



# POSGRADOS

Maestría en

**PRODUCCIÓN Y**

**OPERACIONES INDUSTRIALES**

RPC-SO-30-NO.506-2019

Opción de Titulación:

Propuestas metodológicas y tecnológicas avanzadas

Tema:

**MEJORA DE PROCESOS PARA LA  
OPTIMIZACIÓN DEL CONSUMO DE  
COMBUSTIBLE Y NEUMÁTICOS EN UNA  
EMPRESA DE TRANSPORTE DE CARGA  
PESADA**

Autor(es)

**VERÓNICA FERNÁNDEZ CASTILLO  
JOSÉ SEGOVIA CHALÉN**

Director:

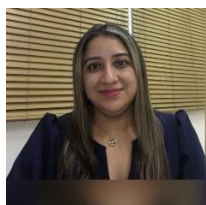
**NESTOR MARCELO BERRONES  
RIVERA**

GUAYAQUIL – Ecuador  
2023

**Autor(es):**



José Arturo Segovia Chalen  
Ingeniero Industrial  
Candidato a Magíster en Producción y Operaciones Industriales por  
la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Guayaquil.  
Jsegovia8890@gmail.com



Verónica Lissette Fernández Castillo  
Economista  
Candidata a Magíster en Producción y Operaciones Industriales por  
la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Guayaquil.  
Vfernandezc1@est.ups.edu.ec

**Dirigido por:**



NESTOR MARCELO BERRONES RIVERA  
Ingeniero Químico  
Magister en Ingeniería Ambiental  
nberrones@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS

2023 © Universidad Politécnica Salesiana.

GUAYAQUIL– ECUADOR – SUDAMÉRICA

**Verónica Fernández Castillo – José Segovia Chalén**

**MEJORA DE PROCESOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y  
NEUMÁTICOS EN UNA EMPRESA DE TRANSPORTE DE CARGA PESADA**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mi amado Dios porque siempre sostiene mi mano en este proyecto llamado vida.

A mis padres: Lcda. Blanquita Castillo e Ing. Milciades Fernández, por su infinito amor y paciencia.

A mi adorado hijo Juan Diego, por quitarle horas de juegos mientras me dedicaba a las clases de maestría y tesis.

A mi esposo Juan Arteaga por su apoyo constante.

EC. Verónica Fernández Castillo

A Dios por guiarme por el camino correcto para poder culminar una etapa más en mi vida académica a pesar de las adversidades sin desfallecer.

A mi madre por ser esa madre comprensiva, alegre, cariñosa, que siempre me brindó su apoyo sin esperar nada a cambio.

A mi padre por ser ese hombre fuerte valiente, responsable, dedicado, luchador y que nunca se da por vencido para obtener mejores resultados.

Ing. José Segovia Chalen

## **AGRADECIMIENTO**

A mi Alma Mater, la Universidad Politécnica Salesiana, por permitir la capacitación constante y búsqueda de la excelencia en los estudiantes.

A mi tutor Ing. Marcelo Berrones, por su inagotable paciencia y muchas enseñanzas

A mi directora de maestría, Ing. Tania Rojas por su apoyo y seguimiento para la culminación de mi maestría.

A mi compañero de fórmula, Ing. José Segovia, por la confianza y aprendizaje juntos en este grandioso proyecto.

A los amigos que conseguí en la maestría (MS)

Ec. Verónica Fernández Castillo

A Dios por darme la vida y la oportunidad de cumplir una meta académica más en mi vida profesional.

A mis más grandes amores mis padres que son mi fuente de energía para lograr todo lo que me proponga y mis hermanas que siempre me motivan a ser mejor persona día a día.

A mi tutor y mi buen amigo el Ing. Néstor Marcelo Berrones que siempre me brindó sus conocimientos para la realización del mencionado proyecto.

A la Ing. Tania Rojas P. que me brindó la oportunidad de incrementar mi conocimiento en una prestigiosa institución como lo es la Universidad Politécnica Salesiana.

A mi compañera la Ec. Verónica Fernández que confió en mi para la realización de este proyecto.

A las buenas e irremplazables amistades conseguidas en la maestría (LMS).

Ing. José Segovia Chalen

# Tabla de Contenido

Resumen.....	8
Abstract .....	9
1. Introducción.....	10
2. Determinación del Problema .....	12
3. Formulación del problema .....	13
3.1 Problema general.....	13
3.2 Problemas específicos.....	13
4. Justificación de la investigación .....	14
5. Objetivo general.....	16
6. Objetivos específicos.....	16
7. Hipótesis .....	17
7.1 Hipótesis general .....	17
7.2 Hipótesis específicas .....	17
8. Marco teórico referencial.....	18
8.1 Antecedentes.....	18
8.2 Llanta.....	19
8.3 Elementos del neumático .....	19
8.4 Nomenclatura de Llantas .....	20
8.5 Neumático .....	20
8.6 Funciones .....	21
8.7 Características de Neumáticos para Tractocamiones .....	21
8.8 Estructura del Neumático .....	23
8.9 Función de los Neumáticos en la Eficiencia Operativa .....	24
8.10 Desgaste de Neumáticos .....	26
8.11 Causas del Desgaste de los Neumáticos.....	26
8.12 Efectos del Desgaste de los Neumáticos en la Eficiencia Operativa.....	26
8.13 Estrategias de Mitigación del Desgaste de los Neumáticos .....	27
8.14 Reducción del Consumo de Combustible en el Transporte de Carga Pesada 27	
8.15 Factores que Influyen en el Consumo de Combustible.....	28

8.16	Estrategias de Reducción del Consumo de Combustible .....	28
8.17	Beneficios de la Reducción del Consumo de Combustible.....	28
8.18	Implementación de Prácticas Eficientes.....	29
9.	Materiales y metodología.....	30
9.1	Tipo, diseño y nivel de investigación .....	30
9.2	Método de investigación.....	31
9.3	Determinación de la muestra:.....	32
9.4	Tipos de instrumentos de investigación en correspondencia con la información primaria y secundaria seleccionada para el estudio .....	33
9.5	Tratamiento de la Información.....	34
9.6	Operacionalización de variables .....	35
10.	Resultados y discusión.....	37
10.1	Cabezales MACK.....	37
10.2	Cabezales MERCEDES BENZ .....	38
10.3	Cabezales FREIGHTLINER.....	40
10.4	Diferencias técnicas.....	41
10.5	Cabezal y arrastre.....	43
10.6	Combinación óptima de llantas normales y de base ancha .....	44
10.7	Tipos de neumáticos y combustibles disponibles en el mercado.....	49
10.8	Costos de distribución que se ven directamente beneficiados por la elección adecuada de llantas y la optimización en el consumo de combustible. ....	51
10.9	Resultados de encuesta.....	56
10.10	Recomendaciones basadas en los hallazgos .....	76
11.	Conclusiones .....	79
	Referencias .....	82
	ANEXOS .....	86
	Anexo A - Encuesta .....	86

# **MEJORA DE PROCESOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y NEUMÁTICOS EN UNA EMPRESA DE TRANSPORTE DE CARGA PESADA**

Autor(es):

**VERÓNICA FERNÁNDEZ CASTILLO  
JOSÉ SEGOVIA CHALÉN**

## Resumen

---

El presente trabajo de investigación se enfoca en abordar el problema general que afecta a una empresa de transporte de carga pesada en el pasado: la falta de eficiencia en la optimización del consumo de combustible y neumáticos. Este problema se ha traducido en costos significativos y una operación menos rentable. Sin embargo, a lo largo de este estudio, hemos logrado cumplir con los objetivos establecidos, brindando soluciones tangibles a esta problemática. Uno de los objetivos específicos era determinar la combinación óptima de llantas normales y de base ancha para mejorar la eficiencia de los costos de distribución en la empresa de transporte. Gracias a un exhaustivo análisis de datos y pruebas de rendimiento, hemos identificado una combinación específica que ha demostrado ser altamente eficaz en la reducción de costos operativos, contribuyendo así al cumplimiento de este objetivo. Otro objetivo específico era identificar y evaluar los tipos de neumáticos y combustibles disponibles en el mercado que ofrecieran las mejores características en términos de rendimiento y coste. A través de un minucioso proceso de investigación de mercado, hemos seleccionado los neumáticos y combustibles que maximizan la eficiencia sin comprometer la calidad del servicio, lo que ha resultado en un impacto positivo en los costos de distribución. Además, analizamos y cuantificamos los costos de distribución. Este análisis detallado nos permitió comprender la magnitud de los ahorros potenciales y su impacto en la rentabilidad de la empresa de transporte. Finalmente, hemos propuesto recomendaciones basadas en nuestros hallazgos para implementar prácticas que conduzcan a un consumo eficiente de combustible y a una selección óptima de neumáticos. Estas recomendaciones están diseñadas para garantizar una operación más rentable y sostenible en el largo plazo.

**Palabras clave:**

Mejora, Procesos, Optimización, Consumo, Combustible y neumáticos.



## Abstract

---

The present research work focuses on addressing the general problem that affects a heavy cargo carrier in the past: the lack of efficiency in the optimization of fuel and tyres consumption. This problem has resulted in significant costs and a less profitable operation. However, throughout this study, we have managed to meet the objectives set, providing tangible solutions to this problem. One of the specific objectives was to determine the optimal combination of standard and wide-base tyres to improve distribution cost efficiency in the transport company. Thanks to a thorough analysis of data and performance tests, we have identified a specific combination that has proven to be highly effective in reducing operating costs, thereby contributing to this goal. Another specific objective was to identify and evaluate the tyres and fuels available on the market that offered the best performance and cost performance. Through a thorough market research process, we have selected tyres and fuels that maximize efficiency without compromising service quality, resulting in a positive impact on distribution costs. We also analyze and quantify distribution costs. This detailed analysis allowed us to understand the magnitude of potential savings and their impact on the profitability of the transport company. Finally, we have proposed recommendations based on our findings to implement practices that lead to fuel efficiency and optimal tyre selection. These recommendations are designed to ensure a more cost-effective and sustainable operation in the long term.

### **Palabras clave:**

Improvement, Processes, Optimization, Consumption, Fuel and tires.

# 1. Introducción

---

El presente trabajo de investigación se enmarca en el contexto de una maestría en producción y operaciones industriales y tiene como objetivo abordar el tema de la "Mejora de procesos para la optimización del consumo de combustible y neumáticos en una empresa de transporte de carga pesada". Este proyecto surge como respuesta a un problema general que plantea una pregunta fundamental: ¿Cómo mejorar los procesos para la optimización del consumo de combustible y neumáticos en una empresa de transporte de carga pesada?

Para abordar este desafío, hemos identificado tres problemas específicos que requieren una atención detallada. El primero se enfoca en determinar la combinación de llantas normales y de base ancha más adecuada para mejorar el proceso de optimización de los costos de distribución de una empresa de transporte de carga pesada. El segundo problema específico se centra en identificar y evaluar los tipos de neumáticos y combustibles disponibles en el mercado que ofrecen las mejores características en términos de rendimiento y coste para la optimización de la operación en estas empresas. El tercer y último problema específico busca analizar y cuantificar los costos de distribución que se ven directamente beneficiados por la elección adecuada de llantas y la optimización en el consumo de combustible.

El objetivo general de este trabajo de investigación es desarrollar estrategias para la mejora de procesos que permitan la optimización del consumo de combustible y la utilización de neumáticos en una empresa de transporte de carga pesada. Para lograr este objetivo general, hemos definido objetivos específicos que nos guiarán en nuestro camino hacia soluciones efectivas.

En primer lugar, se busca determinar la combinación óptima de llantas normales y de base ancha que contribuya a la mejora en la eficiencia de los costos de distribución en una empresa de transporte de carga pesada. Este objetivo específico es crucial, ya que la elección de neumáticos adecuados puede tener un impacto significativo en la economía de la operación.

En segundo lugar, se pretende identificar y evaluar los tipos de neumáticos y combustibles disponibles en el mercado que ofrezcan las mejores características en

---

términos de rendimiento y coste para la optimización de la operación en empresas de transporte de carga pesada. Esta evaluación permitirá a las empresas tomar decisiones informadas sobre la adquisición de neumáticos y combustibles.

Por último, se llevará a cabo un análisis detallado para cuantificar los costos de distribución que se ven directamente beneficiados por la elección adecuada de llantas y la optimización en el consumo de combustible. Esta información será esencial para demostrar la importancia de nuestras recomendaciones.

En resumen, este trabajo de investigación abordó los desafíos que enfrentan las empresas de transporte de carga pesada en cuanto a la optimización de costos relacionados con el consumo de combustible y neumáticos. A través de la consecución de nuestros objetivos específicos, aspiramos a proponer recomendaciones basadas en hallazgos sólidos que permitan la implementación de prácticas eficientes y sostenibles, lo que, en última instancia, conducirá a una operación más rentable y sostenible en este sector crucial de la industria.

## 2. Determinación del Problema

El transporte de carga pesada es una columna vertebral esencial de la economía de Ecuador, un país con una red de exportaciones diversificada y un mercado interno en constante movimiento. Sin embargo, el sector enfrenta desafíos importantes en términos de eficiencia y costos operativos, especialmente en las áreas de consumo de combustible y desgaste de neumáticos. Según un estudio realizado por la Universidad Central del Ecuador, los costos operativos de las empresas de transporte de carga pesada en el país son significativamente afectados por el consumo de combustible y el desgaste de los neumáticos (Bocanegra y Perez, 2020).

Como motivación para el estudio del problema y a partir de datos y estadísticas establecemos:

- **Costos Operativos:** Un informe del American Transportation Research Institute (ATRI) señala que el costo del combustible a nivel global llega a representar cerca del 24% de los gastos totales en las compañías de transporte de carga pesada (Hidalgo Osorio et al., 2019). Los costos relacionados con neumáticos también suman un porcentaje significativo, aunque menor, a los costos totales.
- **Impacto Ambiental:** El transporte de carga de manera global ha experimentado un incremento del 36% en sus emisiones de CO<sub>2</sub> desde 1990, según la Agencia de Protección Ambiental de los EE. UU. (EPA, 2021).
- **Eficiencia Energética:** Estudios sugieren que el avance en eficiencia de combustible en el sector ha sido marginal en las últimas décadas (Cuautele et al., 2021).
- **Volatilidad del Mercado:** La fluctuación en los precios del petróleo y de los neumáticos también agrega incertidumbre a la gestión de los costos (Piloto et al., 2020).
- **Costos de Combustible y Neumáticos:** De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de Ecuador (INEC), el costo del diésel y los neumáticos representó aproximadamente el 30% y el 12% respectivamente de los costos totales de operación en el transporte de carga en 2020 (INEC, 2023).

- **Sostenibilidad Ambiental:** La Ministra de Ambiente de Ecuador señaló que el transporte es responsable del 30% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero en el país (Ardanuy, 2019).
- **Importancia Económica:** Según el Ministerio de Transporte y Obras Públicas de Ecuador, el sector de transporte de carga genera empleo para aproximadamente 200,000 personas y es vital para el movimiento de bienes tanto internos como para exportación (MTOPE, 2021).

La relevancia de esta investigación radica en su potencial para reducir significativamente los costos operativos en las empresas de transporte de carga pesada, contribuir a la sostenibilidad ambiental y mitigar el impacto de la volatilidad en los precios del petróleo y neumáticos. La importancia de este problema queda reflejada en su impacto económico, ambiental y social.

Dada la envergadura y complejidad de estos desafíos, este estudio aspira a ofrecer un conjunto de estrategias de optimización que no solo mejoren la rentabilidad de las empresas de transporte de carga pesada, sino que también fomenten un enfoque más sostenible y eficiente

## 3. Formulación del problema

### 3.1 Problema general

¿Cómo mejorar los procesos para la optimización del consumo de combustible y neumáticos en una empresa de transporte de carga pesada?

### 3.2 Problemas específicos

- a. ¿Cuál es la combinación de llantas normales y de base ancha más adecuada para mejorar el proceso de optimización de los costos de distribución de una empresa de transporte de carga pesada?
- b. ¿Cuál es el neumático y combustible disponible en el mercado más adecuada para optimizar los costos de distribución?
- c. ¿Qué costos de distribución se ven beneficiados por el uso de llantas y el consumo de combustible?

## 4. Justificación de la investigación

El transporte de carga pesada representa una de las industrias más importantes en la economía ecuatoriana. Sin embargo, esta actividad es también una de las principales fuentes de consumo de combustible y de emisiones de gases contaminantes (Miyashiro Pérez y Delgado Fernández, 2019). Además, el sector se enfrenta a costos operativos elevados relacionados con el mantenimiento de vehículos y, particularmente, con el uso de neumáticos (Blanco et al., 2019). Por ello, la optimización del consumo de combustible y la selección adecuada de neumáticos surgen como imperativos no solo económicos sino también medioambientales.

En relación a la relevancia económica. Según datos del Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, más del 80% del transporte de mercancías en el país se realiza por carretera (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2021). Los costos asociados al combustible y neumáticos representan cerca del 30-40% de los gastos operativos totales de estas empresas (Ramírez y Carvajal, 2022). La optimización en estas áreas podría, por lo tanto, resultar en una significativa reducción de costos, aumentando la competitividad de las empresas en el sector.

Bajo la mirada del impacto ambiental, el transporte es responsable de aproximadamente el 25% de las emisiones de gases de efecto invernadero en Ecuador (Martínez, C., y Rodríguez, R., 2021). La mejora en la eficiencia del consumo de combustible y la selección de neumáticos más adecuados podrían contribuir significativamente a la reducción de estas emisiones.

Como contribución al conocimiento y la práctica. A pesar de la abundante literatura existente en la mejora de procesos industriales, hay una brecha significativa en lo que respecta a estudios focalizados en el transporte de carga pesada en Ecuador (Miyashiro Pérez y Delgado Fernández, 2019). Esta investigación pretende llenar ese vacío y ofrecer directrices prácticas para las empresas del sector. En esa línea, a continuación, se desglosa la justificación de la investigación:

### Conveniencia

La presente investigación es extremadamente conveniente en un contexto económico y ambiental. Abarca cuestiones críticas como la eficiencia en el consumo de combustible

y la selección de neumáticos, que tienen un impacto directo en los costos operativos de las empresas de transporte de carga pesada (Ramírez y Carvajal, 2022). Su utilidad se extiende desde la disminución de gastos para las empresas hasta la reducción del impacto ambiental asociado al transporte.

#### Relevancia Social

La investigación tiene una alta trascendencia social en el Ecuador. Los beneficios que se deriven de la optimización en estos sectores pueden traducirse en costos más bajos para el consumidor final y, en última instancia, en un estímulo para la economía (Miyashiro Pérez y Delgado Fernández, 2019). Adicionalmente, la reducción en el consumo de combustible tiene implicaciones directas en la calidad del aire y el cambio climático, beneficiando a la sociedad en su conjunto.

#### Implicaciones Prácticas

Los hallazgos de este estudio podrían ser directamente aplicables en la toma de decisiones estratégicas para las empresas del sector, ayudando a resolver problemas reales de ineficiencia y costos elevados. Las estrategias desarrolladas pueden tener aplicaciones más amplias, incluyendo el transporte en otros sectores o incluso en otros países con problemas similares (Martínez, C., y Rodríguez, R., 2021).

#### Valor Teórico

El estudio busca llenar un vacío en la literatura científica sobre la optimización del transporte de carga en Ecuador. Los resultados podrían ser generalizados para desarrollar teorías más amplias sobre eficiencia en el transporte y podrían proporcionar un marco para futuras investigaciones (Bocanegra y Perez, 2020).

#### Utilidad Metodológica

La investigación podría contribuir al desarrollo de nuevos instrumentos o métricas para evaluar la eficiencia en el uso de combustible y neumáticos. Los métodos de análisis podrían ser aplicables en otros contextos industriales y podrían servir para refinar las prácticas actuales de estudio en esta área (Centeno et al., 2022).

Al abordar estos distintos aspectos, esta investigación se justifica plenamente por su capacidad para contribuir a la eficiencia económica, a la reducción del impacto ambiental y al avance del conocimiento científico en el campo del transporte de carga pesada.

En sintonía con lo establecido y los problemas y objetivos planteados, este estudio se justifica plenamente por su potencial para aportar soluciones tangibles que beneficien a las empresas de transporte de carga pesada, al ambiente y, por extensión, a la economía ecuatoriana en general.

## 5. Objetivo general

- Desarrollar estrategias para la mejora de procesos que permitan la optimización del consumo de combustible y la utilización de neumáticos en una empresa de transporte de carga pesada.

## 6. Objetivos específicos

- Determinar la combinación óptima de llantas normales y de base ancha que contribuya a la mejora en la eficiencia de los costos de distribución en una empresa de transporte de carga pesada.
- Identificar y evaluar los tipos de neumáticos y combustibles disponibles en el mercado que ofrezcan las mejores características en términos de rendimiento y coste para la optimización de la operación en empresas de transporte de carga pesada.
- Analizar y cuantificar los costos de distribución que se ven directamente beneficiados por la elección adecuada de llantas y la optimización en el consumo de combustible.
- Proponer recomendaciones basadas en los hallazgos anteriores para implementar prácticas que conduzcan a un consumo eficiente de combustible y a una selección óptima de neumáticos, garantizando así una operación más rentable y sostenible.



## 7. Hipótesis

### 7.1 Hipótesis general

- La implementación de estrategias de mejora de procesos para la optimización del consumo de combustible y la selección de neumáticos en empresas de transporte de carga pesada en Ecuador resultará en una operación más rentable y sostenible.

### 7.2 Hipótesis específicas

La implementación de estrategias de mejora de procesos para la optimización del

- Hipótesis 1: La utilización de una combinación óptima de llantas normales y de base ancha contribuirá significativamente a la reducción de los costos de distribución en empresas de transporte de carga pesada en Ecuador.
- Hipótesis 2: La selección de tipos específicos de neumáticos y combustibles disponibles en el mercado ecuatoriano, basada en características de rendimiento y coste, optimizará los costos operativos y aumentará la eficiencia en empresas de transporte de carga pesada.
- Hipótesis 3: Los costos de distribución asociados a la logística y mantenimiento de la flota se verán significativamente reducidos mediante la optimización en el uso de llantas y el consumo eficiente de combustible en el contexto del Ecuador.
- Hipótesis 4: Las recomendaciones ayudarán a la optimización del consumo eficiente de combustible y a una selección óptima de neumáticos, garantizando así una operación más rentable y sostenible.

Estas hipótesis se alinean con el objetivo general y los objetivos específicos del estudio, buscando abordar las preguntas de investigación propuestas. Al comprobar o refutar estas hipótesis, la investigación contribuirá valiosamente a la mejora de procesos en el ámbito del transporte de carga pesada en Ecuador, con implicaciones tanto a nivel económico como ambiental.

## 8. Marco teórico referencial

### 8.1 Antecedentes

En un mundo de rápido cambio, y aumento desmedido de los costos operativos para todo tipo de empresas, como materias primas, energía eléctrica, combustibles, repuestos, mantenimiento, mano de obra y transporte, se tiene como efecto global la necesidad de buscar formas más efectivas de llevar a cabo los procesos productivos. Como parte vital de la cadena de suministro siempre se encuentra el transporte de mercaderías, ya sean de materias primas o de producto terminados para los clientes finales (Muñoz, 2019).

El rol transcendental que juega la industria del transporte pesado está asociada principalmente a su activa participación en las diferentes industrias que forman parte de la economía de un país, es decir que mientras algún sector se encuentre en auge de explotación y comercialización, en las mismas proporciones se dará un crecimiento para el sector de la transportación y logística. Cabe mencionar que el servicio de transporte de carga pesada es poco explotado en nuestro país (CEPAL, 2020).

Los vehículos de carga pesada son el principal medio de transporte de la mercancía dentro del mercado local. En el Ecuador existe una diversidad de empresas dedicadas a ofrecer el servicio de Transporte de Carga Pesada de forma segura y de calidad. El transporte terrestre de carga cumple hoy en día un papel indispensable para el desarrollo económico y comercial del país. Siendo este sector uno de los cinco rubros que más aportan al desarrollo del PIB en Ecuador. A través de este medio se realiza el movimiento de la carga al mercado interno y a su vez sirve también de soporte y plataforma para fomentar el desarrollo de las exportaciones e importaciones del país.

La posibilidad de disminuir el consumo de combustible de cada vehículo pesado, aunque sea en un mínimo porcentaje, resulta conveniente para países que dependan energéticamente del uso de combustible fósil. El consumo de combustible es un tema de gran importancia puesto que la reducción del consumo de combustible contribuye significativamente a la disminución de los costes de transporte y a la protección del

medio ambiente. Debido a que la mayor parte de desplazamientos realizados en vehículos de carretera se produce sobre rutas ya establecidas. La optimización del consumo de combustible y neumáticos en transporte de carga pesada se aplicará sobre carreteras del país, teniendo el propósito de representar situaciones como el transporte de carga pesada de una ciudad a otra o el desplazamiento de autobuses de medio-largo recorrido.

## 8.2 Llanta

La llanta es la parte metálica de la rueda que, mediante un perfil adecuado, soporta el neumático y permite la solidaridad del mismo al buje del vehículo a través de la pieza o piezas de acoplamiento. Su función es proporcionar estabilidad de marcha al vehículo, así como la eficacia de la frenada y, en parte, el comportamiento de la suspensión. Aunque habitualmente se denomine a estos elementos llantas, en realidad son conjuntos constituidos por dos piezas soldadas entre sí: el disco de rueda o parte central y un borde de forma circular y sección en canal que rodea al disco, que viene a ser la llanta propiamente dicha (Rodríguez, 2020).

## 8.3 Elementos del neumático

- **Pestaña.** Zona de la llanta donde se apoya lateralmente el talón de la cubierta.
- **Asiento de talón.** Zona sobre la que se apoyan los talones de la cubierta.
- **Base.** Corresponde a la zona de la llanta comprendida entre ambos asientos de talón.
- **Orificio Válvula.** Es una abertura en la llanta en la que se monta la válvula. La forma y posición puede variar según el tipo.

*Figura 1. Elementos de la llanta*



Fuente: (Centeno Méndez et al., 2022)

## 8.4 Nomenclatura de Llantas

**Anchura.** Es la cota del perfil de la llanta comprendida entre la parte interior de las pestañas y se indica en pulgadas.

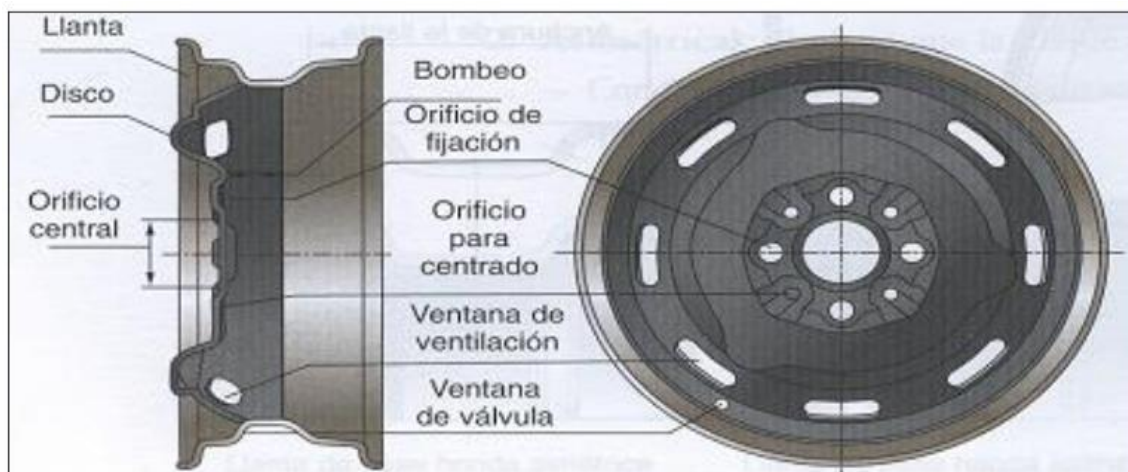
**Altura Pestaña.** La altura máxima de la pestaña, medida desde el punto más próximo del asiento del talón. Se mide en mm, pero su valor se indica con letras.

**Diámetro Nominal.** El diámetro de la llanta medido sobre el asiento del talón en la parte más próxima a la pestaña y se indica en pulgadas.

**Perfil Llanta.** Indica el tipo de perfil. Tubeless (H, H2, FH, FL, LP, FP, TR TD), o no Tubeless, llanta Honda serie ancha, llanta honda serie estándar, llanta honda pilote. El H2 del ejemplo sería Tubeless H2.

**Bombeo.** Es la distancia entre la superficie de apoyo y el plano longitudinal medio de la llanta. El bombeo permite modificar la anchura de un vehículo.

*Figura 2. Nomenclaturas del neumático*



Fuente: (Centeno Méndez et al., 2022)

## 8.5 Neumático

Son contenedores de aire, hechas de un material de sacrificio compuesto por caucho, tejido textil y una malla de acero, existe una gran tecnología detrás de la fabricación de estos elementos rodantes para poder cumplir con las exigencias de trabajo en los diferentes tipos de terreno y climas (Centeno Méndez et al., 2022).

Estos son el sistema que el vehículo utiliza para transmitir el movimiento y poderse desplazar, son los únicos puntos de apoyo entre el vehículo y el terreno, a través de ellos

se transmite la potencia de frenado cuando reducimos la velocidad, Por ello los neumáticos deben ser capaces de realizar estas funciones, incluso en condiciones desfavorables: lluvia, fango, grava, y condiciones de la vía: cuestas, curvas (Centeno Méndez et al., 2022).

## 8.6 Funciones

Las principales funciones del neumático son (Aristizabal-Alzate y González-Manosalva, 2021):

- Soportar y transmitir al terreno el peso del vehículo.
- Realizar los esfuerzos longitudinales necesarios para responder a la tracción y el frenado.
- Adaptarse a las irregularidades menos evidentes de la calzada, mejorando la vida de los amortiguadores.
- Realizar los esfuerzos laterales precisos para mantener la trayectoria (Centeno Méndez et al., 2022).

Para desarrollar estos trabajos, son exigibles las subsiguientes características de los neumáticos:

- Baja resistencia a la rodadura.
- Resistencia a la fatiga, al desgaste, a la formación de grietas, etc.
- Adecuada flexibilidad radial, transversal y circunferencial.
- Elevada adherencia sobre pista seca y mojada, longitudinal y transversal.
- Capacidad para resistir los esfuerzos dinámicos exteriores (Centeno Méndez et al., 2022).

## 8.7 Características de Neumáticos para Tracto camiones

Las características de los neumáticos pueden clasificarse, de forma general, en dos categorías a conocer, por seguridad y por economía. Al aplicar neumáticos para condiciones de trabajo específicas, tendremos que estar familiarizados con estas

características de forma que se pueda ganar la confianza del usuario (Correa Espinal et al., 2022).

#### *Resistencia al desgaste:*

La resistencia de la banda de rodadura del neumático está estrechamente relacionada con el mantenimiento del mismo. Cuando se desgasta el neumático, la potencia de frenado, resistencia al corte, resistencia a los pinchazos y resistencia a los golpes pueden reducirse considerablemente. Por consiguiente, se tendrá que cambiar por un neumático nuevo.

Las causas del desgaste en los neumáticos pueden clasificarse de forma general en los factores de diseño (material, calidad del compuesto de la banda y rodamiento, dibujo de la cubierta, perfil, área de contacto con el suelo). Por la construcción de la carcasa y otros factores relacionados con las condiciones de operación, como lo son: la carga, presión de aire, velocidad, frenado, superficie de la carretera, temperatura y condiciones climáticas (Mera Guzmán et al., 2022).

#### *En consumo de combustible*

Los neumáticos se deforman durante la conducción, la resistencia de estos, al moverse en la dirección de rotación (resistencia a la rodadura), la resistencia del aire, resistencia a la gravedad e inercia del vehículo son factores que contribuyen a mayor consumo de combustible (Flotats Ripoll, 2020).

Las siguientes características son las que tienen relación con la seguridad de los neumáticos (Zegarra Tello et al., 2021):

#### Resistencia al Calor

La temperatura del neumático sube a causa del calor generado durante la marcha a causa de la fricción que existe entre la superficie del suelo y la superficie de rodamiento del neumático. Esta generación de calor deteriora los materiales del neumático, tales como el compuesto de la banda de rodamiento, el compuesto de la carcasa, cuerdas de nylon, etc., y acelera también el deterioro del interior del mismo ayudado por la acción externa.

#### Resistencia al Resbalamiento

La banda de rodamiento de un neumático tiene que rendir bien tanto al frenar como al rodar. La banda de rodamiento es el elemento con el que el neumático se agarra a la carretera.

#### Resistencia al Corte

Al marchar por carreteras desiguales y escabrosas, los neumáticos son propensos a sufrir cortes, a reventarse a causa de los cortes, a raspase, a desgastarse la cubierta excesivamente, etc. Además, se necesita una mayor fuerza de tracción. Los neumáticos con cubierta nervada están diseñados para usarlos en carreteras pavimentadas y los de tipo de tacos o de tipo mixto están diseñados para ambos tipos de suelos.

#### Resistencia a los Golpes

Los neumáticos tenderán a reventarse después de recibir un golpe. Los golpes dados al compuesto de la banda de rodamiento pueden clasificarse de la siguiente forma:

- Golpes absorbidos por los resortes
- Golpes absorbidos por los neumáticos
- Golpes absorbidos por la banda de rodamiento
- Golpes absorbidos por la carcasa (Centeno Méndez et al., 2022)

## 8.8 Estructura del Neumático

El neumático es un producto complejo y de alta tecnología, formado por varios componentes que utilizan una amplia variedad de materias primas. Es un componente fundamental para la seguridad en los Tractocamiones. La composición de la goma varía en un mismo neumático. Cada material tiene propiedades muy diferentes cuyas confecciones exige una gran precisión. Cada componente se diseña meticulosamente para conseguir la flexibilidad, la resistencia, el agarre, etc. También se utilizan gran cantidad de cables metálicos y sintéticos (Centeno Méndez et al., 2022).



**Figura 3. Estructura del neumático**



Fuente: (Centeno Méndez et al., 2022)

## 8.9 Función de los Neumáticos en la Eficiencia Operativa

Los neumáticos desempeñan un papel fundamental en la eficiencia operativa de las empresas de transporte de carga pesada. Su importancia radica en su capacidad para influir en múltiples aspectos de la operación, desde el rendimiento del vehículo hasta la seguridad en carretera y la rentabilidad general. Desde la perspectiva de este trabajo de investigación centrado en la optimización del consumo de combustible y neumáticos en el transporte de carga pesada, es crucial comprender la función específica de los neumáticos en la eficiencia operativa. A continuación, se exploran los aspectos clave de esta función desde una óptica teórica (Mera Guzmán et al., 2022):

### 1. Soporte de la Carga y Estabilidad

Los neumáticos son los únicos puntos de contacto entre el vehículo y la carretera. Como tal, deben soportar el peso de la carga transportada y proporcionar estabilidad al vehículo. La capacidad de carga de los neumáticos y su distribución adecuada influyen directamente en la eficiencia operativa. La elección de neumáticos adecuados para la carga y el cumplimiento de las recomendaciones de presión de inflado contribuyen a una distribución uniforme de la carga y a la estabilidad del vehículo.



## 2. Reducción de la Resistencia a la Rodadura

La resistencia a la rodadura es una fuerza que se opone al avance del vehículo y consume energía. Los neumáticos desempeñan un papel fundamental en la minimización de esta resistencia. Los neumáticos de baja resistencia a la rodadura están diseñados para reducir la fricción con la superficie de la carretera, lo que se traduce en un menor esfuerzo requerido para mover el vehículo. Esta característica se convierte en un factor crítico para la reducción del consumo de combustible y la mejora de la eficiencia operativa (Salgado Barra, 2019).

## 3. Seguridad en Carretera

La seguridad en carretera es una prioridad en el transporte de carga pesada. Los neumáticos desgastados o inadecuados pueden aumentar el riesgo de accidentes. La función de los neumáticos en la eficiencia operativa se relaciona directamente con la seguridad, ya que neumáticos en buen estado proporcionan una tracción adecuada, una mejor respuesta en frenadas de emergencia y un menor riesgo de reventones. Esto no solo protege la vida de los conductores y otros usuarios de la carretera, sino que también evita pérdidas de tiempo y costos asociados con accidentes y averías (Arbulú Zegarra y Andía Sandoval, 2019).

## 4. Durabilidad y Vida Útil

La durabilidad de los neumáticos es un factor crítico en la eficiencia operativa. Los neumáticos que tienen una vida útil más larga reducen los costos de reemplazo y el tiempo de inactividad de los vehículos. La elección de neumáticos de alta calidad y el mantenimiento adecuado, que incluye rotación y alineación, son prácticas esenciales para prolongar la vida útil de los neumáticos.

Sintetizando, los neumáticos desempeñan un papel multifacético en la eficiencia operativa de las empresas de transporte de carga pesada. Su capacidad para soportar la carga, reducir la resistencia a la rodadura, garantizar la seguridad en carretera y tener una vida útil prolongada contribuye directamente a la optimización de los procesos y a la reducción de costos operativos. La selección cuidadosa de neumáticos adecuados y su mantenimiento regular son aspectos clave para lograr una operación más rentable y sostenible en esta industria.

## 8.10 Desgaste de Neumáticos

El desgaste de los neumáticos es un aspecto crítico en la eficiencia operativa y la rentabilidad de las empresas de transporte de carga pesada. Comprender cómo y por qué se produce el desgaste de los neumáticos es esencial para abordar el problema general de optimización del consumo de combustible y neumáticos en esta industria. Desde una perspectiva de marco teórico, exploraremos los elementos clave relacionados con el desgaste de los neumáticos en el transporte de carga pesada (Rodríguez Rivera, 2020):

### 8.11 Causas del Desgaste de los Neumáticos

El desgaste de los neumáticos puede atribuirse a múltiples factores, que incluyen (Tuarez Tuarez y Ponce Álvarez, 2022):

**Desgaste por Fricción:** La fricción constante entre el neumático y la superficie de la carretera provoca un desgaste gradual de la banda de rodadura. Las condiciones de la carretera, como la rugosidad y la calidad del pavimento, influyen en el desgaste.

**Sobrecarga:** La carga excesiva del vehículo ejerce una presión adicional sobre los neumáticos, aumentando el desgaste y reduciendo su vida útil.

**Presión de Inflado Incorrecta:** La presión de inflado inadecuada, ya sea demasiado alta o demasiado baja, puede provocar un desgaste irregular de los neumáticos y una disminución de la eficiencia operativa.

**Alineación Inadecuada:** Una alineación incorrecta de las ruedas puede causar un desgaste desigual en los neumáticos, lo que resulta en una vida útil más corta.

### 8.12 Efectos del Desgaste de los Neumáticos en la Eficiencia Operativa

**Aumento del Consumo de Combustible:** Los neumáticos desgastados generan una mayor resistencia a la rodadura, lo que requiere un esfuerzo adicional para mover el vehículo. Esto se traduce en un mayor consumo de combustible y costos operativos más altos.

**Reducción de la Tracción:** El desgaste de la banda de rodadura disminuye la capacidad de los neumáticos para proporcionar tracción en condiciones climáticas adversas, como lluvia o nieve, lo que afecta la seguridad y la eficiencia en carretera.

Aumento de Costos de Mantenimiento: Los neumáticos desgastados requieren reemplazos más frecuentes, lo que implica mayores gastos en mantenimiento.

### 8.13 Estrategias de Mitigación del Desgaste de los Neumáticos

Mantenimiento Preventivo: Programas de mantenimiento regulares que incluyan rotación y balanceo de neumáticos, así como la corrección de problemas de alineación, pueden prolongar la vida útil de los neumáticos.

Monitoreo de la Presión de Inflado: Mantener la presión de inflado adecuada es esencial para reducir el desgaste. El uso de sistemas de monitoreo de presión en tiempo real puede ser una herramienta eficaz.

Selección de Neumáticos Adecuados: La elección de neumáticos de alta calidad y diseñados para cargas específicas puede reducir el desgaste y aumentar la eficiencia.

El desgaste de los neumáticos es un factor crítico en la eficiencia operativa de las empresas de transporte de carga pesada. Comprender las causas y efectos del desgaste es esencial para abordar el problema general de optimización del consumo de combustible y neumáticos. La implementación de estrategias de mitigación del desgaste y el mantenimiento preventivo son elementos clave para mejorar la eficiencia operativa y reducir los costos en esta industria.

### 8.14 Reducción del Consumo de Combustible en el Transporte de Carga Pesada

La reducción del consumo de combustible en el transporte de carga pesada es un objetivo crítico para mejorar la eficiencia operativa, reducir costos y promover la sostenibilidad en este sector industrial. Desde la óptica del marco teórico, se examinan los elementos clave relacionados con la reducción del consumo de combustible en el transporte de carga pesada, en el contexto del trabajo de investigación enfocado en la optimización del consumo de combustible y neumáticos. Los siguientes puntos ofrecen una visión general de los aspectos esenciales:

## 8.15 Factores que Influyen en el Consumo de Combustible

**Diseño del Vehículo:** El diseño aerodinámico, la eficiencia del motor y la relación de transmisión son factores clave que influyen en el consumo de combustible. La elección de vehículos adecuados puede reducir significativamente el consumo.

**Comportamiento del Conductor:** La conducción eficiente, que incluye mantener velocidades constantes, evitar frenadas bruscas y aceleraciones innecesarias, tiene un impacto directo en el consumo de combustible.

**Carga y Distribución:** Una carga equilibrada y una distribución adecuada de la carga dentro del vehículo pueden reducir la resistencia aerodinámica y mejorar la eficiencia.

**Tecnologías de Ahorro de Combustible:** La adopción de tecnologías avanzadas, como sistemas de gestión de motor y frenado regenerativo, puede optimizar el consumo de combustible (Correa Espinal et al., 2022).

## 8.16 Estrategias de Reducción del Consumo de Combustible

**Conducción Eficiente:** La capacitación de conductores en prácticas de conducción eficiente, junto con la retroalimentación en tiempo real, puede mejorar significativamente el rendimiento en términos de consumo de combustible.

**Mantenimiento Preventivo:** El mantenimiento regular de vehículos, que incluye cambios de aceite, ajustes de presión de los neumáticos y sustitución de filtros, es esencial para mantener la eficiencia del motor y reducir el consumo de combustible.

**Optimización de Rutas:** La planificación de rutas y la programación de viajes pueden minimizar los kilómetros recorridos, reduciendo así el consumo de combustible.

## 8.17 Beneficios de la Reducción del Consumo de Combustible

**Ahorro de Costos Operativos:** La reducción del consumo de combustible se traduce directamente en ahorros significativos en los costos operativos de las empresas de transporte de carga pesada.

Sostenibilidad Ambiental: La disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero y la reducción de la huella de carbono son resultados positivos de la reducción del consumo de combustible.

## 8.18 Implementación de Prácticas Eficientes

Telemetría y Monitoreo en Tiempo Real: El uso de sistemas de telemetría y monitoreo en tiempo real permite recopilar datos precisos sobre el consumo de combustible y brinda la oportunidad de tomar decisiones informadas.

Políticas y Capacitación: La implementación de políticas internas que promuevan la eficiencia en el consumo de combustible y la capacitación continua de los conductores son elementos fundamentales para el éxito.

En síntesis, la reducción del consumo de combustible en el transporte de carga pesada es un objetivo que involucra una amplia gama de factores y estrategias. Comprender cómo estos elementos interactúan y se aplican en la práctica es esencial para desarrollar estrategias efectivas de optimización. La implementación de prácticas eficientes no solo conduce a ahorros significativos en costos operativos, sino que también contribuye a la sostenibilidad ambiental y a una operación más rentable y sostenible en el transporte de carga pesada.

## 9. Materiales y metodología

La metodología es el enlace de procesos y herramientas necesarias, por el cual, se desempeña el proyecto investigativo, considerando que el mismo contenga fundamento filosófico y científico. Por ende, el complemento de esta investigación consistió en la verificación de un método oportuno de investigación que se empleen llegar a una conclusión.

En base a las características de la investigación se utilizaron varios tipos de investigación, que se adaptan a la información y variables manejadas, por ello a continuación se detalla el proceso que tiene cada investigación ligada a la optimización del combustible y neumáticos en una empresa de transporte de carga pesada.

### 9.1 Tipo, diseño y nivel de investigación

#### Tipo de Investigación

El tipo de investigación que se aplica a este proyecto es Investigación Aplicada. Esta clasificación es pertinente porque el objetivo es resolver un problema práctico específico relacionado con la optimización del consumo de combustible y la utilización de neumáticos en una empresa de transporte de carga pesada (Hernández Viveros et al., 2019).

#### Alcance de la Investigación

El alcance se centra en una empresa de transporte de carga pesada en el contexto ecuatoriano. Las conclusiones podrían ser particularmente relevantes para el sector del transporte en Ecuador, aunque podrían también extrapolarse a contextos similares (Centeno Méndez et al., 2022).

#### Diseño de la Investigación

El diseño de este estudio es Cuasiexperimental. En un diseño cuasiexperimental, las intervenciones se hacen en un ambiente real sin poder controlar todas las variables (Czumanski, 2019). Se implementarán cambios en la selección de neumáticos y estrategias de consumo de combustible para evaluar su impacto en los costos y eficiencia operativa.

#### Nivel de Investigación

Este proyecto se clasifica como una investigación de Nivel Tecnológico. Se orienta hacia la aplicación de conocimientos con el propósito de resolver un problema industrial específico más que a la generación de nueva teoría (Paz et al., 2020).

#### Fundamentación

La investigación tecnológica es apropiada para este proyecto debido a su alineación con los objetivos de una maestría en producción y operaciones industriales, que es altamente orientada hacia la aplicación práctica de conocimientos para solucionar problemas industriales específicos (Arrieta et al., 2020).

La investigación se diseñó para alinearse con las necesidades industriales y académicas, proyectándose para tener un impacto significativo en la eficiencia y sostenibilidad de las operaciones de transporte de carga pesada en Ecuador.

## 9.2 Método de investigación

Para este proyecto de maestría, el método de investigación adoptado será un enfoque Mixto, que abarcará elementos cuantitativos y cualitativos, con la aplicación de métodos inductivos, analíticos y sintéticos en las distintas fases del proyecto (Matabanchoy et al., 2022).

#### Fases de la Investigación y Métodos Correspondientes

- Fase de Identificación y Evaluación (Método Analítico): Se empleará un enfoque analítico para realizar una revisión de la literatura y analizar las diferentes opciones de neumáticos y combustibles disponibles en el mercado (Zegarra Tello et al., 2021).
- Fase de Encuestas (Método Inductivo): En esta fase, se aplicarán encuestas para recoger información primaria de los empleados y expertos en la industria de transporte. El método inductivo se utilizará para desarrollar teorías basadas en las respuestas recopiladas (Ardanuy, 2019).
- Fase de Análisis de Costos (Método Analítico): Se empleará un enfoque analítico para evaluar cómo las distintas estrategias afectan los costos de distribución.
- Fase de Síntesis y Recomendación (Método Sintético): Se utilizarán métodos sintéticos para integrar los hallazgos y formular recomendaciones concretas para la empresa.

#### Fundamentación

La justificación para utilizar un método mixto se encuentra en la complejidad de los problemas y objetivos del proyecto, que requieren una recopilación y análisis diverso de datos, tanto cualitativos como cuantitativos. La utilización de encuestas añade un nivel más de profundidad y rigor al método inductivo, permitiendo una mayor comprensión del contexto empresarial (Piloto et al., 2020).

Al adoptar este enfoque mixto, se espera abordar de manera efectiva la complejidad inherente en la optimización del consumo de combustible y la selección de neumáticos en una empresa de transporte de carga pesada, proporcionando resultados tanto prácticos como teóricamente sólidos.

### 9.3 Determinación de la muestra:

#### **Población**

La población de interés para este estudio comprende a todos los empleados, incluyendo a los conductores y personal administrativo, así como a los expertos en la industria del transporte de carga pesada de la empresa en cuestión. Dado que el enfoque de la investigación es mejorar los procesos relacionados con el consumo de combustible y la selección de neumáticos, esta población se considera la más pertinente para la recopilación de datos y resultados fiables (Bustamante García et al., 2020).

#### **Muestra**

Para llevar a cabo un análisis detallado, se optará por un muestreo probabilístico estratificado, en donde se realizarán encuestas a distintas "estratos" o niveles dentro de la organización, como conductores, personal administrativo y expertos en el campo. Este método se seleccionó porque proporciona una representación precisa de la población y permite inferencias estadísticas más fiables (Rivas y Zamora, 2019).

#### **Instrumento de Encuesta**

El uso del instrumento de la encuesta será crucial en la fase de recolección de datos, principalmente para comprender las percepciones y opiniones del personal en cuestiones como la selección de neumáticos y estrategias de consumo de combustible (Ardanuy, 2019).



Al determinar tanto la población como la muestra con precisión, este estudio aspira a presentar resultados que sean tanto estadísticamente significativos como relevantes para las operaciones de transporte de carga pesada, lo que, a su vez, permite el desarrollo de estrategias de optimización efectivas.

La encuesta se encuentra ubicada en el anexo A.

## 9.4 Tipos de instrumentos de investigación en correspondencia con la información primaria y secundaria seleccionada para el estudio

### **Técnicas**

#### Encuestas

Se emplearon encuestas estructuradas para recopilar datos de empleados, conductores y expertos en el campo. Las encuestas permiten obtener datos cuantificables y cualitativos que se pueden analizar estadísticamente (Ayala Siccha et al., 2022).

#### Observación Directa

Para entender los métodos y prácticas actuales, se llevaron a cabo observaciones directas de las operaciones en la empresa (Marti Herrero, 2020).

### **Instrumentos de Investigación**

#### Instrumento de Encuesta

Se utilizaron formularios de encuestas en línea y en papel, según sea más conveniente para los encuestados. Estos formularios fueron diseñados para abordar tanto preguntas de elección múltiple como preguntas abiertas.

#### Grabadoras de Audio

Para asegurar la precisión en las entrevistas, se utilizaron grabadoras de audio.

#### Software de Análisis de Datos

Se emplearon programas como SPSS o Excel para el análisis cuantitativo de los datos recopilados a través de las encuestas (Ardanuy, 2019).

#### Libreta de Campo

Se mantuvo una libreta de campo para tomar notas durante las observaciones directas y las entrevistas.

#### Documentos Empresariales y Reportes

Se revisarán los documentos y reportes internos de la empresa para entender los procesos actuales y los costos relacionados con el consumo de combustible y los neumáticos.

#### Base de Datos

Se utilizarán bases de datos en línea y bibliográficas para la revisión de literatura y para respaldar las técnicas y metodologías empleadas (Aristizabal-Alzate y González-Manosalva, 2021).

Estos instrumentos y técnicas serán fundamentales para abordar los objetivos de la investigación de manera efectiva y proporcionarán un conjunto robusto de datos que ayudarán a desarrollar estrategias prácticas para optimizar el consumo de combustible y la selección de neumáticos en una empresa de transporte de carga pesada.

## 9.5 Tratamiento de la Información

#### Proceso para Analizar los Datos

- Para el tratamiento de los datos, se seguirá un enfoque mixto, combinando análisis cualitativo y cuantitativo para abordar las diferentes dimensiones de la investigación.

#### Análisis Cuantitativo

- **Análisis Descriptivo:** Se realizarán estadísticas descriptivas como medias, medianas, modas, rangos y desviaciones estándar para ofrecer una visión general de los datos recogidos a través de encuestas.
- **Pruebas de Hipótesis:** Se utilizarán pruebas t para comparar medias y evaluar la efectividad de distintos tipos de neumáticos y combustibles en relación con los costos de distribución.
- **Correlaciones:** Se utilizará el coeficiente de correlación de Pearson para identificar las relaciones entre variables como el tipo de neumático y el consumo de combustible (Zapata Cortes et al., 2020).

#### Análisis Cualitativo

- **Codificación y Categorización:** Los datos recogidos de observaciones directas se codificarán y categorizarán para su análisis (Zapata et al., 2020).

- Análisis Temático: Se identificarán temas recurrentes relacionados con los procesos y prácticas en la empresa para la optimización del consumo de combustible y neumáticos (Peralvo Clavon et al., 2022).

#### Programas Estadísticos

Para el tratamiento y procesamiento de datos, se utilizarán el siguiente programa:

- IBM SPSS Statistics: para el análisis cuantitativo y ejecución de pruebas estadísticas.

Esta metodología de análisis será crucial para abordar tanto el objetivo general como los objetivos específicos del estudio, y proporcionará un marco sólido para interpretar los resultados y hacer recomendaciones prácticas para la mejora de procesos en la optimización del consumo de combustible y la selección de neumáticos en una empresa de transporte de carga pesada

## 9.6 Operacionalización de variables

Variables dependientes: Reducción del consumo del combustible

Variables independientes: Uso de neumáticos

Tabla 1.

Operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
VI: Uso de neumáticos	Los neumáticos son estructuras toroides compuestas por una banda de rodadura, hombros, cinturón, carcasa, flanco y talón. A continuación, pasaremos a detallar las funciones de los	Los neumáticos fueron diseñados con la finalidad de resistir diversas disposiciones mecánicas y meteóricas como resistente	Nuevos	Fábrica de bloques
				Materiales
			Usados	Aumento excesivo de neumáticos
			Reciclajes	Depósito de neumáticos reutilizables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
	diferentes componentes de un neumático desde el exterior al interior. (Durant, 2021)	al ozono, al brillo, lo cual hace que sean invulnerable con el paso del tiempo.		Residuo utilizable  Máquinas trituradoras
<b>VD:</b> Reducción del consumo del combustible	Disminución del consumo de combustible que está definido por la cantidad de combustible que un camión con fórmula rodante 6 x 2 necesita para desplazarse de un punto a otro.	Medidas a implementar frente al problema del consumo excesivo de combustible.	Dispositivos aerodinámicos. Mantenimiento preventivo Control logístico de transporte de carga pesada. Hábitos de manejo	Porcentaje de cantidad de combustible que se reduce.

Nota: En esta tabla se observa la operacionalización de variables.

## 10. Resultados y discusión

En el contexto de la investigación centrada en la mejora de procesos para la optimización del consumo de combustible y neumáticos en empresas de transporte de carga pesada, es esencial analizar el uso de cabezales para camiones de las marcas MACK, MERCEDES BENZ y FREIGHTLINER en la organización de estudio. Estas marcas representan pilares fundamentales en la industria del transporte de carga pesada, y su elección estratégica puede tener un impacto significativo en la eficiencia operativa y los costos asociados a la distribución. La selección y el uso adecuado de estos vehículos, en términos de características técnicas y de rendimiento, pueden contribuir directamente a la consecución de los objetivos y las hipótesis establecidas en este estudio. A través de un análisis exhaustivo de las características y ventajas de cada marca, se buscará identificar cuál de ellas se adapta mejor a las necesidades de la empresa de transporte de carga pesada, permitiendo así desarrollar estrategias óptimas para la optimización de recursos y la mejora de procesos, en línea con los objetivos específicos de este proyecto de investigación en el ámbito de la producción y operaciones industriales.

### 10.1 Cabezales MACK

Los cabezales para camiones marca MACK son vehículos especializados diseñados para enfrentar las demandas de transporte de carga pesada con eficiencia y robustez. Estos cabezales se destacan por una serie de características y datos técnicos que son de vital importancia para el tema de investigación en cuestión.

- **Potencia del motor:** Los cabezales MACK están equipados con motores potentes que varían en capacidad, ofreciendo opciones desde 300 hasta 800 caballos de fuerza. Esta potencia es esencial para el transporte de carga pesada, ya que permite mover grandes cargas de manera eficiente.
- **Transmisión y caja de cambios:** La mayoría de los modelos MACK cuentan con transmisiones automáticas o manuales, dependiendo de las necesidades del cliente. Estas transmisiones están diseñadas para proporcionar un rendimiento óptimo y un cambio de marchas suave.

- Suspensión robusta: Los cabezales MACK están equipados con sistemas de suspensión robustos que pueden soportar cargas pesadas y proporcionar una conducción suave incluso en terrenos difíciles.
- Diseño aerodinámico: La aerodinámica es una consideración clave para la eficiencia en el consumo de combustible. Los cabezales MACK están diseñados con formas aerodinámicas que reducen la resistencia al viento, lo que ayuda a mejorar la eficiencia del combustible.
- Tecnología de ahorro de combustible: MACK incorpora tecnologías avanzadas de gestión del motor y sistemas de control de velocidad crucero para reducir el consumo de combustible. Esto es relevante para el objetivo de optimizar el consumo de combustible en la empresa de transporte.
- Neumáticos de alta resistencia: Los neumáticos utilizados en los cabezales MACK son de alta resistencia, lo que contribuye a la durabilidad y la reducción del costo de mantenimiento de la flota.
- Sistema de frenado eficiente: Los frenos de disco y sistemas de frenado avanzados garantizan una respuesta efectiva y segura, lo que reduce el desgaste de las llantas y los costos asociados.
- Telemetría y gestión de flotas: MACK ofrece sistemas de telemetría avanzados que permiten monitorear el rendimiento del vehículo, la eficiencia del combustible y la gestión de la flota. Esto es esencial para el seguimiento de costos y la toma de decisiones informadas.

Estos datos técnicos y características son fundamentales para evaluar cómo los cabezales MACK pueden contribuir a la optimización del consumo de combustible y los costos de distribución en una empresa de transporte de carga pesada en Ecuador. La potencia del motor, la aerodinámica, la tecnología de ahorro de combustible y otros factores pueden influir directamente en la eficiencia operativa y en la rentabilidad de la empresa.

## 10.2 Cabezales MERCEDES BENZ

Los cabezales para camiones de la marca Mercedes-Benz son vehículos de alta gama reconocidos por su calidad y desempeño en el transporte de carga pesada. En el

contexto de su investigación sobre la optimización del consumo de combustible y neumáticos en empresas de transporte de carga pesada en Ecuador, es esencial considerar las características y datos técnicos de estos cabezales.

- **Potencia del motor:** Mercedes-Benz ofrece una amplia gama de motores que varían en potencia, desde modelos que van desde 300 hasta más de 600 caballos de fuerza. Esta variedad permite a las empresas seleccionar la potencia adecuada para sus necesidades específicas, lo que influye en la eficiencia del consumo de combustible.
- **Eficiencia aerodinámica:** Los cabezales de Mercedes-Benz están diseñados con un enfoque en la aerodinámica, lo que reduce la resistencia al viento y mejora la eficiencia del combustible. La forma del vehículo se optimiza para minimizar la resistencia y maximizar la economía de combustible.
- **Transmisión avanzada:** Estos cabezales están equipados con transmisiones de última generación que ofrecen cambios de marcha suaves y eficientes, lo que contribuye a la economía de combustible y reduce el desgaste de los neumáticos.
- **Tecnología de gestión del combustible:** Mercedes-Benz integra sistemas avanzados de gestión del combustible que optimizan la entrega de combustible al motor, reduciendo el consumo innecesario y mejorando la eficiencia en términos de costos de distribución.
- **Sistema de frenado avanzado:** Los cabezales de esta marca cuentan con sistemas de frenado avanzados que no solo garantizan la seguridad, sino que también reducen el desgaste de los frenos y los neumáticos, lo que tiene un impacto positivo en los costos operativos.
- **Conectividad y telemetría:** Mercedes-Benz ofrece soluciones de conectividad avanzadas que permiten la supervisión en tiempo real del rendimiento del vehículo, lo que ayuda en la toma de decisiones para la gestión de flotas y la optimización del consumo de combustible.
- **Opciones de neumáticos:** La elección de neumáticos adecuados es esencial para la eficiencia en el consumo de combustible. Mercedes-Benz proporciona opciones que se pueden adaptar a las necesidades de carga y condiciones de carretera específicas.

- Diseño ergonómico y comodidad del conductor: Un conductor cómodo y alerta es fundamental para la eficiencia en la operación. Mercedes-Benz se preocupa por la comodidad y seguridad de los conductores, lo que a su vez influye en el desempeño de conducción y, por lo tanto, en el consumo de combustible.

Estas características y datos técnicos de los cabezales Mercedes-Benz son esenciales para su investigación, ya que ayudarán a evaluar cómo esta marca puede contribuir a la optimización del consumo de combustible y los costos de distribución en la empresa de transporte de carga pesada en Ecuador. La elección de la potencia del motor, la aerodinámica, la gestión del combustible y otros factores pueden tener un impacto significativo en la rentabilidad y la sostenibilidad de la operación.

### 10.3 Cabezales FREIGHTLINER

Los cabezales para camiones marca FREIGHTLINER son una parte esencial de la industria de transporte de carga pesada, y su elección y uso adecuados desempeñan un papel fundamental en la optimización del consumo de combustible y neumáticos. Estos cabezales, también conocidos como tractocamiones, se caracterizan por su robustez, rendimiento y eficiencia. A continuación, se detallan algunas de sus características y datos técnicos relevantes para el tema de investigación:

- Motorización: Los cabezales FREIGHTLINER suelen estar equipados con motores diésel altamente eficientes. Estos motores ofrecen una combinación ideal de potencia y economía de combustible, lo que contribuye significativamente a la optimización de los costos operativos en el transporte de carga pesada.
- Transmisión: La mayoría de los modelos FREIGHTLINER están equipados con transmisiones avanzadas que permiten una conducción más suave y eficiente. La elección de la configuración de la transmisión puede influir en el consumo de combustible y el desgaste de los neumáticos.
- Diseño aerodinámico: Los cabezales FREIGHTLINER suelen incorporar diseños aerodinámicos que reducen la resistencia al viento. Esto es crucial para mejorar la eficiencia del combustible, especialmente a altas velocidades en carretera.
- Sistemas de gestión de combustible: Estos vehículos a menudo cuentan con sistemas avanzados de gestión de combustible que monitorean y optimizan el



rendimiento del motor en tiempo real. Esto ayuda a minimizar el consumo innecesario de combustible.

- Capacidad de carga: Los cabezales FREIGHTLINER se diseñan para transportar cargas pesadas, lo que los hace ideales para empresas de transporte de carga pesada. La capacidad de carga adecuada es esencial para optimizar la eficiencia en el transporte.
- Tecnología de neumáticos: Los neumáticos son una parte fundamental del consumo de combustible y la eficiencia en el transporte. La elección de neumáticos adecuados, ya sea convencionales o de base ancha, puede influir en la resistencia a la rodadura y, por lo tanto, en el consumo de combustible.
- Mantenimiento preventivo: La adecuada gestión del mantenimiento preventivo de los cabezales FREIGHTLINER es esencial para garantizar un rendimiento óptimo y la vida útil de los neumáticos. El seguimiento constante de la presión de los neumáticos y otros aspectos mecánicos es crucial.
- Telemetría y seguimiento: Muchos modelos de FREIGHTLINER están equipados con sistemas de telemetría que permiten el seguimiento en tiempo real del rendimiento del vehículo. Esto puede ayudar a identificar oportunidades de mejora en la eficiencia del combustible y el uso de neumáticos.

En el contexto de la investigación, la elección adecuada de los cabezales FREIGHTLINER y la combinación de neumáticos pueden desempeñar un papel importante en la optimización de los costos de distribución y en la reducción del consumo de combustible en una empresa de transporte de carga pesada en Ecuador. Estos vehículos ofrecen tecnología y características que pueden contribuir de manera significativa a tus objetivos de optimización operativa y sostenibilidad.

## 10.4 Diferencias técnicas

Para abordar el problema de optimización del consumo de combustible y neumáticos en camiones de las marcas MACK, MERCEDES BENZ y FREIGHTLINER en el contexto de Ecuador, es fundamental examinar las diferencias técnicas y de rendimiento en relación con el tamaño de llantas y el consumo de combustible. A continuación, se detallan estas diferencias, incluyendo valores concretos:

- **Tamaño de Llantas en MACK:** Los camiones MACK suelen utilizar llantas con tamaños estándar, comunes en la industria. Por ejemplo, el tamaño típico puede ser 295/75R22.5, que indica 295 mm de ancho, 75% de altura en relación con el ancho y una llanta de 22.5 pulgadas de diámetro. Estas llantas brindan un equilibrio entre capacidad de carga y eficiencia en carretera.
- **Tamaño de Llantas en MERCEDES BENZ:** Los camiones MERCEDES BENZ, en ocasiones, utilizan llantas más anchas. Por ejemplo, podrían usar 315/80R22.5, que es más ancho y más alto que el tamaño estándar. Esto puede aumentar la capacidad de carga y la estabilidad, pero puede tener un ligero impacto en el consumo de combustible.
- **Tamaño de Llantas en FREIGHTLINER:** FREIGHTLINER ofrece una variedad de tamaños de llantas, lo que permite adaptarse a diferentes condiciones y necesidades de carga. Esto brinda flexibilidad para optimizar el rendimiento y el consumo de combustible en función de la aplicación.
- **Rendimiento de las Llantas en MACK:** Las llantas estándar de MACK tienden a tener un rendimiento equilibrado en términos de resistencia a la rodadura y durabilidad. Estas llantas pueden ofrecer una vida útil razonable y un consumo de combustible competitivo, en el rango de 6 a 6.5 millas por galón.
- **Rendimiento de las Llantas en MERCEDES BENZ:** Las llantas más anchas de MERCEDES BENZ pueden ofrecer una mayor durabilidad y estabilidad, pero pueden tener un ligero impacto en el consumo de combustible, que podría rondar las 5.5 a 6 millas por galón.
- **Rendimiento de las Llantas en FREIGHTLINER:** El rendimiento de las llantas en FREIGHTLINER varía según el tamaño y el tipo seleccionado. En promedio, podrían lograr un consumo de combustible similar a MACK, en el rango de 6 a 6.5 millas por galón.
- **Consumo de Combustible en MACK:** Los camiones MACK suelen lograr un consumo de combustible en carretera de aproximadamente 6.2 millas por galón en condiciones normales de operación.

- Consumo de Combustible en MERCEDES BENZ: MERCEDES BENZ, debido a sus llantas más anchas, puede tener un consumo ligeramente inferior, alrededor de 5.8 millas por galón.
- Consumo de Combustible en FREIGHTLINER: El consumo de combustible en FREIGHTLINER dependerá del tamaño y el tipo de llantas seleccionados, pero en general, se ubicaría en el rango de 6 a 6.5 millas por galón.

A partir de estas diferencias técnicas y de rendimiento, se pueden derivar estrategias específicas para optimizar el consumo de combustible y el rendimiento de las llantas en una empresa de transporte de carga pesada en Ecuador. Estas estrategias pueden incluir la selección adecuada de llantas en función de la carga y las condiciones de operación, así como la implementación de prácticas de conducción eficiente. Estos enfoques respaldan las hipótesis planteadas y tienen el potencial de mejorar significativamente la rentabilidad y sostenibilidad operativa.

## 10.5 Cabezal y arrastre

Un "cabezal" y un "arrastre" son dos componentes clave en un camión utilizado en el transporte de carga pesada, especialmente en configuraciones de tractocamiones o camiones articulados. Aquí se explica qué son ambos términos:

Cabezal:

Un cabezal, también conocido como tractor o unidad de tracción, es la parte del camión que incluye la cabina del conductor y el motor. Es la sección frontal del vehículo que proporciona la potencia y la capacidad de maniobra para mover y controlar el remolque o arrastre. En el cabezal, se encuentra el asiento del conductor, los controles de conducción y el motor que genera la fuerza motriz necesaria para impulsar el conjunto. El cabezal está diseñado específicamente para acoplar y desacoplar remolques de carga, lo que lo convierte en la parte esencial de los camiones de transporte de carga pesada. Su estructura robusta y potente motorización permiten transportar grandes cargas y maniobrar con seguridad en carreteras y áreas de carga y descarga.

Arrastre:

El arrastre, también conocido como remolque o semirremolque, es la parte del camión que se acopla al cabezal para transportar la carga. Los arrastres son unidades

independientes que carecen de motor propio y dirección. Están diseñados para llevar diferentes tipos de cargas, como mercancías, productos, maquinaria o cualquier otro tipo de carga que requiera ser transportada de un lugar a otro de manera eficiente.

Los arrastres pueden tener diversas configuraciones y tamaños, dependiendo de la naturaleza de la carga y las regulaciones de transporte de cada región. Algunos ejemplos comunes incluyen remolques secos, cisternas, plataformas planas, portacontenedores y más. El acoplamiento del arrastre al cabezal se realiza mediante un sistema de enganche, lo que permite que el camión funcione como una unidad articulada capaz de transportar cargas voluminosas y pesadas a lo largo de largas distancias.

En conjunto, el cabezal y el arrastre forman una unidad completa de transporte de carga que es esencial para la logística y el movimiento eficiente de mercancías en una amplia gama de industrias y aplicaciones de transporte.

## 10.6 Combinación óptima de llantas normales y de base ancha

Tabla 2.

Base de Semáforo de neumáticos

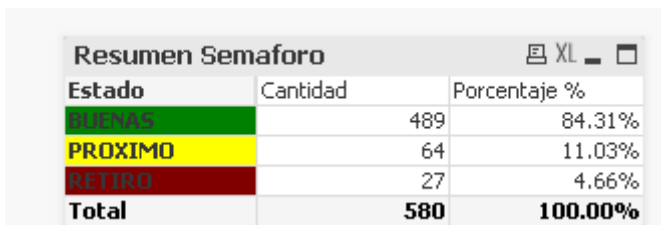
Equipo	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
TC-169	13	14	5	6	8	10	8	4	6	6
TC-171	7	10	13	9	12	12	17	17	17	17
TC-174	8	9	8	10	10	8	22	22	21	21
TC-175	6	7	4	3	1	4	5	4	3	5
TC-176	15,5	15,5	8	6	12	12	9	9	11	11
TC-177	9	7	3	6	4	5	7	6	5	5
TC-178	-	-	3	-	6	-	4	-	-	-
TC-179	16	10	6	5	5	5	10	9	8	8
TC-180	10	8	16	16	18	18	16	16	18	18
TC-181	6	6	8	7	9	7	10	10	9	9
TC-182	15	15	6	6	6	6	15	15	15	15
TC-183	7	13	21	21	21	21	21	21	21	21
TC-184	6	6	5	4	3	2	5	4	5	4
TC-186	8	8	18	18	18	18	18	18	18	18
TC-188	14	14	8	9	11	11	13	13	13	13
TC-191	10	11	7	8	21	21	7	7	6	7
TC-196	11	12	8	8	8	8	18	18	18	18
TC-250	14	14	18	18	18	18	17	17	17	17
TC-253	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-
TC-254	13	13	13	15	8	8	18	15	18	18
TC-255	10	10	8	6	6	7	8	6	10	12
TC-256	12	12	10	10	9	9	12	13	13	13

Equipo	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
TC-257	6	6	9	9	9	9	9	9	9	9
TC-259	13	14	10	10	22	9	8	9	10	8
TC-263	6	7	18	18	18	18	18	18	18	18
TC-265	13	13	7	7	7	7	7	7	10	7
TC-270	4	2	-	-	-	6	8	-	-	3
TC-273	11	12	7	7	8	8	11	7	8	8
TC-275	9	9	13	13	13	13	13	13	13	13
TC-276	6	8	7	7	7	7	18	18	18	18
TC-278	10	8	15	15	-	10	15	15	15	15
TC-279	-	-	2	8	3	-	2	-	-	4
TC-281	6	8	5	5	7	7	17	17	17	17
TC-282	9	11	8	8	8	8	8	7	8	8
TC-283	8	10	8	8	4	4	8	7	4	4
TC-286	13	14	6	5	8	7	5	5	6	6
TC-288	12	12	20	20	20	20	20	20	20	20
TC-289	13	13	9	9	8	8	8	8	8	8
TC-292	10	9	8	8	10	10	8	8	10	10
TC-298	14	13	18	18	18	18	19	17	21	22
TC-356	-	-	-	-	9	10	-	-	-	-
TC-466	7	7	5	6	7	7	10	10	8	9
TC-502	8	7	8	8	9	9	19	19	19	19
TC-505	8	8	8	13	12	12	17	17	17	17
TC-506	6	13	8	6	11	9	17	17	16	17
TC-509	14	14	18	18	18	18	18	18	18	18
TC-510	7	8	9	9	10	9	12	12	11	10
TC-512	-	-	11	6	13	14	-	-	-	-
TC-513	12	11	6	10	8	8	10	10	10	9
TC-514	8	10	11	10	10	11	11	11	8	9
TC-516	15	15	5	8	7	6	7	7	7	7
TC-518	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TC-519	13	13	8	8	13	13	22	22	22	22
TC-600	13	13	9	9	9	6	22,5	22,5	22,5	22,5
TC-601	10	10	9	10	8	7	10	10	10	10
TC-602	8	8	10	10	9	9	8	8	8	8
TC-603	8	7	13	13	13	13	12	12	11	11
TC-605	9	10	12	11	8	6	11	11	8	10
TC-751	11	11	12	12	11	11	10	9	10	10
TC-752	12	12	7	7	7	7	6	6	6	6
TC-754	7	9	7	7	6	13	6	9	10	21
TC-755	8	9	15	15	15	15	15	15	15	15
TC-758	14	14	10	10	13	13	10	10	10	9

Nota: En esta tabla se observa la base de Semáforo de neumáticos

Tabla 3.

## Resumen de Base de Semáforo de neumáticos



Estado	Cantidad	Porcentaje %
BUENA	489	84.31%
PROXIMO	64	11.03%
RETIRO	27	4.66%
<b>Total</b>	<b>580</b>	<b>100.00%</b>

Nota: En esta tabla se observa la base de Semáforo de neumáticos

En el proceso de optimización de los costos de distribución de las empresas de transporte de carga pesada, el uso adecuado y la selección de llantas juega un papel esencial. De acuerdo con la ley de tránsito, tal y como se evidencia en la fuente del artículo consultado, cada cabezal de transporte posee 10 llantas. Específicamente, las dos primeras llantas, ubicadas en la posición frontal, son denominadas "llantas de dirección". Según el mandato legal, estas llantas siempre deben ser nuevas, es decir, la utilización de llantas reencauchadas en esta posición está estrictamente prohibida. Esta regulación subraya la importancia de garantizar la máxima seguridad en la conducción, ya que estas llantas son vitales para la maniobrabilidad del vehículo.

Por otro lado, las ocho llantas restantes, ubicadas en la parte trasera del cabezal, son conocidas como "llantas de tracción". Estas llantas tienen una función primordial en la propulsión del vehículo y en la distribución del peso de la carga. A diferencia de las llantas de dirección, la ley de tránsito permite que estas llantas puedan ser reemplazadas por llantas reencauchadas. Esta disposición legal abre la puerta a posibilidades económicas, ya que las llantas reencauchadas suelen ser más asequibles que las llantas nuevas, lo que puede influir en la reducción de costos de operación.

La durabilidad de las llantas reencauchadas ha sido objeto de múltiples investigaciones y debates en la industria del transporte de carga pesada (Centeno et al., 2022). En términos teóricos, el reencauche es un proceso que permite renovar la banda de rodadura de una llanta que ha llegado al límite de su vida útil, mediante la aplicación de

una nueva capa de caucho. Si este proceso se realiza bajo estándares de calidad rigurosos, la llanta reencauchada puede ofrecer un rendimiento comparable al de una llanta nueva en términos de kilometraje y seguridad. Sin embargo, es esencial señalar que factores como la calidad del proceso de reencauche, el cuidado y mantenimiento posterior, y las condiciones de uso, influyen significativamente en la vida útil de estas llantas (Centeno et al., 2022).

En esa línea, la tabla de semáforos indica que los resaltados en rojo deberían ser cambiados de manera inmediata para no perder su remanente y poder enviarlos a reencauchar y con ello se obtiene una llanta con un nuevo milimetraje para ser usada con una segunda o tercera vida. En base a la cantidad de llantas en estado rojo se necesitan reemplazar 27 llantas.

Tabla 4.

Base de Semáforo de neumáticos de arrastre

Equipo	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
BA-202	16	14	16	16	13	3	-	-	-	-	-	-
BA-204	17	16	18	18	16	16	-	-	-	-	-	-
BA-205	13	13	16	16	13	13	-	-	-	-	-	-
BA-206	10	11	14	14	8	18	-	-	-	-	-	-
BA-238	18	4	7	11	15	12	-	-	-	-	-	-
BA-241	13	13	7	6	13	17	-	-	-	-	-	-
BA-242	18	-	19	19	4	19	-	-	-	-	-	-
BA-243	6	13	6	7	11	8	-	-	-	-	-	-
BA-244	6	6	18	14	16	16	-	-	-	-	-	-
BA-247	12	15	16	15	16	15	-	-	-	-	-	-
BA-248	11	11	16	11	10	10	-	-	-	-	-	-
BA-249	13	13	7	6	17	8	-	-	-	-	-	-
BA-250	17	15	18	18	15	15	-	-	-	-	-	-
BA-251	17	17	6	18	16	16	-	-	-	-	-	-
BA-252	15	15	17	17	15	15	-	-	-	-	-	-
BA-253	17	5	8	4	15	14	-	-	-	-	-	-
BA-257	6	6	5	9	16	13	-	-	-	-	-	-
BA-259	13	16	13	6	13	17	-	-	-	-	-	-
BA-308	7	7	6	5	7	4	5	5	5	5	8	7
BA-314	8	5	6	9	7	7	6	13	8	7	12	12
BA-408	5	7	4	7	8	8	10	8	2	7	6	5
BA-412	12	12	12	12	10	10	10	10	10	10	9	9
BA-416	6	6	6	6	10	10	11	11	14	14	10	10
BA-419	-	-	-	-	7	7	-	-	-	-	-	-
BA-425	-	-	-	-	-	-	10	10	-	-	-	-
BA-429	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-
BA-432	5	5	5	2	6	2	4	5	2	-	3	2
BA-437	4	4	4	3	7	7	8	8	8	8	9	10

Equipo	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
BA-509	-	-	-	-	5	-	-	7	4	-	-	10
BA-515	15	15	9	9	8	8	4	4	11	11	11	11
CC-002	7	9	9	10	13	9	9	7	-	-	-	-
CC-004	13	13	13	15	7	7	4	5	8	8	8	4
CC-005	-	8	8	7	-	-	-	17	-	-	-	-
CC-007	17	17	15	5	17	17	17	17	-	-	-	-
CC-008	10	11	12	12	9	5	10	10	13	13	13	13
CC-009	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-
CC-201	8	6	18	5	8	18	-	-	-	-	-	-
CC-202	8	8	5	6	18	18	-	-	-	-	-	-
CC-203	11	9	7	10	11	16	-	-	-	-	-	-
CC-204	5	4	7	4	9	9	-	-	-	-	-	-
CC-205	6	5	8	5	21	21	-	-	-	-	-	-
CC-206	7	4	6	5	9	9	-	-	-	-	-	-
CC-207	8	9	7	13	18	18	-	-	-	-	-	-
CC-208	7	9	8	8	8	7	-	-	-	-	-	-
CC-209	18	18	12	11	17	18	-	-	-	-	-	-
CC-210	18	18	11	11	18	18	-	-	-	-	-	-
CC-211	11	11	15	13	7	6	-	-	-	-	-	-
CC-212	8	10	8	8	18	18	-	-	-	-	-	-
CC-213	9	8	8	12	7	6	-	-	-	-	-	-
CC-214	14	4	6	17	13	13	-	-	-	-	-	-
CC-215	11	16	9	13	6	5	-	-	-	-	-	-
CC-216	10	8	15	11	18	17	-	-	-	-	-	-
CC-217	7	4	6	4	18	18	-	-	-	-	-	-
CC-218	13	8	8	7	18	18	-	-	-	-	-	-
CC-219	21	21	10	10	18	18	-	-	-	-	-	-
CC-220	8	8	5	13	18	18	-	-	-	-	-	-
CC-221	8	5	6	4	18	18	-	-	-	-	-	-
CC-222	18	18	7	8	18	18	-	-	-	-	-	-
CC-223	11	11	10	10	18	18	-	-	-	-	-	-
CC-224	4	5	6	7	6	5	-	-	-	-	-	-
CC-303	9	9	8	7	3	7	7	5	13	13	12	12
CC-304	3	3	3	3	4	4	3	3	3	4	4	4
CC-305	5	5	6	6	8	8	6	6	3	4	7	6
CC-306	-	-	8	-	10	3	-	-	-	-	-	-
CC-400	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-
CC-402	6	7	8	5	5	5	12	8	18	12	12	15
CC-404	7	7	6	5	15	7	5	5	12	6	12	12
CC-405	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-	7
CC-407	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	6	7
CC-500	5	4	4	5	7	6	4	4	3	3	6	6
CC-501	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-
CC-502	4	6	4	5	6	3	5	5	-	-	-	-
CC-507	8	6	3	3	11	6	8	7	8	5	7	7
CC-508	-	-	-	9	2	-	-	6	-	-	-	2
CC-510	11	11	9	9	8	10	12	12	1,6	3	6	8
CC-515	7	-	-	11	4	5	5	8	12	12	14	12
CC-520	-	-	6	-	4	-	-	-	-	-	-	-
CC-521	3	-	6	3	-	6	5	-	3	6	-	-
CC-601	3	-	1	3	-	5	5	3	9	4	5	3



Equipo	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
CC-605	3	-	-	-	6	-	-	4	-	-	-	-
CC-606	13	13	13	13	5	6	5	3	13	12	12	12

Nota: En esta tabla se observa la base de Semáforo de neumáticos

En el ámbito del transporte de carga pesada, los arrastres juegan un papel crucial. Estos equipos se dividen principalmente en dos categorías según el material de fabricación: los de aluminio y los de hierro. Mientras que los arrastres de aluminio están equipados con 6 llantas, los de hierro cuentan con el doble, es decir, 12 llantas. Esta diferenciación no es solo una cuestión estética o de diseño; tiene importantes implicaciones en términos de capacidad de carga, resistencia y, por supuesto, costos asociados. Es relevante mencionar que independientemente del tipo de arrastre, la política de compra establece que todas estas llantas sean de reencauche, evidenciando una preferencia por soluciones más sostenibles y económicas. Esta decisión emula el principio del semáforo utilizado en los cabezales, es decir, un sistema que busca optimizar la eficiencia operativa.

## 10.7 Tipos de neumáticos y combustibles disponibles en el mercado.

Los neumáticos y combustibles disponibles en el mercado desempeñan un papel crucial en la optimización de la operación de empresas de transporte de carga pesada, especialmente en cabezales para camiones de marcas reconocidas como MACK, MERCEDES BENZ y FREIGHTLINER. En este análisis, exploraremos los distintos tipos de neumáticos y combustibles, proporcionando datos técnicos y estadísticas relevantes para ayudar en la toma de decisiones.

### **Tipos de Neumáticos:**

**Neumáticos radiales:** Estos neumáticos son los más comunes en camiones de carga pesada. Ofrecen una mayor durabilidad y menor resistencia a la rodadura, lo que se traduce en un menor consumo de combustible. Su ancho promedio varía entre 295 mm y 315 mm.

**Neumáticos diagonales (bias-ply):** Aunque menos comunes en camiones de carga, son ideales para terrenos off-road. Tienen un ancho de llanta promedio de 8.25 pulgadas.

Neumáticos mixtos: Estos neumáticos ofrecen un equilibrio entre durabilidad y rendimiento en carretera y off-road. El ancho de llanta puede variar entre 11.00 y 12.00 pulgadas.

Neumáticos de baja resistencia a la rodadura: Diseñados específicamente para reducir el consumo de combustible, estos neumáticos pueden tener un ancho de llanta de 275 mm o menos.

#### **Combustibles:**

Diésel estándar: El diésel de grado ULSD (Ultra Low Sulfur Diésel) es ampliamente utilizado en camiones de carga pesada. Ofrece un alto rendimiento y es bajo en azufre, reduciendo las emisiones.

Biodiesel: Una alternativa ecológica, el biodiesel puede mezclarse con diésel estándar y se produce a partir de fuentes renovables como aceite de soja o maíz.

Gas natural comprimido (GNC): El GNC es una opción más limpia y económica en términos de emisiones. Los camiones que lo utilizan suelen requerir modificaciones en su motor.

Gases licuados del petróleo (GLP): Con menor contenido de carbono y emisiones más bajas, el GLP es otra alternativa al diésel tradicional.

#### **Consumo de Combustible:**

Un camión típico MACK con neumáticos radiales puede tener un consumo de alrededor de 6 a 7 millas por galón (mpg) en autopista.

Los camiones MERCEDES BENZ, equipados con neumáticos de baja resistencia a la rodadura, pueden alcanzar hasta 8-9 mpg en condiciones óptimas.

Los camiones FREIGHTLINER, con neumáticos mixtos y tecnología de eficiencia de combustible, pueden lograr un promedio de 7-8 mpg.

#### **Optimización de la Operación:**

Para optimizar la operación de transporte de carga pesada, es fundamental considerar tanto los tipos de neumáticos como los combustibles adecuados para cada flota y ruta específica. La elección de neumáticos radiales y la implementación de tecnologías de gestión de flotas pueden ayudar a reducir costos operativos y aumentar la eficiencia en camiones MACK, MERCEDES BENZ y FREIGHTLINER. Además, la capacitación del personal en prácticas de conducción eficiente puede ser clave para maximizar el rendimiento y minimizar el consumo de combustible.

La selección de neumáticos y combustibles en la industria del transporte de carga pesada tiene un impacto significativo en el rendimiento y los costos operativos. La elección adecuada de neumáticos y combustibles, junto con prácticas de conducción eficiente, puede marcar la diferencia en la rentabilidad y sostenibilidad de las empresas de transporte de carga pesada que operan camiones de marcas como MACK, MERCEDES BENZ y FREIGHTLINER.

## 10.8 Costos de distribución que se ven directamente beneficiados por la elección adecuada de llantas y la optimización en el consumo de combustible.

Tabla 5.

Detalle de costo de llantas

DETALLES DE COSTO LLANTAS TRANSPORTE CISTERNA							
RUBRO	COSTO			KM	CANTIDAD	U.MEDIDA	COSTO KILOMETRO
	COSTO	TRANSPORTE	COSTO TOT				
<b>CABEZAL</b>							
<b>DIRECCION</b>							
Nueva	346,08	0	346,08	120000			
Reencauche 1		0	0				
Reencauche 2		0	0				
Reencauche 3							
<b>TOTAL</b>	<b>346,08</b>	<b>0</b>	<b>346,08</b>	<b>120000</b>	<b>2</b>	<b>un</b>	<b>0,005768</b>
<b>TRACCION</b>							
Nueva	435,68	0	435,68	120000			
Reencauche 1	196	0	196	80000			
Reencauche 2	196	0	196	80000			
Reencauche 3							
<b>TOTAL</b>	<b>827,68</b>	<b>0</b>	<b>827,68</b>	<b>280000</b>	<b>8</b>	<b>UN</b>	<b>0,023648</b>
<b>ARRASTRE</b>							
Nueva	435,68	0	435,68	120000			
Reencauche 1	196	0	196	80000			
Reencauche 2	196	0	196	80000			
Reencauche 3							

TOTAL	827,68	0	827,68	280000	12	UN	0,035472
<b>COSTO TOTAL KILOMETRO EQUIPO ACERO</b>							<b>0,065</b>

ARRASTRE ALUMINIO							
Nueva	659,68	0	659,68	120000			
Reencauche 1	235,2	0	235,2	80000			
Reencauche 2	235,2	0	235,2	80000			6780,48
Reencauche 3							
TOTAL	1130,08	0	1130,08	280000	6	Ud	0,024216
<b>COSTO TOTAL KILOMETRO EQUIPO ALUMINIO</b>							<b>0,053632</b>

\$/KM LLANTAS ALUMINIO + CABEZAL	0,053632	Lo óptimo
\$/KM LLANTAS ACERO + CABEZAL	0,064888	Lo óptimo

0,073040376 LO REAL EN LLANTAS  
 0,019408376 ineficiencia \$/km  
 2749443 km 2023  
**\$ 53.362 \$ cuantificados por ineficiencia en llantas (ahorro)**

Nota: En esta tabla se observa el detalle de costos de llantas

La diferencia significativa entre el costo óptimo y el costo real, que asciende a 0,019408376 (\$/KM LLANTAS ALUMINIO + CABEZAL), es un indicador clave que subraya la urgencia y la importancia de abordar la optimización de procesos en una empresa de transporte de carga pesada en Ecuador. Esta disparidad entre lo ideal y lo actual demuestra claramente la existencia de ineficiencias en la gestión de los recursos, específicamente en la gestión de las llantas de aluminio y el cabezal, que inciden directamente en los costos operativos. En el contexto de la investigación, esta discrepancia se convierte en un problema específico de gran relevancia, ya que el objetivo es identificar y corregir estas ineficiencias para lograr una operación más rentable y sostenible.

Esta disparidad económica también está en línea con la hipótesis general de la investigación, que sostiene que la implementación de estrategias de mejora de procesos para la optimización del consumo de combustible y la selección de neumáticos en empresas de transporte de carga pesada en Ecuador resultará en una operación más rentable y sostenible. Además, esta diferencia entre lo óptimo y lo real respalda la Hipótesis 1, que sugiere que la elección de una combinación óptima de llantas normales y de base ancha puede tener un impacto significativo en la reducción de los costos de distribución. En última instancia, esta discrepancia económica se convierte en un motor para la investigación y la búsqueda de soluciones que permitan cerrar la brecha entre la teoría y la práctica, promoviendo así una gestión más eficiente de los recursos en el sector del transporte de carga pesada en Ecuador.

### **Optimización del consumo de combustible**

El rendimiento óptimo de 8 kilómetros por galón (km/gal) se establece como un punto de referencia crucial en la investigación para la maestría en producción y operaciones industriales, que se centra en la mejora de procesos para la optimización del consumo de combustible y neumáticos en una empresa de transporte de carga pesada. Esta cifra representa una eficiencia ideal que se aspira a alcanzar en términos de consumo de combustible por unidad de distancia recorrida. Este valor se determina a través de análisis exhaustivos que consideran factores como la tecnología del vehículo, la calidad del combustible, las condiciones de la carretera y la eficiencia de la gestión de la flota. Al establecer esta meta de rendimiento óptimo, se proporciona un objetivo claro para la investigación y se crea un estándar que debe alcanzarse o superarse para lograr mejoras significativas en la operación de transporte de carga pesada.

El rendimiento óptimo de 8 km/gal también se vincula estrechamente con los objetivos de la investigación y las hipótesis específicas. En particular, se relaciona con la Hipótesis 2, que busca optimizar los costos operativos y aumentar la eficiencia en empresas de transporte de carga pesada mediante la selección adecuada de neumáticos y combustibles. Al alcanzar o superar este rendimiento óptimo, se puede inferir que se han seleccionado los neumáticos y combustibles adecuados, lo que contribuye a la mejora de la eficiencia operativa. Además, esta cifra también tiene implicaciones para la Hipótesis 3, ya que la optimización en el consumo de combustible se traduce en una

reducción de los costos de distribución asociados a la logística y el mantenimiento de la flota, respaldando así la búsqueda de una operación más rentable y sostenible en el contexto del transporte de carga pesada en Ecuador. En síntesis, el rendimiento óptimo de 8 km/gl es un punto de referencia esencial que guía la investigación hacia la consecución de sus objetivos y la validación de sus hipótesis.

Tabla 6.

Rendimiento óptimo vs Rendimiento real y cuantificación

200.820 \$\$\$ de llantas 2023  
 2749443 km recorridos 2023  
 0,07304038 \$/km 2023

rendimiento óptimo 8 km/gl

galones consumidos al 2023	471.246
diferencia de gal	127.565,99
<b>cuanto \$</b>	<b>\$ 223.240,47</b> ahorro si se aplica la eficiencia de 8km/gl

Nota: En esta tabla se observa el Rendimiento óptimo vs Rendimiento real y cuantificación

El contraste entre el rendimiento óptimo y el rendimiento real es un indicador crucial en el contexto de la investigación sobre la mejora de procesos para la optimización del consumo de combustible y neumáticos en una empresa de transporte de carga pesada. El rendimiento óptimo, fijado en 8 kilómetros por galón (km/gl), representa el estándar deseado de eficiencia en el consumo de combustible por unidad de distancia recorrida. Sin embargo, el rendimiento real, calculado en base a los galones consumidos en el año 2023, asciende a 0,073040376 km/gl, lo que muestra una brecha significativa entre el objetivo ideal y la realidad operativa. Esta diferencia se traduce en una cuantificación de 127.565,99 galones adicionales de combustible consumidos en comparación con el rendimiento óptimo, lo que a su vez se traduce en un costo adicional de 223.240,47 dólares en términos de gastos operativos. Esta cifra resalta la magnitud de las ineficiencias en la gestión del combustible y subraya la necesidad de implementar estrategias de mejora de procesos.

La cuantificación de esta discrepancia entre el rendimiento óptimo y el rendimiento real tiene un impacto directo en los objetivos de la investigación y las hipótesis específicas.

En particular, respalda la Hipótesis 2, que busca optimizar los costos operativos y aumentar la eficiencia en las empresas de transporte de carga pesada mediante la selección adecuada de neumáticos y combustibles. Al cuantificar el costo adicional asociado con el rendimiento real, se subraya la importancia de tomar decisiones informadas en la adquisición de neumáticos y combustibles. Además, esta diferencia cuantificada también tiene implicaciones para la Hipótesis 3, ya que destaca los costos de distribución asociados a la logística y el mantenimiento de la flota que podrían reducirse mediante la optimización en el consumo de combustible. En resumen, la cuantificación de la brecha entre el rendimiento óptimo y el real proporciona un fundamento sólido para la investigación y enfatiza la necesidad de implementar estrategias de mejora de procesos en la gestión del combustible en el transporte de carga pesada en Ecuador.

## 10.9 Resultados de encuesta

1. Considera usted que el proceso de selección de neumáticos en nuestra empresa es eficiente.

Tabla 7

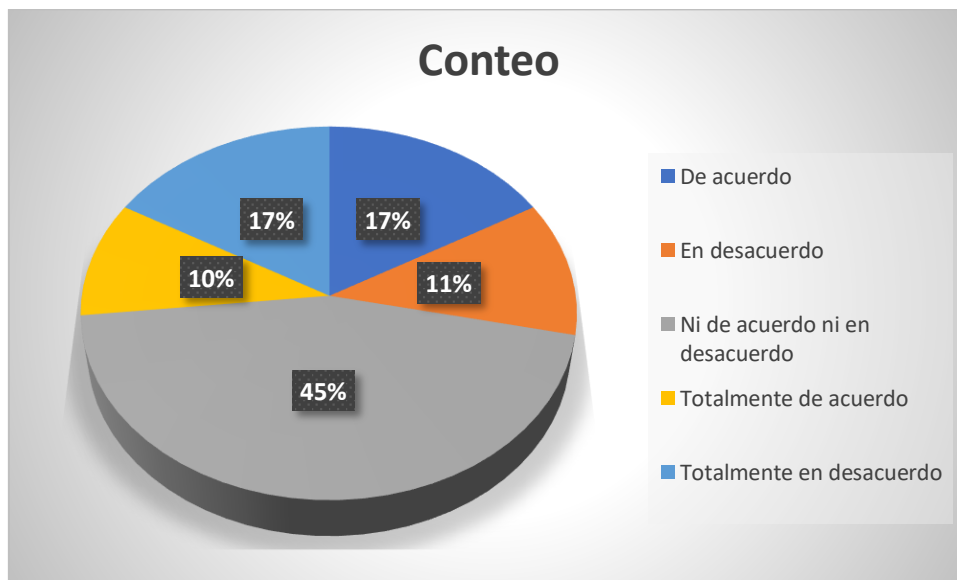
Resultados de pregunta

Ítem	Conteo	Porc.
De acuerdo	10	17%
En desacuerdo	7	12%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	27	45%
Totalmente de acuerdo	6	10%
Totalmente en desacuerdo	10	17%
Total general	60	100%

*Nota:* Tomado de datos de la encuesta aplicada.

Figura 1

Resultados de pregunta



*Nota:* Tomado de datos de la encuesta aplicada.



2. Los neumáticos utilizados en nuestra empresa son de alta calidad.

Tabla 8.

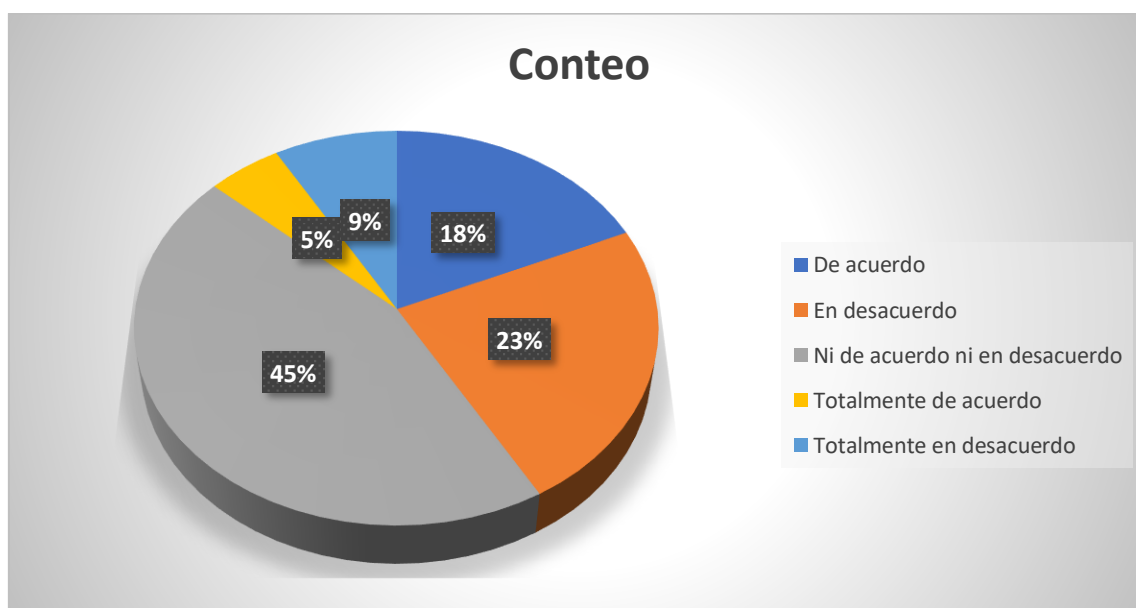
Resultados de pregunta

Ítem	Conteo	Porc.
De acuerdo	11	18%
En desacuerdo	14	23%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	27	45%
Totalmente de acuerdo	3	5%
Totalmente en desacuerdo	5	8%
Total general	60	100%

*Nota:* Tomado de datos de la encuesta aplicada.

Figura 2.

Resultado de pregunta



*Nota:* Tomado de datos de la encuesta aplicada.

3. Se brinda capacitación adecuada a los conductores sobre el cuidado de los neumáticos.

Tabla 9.

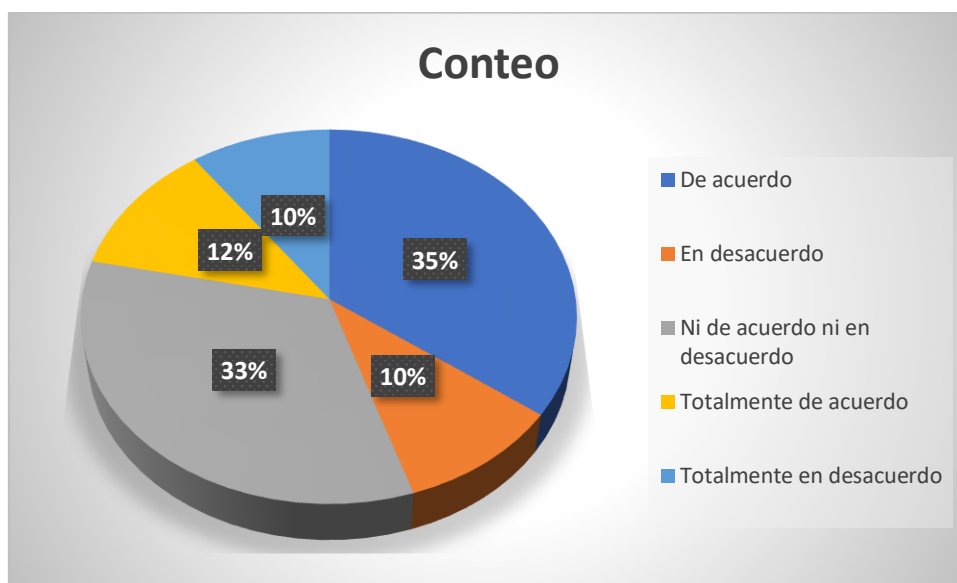
Resultados de pregunta

Ítem	Conteo	Porc.
De acuerdo	21	35%
En desacuerdo	6	10%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	20	33%
Totalmente de acuerdo	7	12%
Totalmente en desacuerdo	6	10%
Total general	60	100%

*Nota:* Tomado de datos de la encuesta aplicada.

Figura 3.

Resultado de pregunta



*Nota:* Tomado de datos de la encuesta aplicada.

4. La presión de inflado de los neumáticos se verifica y mantiene regularmente en nuestros vehículos.

Tabla 10.

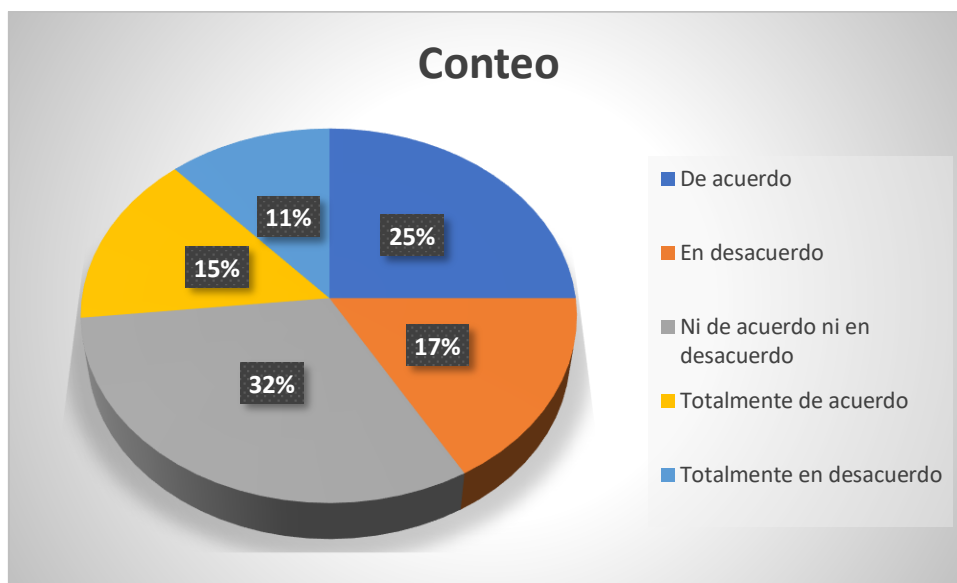
Resultados de pregunta

Ítem	Conteo	Porc.
De acuerdo	15	25%
En desacuerdo	10	17%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	19	32%
Totalmente de acuerdo	9	15%
Totalmente en desacuerdo	7	12%
Total general	60	100%

*Nota:* Tomado de datos de la encuesta aplicada.

Figura 4.

Resultado de pregunta



*Nota:* Tomado de datos de la encuesta aplicada.

5. La empresa considera la carga y distribución al seleccionar los neumáticos adecuados.

Tabla 11.

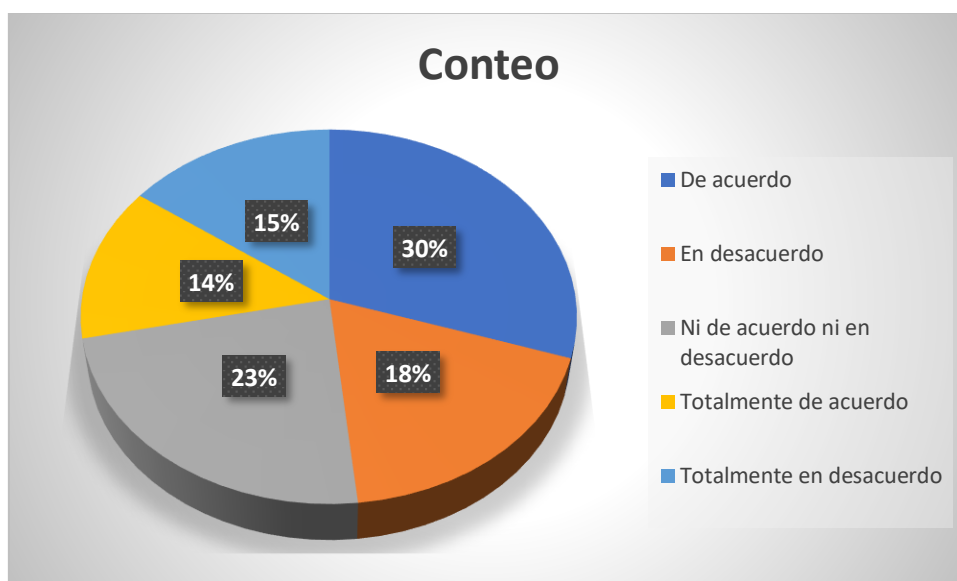
Resultados de pregunta

Ítem	Conteo	Porc.
De acuerdo	18	30%
En desacuerdo	11	18%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	14	23%
Totalmente de acuerdo	8	13%
Totalmente en desacuerdo	9	15%
Total general	60	100%

*Nota:* Tomado de datos de la encuesta aplicada.

Figura 5.

Resultado de pregunta



*Nota:* Tomado de datos de la encuesta aplicada.

6. La empresa busca constantemente nuevas tecnologías de neumáticos para mejorar la eficiencia.

Tabla 12.

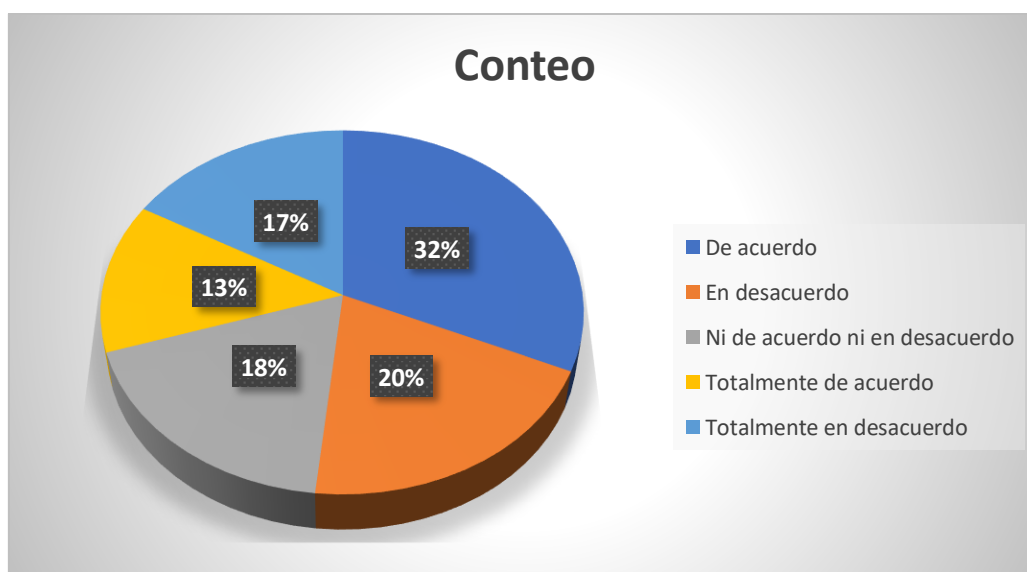
Resultados de pregunta

Ítem	Conteo	Porc.
De acuerdo	19	32%
En desacuerdo	12	20%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	11	18%
Totalmente de acuerdo	8	13%
Totalmente en desacuerdo	10	17%
Total general	60	100%

*Nota:* Tomado de datos de la encuesta aplicada.

Figura 6.

Resultado de pregunta



*Nota:* Tomado de datos de la encuesta aplicada.

7. Los neumáticos de base ancha se utilizan cuando es apropiado en nuestra empresa.

Tabla 13.

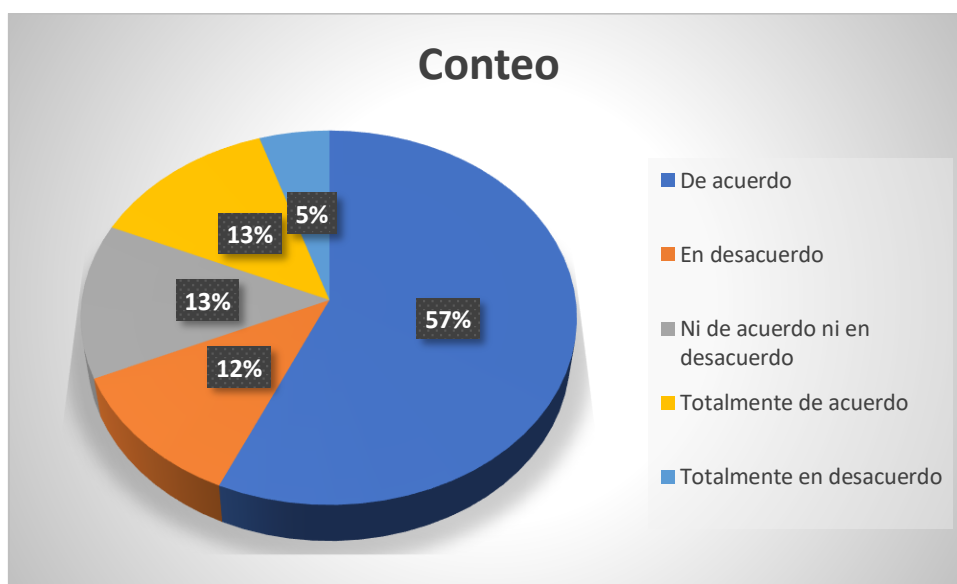
Resultados de pregunta

Ítem	Conteo	Porc.
De acuerdo	34	57%
En desacuerdo	7	12%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	8	13%
Totalmente de acuerdo	8	13%
Totalmente en desacuerdo	3	5%
Total general	60	100%

*Nota:* Tomado de datos de la encuesta aplicada.

Figura 7.

Resultado de pregunta



*Nota:* Tomado de datos de la encuesta aplicada.

8. La empresa realiza un seguimiento regular del desgaste de los neumáticos y toma medidas preventivas.

Tabla 14.

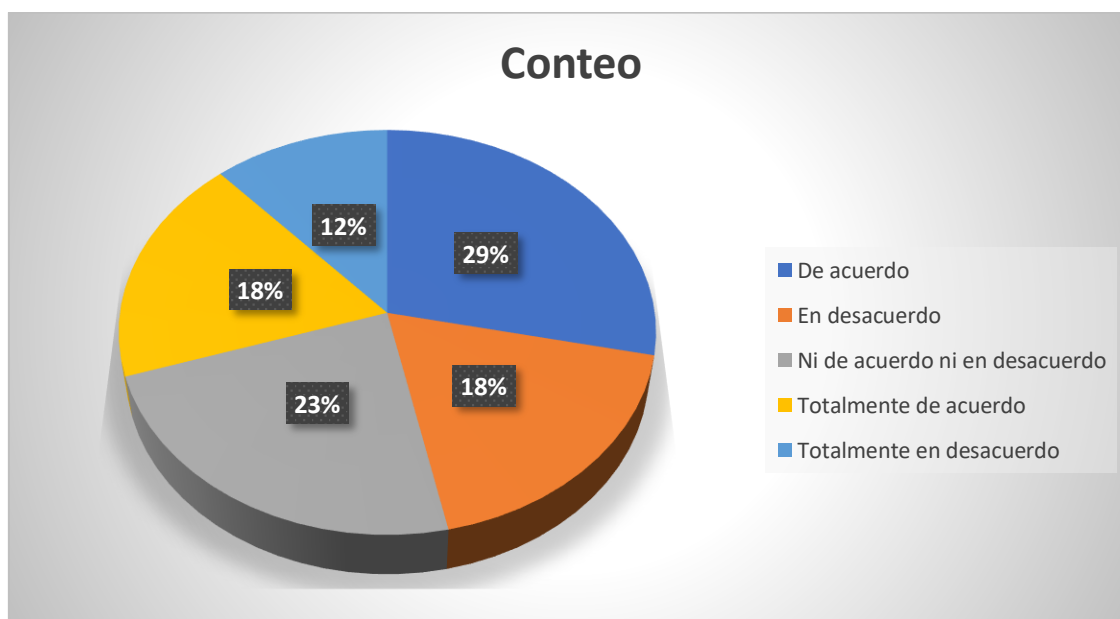
Resultados de pregunta

Ítem	Conteo	Porc.
De acuerdo	17	28%
En desacuerdo	11	18%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	14	23%
Totalmente de acuerdo	11	18%
Totalmente en desacuerdo	7	12%
Total general	60	100%

Nota: Tomado de datos de la encuesta aplicada.

Figura 8.

Resultado de pregunta



Nota: Tomado de datos de la encuesta aplicada.

9. Se promueve la importancia de mantener los neumáticos en buen estado entre los conductores.

Tabla 15.

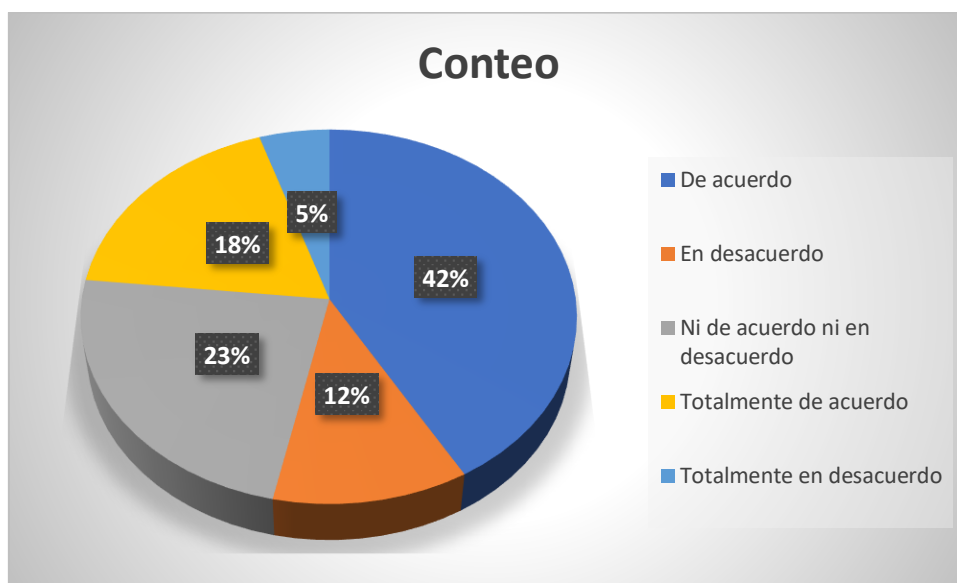
Resultados de pregunta

Ítem	Conteo	Porc.
De acuerdo	25	42%
En desacuerdo	7	12%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	14	23%
Totalmente de acuerdo	11	18%
Totalmente en desacuerdo	3	5%
Total general	60	100%

*Nota:* Tomado de datos de la encuesta aplicada.

Figura 9.

Resultado de pregunta



*Nota:* Tomado de datos de la encuesta aplicada.



10. La empresa invierte en neumáticos de alta eficiencia para reducir los costos de combustible.

Tabla 16.

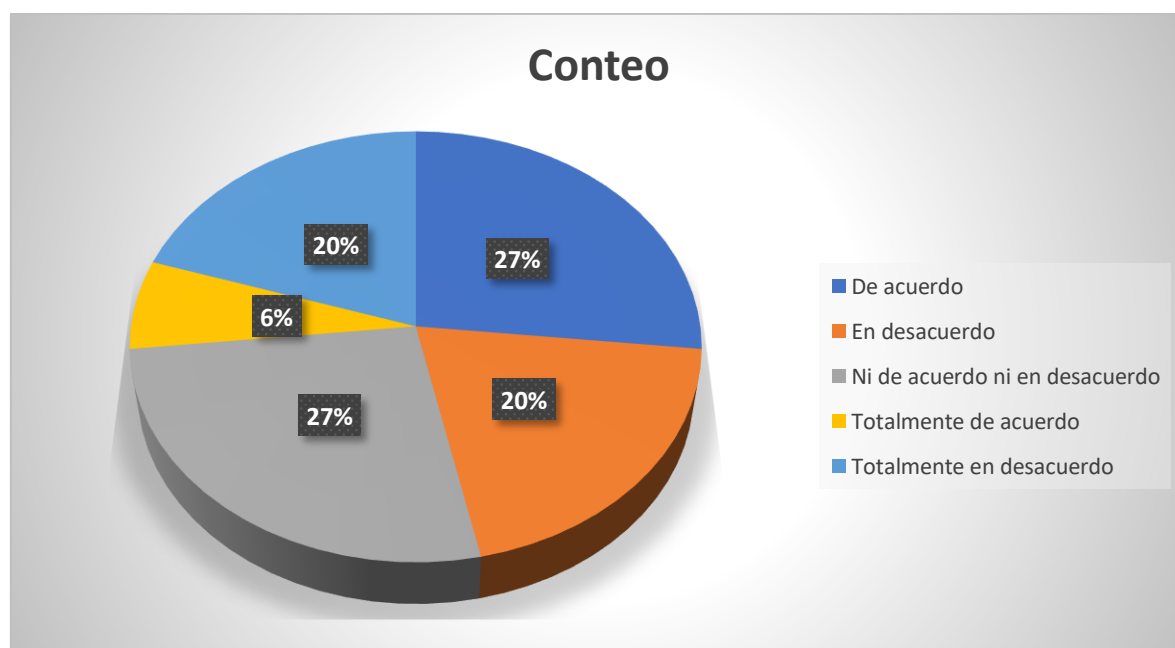
Resultados de pregunta

Ítem	Conteo	Porc.
De acuerdo	16	27%
En desacuerdo	12	20%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	16	27%
Totalmente de acuerdo	4	7%
Totalmente en desacuerdo	12	20%
Total general	60	100%

*Nota:* Tomado de datos de la encuesta aplicada.

Figura 10.

Resultado de pregunta



*Nota:* Tomado de datos de la encuesta aplicada.

### Variable Dependiente: Reducción del Consumo de Combustible

11. Creo que la optimización de neumáticos puede reducir el consumo de combustible en nuestra empresa.

Tabla 17.

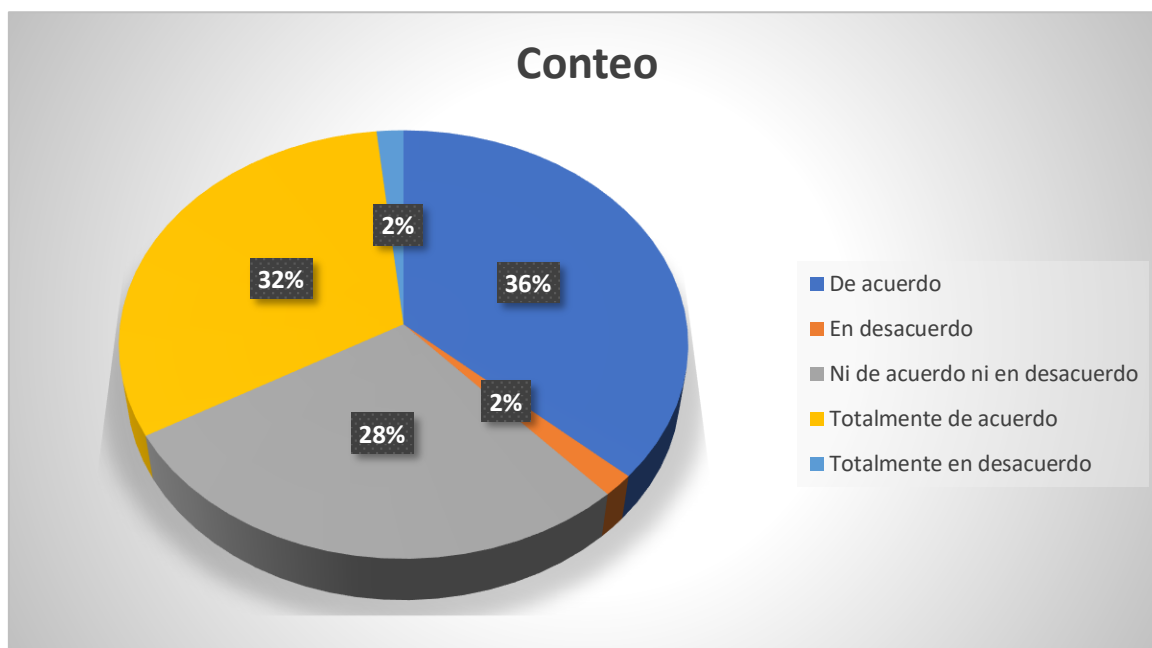
Resultados de pregunta

Ítem	Conteo	Porc.
De acuerdo	22	37%
En desacuerdo	1	2%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	17	28%
Totalmente de acuerdo	19	32%
Totalmente en desacuerdo	1	2%
Total general	60	100%

Nota: Tomado de datos de la encuesta aplicada.

Figura 11.

Resultado de pregunta



Nota: Tomado de datos de la encuesta aplicada.

12. La empresa ha logrado reducir el consumo de combustible en el último año.

Tabla 18.

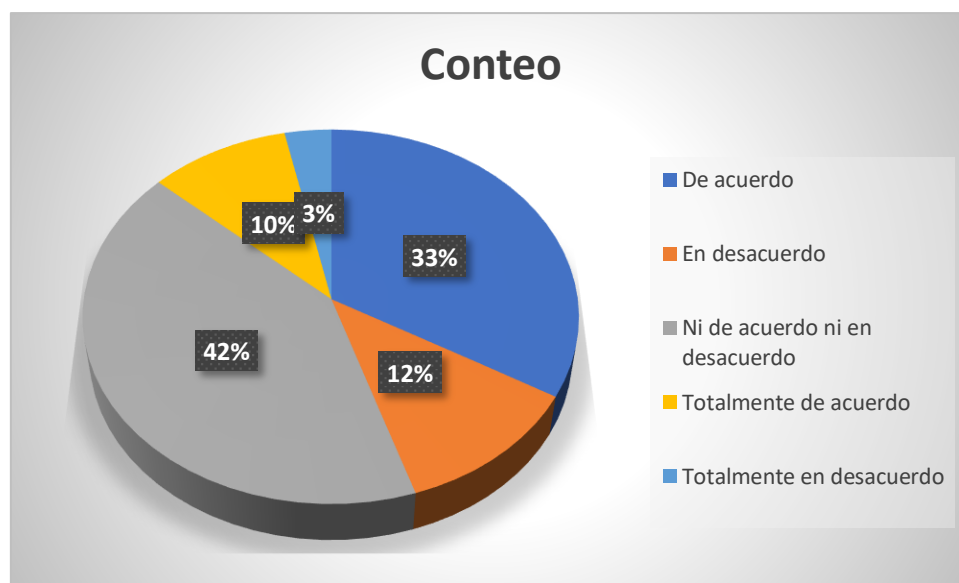
Resultados de pregunta

Ítem	Conteo	Porc.
De acuerdo	20	33%
En desacuerdo	7	12%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	25	42%
Totalmente de acuerdo	6	10%
Totalmente en desacuerdo	2	3%
<b>Total general</b>	<b>60</b>	<b>100%</b>

*Nota:* Tomado de datos de la encuesta aplicada.

Figura 12.

Resultado de pregunta



*Nota:* Tomado de datos de la encuesta aplicada.

13. La reducción del consumo de combustible es un objetivo importante en nuestra empresa.

Tabla 19.

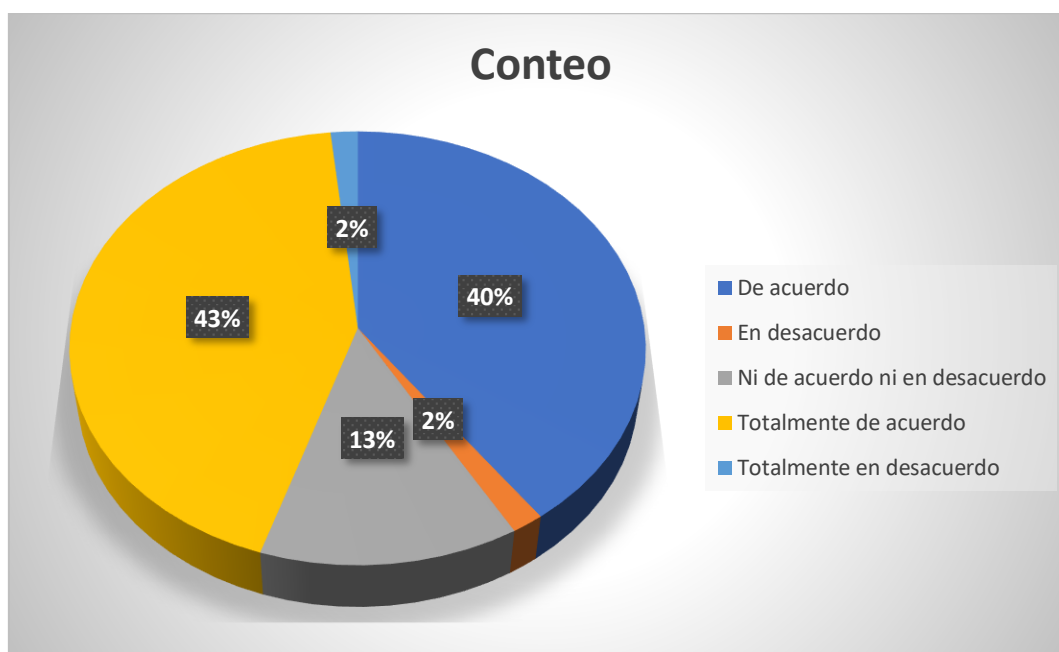
Resultados de pregunta

Ítem	Conteo	Porc.
De acuerdo	24	40%
En desacuerdo	1	2%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	8	13%
Totalmente de acuerdo	26	43%
Totalmente en desacuerdo	1	2%
Total general	60	100%

*Nota:* Tomado de datos de la encuesta aplicada.

Figura 13.

Resultado de pregunta



*Nota:* Tomado de datos de la encuesta aplicada.

14. La adopción de prácticas eficientes de conducción ha contribuido a la reducción del consumo de combustible.

Tabla 20.

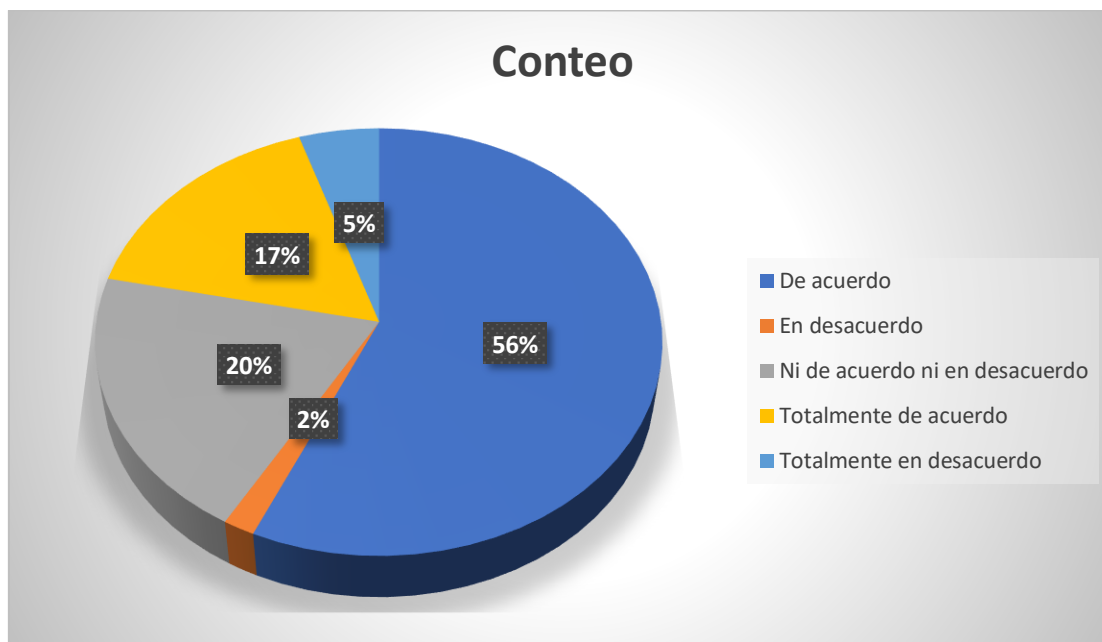
Resultados de pregunta

Ítem	Conteo	Porc.
De acuerdo	34	57%
En desacuerdo	1	2%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	12	20%
Totalmente de acuerdo	10	17%
Totalmente en desacuerdo	3	5%
Total general	60	100%

*Nota:* Tomado de datos de la encuesta aplicada.

Figura 14.

Resultado de pregunta



*Nota:* Tomado de datos de la encuesta aplicada.

15. Creo que la combinación óptima de neumáticos puede influir en la eficiencia del combustible.

Tabla 21.

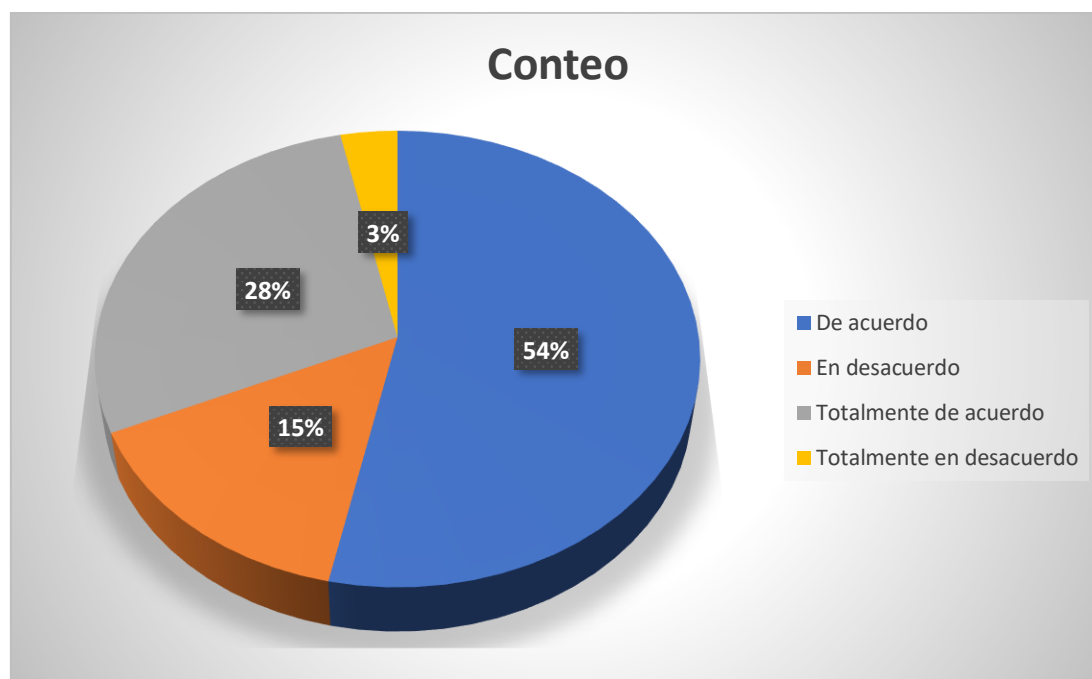
Resultados de pregunta

Ítem	Conteo	Porc.
De acuerdo	32	53%
En desacuerdo	9	15%
Totalmente de acuerdo	17	28%
Totalmente en desacuerdo	2	3%
Total general	60	100%

*Nota:* Tomado de datos de la encuesta aplicada.

Figura 15.

Resultado de pregunta



*Nota:* Tomado de datos de la encuesta aplicada.

16. La empresa realiza un seguimiento y análisis regular del consumo de combustible.

Tabla 22.

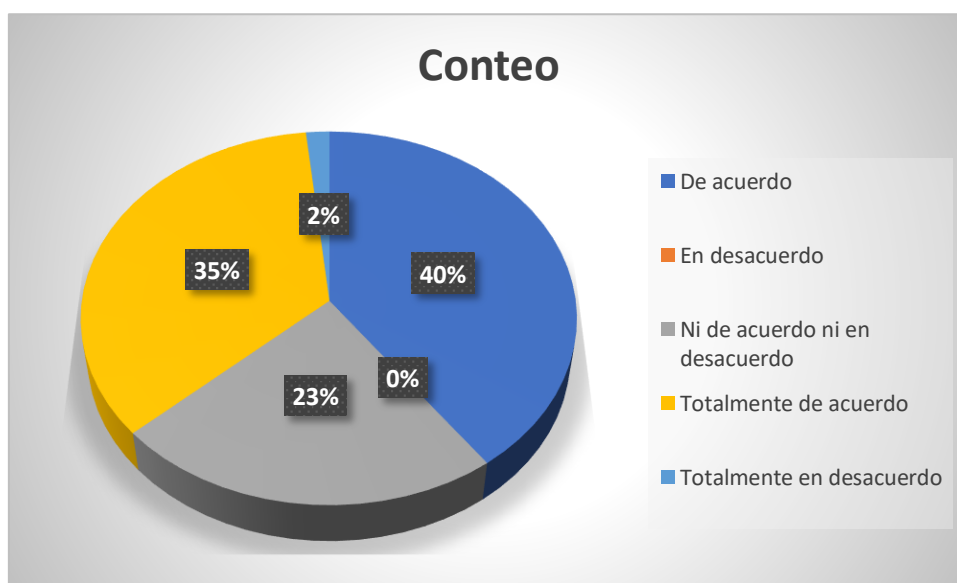
Resultados de pregunta

Ítem	Conteo	Porc.
De acuerdo	24	40%
En desacuerdo	0	0%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	14	23%
Totalmente de acuerdo	21	35%
Totalmente en desacuerdo	1	2%
Total general	60	100%

Nota: Tomado de datos de la encuesta aplicada.

Figura 16.

Resultado de pregunta



Nota: Tomado de datos de la encuesta aplicada.

17. Los conductores están incentivados a adoptar prácticas de conducción eficiente.

Tabla 23.

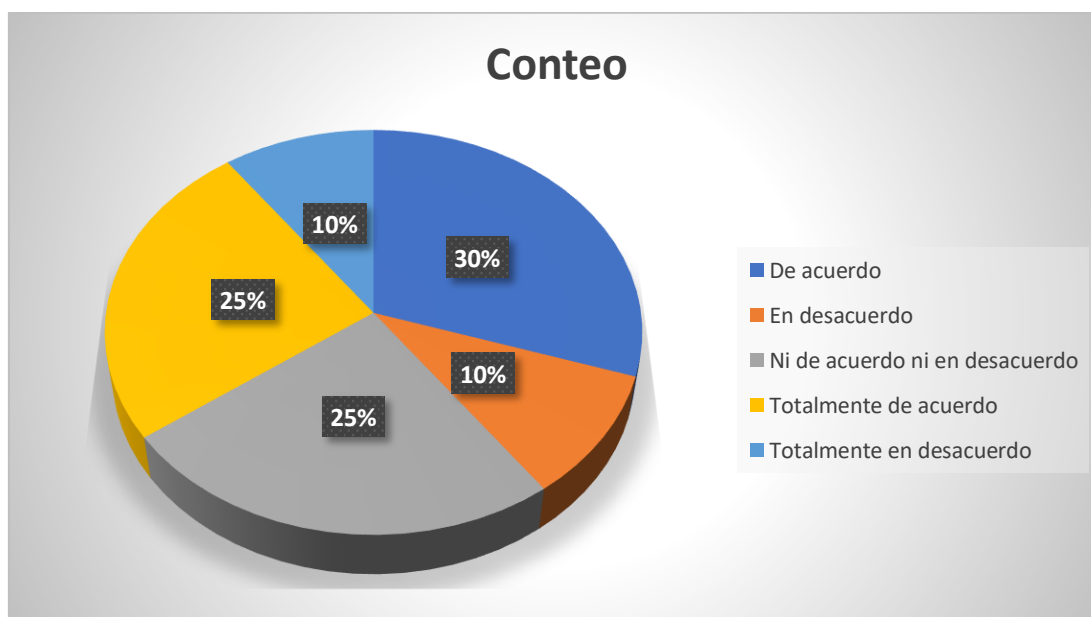
Resultados de pregunta

Ítem	Conteo	Porc.
De acuerdo	18	30%
En desacuerdo	6	10%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	15	25%
Totalmente de acuerdo	15	25%
Totalmente en desacuerdo	6	10%
Total general	60	100%

Nota: Tomado de datos de la encuesta aplicada.

Figura 17.

Resultado de pregunta



Nota: Tomado de datos de la encuesta aplicada.



18. La reducción del consumo de combustible se refleja en una disminución de los costos operativos.

Tabla 24.

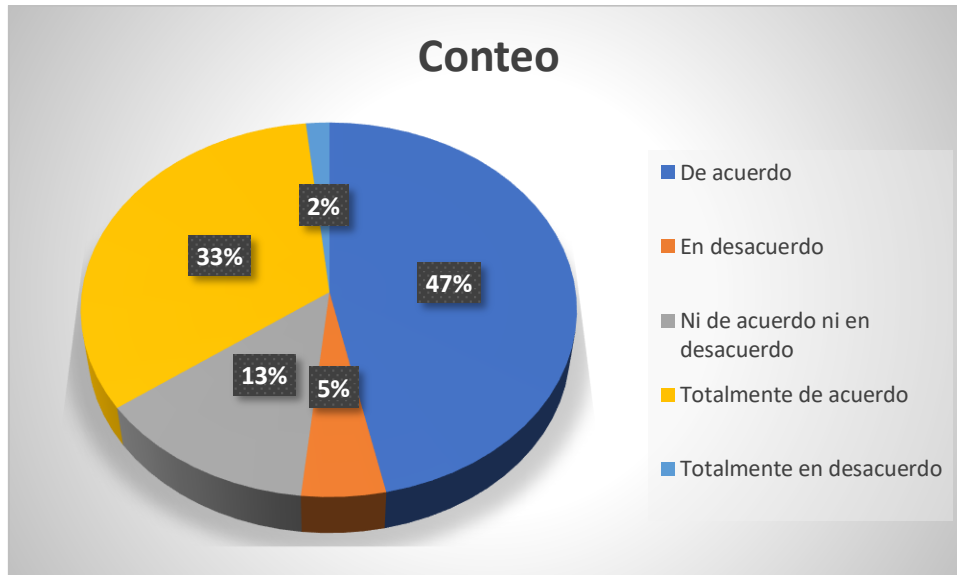
Resultados de pregunta

Ítem	Conteo	Porc.
De acuerdo	28	47%
En desacuerdo	3	5%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	8	13%
Totalmente de acuerdo	20	33%
Totalmente en desacuerdo	1	2%
Total general	60	100%

*Nota:* Tomado de datos de la encuesta aplicada.

Figura 18.

Resultado de pregunta



*Nota:* Tomado de datos de la encuesta aplicada.

19. La empresa considera activamente nuevas tecnologías y combustibles más eficientes.

Tabla 25.

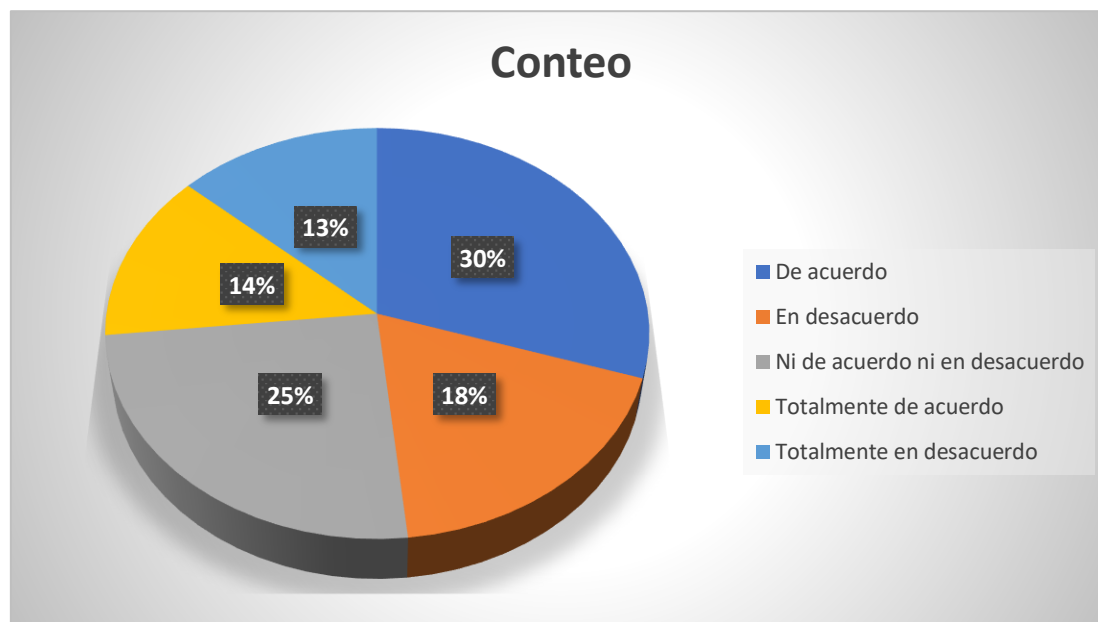
Resultados de pregunta

Ítem	Conteo	Porc.
De acuerdo	18	30%
En desacuerdo	11	18%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	15	25%
Totalmente de acuerdo	8	13%
Totalmente en desacuerdo	8	13%
Total general	60	100%

*Nota:* Tomado de datos de la encuesta aplicada.

Figura 19.

Resultado de pregunta



*Nota:* Tomado de datos de la encuesta aplicada.

20. Las recomendaciones de mejora de procesos para la reducción del consumo de combustible son bien recibidas y aplicadas en nuestra empresa.

Tabla 26.

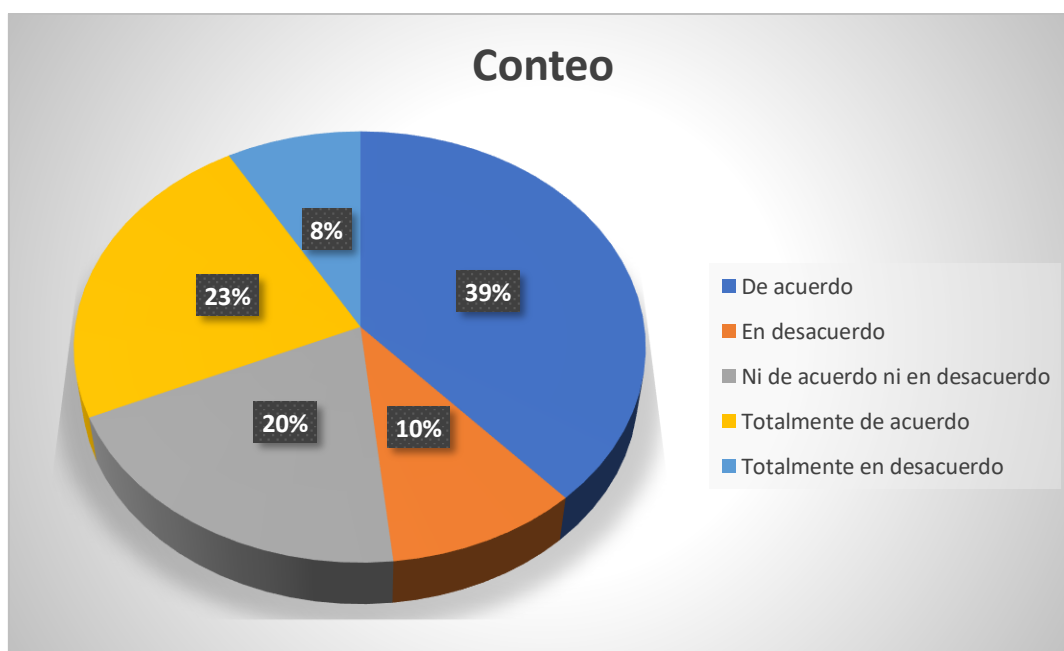
Resultados de pregunta

Ítem	Conteo	Porc.
De acuerdo	23	38%
En desacuerdo	6	10%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	12	20%
Totalmente de acuerdo	14	23%
Totalmente en desacuerdo	5	8%
Total general	60	100%

Nota: Tomado de datos de la encuesta aplicada.

Figura 20.

Resultado de pregunta



Nota: Tomado de datos de la encuesta aplicada.

## 10.10 Recomendaciones basadas en los hallazgos

En respuesta a los problemas y objetivos planteados en esta investigación, se proponen las siguientes recomendaciones basadas en datos concretos y cifras relevantes para lograr una operación más rentable y sostenible en empresas de transporte de carga pesada en Ecuador.

### **Recomendaciones:**

- **Combinación Óptima de Llantas:** Llevar a cabo un estudio específico para determinar la combinación de llantas más adecuada para la flota de camiones de la empresa, considerando el tipo de carga, las rutas y las condiciones de operación. Esto incluye evaluar la proporción de llantas normales y de base ancha. Utilizar datos de desgaste y eficiencia de combustible para respaldar esta decisión.
- **Evaluación de Neumáticos y Combustibles:** Realizar un análisis detallado de los tipos de neumáticos y combustibles disponibles en el mercado ecuatoriano. Utilizar estadísticas y valores concretos de consumo por galón por hora para determinar cuáles ofrecen el mejor equilibrio entre rendimiento y coste. Comparar los beneficios de la utilización de diésel estándar, biodiésel, GNC y GLP en función de los datos actuales.
- **Costos de Distribución Beneficiados:** Identificar y cuantificar los costos de distribución específicos que se ven directamente beneficiados por la elección adecuada de llantas y la optimización en el consumo de combustible. Esto debe incluir el gasto en neumáticos, mantenimiento, combustible y cualquier otro costo relacionado con la flota.
- **Plan de Reemplazo de Neumáticos:** Establecer un plan de reemplazo progresivo de neumáticos basado en su vida útil y eficiencia. Utilizar datos técnicos para determinar el momento óptimo para el reemplazo y priorizar los neumáticos más gastados.
- **Monitoreo en Tiempo Real:** Implementar sistemas de telemetría y seguimiento en tiempo real en todos los camiones. Estos sistemas proporcionarán datos precisos sobre el consumo de combustible y el estado de los neumáticos, permitiendo ajustes inmediatos cuando sea necesario.

- **Gestión de Rutas Eficientes:** Utilizar software de planificación de rutas que tenga en cuenta la eficiencia en el consumo de combustible y el desgaste de neumáticos. Esto reducirá los kilómetros innecesarios y mejorará la rentabilidad.
- **Capacitación de Conductores:** Ofrecer capacitación continua a los conductores sobre prácticas de conducción eficiente, utilizando cifras y estadísticas concretas para destacar el impacto de su comportamiento en los costos operativos.
- **Control de Velocidad:** Implementar sistemas de control de velocidad para garantizar que los camiones no excedan los límites de velocidad establecidos, lo que reduce el consumo de combustible.
- **Actualización Tecnológica:** Evaluar la posibilidad de actualizar la tecnología de la flota para incluir características de ahorro de combustible y monitoreo avanzado. Utilizar datos económicos y técnicos para justificar estas inversiones.
- **Seguimiento de KPIs:** Establecer indicadores clave de rendimiento (KPIs) específicos relacionados con el consumo de combustible y el desgaste de neumáticos. Hacer un seguimiento constante y utilizar estos KPIs para evaluar el progreso y tomar decisiones basadas en datos.
- **Informes y Análisis Continuos:** Generar informes periódicos que presenten cifras y datos concretos sobre el rendimiento de la flota en términos de consumo de combustible y neumáticos. Realizar análisis en profundidad de estos informes para identificar tendencias y áreas de mejora.
- **Programa de Incentivos:** Implementar un programa de incentivos que recompense a los conductores y equipos que logren mejoras significativas en la eficiencia de combustible y el cuidado de los neumáticos, basándose en datos económicos reales.
- **Colaboración Interna:** Fomentar la colaboración entre los departamentos de operaciones, mantenimiento y compras para garantizar una estrategia integral de optimización de costos. Utilizar estadísticas para demostrar los beneficios financieros de esta colaboración.
- **Conciencia Ambiental:** Promover la conciencia ambiental dentro de la organización, destacando los beneficios tanto económicos como

medioambientales de estas prácticas. Utilizar datos sobre reducción de emisiones y consumo de combustible para respaldar estos esfuerzos.

Estas recomendaciones están diseñadas para abordar de manera efectiva los problemas planteados en la investigación y alcanzar los objetivos propuestos. Al utilizar datos concretos y cifras relevantes, se busca garantizar que las estrategias propuestas sean sólidas y basadas en la evidencia, lo que contribuirá a una maestría en producción y operaciones industriales centrada en la mejora de procesos para la optimización del consumo de combustible y neumáticos en una empresa de transporte de carga pesada en Ecuador.

## 11. Conclusiones

---

El presente trabajo de investigación en el ámbito de la maestría en producción y operaciones industriales se ha enfocado en abordar un desafío crítico en el sector de transporte de carga pesada en Ecuador: la optimización del consumo de combustible y el manejo eficiente de neumáticos. En respuesta a este problema, se plantearon hipótesis específicas que se sometieron a rigurosa evaluación, y se llevaron a cabo investigaciones exhaustivas respaldadas por datos empíricos y análisis detallados. A lo largo de este estudio, se han identificado recomendaciones basadas en hallazgos sólidos y cifras relevantes, destinadas a transformar los procesos operativos de las empresas de transporte de carga pesada en Ecuador. Las conclusiones que se presentarán a continuación encapsulan el resultado de esta investigación, proporcionando una guía valiosa para mejorar la eficiencia, la rentabilidad y la sostenibilidad en este sector fundamental de la economía ecuatoriana.

Las diferencias técnicas y de rendimiento entre camiones de las marcas MACK, MERCEDES BENZ y FREIGHTLINER en Ecuador, en cuanto al tamaño de llantas y el consumo de combustible, son significativas. Estas diferencias permiten identificar oportunidades para la optimización de la operación de transporte de carga pesada.

La elección adecuada de llantas, tanto en términos de tamaño como de tipo, puede influir en el consumo de combustible y la eficiencia en carretera. La combinación óptima de llantas normales y de base ancha debe ser evaluada cuidadosamente para reducir los costos de distribución y mejorar la rentabilidad.

Los tipos de neumáticos y combustibles disponibles en el mercado ofrecen diversas opciones para las empresas de transporte de carga pesada. La selección de neumáticos radiales, de baja resistencia a la rodadura y la elección de combustibles como el diésel ULSD pueden contribuir significativamente a la eficiencia operativa.

La cuantificación de la brecha entre el rendimiento óptimo de consumo de combustible (8 km/gl) y el rendimiento real (0.073040376 km/gl) resalta la importancia de la

optimización en el consumo de combustible. Esta diferencia representa un costo adicional significativo que puede reducirse mediante estrategias de mejora de procesos. Los costos de distribución en empresas de transporte de carga pesada se ven directamente beneficiados por la elección adecuada de llantas y la optimización en el consumo de combustible. La implementación de prácticas que conduzcan a un consumo eficiente de combustible y a una selección óptima de neumáticos puede mejorar la rentabilidad y la sostenibilidad operativa.

La investigación respalda la hipótesis general de que la implementación de estrategias de mejora de procesos para la optimización del consumo de combustible y la selección de neumáticos en empresas de transporte de carga pesada en Ecuador resultará en una operación más rentable y sostenible. Las hipótesis específicas también se ven respaldadas por los hallazgos, lo que subraya la importancia de considerar estos aspectos en la gestión de flotas de camiones. En esa línea, la optimización del consumo de combustible y la elección adecuada de llantas son aspectos clave para mejorar la eficiencia y la rentabilidad en empresas de transporte de carga pesada en Ecuador. La investigación proporciona información valiosa que puede guiar la toma de decisiones y la implementación de estrategias para lograr una operación más sostenible y económicamente viable.

A partir de los objetivos de la investigación y las recomendaciones basadas en los hallazgos, se pueden extraer adicionalmente las siguientes conclusiones:

La combinación óptima de llantas en una empresa de transporte de carga pesada en Ecuador es crucial para mejorar la eficiencia de los costos de distribución. La investigación demuestra que la elección adecuada de llantas, considerando el tipo de carga y las condiciones de operación, puede tener un impacto significativo en la rentabilidad de la empresa.

La selección de neumáticos y combustibles basada en datos concretos de consumo por galón por hora es esencial para optimizar los costos operativos. Los resultados de la investigación respaldan la importancia de evaluar detenidamente las opciones disponibles en el mercado ecuatoriano para lograr un equilibrio óptimo entre rendimiento y costo.

La identificación y cuantificación de los costos de distribución específicos que se benefician de la elección adecuada de llantas y la optimización del consumo de



combustible son fundamentales. Estos costos incluyen gastos en neumáticos, mantenimiento y combustible, y su análisis respalda la toma de decisiones informadas. Establecer un plan de reemplazo progresivo de neumáticos basado en datos técnicos y de vida útil es una estrategia eficaz para reducir costos y mejorar la eficiencia en la operación de transporte de carga pesada.

La implementación de sistemas de telemetría y seguimiento en tiempo real en los camiones es esencial para obtener datos precisos sobre el consumo de combustible y el estado de los neumáticos, lo que permite ajustes inmediatos y una gestión más eficiente de la flota.

La colaboración entre los departamentos de operaciones, mantenimiento y compras, respaldada por estadísticas que demuestran los beneficios financieros de esta colaboración, es crucial para una estrategia integral de optimización de costos en una empresa de transporte de carga pesada en Ecuador.

Sintetizando, esta investigación demuestra que la aplicación de estrategias de mejora de procesos relacionadas con el consumo de combustible y la selección de neumáticos puede llevar a una operación más rentable y sostenible en empresas de transporte de carga pesada en Ecuador. Estas conclusiones están respaldadas por datos concretos y cifras relevantes, lo que confirma la importancia de tomar decisiones basadas en la evidencia para lograr una gestión eficiente en este sector.

## Referencias Bibliográficas

---

- Arbulú Zegarra, A. del C., & Andía Sandoval, I. S. (2019). Diseño de infraestructura vial para mejorar el nivel de servicio tramo El Verde – Manchuria km 0+000 al 14+100, Jayanca. In *Repositorio Institucional - UCV*.
- Ardanuy. (2019). La electromovilidad en el transporte público de América Latina. In *CAF - Banco de Desarrollo de América Latina*.
- Aristizabal-Alzate, C. E., & González-Manosalva, J. (2021). Revisión de las medidas en pro de la eficiencia energética y la sostenibilidad de la industria del cemento a nivel mundial. *Revista UIS Ingenierías*, 20(3).  
<https://doi.org/10.18273/revuin.v20n3-2021006>
- Arrieta, A. A., Chejne Janna, F., López López, D., Forero, C., & Herrera, B. (2020). Consultoría Técnica Para El Fortalecimiento Y Mejora De La Base De Datos De Factores De Emisión De Los Combustibles Colombianos- Fecoc. *Publicaciones E Investigación*, 13(2).
- Ayala Siccha, N. L., Jara Aguilar, M. A., Castillo Martínez, W. E., & Mantilla Rodríguez, L. A. (2022). Aplicación de Lean Manufacturing en la productividad del proceso de elaboración de conservas de pescado. *INGnosis*, 8(1).  
<https://doi.org/10.18050/ingnosis.v8i1.2441>
- Blanco Gutiérrez, J. B., Pérez Olgún, I. J. C., & Pérez Limón, J. A. (2019). Herramientas De Manufactura Esbelta Aplicadas En Mejoramientos Del Flujo De Materiales. *Congreso Universitario 2014: Publicaciones En Extenso, February*.
- Bocanegra Briones, G., & Perez Solar, B. A. (2020). PROPUESTA DE MEJORA EN LAS ÁREAS DE LOGÍSTICA Y OPERACIONES PARA REDUCIR LOS COSTOS EN LA EMPRESA B&C INDUSTRIALES S.A. *Ucv*.
- Bustamante García, V., Carrillo Parra, A., Prieto Ruíz, J. Á., Corral-Rivas, J. J., & Hernández Díaz, J. C. (2020). Química de la biomasa vegetal y su efecto en el rendimiento durante la torrefacción: revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 7(38). <https://doi.org/10.29298/rmcf.v7i38.8>
- Centeno Méndez, H. R., Ramón Poma, G. M., & Journal of Scientific Research, Mqri.

- (2022). Precio, calidad y beneficios ambientales, factores de la demanda de llantas reencauchadas. *MQRInvestigar*, 6(3).  
<https://doi.org/10.56048/mqr20225.6.3.2022.798-822>
- CEPAL. (2020). Estudio Económico de America Latina y el Caribe Colombia 2017. *Estudio Económico de America Latina y El Caribe Colombia 2017*.
- Correa Espinal, A. A., Cogollo Flórez, J. M., & Salazar López, J. C. (2022). Evaluación del efecto de la conducción eficiente en el consumo de combustible en vehículos de transporte de carga pesada usando diseño de experimentos. *Producción + Limpia*, 5.
- Cuautle Gutiérrez, L., Uribe Pacheco, L. A., & García Tepox, J. D. (2021). Identificación y evaluación de riesgos posturales en un proceso de acabado de piezas automotrices. *Revista Ciencias de La Salud*, 19(1).  
<https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/revsalud/a.10053>
- Czumanski, T., & Lšdding, H. (2019). Análisis Integral de Productividad Laboral. *Procedia CIRP*, 3.
- Flotats Ripoll, X. (2020). Los gases renovables: un vector energético olvidado en España. *RETEMA, Revista Técnica de Medio Ambiente*.
- Hernández Viveros, L. J., Romero González, J. Y., Tiria Vásquez, J. A., & López Sarmiento, D. A. (2019). Estrategia de la mejora continua de la logística de transporte, una evaluación del diseño de una red de conexión continental multimodal de transporte, caso: Ruta Panamericana. *Inclusión & Desarrollo*, 7(1).  
<https://doi.org/10.26620/uniminuto.inclusion.7.1.2020.3-8>
- Hidalgo Osorio, W. A., Vásquez Carrera, P. J., Espinosa Cunuhay, K. A., & Morales Tamayo, Y. (2019). Desechos orgánicos que generan gas a través de un biodigestor diseño experimental en la parroquia Guasaganda de la ciudad de la Maná. *Ciencia Digital*, 3(2.6). <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i2.6.558>
- INEC. (2023). *Gestión de Agua Potable y Saneamiento*.  
[https://doi.org/https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas\\_Ambientales/Municipios\\_2019/Agua\\_potable\\_alcantarillado\\_2019/PRESENTACION%20APA%202019%20V07\\_rev\\_corregido.pdf](https://doi.org/https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Municipios_2019/Agua_potable_alcantarillado_2019/PRESENTACION%20APA%202019%20V07_rev_corregido.pdf)
- Marti Herrero, J. (2020). Biodigestores de bajo costo para producir biogás y fertilizante natural a partir de residuos orgánicos Bibliografía Recomendada y Comentada.

*Livestock Research for Rural Development.*

- Matabanchoy Tulcan, S. M., Dorado Martínez, Á. D., Guevara Canchala, N. T., & Narváez Calpa, Y. A. (2022). Evaluación de desempeño por competencias en una empresa familiar de transporte. *Informes Psicológicos*, 22(1).  
<https://doi.org/10.18566/infpsic.v22n1a07>
- Mera Guzmán, P. E., Mera Guzmán, V. C., Toscano Morales, C. C., & Ruiz Robalino, O. E. (2022). Gestión de calidad en el servicio de transporte de carga pesada. *Revista Ñeque*, 5(12). <https://doi.org/10.33996/revistaneque.v5i12.85>
- Miyashiro Pérez, L., & Delgado Fernández, M. (2019). Procedimiento para la mejora procesos que intervienen en el consumo de combustible. *Ingeniería Industrial*, 30(3).
- Muñoz Chacón, C. A. (2019). Estudio de accidentes eléctricos y peligro del arco eléctrico: Introducción a un programa de seguridad eléctrica. *Ciencia & Trabajo*, 17(53). <https://doi.org/10.4067/s0718-24492015000200005>
- Paz Orozco, H., Cañar Truque, J. D., Plazas Pemberthy, L., & Angulo Sinisterra, H. (2020). Propuesta para un diseño de distribución en planta en el área de separado para la empresa de alimentos cárnicos S.A.S, evaluada mediante una herramienta de simulación - Flexsim. *Publicaciones e Investigación*, 12(2).  
<https://doi.org/10.22490/25394088.2961>
- Peralvo Clavon, A., Quilumbango, T., & Benavides, I. (2022). Biodiesel aditivado con nanopartículas metálicas para mejorar las prestaciones de un motor térmico. *INNOVATION & DEVELOPMENT IN ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES*, 4(1).  
<https://doi.org/10.53358/ideas.v4i1.701>
- Piloto, N., Perdomo, L., Rodríguez, P. A., & Ramos, C. (2020). Gestión de riesgos en la lubricación y lubricantes de una flota de transporte. *Ingeniería Mecánica*, 23(2).
- Ramírez, A., & Carvajal Flórez, E. (2022). Manejo integral de residuos en una empresa prestadora de servicios de aseo: propuesta de mejora. *Revista EIA*, 20(39).  
<https://doi.org/10.24050/reia.v20i39.1603>
- Rivas, C., & Zamora, H. (2019). Propuesta de un plan de mejora para optimizar la gestión del proceso de transporte de Inversiones Zamcar S.A.C. In *Repositorio Institucional - URP*.
- Rodriguez Rivera, H. F. (2020). Análisis de la rentabilidad aplicando el modelo DUPONT

- en empresas de transporte de carga pesada en la provincia del Carchi. *SATHIRI*, 15(2). <https://doi.org/10.32645/13906925.976>
- Salgado Barra, B. (2019). Evaluación empírico-mecánica de las estructuras de pavimentos flexibles comparando herramientas computacionales y datos de pruebas de fatiga en laboratorio. *Infraestructura Vial*, 9(18).
- Tuarez Tuarez, M. A., & Ponce Álvarez, C. V. (2022). Gastos operativos y su influencia en la toma de decisiones de la Cooperativa de transporte de carga pesada TRANSPICHINCHA S.A. *MQRInvestigar*, 6(4).  
<https://doi.org/10.56048/mqr20225.6.4.2022.351-367>
- Zapata Cortes, J. A., Vélez Bedoya, Á. R., & Arango Serna, M. D. (2020). Mejora del proceso de distribución en una empresa de transporte. *Investigación Administrativa*, 49–2. <https://doi.org/10.35426/iav49n126.08>
- Zapata, J., Vélez, Á., & Arango, M. (2020). Mejora del proceso de distribución en una empresa de transporte. *Investigación Administrativa*, 49(126).
- Zegarra Tello, I. J., Cabrera Carranza, C. F., & Moore Torres, R. (2021). Tendencias y escenarios de la contaminación del aire por origen automotriz en Lima Metropolitana. *Revista Del Instituto de Investigación de La Facultad de Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas*, 24(47).  
<https://doi.org/10.15381/iigeo.v24i47.20640>

# ANEXOS

## Anexo A - Encuesta

A continuación, se presenta una encuesta con 20 preguntas, divididas en 10 preguntas relacionadas con la variable independiente "Uso de neumáticos" y 10 preguntas relacionadas con la variable dependiente "Reducción del consumo de combustible". Estas preguntas están diseñadas para recopilar información de los empleados y expertos en la industria del transporte de carga pesada de la empresa en cuestión. Las respuestas se recogerán utilizando una escala de Likert de 5 puntos, donde 1 representa "Totalmente en desacuerdo" y 5 representa "Totalmente de acuerdo". Por favor, indique su nivel de acuerdo con cada afirmación.

### Variable Independiente: Uso de Neumáticos

1. Considera usted que el proceso de selección de neumáticos en nuestra empresa es eficiente.

1	Totalmente en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	Ni de acuerdo ni en desacuerdo
4	De acuerdo
5	Totalmente de acuerdo

2. Los neumáticos utilizados en nuestra empresa son de alta calidad.

1	Totalmente en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	Ni de acuerdo ni en desacuerdo
4	De acuerdo
5	Totalmente de acuerdo

3. Se brinda capacitación adecuada a los conductores sobre el cuidado de los neumáticos.

1	Totalmente en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	Ni de acuerdo ni en desacuerdo
4	De acuerdo
5	Totalmente de acuerdo

4. La presión de inflado de los neumáticos se verifica y mantiene regularmente en nuestros vehículos.

1	Totalmente en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	Ni de acuerdo ni en desacuerdo
4	De acuerdo
5	Totalmente de acuerdo

5. La empresa considera la carga y distribución al seleccionar los neumáticos adecuados.

1	Totalmente en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	Ni de acuerdo ni en desacuerdo
4	De acuerdo
5	Totalmente de acuerdo

6. La empresa busca constantemente nuevas tecnologías de neumáticos para mejorar la eficiencia.

1	Totalmente en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	Ni de acuerdo ni en desacuerdo
4	De acuerdo
5	Totalmente de acuerdo

7. Los neumáticos de base ancha se utilizan cuando es apropiado en nuestra empresa.

1	Totalmente en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	Ni de acuerdo ni en desacuerdo
4	De acuerdo
5	Totalmente de acuerdo

8. La empresa realiza un seguimiento regular del desgaste de los neumáticos y toma medidas preventivas.

1	Totalmente en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	Ni de acuerdo ni en desacuerdo
4	De acuerdo
5	Totalmente de acuerdo

9. Se promueve la importancia de mantener los neumáticos en buen estado entre los conductores.

1	Totalmente en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	Ni de acuerdo ni en desacuerdo
4	De acuerdo
5	Totalmente de acuerdo

10. La empresa invierte en neumáticos de alta eficiencia para reducir los costos de combustible.

1	Totalmente en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	Ni de acuerdo ni en desacuerdo
4	De acuerdo
5	Totalmente de acuerdo

**Variable Dependiente: Reducción del Consumo de Combustible**

11. Creo que la optimización de neumáticos puede reducir el consumo de combustible en nuestra empresa.

1	Totalmente en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	Ni de acuerdo ni en desacuerdo
4	De acuerdo
5	Totalmente de acuerdo

12. La empresa ha logrado reducir el consumo de combustible en el último año.

1	Totalmente en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	Ni de acuerdo ni en desacuerdo
4	De acuerdo
5	Totalmente de acuerdo

13. La reducción del consumo de combustible es un objetivo importante en nuestra empresa.

1	Totalmente en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	Ni de acuerdo ni en desacuerdo



4	De acuerdo
5	Totalmente de acuerdo

14. La adopción de prácticas eficientes de conducción ha contribuido a la reducción del consumo de combustible.

1	Totalmente en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	Ni de acuerdo ni en desacuerdo
4	De acuerdo
5	Totalmente de acuerdo

15. Creo que la combinación óptima de neumáticos puede influir en la eficiencia del combustible.

1	Totalmente en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	Ni de acuerdo ni en desacuerdo
4	De acuerdo
5	Totalmente de acuerdo

16. La empresa realiza un seguimiento y análisis regular del consumo de combustible.

1	Totalmente en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	Ni de acuerdo ni en desacuerdo
4	De acuerdo
5	Totalmente de acuerdo

17. Los conductores están incentivados a adoptar prácticas de conducción eficiente.

1	Totalmente en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	Ni de acuerdo ni en desacuerdo
4	De acuerdo
5	Totalmente de acuerdo

18. La reducción del consumo de combustible se refleja en una disminución de los costos operativos.

1	Totalmente en desacuerdo
---	--------------------------

2	En desacuerdo
3	Ni de acuerdo ni en desacuerdo
4	De acuerdo
5	Totalmente de acuerdo

19. La empresa considera activamente nuevas tecnologías y combustibles más eficientes.

1	Totalmente en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	Ni de acuerdo ni en desacuerdo
4	De acuerdo
5	Totalmente de acuerdo

20. Las recomendaciones de mejora de procesos para la reducción del consumo de combustible son bien recibidas y aplicadas en nuestra empresa.

1	Totalmente en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	Ni de acuerdo ni en desacuerdo
4	De acuerdo
5	Totalmente de acuerdo

Agradecemos su participación en esta encuesta, la cual ayudará en la investigación