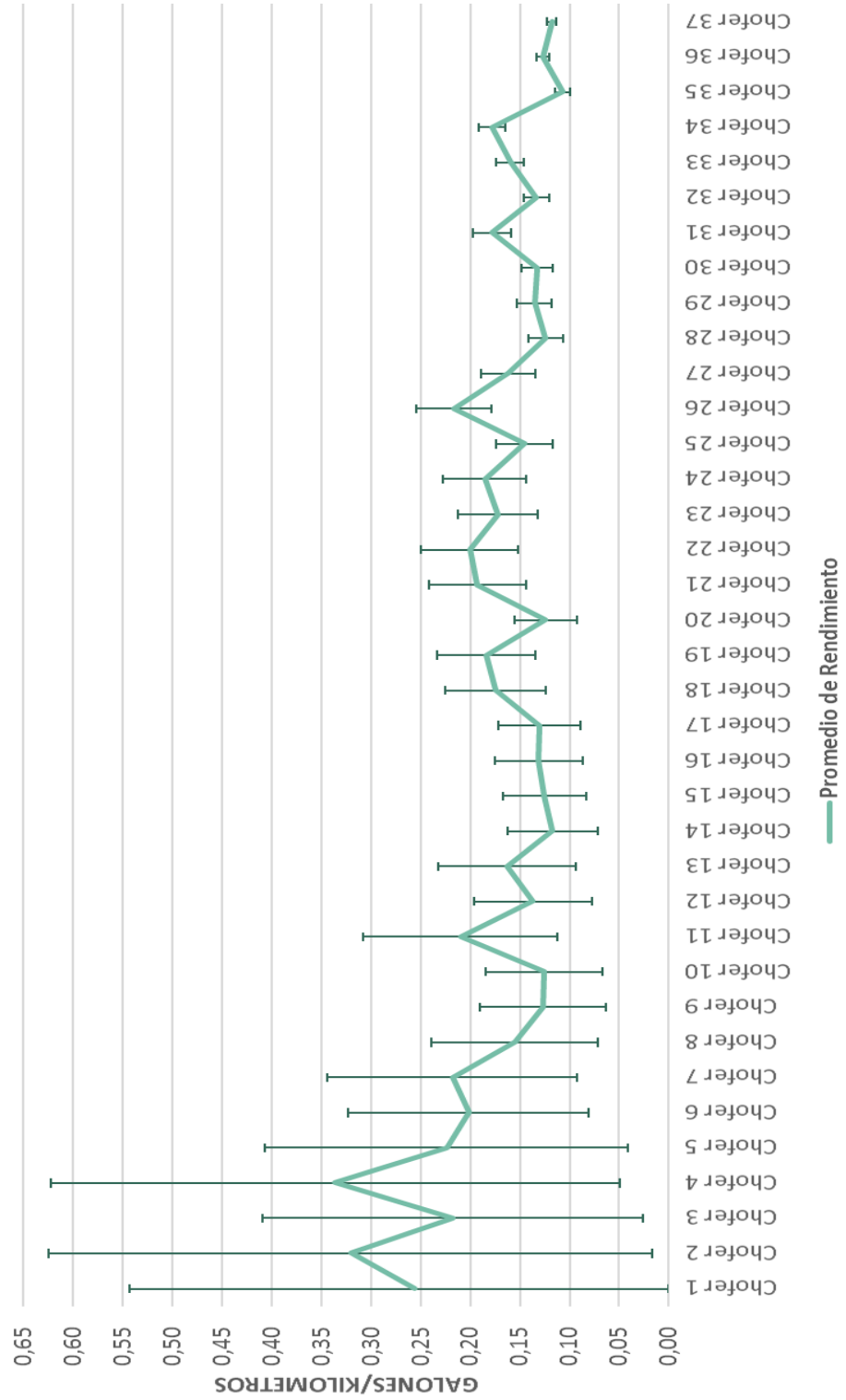
Causas Potenciales	Impacto de la Causa	Método de Validación
Tarifa de combustible asignado están por ciudad destino.	Inseguridad en el departamento de operaciones en el consumo de combustible estimado por destino.	Entrevista, Data
	Si se tanquea de acuerdo al valor asignado en guía, al no ser exactas es una justificación para tanquear de más y posibles pérdidas negras.	Entrevista a Jefes de Logística, Jefe de choferes y Jefe de Mantenimiento, Algunos Choferes.
Se llevan a cabo dos políticas de tanqueo.	No queda clara la forma de tanquear para los choferes, y son políticas que se contradicen entre sí impidiendo un claro control.	Entrevista a choferes, Data
Se extrae combustible de los cabezales para los montacargas.	Se crea un desfase en el tanque de combustible, justificando la diferencia entre combustible consumido y el combustible tanqueado de más.	Gemba, Entrevistas a Jefes
Ciertos choferes calculan cuanto consumieron y tanquean de acuerdo a su registro.	El valor de tanqueo depende del cálculo del chofer y esto tiene una probabilidad de error.	Entrevista a choferes
Choferes tanquean combustible de anteriores recorridos que no se tanquearon.	Dificulta la verificación y control de tanqueado para cada viaje, y se crea una justificación para tanquear de más.	Data y Entrevistas

## Apéndice 14.B Plan de validación de causas - Problema 2

Causas Potenciales	Impacto de la Causa	Método de Validación
Fugas en bombas y mangueras de combustible a mediados del año.	Si esto sigue ocurriendo, es un medio para la pérdida de combustible y refleja un descuido en el mantenimiento de los cabezales.	Entrevista a choferes y mecánicos
Mala conducción por parte de los choferes.	Alto consumo de combustible y puede incrementar la variabilidad.	Estadístico
Posible desconfiguración en módulos electrónicos	Lectura de consumo disparada, o alto combustible quemado por motor.	Entrevista a MACASA, Data



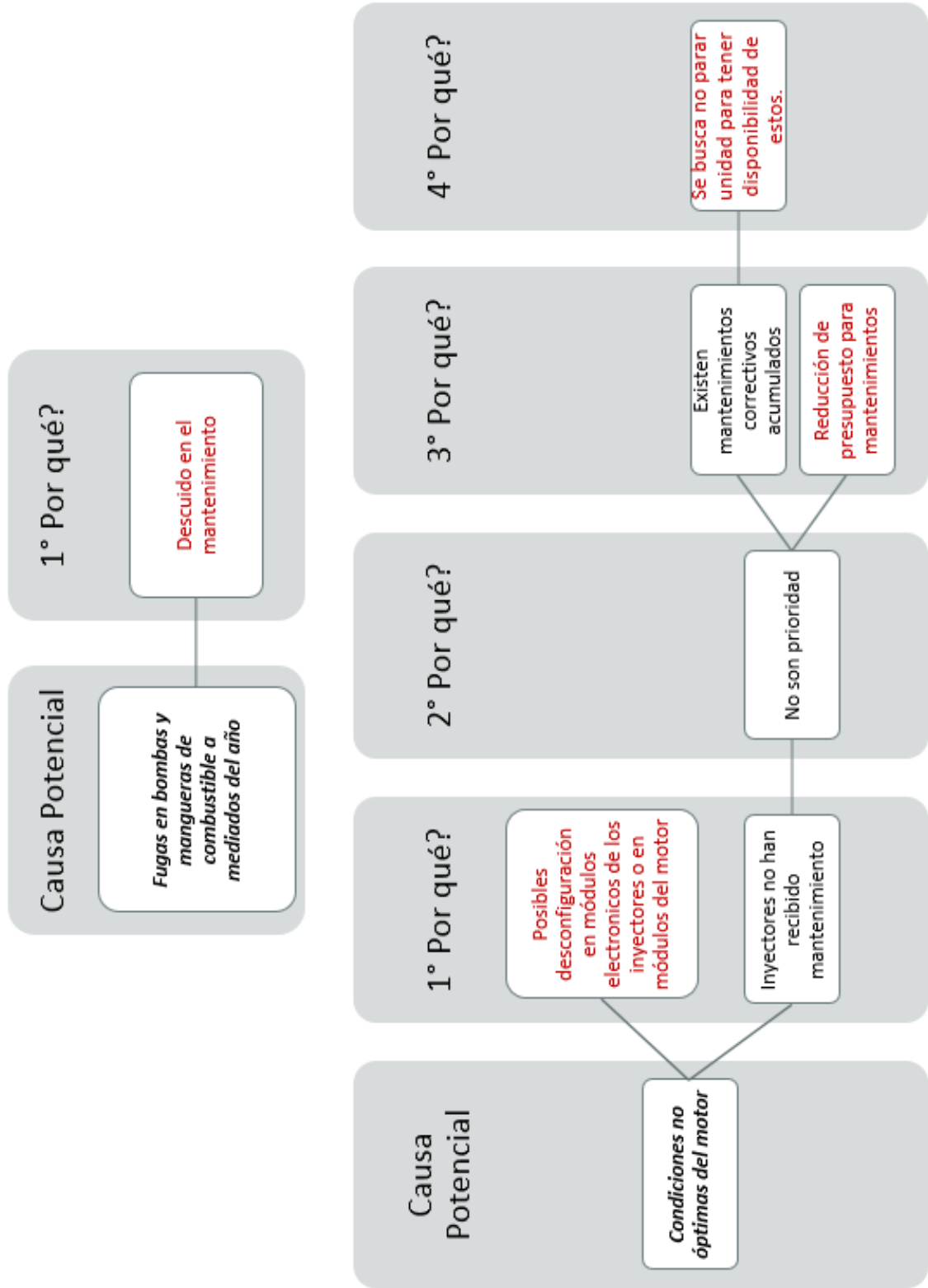
## Apéndice 15. Consumo y Variabilidad de combustible por chofer

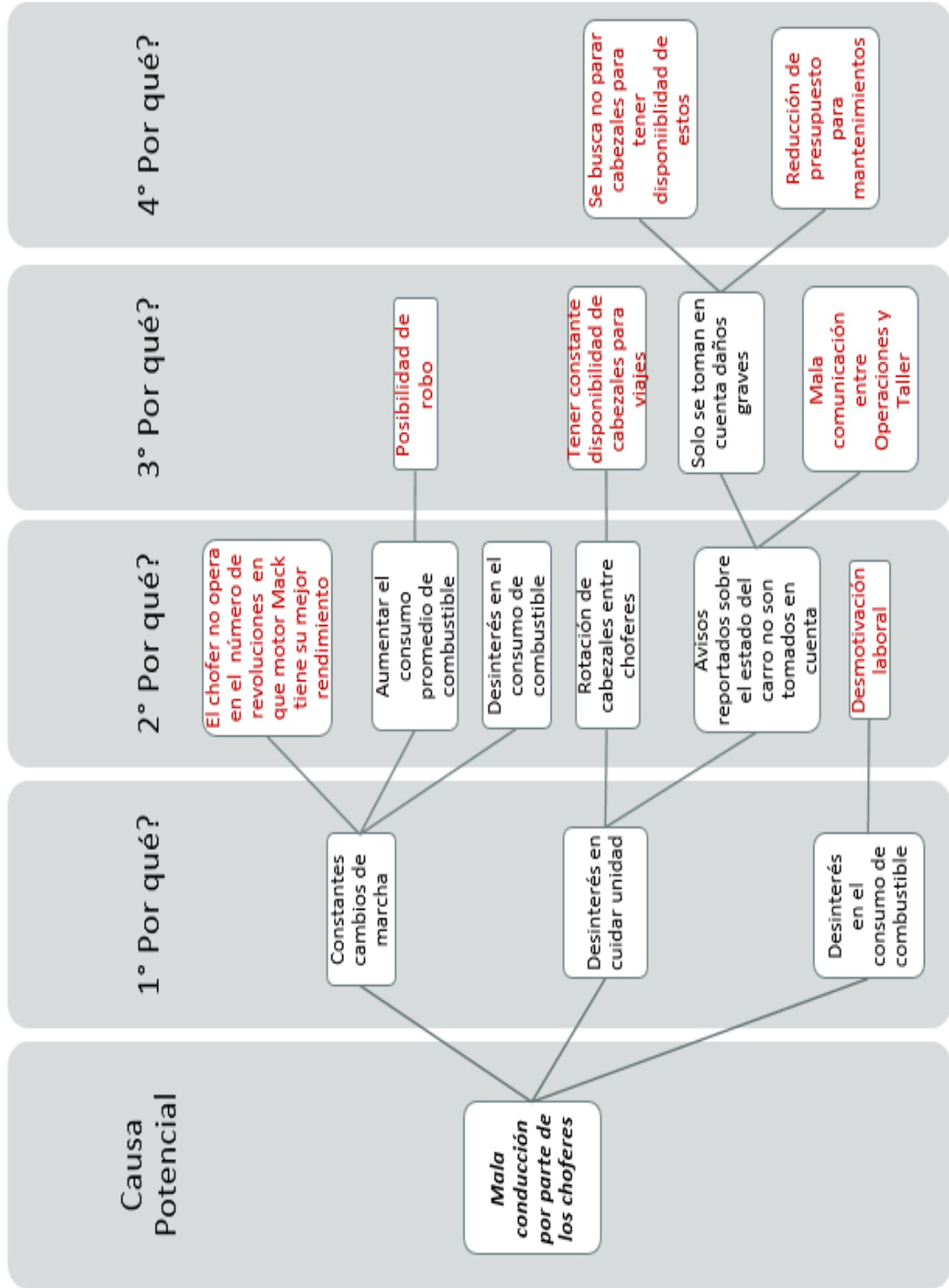


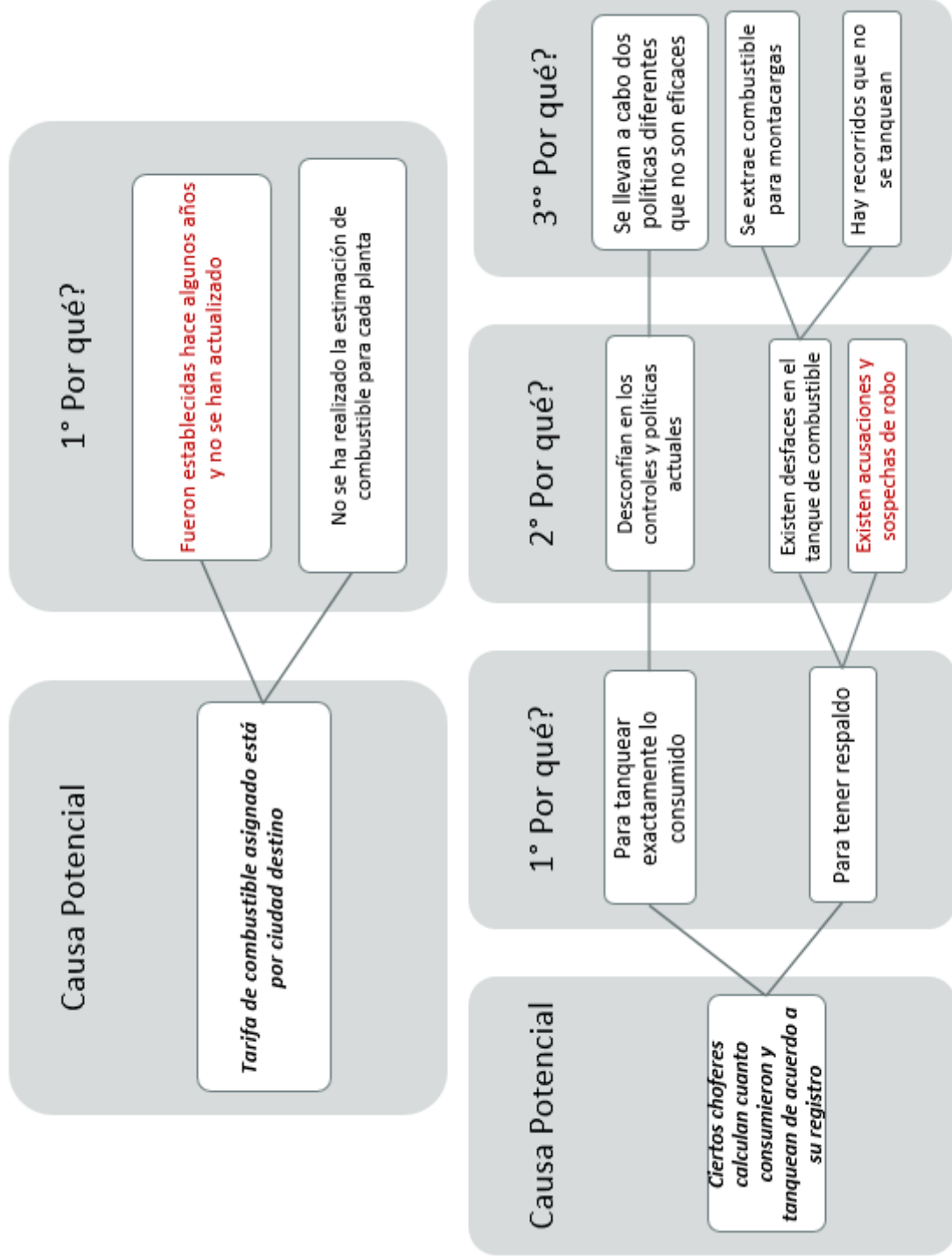
## Apéndice 16. Muestra de elevados consumos en Guayaquil

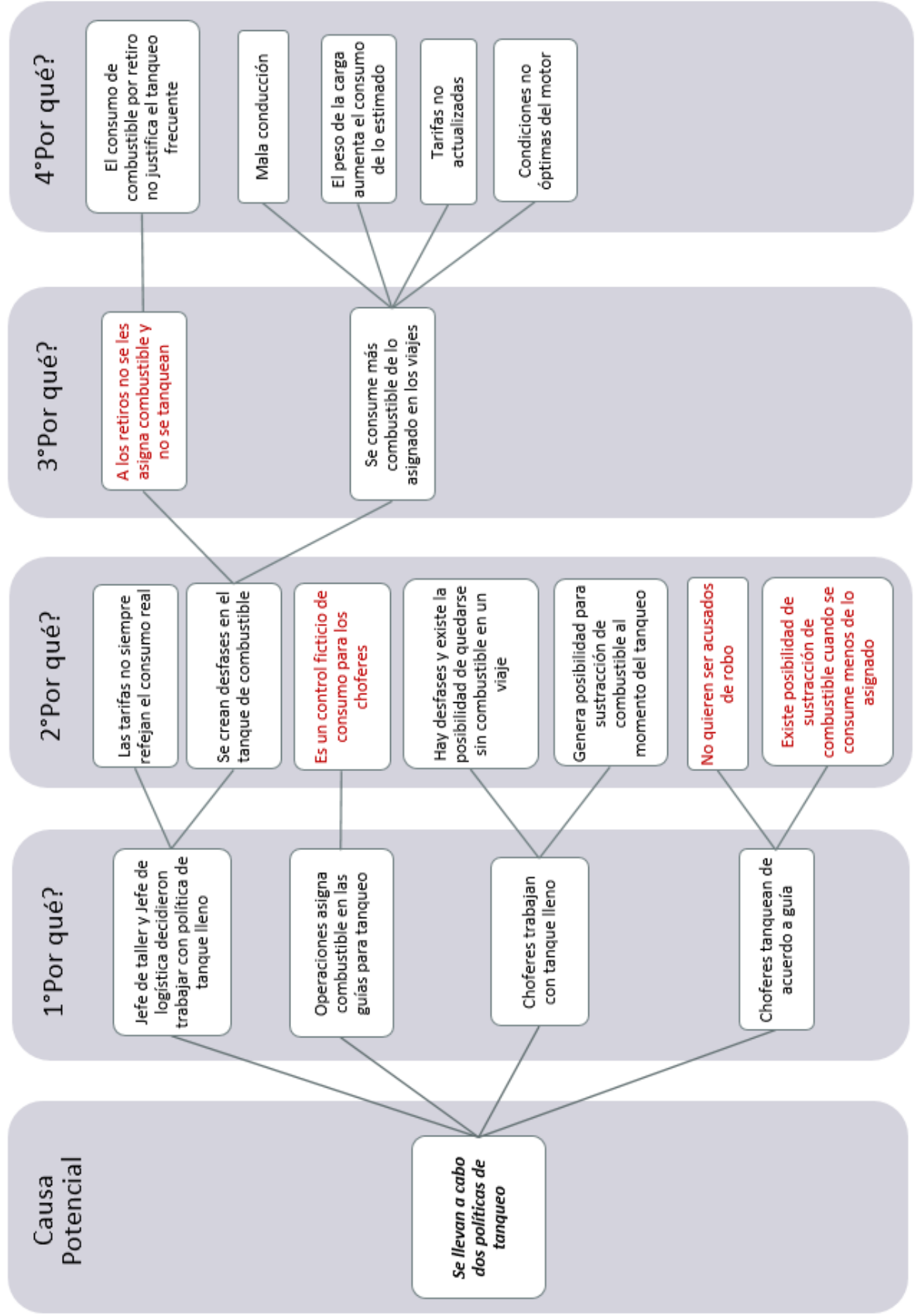
<b>Cabezal</b>	<b>Km recorridos</b>	<b>Consumo de combustible gal</b>	<b>Consumo de combustible gal/km</b>
106	1,1	2,1	1,94
104	0,3	0,5	1,80
125	0,3	0,4	1,33
101	0,3	0,3	0,90
110	2,9	2,4	0,82
119	1,4	1,1	0,76
118	1,0	0,7	0,67
119	3,4	1,6	0,47
115	3,0	1,3	0,44
95	2,1	0,9	0,44
118	3,6	1,6	0,44
119	6,9	2,8	0,40
107	5,0	1,7	0,35
123	3,2	1,1	0,33
92	3,6	1,2	0,33
125	9,2	2,9	0,32
124	0,9	0,3	0,30
123	8,9	2,7	0,30
128	6,3	1,9	0,30
105	12,9	3,5	0,27
106	5,0	1,3	0,27
104	5,1	1,3	0,26
114	15,6	3,9	0,25
121	8,1	2,0	0,25
95	5,5	1,3	0,24
110	10,1	2,4	0,24
110	33,1	7,6	0,23
114	10,9	2,4	0,22
126	19,4	4,3	0,22
108	12,2	2,7	0,22
113	9,9	2,1	0,22
106	5,0	1,1	0,21
100	8,8	1,9	0,21

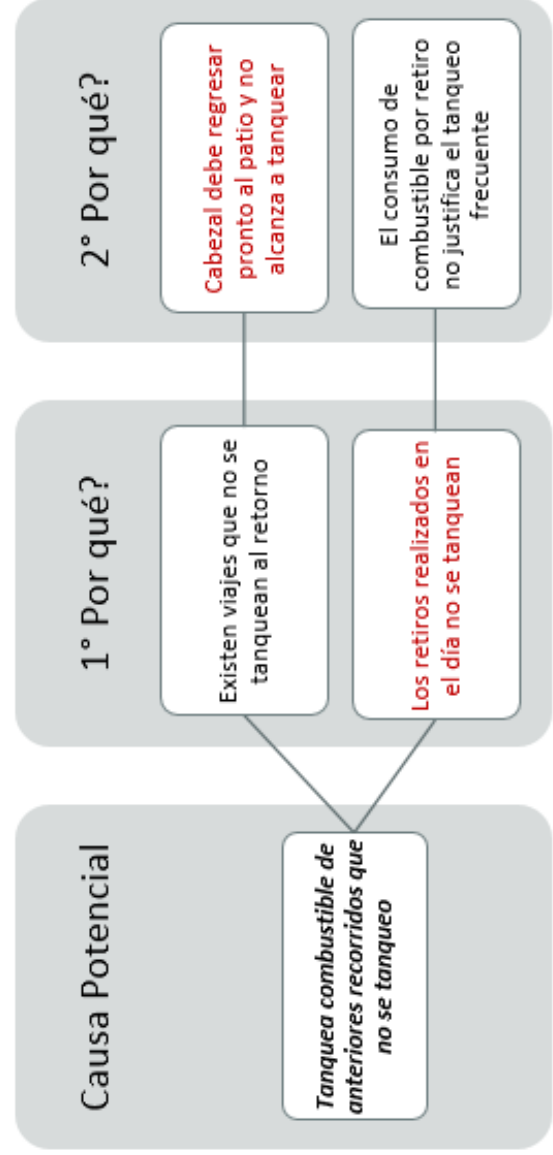
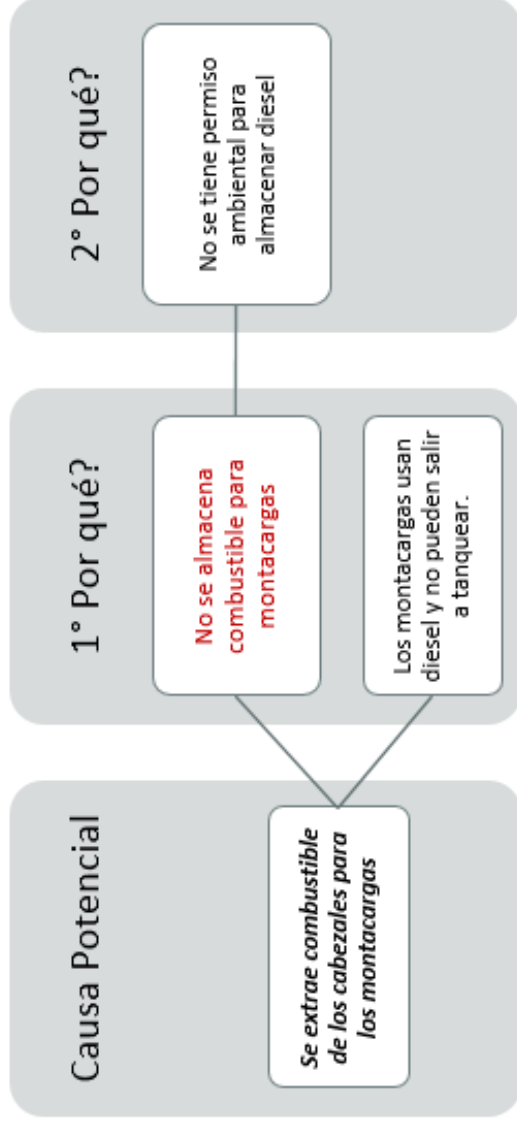
## Apéndice 17. Herramienta 5 ¿Por qué?











## Apéndice 18. Matriz Impacto/ Esfuerzo de soluciones propuestas

Propuesta de Soluciones	Número de causas raíces que ataca	Impacto en el Problema	Impacto	Esfuerzo para implementación
1.Procedimiento para reporte de daños en cabezales.	2	1	3	5
2.Política y procedimiento para tanqueo de combustible en montacargas.	2	3	5	3
3.Política para tanqueo de combustible consumido en "Retiros".	2	3	5	3
4.Planificación de paros programadas para revisiones básicas de cabezales.	1	1	2	6
5.Verificación y calibración de parámetros en módulos electrónicos de cabezales en concesionaria.	1	3	4	3
6.Prototipo de alerta para apertura del tanque de combustible.	1	3	4	4
7.Estimación de consumo de combustible a los distintos destinos.	3	2	5	3
8.Capacitaciones de conducción en cabezales Mack.	1	3	4	5
9.Plan de incentivos para los choferes.	3	3	6	4
10.Política de tanqueo de combustible en cabezales	3	3	6	2
11.Control del consumo de combustible.	2	2	4	3
12.Establecer método para el control de combustible tanqueado.	3	3	6	4
13.Alineación de metas y objetivos entre Operaciones y Taller.	2	1	3	6
14. Procedimiento para actualización de tarifas.	1	1	2	2



## Apéndice 19. Plan de Implementación de Soluciones

PRIMERA ETAPA DE IMPLEMENTACIÓN								
¿Qué?	Causas Raíz	¿Por Qué?	¿Cómo?	¿Dónde?	¿Cuándo?	¿Quién?	Costo	Estado
Política y procedimiento para tanqueo de combustible en montacargas.	No se almacena combustible para montacargas	Se elimina desfase en los tanques creado al extraer combustible de cualquier unidad.	Reunión con el Jefe de taller y el Responsable del tanqueo del montacargas para sociabilización de la política.	En el patio de la empresa	Enero del 2019	Jefe del taller mecánico, Adriana y Lorena	N/A	Planeado
	Robo	Se elimina justificación para tanquear más combustible por desfase en el tanque, mitigando la posibilidad de robo en esta situación.  Se elimina la justificación para abrir y extraer combustible de los cabezales en el patio, se mitiga la posibilidad de robo.	Reunión con Operaciones y Choferes para sociabilización de la política	En el departamento de operaciones	Enero del 2019	Jefe de operaciones, Adriana y Lorena	N/A	Planeado
Política para tanqueo de combustible consumido en "Retiros".	Retiros no se tanquean	Elimina justificación para tanquear combustible acumulado por "Retiros" no tanqueados, por lo tanto, se mitiga la posibilidad de robo en estas situaciones.	Análisis de la data histórica y de todos los factores que intervienen en la variación del consumo de combustible para crear un modelo matemático con una estimación más real.	Departamento de operaciones	Enero del 2019	Personal de IT, Departamento de operaciones	N/A	Planeado
	Robo	El chofer no opera en el número de revoluciones en que el motor Mack tiene su mayor rendimiento.  Posible desconfiguración de módulos electrónicos	Elimina la incertidumbre entre lo que realmente se consume y lo que se tanquea.  Elimina la justificación de los choferes de tanquear más combustible porque la estimación de consumo no es real.	Robo				
Estimación de consumo de combustible a los distintos destinos								

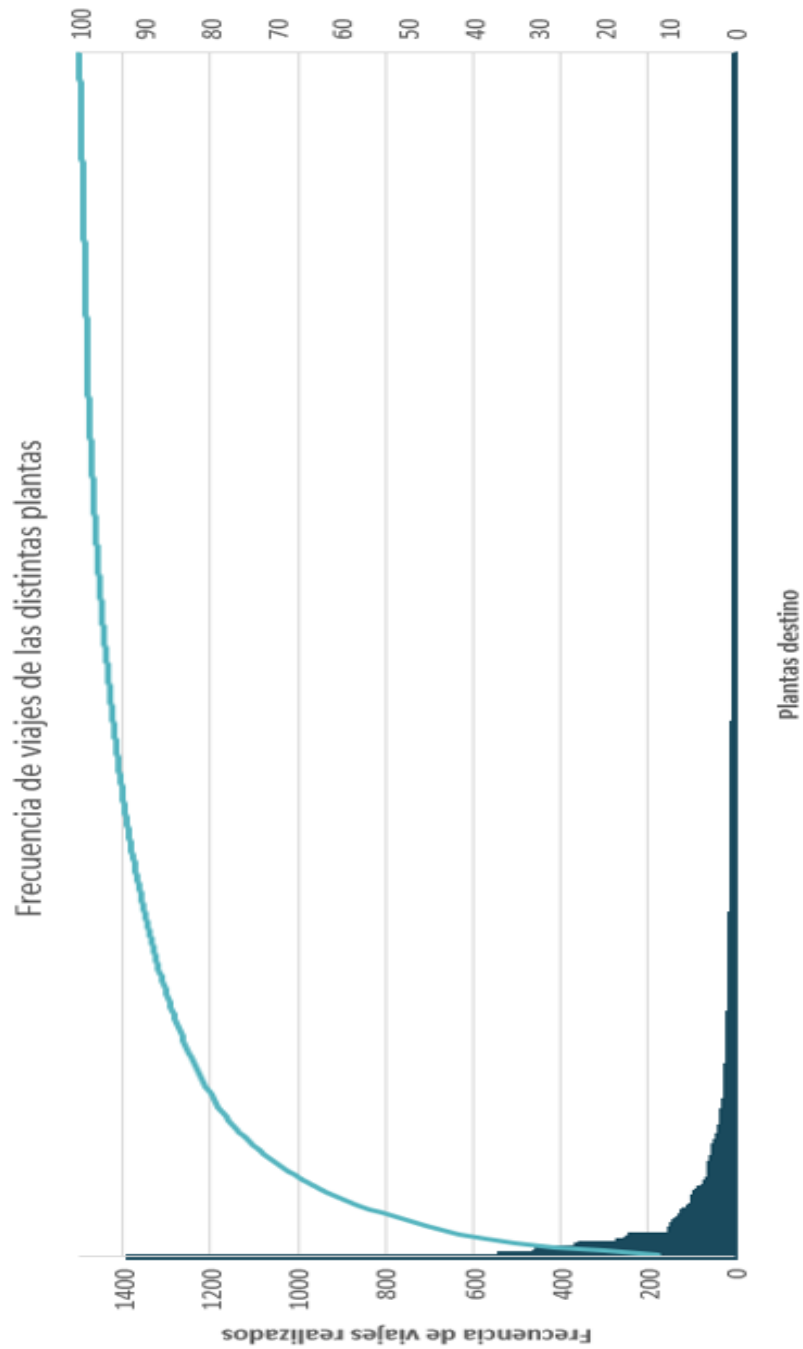
Política de tanqueo de combustible en cabezales.	Se llevan a cabo dos políticas diferentes de Tanqueo	Se elimina justificación para tanquear combustible acumulado por recorridos anteriores, por lo tanto, se mitiga la posibilidad de robo en estas situaciones.	Reunión con Operaciones y Choferes para sociabilización de la política.	En el patio de la empresa	Enero del 2019	Jefe de operaciones, Adriana y Lorena	N/A	Planeado
	Mala comunicación entre operaciones, taller mecánico y choferes para el reporte de daños y nivel de combustible de los cabezales.	Se elimina la confusión de trabajar con dos políticas que se contradicen.	Define responsabilidades y tareas, de tal manera que se elimina la incertidumbre de quien conoce o no el estado de los cabezales.					
Control del consumo de combustible.	Robo							
	El chofer no opera en el número de revoluciones en que el motor Mack tiene su mayor rendimiento.	Se mitiga que el chofer no conduzca el cabezal en un buen rendimiento porque puede sacar provecho de esto, al elevar el consumo de combustible.	Reunión con departamentos de operaciones para sociabilizar y establecer el procedimiento	En el departamento de operaciones	Enero del 2019	Jefe de operaciones, Adriana y Lorena	N/A	Planeado
Establecer método para el control de combustible tanqueado.	Robo	Se reduce la variabilidad del consumo de combustible, ya que se monitorea el rendimiento de los choferes.	Reunión con departamentos de operaciones para sociabilizar y establecer el procedimiento	En el departamento de operaciones	Enero del 2019	Jefe de operaciones, Adriana y Lorena	N/A	Planeado
	Se llevan a cabo dos políticas de Tanqueo diferentes	Se mitiga que los choferes tanqueen de acuerdo a su criterio o de acuerdo a la política que les conviene.	Se mitiga la posibilidad de robo al momento de tanquear combustible en la Gasolinera.					

SEGUNDA ETAPA DE IMPLEMENTACIÓN								
¿Qué?	Causas Raíces	¿Por Qué?	¿Cómo?	¿Dónde?	¿Cuándo?	¿Quién?	Costo	Estado
Verificación y calibración de parámetros en módulos electrónicos de cabezales en concesionaria.	Possible desconfiguración de módulos electrónicos.	Se elimina la incertidumbre de si los consumos registrados por el computador son reales.	A partir de la entrega de cabezales fuera de rango, y mediante la autorización del Gerente de Operaciones. Se envía una muestra de cabezales a la concesionaria para prueba de rendimiento de motor y calibración de sistema V-MAC.	Oficinas de la empresa	Después de alcanzar objetivos de la primera etapa	Administrador del Taller	\$222 / unidad	Planeado
Plan de incentivos para los choferes	Desmotivación laboral en los choferes	Lo altos consumos provocados por la mala conducción intencional se mitigan, por el reconocimiento del buen trabajo.	Cálculo de indicadores para premiar el mayor rendimiento y la menor variabilidad por chofer. Posteriormente el Departamento de Operaciones con Recursos Humanos definirán el incentivo.	En el departamento de operaciones	Después de alcanzar objetivos de la primera etapa	Jefe de choferes	N/A	Planeado
	El chofer no opera en el número de revoluciones en que el motor Mack tiene su mayor rendimiento. Robo	Se mitigan las intenciones de robo, haciendo sentir a los choferes parte clave del desarrollo de la empresa.	Presentación de cotización del sensor y su instalación, para posterior aprobación de la gerencia.	En un cabezal Mack	Después de alcanzar objetivos de la primera etapa	Jefe de choferes, Adriana y Lorena	N/A	Planeado
Prototipo de alerta para apertura del tanque de combustible.	Robo	Se mitiga la posibilidad de robo de combustible en carretera y en puertos. Se elimina la percepción de que no existe control sobre los choferes y que pueden actuar sin tener que cumplir normas o reglas.						

## Apéndice 20. Gantt de actividades para implementación de soluciones.

ACTIVIDAD	DICIEMBRE	ENERO																												FEBRERO
	M J V	M M J V	L M M J V	L M M J V	L M M J V	L M M J V	L M M J V																							
	26 27 28	1 2 3 4	7 8 9 10 11	14 15 16 17 18	21 22 23 24 25	28 29 30 31	1																							
<b>Política y Procedimiento para el tanqueo de montacargas</b>																														
Elaboración de la Política	■																													
Elaboración del Procedimiento			■																											
Aprobación de la Política																														
Sociabilización de la Política																														
Implementación de la Política																														
<b>Política de Tanqueo</b>																														
Elaboración de Política para viajes	■																													
Elaboración de Política para retiros	■																													
Aprobación de la Política																														
Sociabilización de la Política																														
Implementación de la Política																														
<b>Verificación y Calibración de parámetros de módulos electrónicos de los cabezales en la concesionaria</b>																														
Cotización de Calibración por cabezal																														
Elaboración y entrega Propuesta/Recomendación																														
<b>Actualizar tarifa de combustible por cliente</b>																														
Clasificación ABC de clientes																														
Estimar distancias reales por cliente																														
Elaboración de tabla con tarifas actualizadas																														
Entrega de tarifas actualizadas al Departamento de TI																														
<b>Control del consumo de combustible</b>																														
Definir y establecer método	■																													
Creación de indicador para el control																														
Sociabilización con responsable del control y Dpto. de TI																														
Elaboración de plantilla de reporte para desarrollo de pantalla en el sistema																														
Entrega de información a TI																														
<b>Control de Combustible Tanqueado</b>																														
Definir y establecer método																														
Creación de indicador para el control																														
Sociabilización con responsable del control y Dpto. de TI																														
Elaboración de plantilla de reporte para desarrollo de pantalla en el sistema																														
Entrega de plantilla de reporte al Departamento de TI																														
<b>Prototipo de alerta para la apertura del tanque de combustible</b>																														
Elaboración de la Propuesta	■																													
Entrega de cotización																														
<b>Plan de incentivos para los choferes con mejor rendimiento de combustible</b>																														
Definir indicadores de evaluación																														
Aprobación de la Propuesta																														
<b>Análisis y comparación de resultados</b>																														

## Apéndice 21. Pareto de "plantas destino"



Debido a que en el eje horizontal existen 571 plantas, se omite los nombres de estas. Ya que el objetivo del Figura es poder evidenciar que la concentración de viajes está en el 10% de las plantas.