



**Universidad
Católica de
Santa María**

**Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales
Escuela Profesional de Ingeniería Industrial**

**Optimización del consumo de combustible en una empresa logística de
transporte de mercancías a través de la gestión de flotas basada en
Telemetría y Eco-Driving Training**

Tesis presentada por:

Fuentes Zegarra, Emily Franshesca

ORCID: 0009-0005-0612-2636

para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Asesor:

Dr. Llaza Loayza, Marco Antonio

ORCID: 0000-0003-4584-8622

Arequipa - Perú

2026

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INGENIERIA INDUSTRIAL

TITULACIÓN CON TESIS

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 04 de Mayo del 2026

Dictamen: 015656-C-EPII-2026

Visto el borrador del expediente 015656, presentado por:

2019701222 - FUENTES ZEGARRA EMILY FRANSHESCA

Titulado:

**OPTIMIZACIÓN DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN UNA EMPRESA LOGÍSTICA DE
TRANSPORTE DE MERCANCÍAS A TRAVÉS DE LA GESTIÓN DE FLOTAS BASADA EN
TELEMETRÍA Y ECO-DRIVING TRAINING**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

Título Profesional/Título de Segunda Especialidad/Grado Académico a optar:

INGENIERO INDUSTRIAL

**29643059 - TUPAYACHY QUISPE DANNY PAMELA
DICTAMINADOR**



**41922787 - FLORES SANCHEZ MARIELA ROSA
DICTAMINADOR**



**29648840 - CHURA QUISPE FRANZ
DICTAMINADOR**



OPTIMIZACIÓN DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN UNA EMPRESA LOGÍSTICA DE TRANSPORTE DE MERCANCÍAS A TRAVÉS DE LA GESTIÓN DE FLOTAS BASADA EN TELEMETRÍA Y ECO-DRIVING TRAINING

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Católica de Santa María	2%
	Trabajo del estudiante	
2	repositorio.ucsm.edu.pe	2%
	Fuente de Internet	
3	www.coursehero.com	1%
	Fuente de Internet	
4	dspace.ups.edu.ec	1%
	Fuente de Internet	
5	hdl.handle.net	1%
	Fuente de Internet	
6	repositorioacademico.upc.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	
7	repositorio.umariana.edu.co	<1%
	Fuente de Internet	
8	repositorio.utn.edu.ec	<1%
	Fuente de Internet	
9	rree.cedia.edu.ec	<1%
	Fuente de Internet	
10	tesis.ucsm.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	
11	dspace.utb.edu.ec	
	Fuente de Internet	

DEDICATORIA

A mis padres, quienes han sido mi mayor inspiración. Gracias por llenar mi vida de valores y de enseñanzas; por cada sacrificio silencioso que hicieron pensando en mí, por cada palabra de aliento que me animó en los momentos de cansancio y por cada gesto de cariño que me dio fuerzas para continuar. Si hoy he llegado hasta aquí es porque tuve el privilegio de crecer de la mano de ustedes, mis guías, mis ejemplos y mis más grandes amores.

A mis amigos y a mi familia en general, por su apoyo genuino, cariño y la confianza que depositaron en mí.

A quienes creyeron en mí incluso en los momentos en que yo dudaba. Esta meta es de ustedes, porque todo lo que soy y lo que he conseguido se lo debo a ustedes.



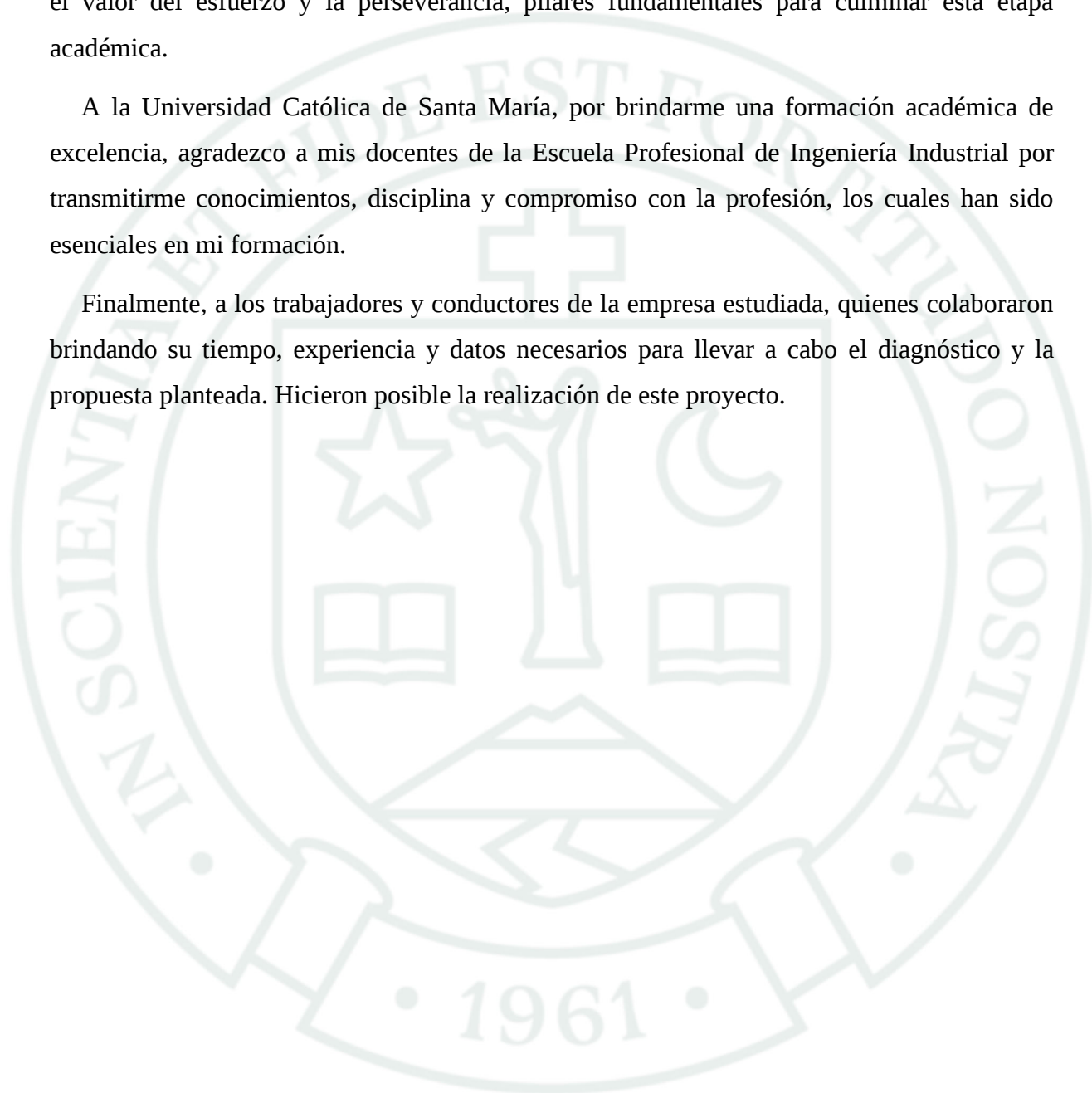
AGRADECIMIENTOS

A Dios, por ser mi guía y mi protector, por todo lo que me ha permitido alcanzar.

A mis padres, por su constante apoyo, amor incondicional y por enseñarme con su ejemplo el valor del esfuerzo y la perseverancia, pilares fundamentales para culminar esta etapa académica.

A la Universidad Católica de Santa María, por brindarme una formación académica de excelencia, agradezco a mis docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial por transmitirme conocimientos, disciplina y compromiso con la profesión, los cuales han sido esenciales en mi formación.

Finalmente, a los trabajadores y conductores de la empresa estudiada, quienes colaboraron brindando su tiempo, experiencia y datos necesarios para llevar a cabo el diagnóstico y la propuesta planteada. Hicieron posible la realización de este proyecto.



RESUMEN

El transporte de carga enfrenta costos operativos elevados, siendo el consumo de combustible uno de los factores críticos que afectan la rentabilidad y la sostenibilidad de las operaciones. En la empresa objeto de estudio, el gasto anual en combustible asciende a S/ 5,604,359 y, durante el periodo enero-junio de 2025, se detectó un sobreconsumo equivalente a S/ 1,762,247.45, lo que evidencia deficiencias asociadas a la ausencia de controles estandarizados en el abastecimiento, prácticas de conducción ineficientes y brechas en el mantenimiento de la flota. Esta situación configura una oportunidad para implementar mejoras orientadas a la eficiencia.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo optimizar el consumo de combustible en la empresa mediante la gestión de flotas basada en telemetría y la implementación de un programa de capacitación en conducción eficiente. Para ello, se realizó un diagnóstico de la situación actual, se identificaron los factores de ineficiencia tanto técnicos como conductuales, se diseñó un sistema telemétrico, se propuso un programa de formación y se evaluó la viabilidad económica y operativa de la implementación.

Se aplicó un diseño no experimental, descriptivo-propositivo y de enfoque mixto, considerando la totalidad de la flota.

La recolección de información incluyó análisis documental de registros históricos de consumo, observación directa, encuestas a conductores y entrevistas a supervisores. Para el análisis se emplearon herramientas de ingeniería y gestión como diagramas, mapeo de procesos y análisis estadístico descriptivo; además, se definieron KPIs operativos y se construyeron escenarios económicos para estimar la inversión, los ahorros proyectados y el periodo de recuperación. La inversión estimada para la implementación asciende a S/ 86,324.47, y la evaluación económica demuestra que la propuesta recupera la inversión en aproximadamente 5.9 meses.

En síntesis, la investigación confirma que la integración de herramientas tecnológicas y programas de capacitación constituye una alternativa eficaz y económicamente viable para enfrentar la problemática del sobreconsumo de combustible en el sector transporte. Se recomienda implementar la solución por fases y destinar parte de los ahorros obtenidos a mantenimiento preventivo y modernización de la flota para garantizar la sostenibilidad de los resultados a mediano y largo plazo.

Palabras clave: Telemetría, Eco-Driving, optimización de combustible

ABSTRACT

Freight transport faces high operating costs, with fuel consumption being one of the critical factors that directly affect profitability and the sustainability of operations. In the company under study, the annual fuel expenditure amounts to S/ 5,604,359, and during the period from January to June 2025, an overconsumption equivalent to S/ 1,762,247.45 was detected. This situation reveals deficiencies related to the absence of standardized controls in refueling, inefficient driving practices, and gaps in fleet maintenance. These weaknesses represent an opportunity to implement improvement measures aimed at enhancing efficiency.

The main objective of this research is to optimize fuel consumption in the company through fleet management based on telematics and the implementation of an eco-driving training program. To achieve this, a diagnosis of the current situation was conducted, technical and behavioral inefficiency factors were identified, a telematics system was designed, a training program was proposed, and the economic and operational feasibility of the implementation was evaluated.

A non-experimental, descriptive-propositional, and mixed-method design was applied, considering the entire fleet. Data collection included documentary analysis of historical consumption records, direct observation, surveys of drivers, and interviews with supervisors. The analysis employed engineering and management tools such as diagrams, process mapping, and descriptive statistical analysis. In addition, operational KPIs were defined, and economic scenarios were built to estimate the required investment, projected savings, and payback period. The estimated investment for implementation amounts to S/ 86,324.47, and the economic evaluation shows that the proposal recovers the investment in approximately 5.9 months.

In summary, the research confirms that the integration of technological tools and training programs constitutes an effective and economically viable alternative to address the issue of fuel overconsumption in the transportation sector. It is recommended to implement the solution in phases and allocate part of the savings obtained to preventive maintenance and fleet modernization in order to ensure the sustainability of results in the medium and long term.

Keywords: Telematics, Eco-Driving, fuel optimization

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN 1

CAPITULO I..... 3

1. PLANTEAMIENTO OPERACIONAL 3

1.1. Planteamiento del problema..... 3

1.1.1. Descripción del Problema 3

1.1.2. Formulación del Problema 4

1.1.3. Sistematización del problema 4

1.2. Objetivos de la investigación 4

1.2.1. Objetivo General 4

1.2.2. Objetivos Específicos..... 5

1.3. Justificación del estudio 5

1.3.1. Justificación Práctica 5

1.3.2. Justificación Social 5

1.3.3. Justificación Económica 6

1.3.4. Justificación Metodológica 6

1.3.5. Justificación Legal 6

1.3.6. Justificación Profesional y/o personal 7

1.4. Delimitaciones 7

1.4.1. Delimitación temática 7

1.4.2. Delimitación espacial..... 8

1.4.3. Delimitación temporal 8

1.5. Hipótesis..... 8

1.6. Variables e indicadores 8

1.6.1. Variables 8

1.6.2. Operacionalización de variables 9

CAPITULO II 10

2. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO 10

2.1. Diseño de la Investigación 10

2.2.	Alcance de Investigación	10
2.3.	Enfoque de la Investigación	10
2.4.	Tipo de Investigación.....	10
2.5.	Método de la Investigación	11
2.6.	Levantamiento de información	11
2.6.1.	Técnicas	11
2.6.2.	Instrumentos.....	11
2.7.	Métodos de ingeniería a aplicarse	12
2.8.	Cobertura de estudio	13
2.8.1.	Población.....	13
2.8.2.	Muestra	14
CAPITULO III		15
3.	MARCO TEÓRICO	15
3.1.	Antecedentes de la investigación	15
3.1.1.	Internacionales	15
3.1.2.	Nacionales.....	19
3.2.	Marco teórico conceptual.....	22
3.2.1.	Flotas de transporte	22
3.2.2.	Gestión de combustible.....	23
3.2.3.	Telemetría Vehicular: Concepto y Aplicaciones	28
3.2.4.	Eco-Driving Training: Capacitación para la Conducción Eficiente	32
CAPITULO IV		37
4.	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	37
4.1.	Datos generales de la empresa en estudio.....	37
4.1.1.	Origen	37
4.1.2.	Sector y actividad económica	37
4.1.3.	Misión, visión y valores	37
4.1.4.	Política de la organización	38
4.1.5.	Estructura organizacional.....	39
4.1.6.	Principales procesos y operaciones.....	41
4.1.7.	Principales Stakeholders	46
4.2.	Caracterización del Proceso Actual de Gestión de Combustible	47
4.2.1.	Mapeo del proceso de abastecimiento y control de combustible.....	47
4.2.2.	Identificación de puntos críticos y oportunidades de mejora.....	50

4.3.	Evaluación del Consumo de Combustible	52
4.3.1.	Análisis de registros históricos de consumo	52
4.3.2.	Indicadores de eficiencia energética actuales	61
4.4.	Comportamiento del Conductor y Factores Humanos	65
4.5.	Análisis causal de la ineficiencia	71
CAPÍTULO V		73
5.	PROPUESTA DE MEJORA	73
5.1.	Lineamientos Generales de la Propuesta	73
5.1.1.	Fundamento de la propuesta	73
5.1.2.	Objetivos de la propuesta	74
5.2.	Diseño de la solución basada en Telemetría	76
5.2.1.	Selección e integración de sistemas de telemetría vehicular	76
5.2.2.	Planteamiento del monitoreo en tiempo real	81
5.2.3.	Métricas clave a supervisar: velocidad, frenado brusco, ralentí, consumo instantáneo.....	86
5.2.4.	Indicadores de seguimiento en seguridad vial y huella de carbono.....	87
5.2.5.	Automatización de alertas e informes operativos	90
5.3.	Programa de Eco-Driving Training.....	92
5.3.1.	Contenidos del programa: técnicas de aceleración, uso de marchas, frenado eficiente	92
5.3.2.	Modalidad de capacitación (teórico-práctico / presencial o virtual).....	95
5.3.3.	Evaluación del aprendizaje y retroalimentación continua	97
5.4.	Integración de ambas estrategias (Tecnología + Capacitación).....	98
5.4.1.	Modelo sinérgico: cómo la telemetría y el eco-driving se potencian	98
5.4.2.	Ciclo de mejora continua en la gestión de flotas	100
5.5.	Cronograma de implementación de la propuesta de mejora	101
CAPITULO VI.....		103
6.	EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	103
6.1.	Costos de implementación	103
6.1.1.	Tecnología de telemetría	103
6.1.2.	Programa de capacitación (Eco-Driving).....	104
6.1.3.	Consideraciones complementarias	105
6.1.4.	Consolidado de costos de implementación	106
6.2.	Beneficios estimados.....	106

6.3. Indicadores de retorno.....	107
CONCLUSIONES	111
RECOMENDACIONES	113
REFERENCIAS	115



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de Variables.....	9
Tabla 2 Instrumentos de levantamiento de información	11
Tabla 3 Flota de camiones y semi-trailers pertenecientes a la empresa.....	13
Tabla 4 Ejemplo de estándares de consumo.....	25
Tabla 5 Puntos críticos del proceso de gestión de combustible y oportunidades de mejora....	51
Tabla 6 Kilómetros recorridos por trimestre	53
Tabla 7 Eficiencia de combustible por unidad en la flota de transporte	55
Tabla 8 Matriz de correlación entre antigüedad del vehículo, consumo de combustible, kilometraje acumulado y rendimiento promedio	57
Tabla 9 Eficiencia de combustible por conductor en la flota de transporte	59
Tabla 10 Eficiencia de combustible por ruta en la flota de transporte	61
Tabla 11 Consumo estándar de combustible por modelo de camión	62
Tabla 12 Comparativo entre consumo real y consumo ideal según rendimiento crítico (Período: Julio 2024 - junio 2025)	64
Tabla 13 Relación entre causas del diagnóstico y acciones de la propuesta de mejora	75
Tabla 14 Sistemas de Telemetría Compatibles con Flota de Camiones y Semitrailers	77
Tabla 15 Comparación resumida de costos entre MiX Telematics y Geotab	80
Tabla 16 Rangos de referencia (valores orientativos).....	89
Tabla 17 Duración recomendada de la capacitación en Eco-Driving para conductores	96
Tabla 18 Costos estimados de implementación de tecnología telemática (Plan Premium MiX Telematics + sensores complementarios).....	103
Tabla 19 Costos estimados del Programa de Capacitación en Eco-Driving para conductores de la flota	104
Tabla 20 Costos totales estimados por categoría de implementación.....	106
Tabla 21 Escenarios de ahorro estimado en costos de combustible (Julio2024 – junio 2025).....	107
Tabla 22 Escenarios de ahorro estimado y retorno de la inversión.....	108
Tabla 23 Análisis de sensibilidad de la relación beneficio-costos (B/C) ante variaciones del precio del combustible	109
Tabla 24 Análisis de sensibilidad del periodo de recuperación (Payback) ante variaciones del precio del combustible	109

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Organigrama	40
Figura 2 Mapa de Procesos	42
Figura 3 Diagrama de Flujo de Operaciones.....	49
Figura 4 Kilómetros recorridos por trimestre.....	53
Figura 5 Escenario Real VS Ideal: Consumo de Combustible.....	65
Figura 6 Conocimiento sobre conducción eficiente	67
Figura 7 Prácticas actuales de conducción	68
Figura 8 Percepción sobre eficiencia y cultura de ahorro	69
Figura 9 Actitud hacia el cambio y disposición al entrenamiento	70
Figura 10 Diagrama de Ishikawa sobre causas del consumo excesivo de combustible en la flota de transporte.....	72
Figura 11 Diagrama de flujo de datos	82
Figura 12 Proceso de atención de alertas MIX telematics	85
Figura 13 Dashboard interactivo del resumen de eventos de desempeño de conductores.....	91
Figura 14 Registro diario de ruta y actividad vehicular	92
Figura 15 Cronograma de implementación de la propuesta de mejora.....	102

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Cuestionario sobre hábitos de conducción y cultura de ahorro de combustible.....	120
Anexo 2 Procedimiento para atención de alertas generadas por el sistema Mix Telematics .	122



INTRODUCCIÓN

La gestión eficiente de los recursos constituye un pilar fundamental para la competitividad y sostenibilidad de las empresas de transporte de carga. Dentro de este sector, el consumo de combustible representa uno de los costos operativos más significativos y, al mismo tiempo, un factor crítico que influye directamente en la rentabilidad y continuidad del servicio. A pesar de los avances tecnológicos en el diseño de vehículos y motores, muchas empresas presentan deficiencias en el control del consumo, lo que se traduce en sobrecostos, impactos ambientales negativos y menor eficiencia operativa. En ese sentido, surge la necesidad de implementar estrategias integrales que combinen tecnología, capacitación y gestión para enfrentar esta problemática de manera efectiva.

La presente investigación se orienta a la optimización del consumo de combustible en una empresa de transporte de mercancías, mediante la aplicación de un sistema de gestión de flotas basado en herramientas de telemetría y en la capacitación de conductores bajo la metodología de conducción eficiente (Eco-Driving). La propuesta busca no solo reducir los costos operativos, sino también fortalecer la sostenibilidad de la organización, garantizando un mejor aprovechamiento de los recursos y fomentando una cultura corporativa orientada a la eficiencia y la innovación.

El desarrollo del trabajo se organiza en seis capítulos. En el Capítulo I se aborda la identificación de la problemática del sobreconsumo de combustible, la formulación del objetivo general y los objetivos específicos, la justificación del estudio, así como el diseño metodológico que incluye el enfoque, tipo y nivel de investigación adoptado.

El Capítulo II presenta los antecedentes nacionales e internacionales relacionados con la gestión de flotas y el ahorro de combustible, además de la revisión de literatura especializada en telemetría y Eco-Driving, lo que permite sustentar el marco teórico de la investigación.

En el Capítulo III se desarrolla el diagnóstico situacional de la empresa, donde se analizan las características de la flota, los procesos de abastecimiento, los registros históricos de consumo, y se identifican los factores de ineficiencia tanto técnicos como conductuales que afectan el rendimiento.

El Capítulo IV detalla el diseño del sistema de gestión de flotas basado en telemetría, especificando los equipos a instalar, los protocolos de monitoreo, la configuración de alertas y los indicadores clave de desempeño (KPIs) que servirán para medir y controlar el consumo de combustible. En el Capítulo V se plantea la propuesta de capacitación en conducción eficiente

(Eco-Driving), estructurada en diagnóstico individual de conductores, sesiones de formación teórico-prácticas, dinámicas de retroalimentación y seguimiento con base en los datos telemétricos, con el fin de generar cambios sostenibles en los hábitos de conducción.

Finalmente, en el Capítulo VI, se expone la evaluación económica y operativa de la propuesta, donde se calculan la inversión necesaria, los ahorros proyectados y el periodo de recuperación de la inversión, concluyendo con la presentación de las conclusiones y recomendaciones, que sintetizan el grado de cumplimiento de los objetivos y las proyecciones de sostenibilidad de la propuesta.



CAPITULO I

1. PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

1.1.Planteamiento del problema

1.1.1.Descripción del Problema

Una empresa peruana dedicada al transporte y gestión logística de mercancías brinda soluciones integrales de distribución a nivel nacional. Con más de 40 años de experiencia, se ha consolidado en un mercado altamente competitivo, destacando por su enfoque en la puntualidad, seguridad y eficiencia en el servicio. Con una flota de más de 30 vehículos propios y un equipo técnico especializado, se ha posicionado como un actor importante en el rubro logístico. Sin embargo, el crecimiento progresivo de la demanda y la expansión operativa han evidenciado falencias internas, particularmente en la gestión del combustible, que afectan directamente su desempeño operativo y rentabilidad.

Uno de los efectos más relevantes de esta situación es el aumento de los costos operativos destacando el gasto anual en combustible, que asciende aproximadamente a S/ 5,604,359, lo que repercute de forma directa en la reducción de la rentabilidad de la empresa. El elevado consumo de combustible impacta negativamente en los márgenes de ganancia, comprometiendo su estabilidad financiera y provocando una pérdida de competitividad frente a organizaciones del mismo sector que han implementado prácticas más eficientes en la gestión energética.

Asimismo, la empresa enfrenta una saturación de recursos logísticos, con una utilización excesiva de su flota debido a una gestión ineficiente del combustible. Este problema genera un significativo impacto ambiental, debido a mayores emisiones contaminantes, afectando el entorno y la sostenibilidad de las operaciones. Esta situación ha comenzado a generar una mala imagen corporativa, debilitando la percepción de los clientes y stakeholders respecto al compromiso ambiental de la organización.

Entre las causas que originan esta problemática se identifica la falta de estandarización en los procedimientos de control y suministro de combustible, lo que genera disparidad en la gestión entre distintas unidades operativas. Además, los procesos manuales y poco eficientes para el registro de consumo limitan el monitoreo preciso y en tiempo real, dificultando la identificación de irregularidades. A ello se suman las desviaciones innecesarias en las rutas asignadas, que incrementan el consumo, y el comportamiento inadecuado de los conductores,

quienes no cuentan con formación específica en conducción eficiente, incurriendo en prácticas como aceleraciones bruscas o velocidades excesivas.

En este contexto, el problema central radica en la inadecuada gestión del combustible durante el proceso de transporte. Para abordarlo eficazmente, se plantearán diversas estrategias y acciones integrales que permitan una gestión óptima de flotas. Entre ellas, destaca el desarrollo de un sistema de Telemetría como herramienta para el monitoreo en tiempo real, complementado con un programa de Eco-Driving Training dirigido a los conductores. Estas estrategias permitirán monitorear en tiempo real los indicadores clave de desempeño, identificar prácticas ineficientes, promover un cambio sostenible en los hábitos de conducción y establecer controles que optimicen el consumo de combustible, generando ahorros económicos y reforzando el compromiso ambiental de la empresa.

1.1.2. Formulación del Problema

¿Cómo optimizar el consumo de combustible en una empresa de transporte y logística de mercancías mediante la gestión de flotas basado en telemetría y entrenamiento en conducción eficiente (Eco-Driving Training)?

1.1.3. Sistematización del problema

- ¿Cuál es la situación actual del consumo de combustible, los sistemas de control existentes y los factores de ineficiencia desde una perspectiva técnica y conductual en la empresa?
- ¿Cómo debe diseñarse un sistema de gestión de flotas que incorpore herramientas de telemetría y un programa de capacitación en conducción eficiente (Eco-Driving) para mejorar el desempeño vehicular y de los conductores?
- ¿Cuál es la viabilidad económica y el impacto operativo de la implementación del sistema propuesto?

1.2. Objetivos de la investigación

1.2.1. Objetivo General

Optimizar el consumo de combustible en una empresa de transporte y logística de mercancías mediante la gestión de flotas basado en telemetría y entrenamiento en conducción eficiente (Eco-Driving Training).

1.2.2. Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual del consumo de combustible, los sistemas de control existentes y los factores de ineficiencia desde una perspectiva técnica y conductual en la empresa.
- Diseñar un sistema de gestión de flotas que incorpore herramientas de telemetría y un programa de capacitación en conducción eficiente (Eco-Driving) para mejorar el desempeño vehicular y de los conductores.
- Evaluar la viabilidad económica y el impacto operativo de la implementación del sistema propuesto.

1.3. Justificación del estudio

1.3.1. Justificación Práctica

La presente investigación busca optimizar la gestión del combustible en una empresa familiar dedicada al transporte y logística de mercancías, la cual cuenta con más de 40 años de experiencia en el sector. Actualmente, la empresa enfrenta un problema crítico que impacta directamente en la eficiencia operativa y en la rentabilidad del negocio: altos niveles de consumo de combustible debido a prácticas ineficientes, falta de estandarización en sus procedimientos de control y escasa capacitación del personal. Para abordar esta problemática, sistema de Gestión de Flotas basado en telemetría y programas de capacitación en Eco-Driving, lo que permitirá analizar, mejorar, monitorear en tiempo real el comportamiento de los conductores y controlar los procesos relacionados con el uso del combustible, lo que se traducirá en una operación más eficiente, con menores costos y mayor sostenibilidad y promoverá buenas prácticas de conducción eficiente. En el corto plazo se espera reducir el consumo innecesario y establecer controles precisos, mientras que a mediano plazo se prevé la institucionalización de buenas prácticas en toda la organización.

1.3.2. Justificación Social

El proyecto también genera impactos positivos a nivel social, ya que una gestión eficiente del combustible mejora la calidad del entorno laboral de los conductores y del personal operativo, promoviendo buenas prácticas y estándares ambientales. Además, al reducir las emisiones contaminantes mediante una conducción eficiente, la empresa mejorará su relación con las comunidades en las zonas de operación y proyecta una imagen responsable ante sus clientes y aliados estratégicos.

1.3.3. Justificación Económica

Desde el punto de vista económico, la adopción de tecnologías de telemetría y entrenamiento en Eco-Driving permitirá reducir significativamente el gasto en combustible, uno de los principales costos variables en empresas del sector logístico. Además, al eliminar desperdicios e ineficiencias, la empresa podrá mejorar sus márgenes de rentabilidad y liberar recursos que pueden ser reinvertidos en tecnología o mantenimiento de flota. La optimización del recurso energético se traduce en mayor sostenibilidad financiera y competitividad en el mercado.

1.3.4. Justificación Metodológica

La elección de la Gestión de flotas basada en telemetría y programas de Eco-Driving se justifica por su enfoque basado en datos reales, que permite monitorear, analizar y mejorar continuamente el desempeño de los conductores y vehículos. La telemetría facilita el control en tiempo real y la identificación de patrones ineficientes, mientras que la capacitación en Eco-Driving brinda a los conductores las herramientas necesarias para adoptar hábitos de conducción más eficientes y sostenibles. Además, estas tecnologías son compatibles con sistemas de análisis avanzados que optimizan la eficiencia operativa y permiten un seguimiento detallado del impacto de las mejoras implementadas. De esta manera, La metodología resulta más adecuada para enfrentar problemas complejos como la ineficiencia en el consumo de combustible, contribuyendo a la rentabilidad y sostenibilidad del negocio.

1.3.5. Justificación Legal

La presente investigación no solo se sustenta en la necesidad operativa de optimizar el consumo de combustible en la empresa logística analizada, sino también en el cumplimiento del marco normativo vigente en el Perú. En este sentido, la propuesta de gestión de flotas basada en telemetría se encuentra alineada con la Ley N.º 28694, la cual establece la obligatoriedad del uso de sistemas de posicionamiento global (GPS) en el transporte terrestre, con el objetivo de mejorar la seguridad, el control y la trazabilidad de las unidades vehiculares (Congreso de la República del Perú, 2006). Su cumplimiento permite, además, prevenir posibles sanciones legales y fortalecer la confianza de clientes y socios comerciales en la gestión responsable de la empresa.

Asimismo, la implementación de sistemas de monitoreo continuo y recolección de datos operativos considera los principios establecidos en la Ley N.º 29733 – Ley de Protección de Datos Personales, la cual regula el tratamiento de información personal, garantizando el consentimiento informado, la confidencialidad y el uso adecuado de los datos de los

conductores (Autoridad Nacional de Protección de Datos Personales, 2011). De esta manera, la propuesta no solo busca mejorar la eficiencia energética y reducir costos operativos, sino que también asegura el respeto a los derechos laborales y a la normativa legal aplicable, reforzando su pertinencia técnica, ética y legal.

1.3.6. Justificación Profesional y/o personal

El desarrollo de esta tesis representa para el autor una oportunidad para aplicar y consolidar los conocimientos adquiridos a lo largo de su formación en Ingeniería Industrial. A través de esta investigación, busca fortalecer sus competencias en mejora continua, análisis de procesos y gestión logística, áreas clave en el campo profesional.

Asimismo, esta tesis es un paso fundamental para la obtención del título universitario, lo que le permitirá avanzar en su carrera y contribuir de manera más significativa en el ámbito laboral. Además, la elección de este tema responde al interés del autor por realizar una investigación en una empresa que le es cercana y en la cual desea generar un impacto positivo. La posibilidad de identificar oportunidades de mejora en una organización que valora refuerza su compromiso con la optimización de procesos y la eficiencia operativa.

Adicionalmente, el desarrollo de esta investigación le permitirá adquirir y perfeccionar habilidades en el uso de herramientas estadísticas, análisis de datos y liderazgo de proyectos de mejora, preparándolo para enfrentar desafíos reales en entornos empresariales y aportando soluciones concretas que favorezcan la competitividad y sostenibilidad del negocio.

1.4. Delimitaciones

1.4.1. Delimitación temática

La investigación se enmarca en el campo de la Ingeniería, específicamente en la Ingeniería Industrial, con un enfoque en la gestión de operaciones y la mejora de procesos logísticos. La línea de estudio abarca la gestión integral de flotas en el proceso de transporte, no limitada únicamente a la implementación de tecnologías o sistemas informáticos, sino incluyendo estrategias y acciones complementarias. Entre estas herramientas clave se encuentran los Sistemas de Telemetría y programas de Eco-Driving, orientados a optimizar el consumo de combustible y mejorar la eficiencia operativa.

1.4.2. Delimitación espacial

El estudio se llevará a cabo en una empresa de transporte y logística de mercancías ubicada en el sur del Perú, sin revelar su nombre para preservar la confidencialidad, centrándose en el área de operaciones logísticas y consumo de combustible.

1.4.3. Delimitación temporal

La investigación se desarrollará en un plazo máximo de cinco meses, iniciando en mayo de 2025 y finalizando en septiembre de 2025, periodo en el cual se ejecutará el diagnóstico, levantamiento de datos, análisis y diseño de la propuesta de mejora.

1.5. Hipótesis

Dado que el consumo de combustible en una empresa de transporte y logística de mercancías es elevado, es probable que pueda optimizarse mediante una gestión adecuada de flotas, apoyada en tecnologías de telemetría y programas de capacitación en Eco-Driving.

1.6. Variables e indicadores

1.6.1. Variables

VARIABLE INDEPENDIENTE: GESTIÓN DE FLOTAS

- **Telemetría** : Representa el uso de tecnologías de monitoreo en tiempo real (GPS, sensores, etc.) para registrar velocidad, frenadas, ralentí, aceleraciones bruscas, entre otros.
- **Entrenamiento en conducción eficiente (Eco-Driving Training)**: Se refiere al conjunto de estrategias y conocimientos impartidos a los conductores para mejorar sus hábitos de conducción orientados al ahorro de combustible.

VARIABLE DEPENDIENTE: OPTIMIZACIÓN DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Se entiende como un proceso de reducción de la cantidad de combustible necesario para cubrir una determinada distancia o para realizar una operación específica, maximizando la eficiencia y minimizando el impacto ambiental y los costos asociados.

1.6.2. Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de Variables

Variable	Dimensiones	Indicadores	Técnicas de Investigación	Escala
Gestión de Flotas (Variable Independiente)	Monitoreo en tiempo real (Telemetría)	Número de eventos registrados (frenadas, aceleraciones, ralentí)	Informes del software de telemetría	Mixta
	Eco-driving	Tiempo promedio de conducción	Test de conocimiento, entrevistas, observación directa	(cuantitativa + cualitativa)
		Resultados pre y post capacitación		
		Participación (%) del personal capacitado		
	Gestión de datos operativos y KPIs	Cambios en indicadores de manejo (velocidad, frenado, aceleración)	Registro de flota y KPIs	
Costos operativos por unidad				
Optimización del consumo de combustible (Variable Dependiente)	Eficiencia operativa	Litros consumidos por tonelada-kilómetro	Registro de flota / KPIs	Cuantitativa
	Costos asociados	Coste mensual por unidad operativa		

Nota. Elaboración propia, 2025.

CAPITULO II

2. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

2.1.Diseño de la Investigación

La investigación presenta un diseño no experimental, ya que no se manipulan deliberadamente las variables del estudio, sino que se observan y analizan los procesos tal como ocurren en el entorno real de la empresa de transporte. Este tipo de diseño es apropiado cuando se busca diagnosticar y proponer mejoras sin alterar las condiciones naturales del sistema logístico existente. Permite recolectar información relevante para identificar oportunidades de mejora mediante el análisis de datos reales (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

2.2.Alcance de Investigación

El alcance es descriptivo, ya que se orienta a caracterizar detalladamente la situación actual del consumo de combustible en la empresa en estudio. El propósito es observar, registrar y analizar las principales características del problema, sus causas y consecuencias, sin establecer relaciones causales profundas entre variables. Este enfoque facilita comprender el contexto y proponer soluciones con base en evidencia concreta (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

2.3.Enfoque de la Investigación

El enfoque es mixto, ya que integra elementos cuantitativos y cualitativos para un análisis más completo. Por un lado, se utilizarán indicadores numéricos para evaluar el consumo de combustible y los costos operativos, y por otro, entrevistas y observaciones permitirán recoger información cualitativa sobre prácticas internas y percepciones del personal. Esta combinación fortalece la interpretación de los resultados y la propuesta de mejora (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

2.4.Tipo de Investigación

El estudio es de tipo aplicativo, ya que está orientado a resolver un problema práctico mediante la adaptación y aplicación de tecnologías de gestión de flotas basadas en telemetría y programas de Eco-Driving en un entorno real. Su objetivo principal es generar una propuesta que permita optimizar la gestión del combustible y que sea viable de implementar en el contexto operativo de la empresa logística (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

2.5.Método de la Investigación

El método utilizado es el deductivo, pues parte de teorías y principios sobre gestión de flotas, telemetría y conducción eficiente (Eco-Driving) para luego aplicarlos al caso específico de la empresa en estudio. A través de este método se busca confirmar, con evidencia empírica, que la metodología puede contribuir a resolver el problema diagnosticado (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

2.6.Levantamiento de información

2.6.1. Técnicas

Encuesta: Permite obtener datos cuantificables sobre percepciones, hábitos de conducción, conocimiento de protocolos de combustible y nivel de capacitación. Es útil para medir variables como el comportamiento de los operarios, uso de herramientas y evaluación del control de combustible.

Entrevista: Facilita la recolección de información cualitativa profunda sobre los procesos actuales, causas percibidas de ineficiencia y disposición organizacional al cambio. Se alinea con el enfoque mixto de la investigación.

Observación: Permite registrar datos empíricos sobre el comportamiento real en campo, validar el cumplimiento de protocolos y detectar desviaciones o malas prácticas en tiempo real. Es fundamental para contrastar la información declarada en encuestas y entrevistas.

Análisis documental: Proporciona evidencia objetiva y cuantitativa del rendimiento del combustible, permitiendo calcular indicadores como consumo promedio, desviaciones de ruta y costos mensuales.

2.6.2. Instrumentos

Tabla 2
Instrumentos de levantamiento de información

Técnica	Instrumento
Encuesta	Cuestionario estructurado con escala tipo Likert (1-5) aplicado a conductores y personal logístico
Entrevista	Guía de entrevista semiestructurada aplicada a supervisores logísticos y jefes de transporte
Observación	Lista de verificación para el análisis de la operatividad de la flota, prácticas de repostaje y seguimiento de rutas
Análisis documental	Revisión de registros de consumo de combustible, reportes de mantenimiento, hojas de ruta y costos logísticos históricos

Nota. Elaboración propia, 2025.

Los instrumentos de recolección de datos fueron revisados y validados mediante la aprobación técnica de los responsables de las áreas involucradas en la empresa, quienes verificaron la pertinencia, claridad y aplicabilidad de los ítems en función de la realidad operativa. Esta revisión permitió realizar ajustes menores antes de su aplicación, asegurando que los instrumentos se adecuen a los objetivos del estudio y al contexto empresarial.

2.7.Métodos de ingeniería a aplicarse

Para el análisis y optimización del consumo de combustible en la empresa de transporte, se emplearán los siguientes métodos de ingeniería:

- **Programa de Entrenamiento en Eco-Driving:** Se aplicarán capacitaciones prácticas a los conductores enfocadas en técnicas de conducción eficiente, con seguimiento personalizado para evaluar la adopción de buenas prácticas.
- **Telemetría:** La implementación de sistemas de telemetría permite el monitoreo continuo y en tiempo real de parámetros operativos como velocidad, aceleración, frenado, régimen del motor y otros indicadores críticos que influyen en el consumo de combustible. Esta herramienta facilita la identificación de patrones de conducción ineficientes y la toma de decisiones basadas en datos precisos para optimizar el rendimiento del combustible.
- **Histogramas:** Se utilizarán para visualizar la distribución del consumo de combustible y detectar patrones o anomalías que indiquen ineficiencias.
- **Tablas de frecuencia:** Permitirá organizar y analizar datos sobre el consumo de combustible, facilitando la identificación de tendencias y valores atípicos.
- **Análisis estadístico descriptivo:** Se calcularán indicadores como consumo promedio, desviación estándar y rangos de variabilidad para evaluar la eficiencia del uso del combustible.
- **Diagrama de Ishikawa (Causa-Efecto):** Ayudará a identificar y categorizar factores que contribuyen al consumo excesivo de combustible, permitiendo un análisis estructurado de causas raíz.
- **Técnica de los 5 Porqués:** Se utilizará para profundizar en el análisis de las causas de las ineficiencias, cuestionando cada problema hasta encontrar su origen principal.

- **Mapeo de procesos:** Permitirá visualizar el flujo de operaciones relacionadas con el abastecimiento y uso del combustible, identificando cuellos de botella y oportunidades de mejora.
- **Análisis documental:** Se revisarán registros históricos de consumo de combustible, reportes de mantenimiento y hojas de ruta para evaluar tendencias y tomar decisiones basadas en datos.
- **Indicadores de desempeño (KPIs):** Se definirán métricas clave como consumo por kilómetro recorrido, costos mensuales de abastecimiento y porcentaje de desviaciones en las rutas programadas para evaluar la efectividad de las mejoras implementadas.

2.8. Cobertura de estudio

2.8.1. Población

La población de estudio está conformada por la flota de camiones y semitrailers pertenecientes a la empresa, los cuales operan en el servicio de transporte de carga pesada. Esta flota está compuesta por distintos modelos y marcas, cada uno con características específicas que pueden influir en el consumo de combustible. A continuación, se presenta la distribución de los vehículos según su clasificación:

Tabla 3

Flota de camiones y semi-trailers pertenecientes a la empresa

Tipo de Vehículo	Modelo	Cantidad
Camión Carreta	Volvo FH440	3
	Volvo FH480	4
	Volvo FH500	3
	Volvo FH16	1
	SITRAK	4
Semitrailer	Volvo FH480	2
	Volvo FH500	2
	Fotón	3
	International LT	6
	International ProStar	5
	International LoneStar	1
	SITRAK	1
Total de vehículos		34

Nota. Elaboración propia en base a información proporcionada por la empresa, 2025.

2.8.2. Muestra

La muestra empleada en la investigación es de tipo censal, dado que se considera el 100% de la flota de la empresa para el análisis. Esta elección se justifica por el tamaño manejable de la población, lo que permite evaluar con precisión los patrones de consumo de combustible sin recurrir a una selección parcial de unidades. Incluir la totalidad de la flota evita sesgos muestrales y proporciona información exacta sobre el consumo de combustible. Además, este enfoque posibilita la comparación del rendimiento entre distintos modelos de camiones y semi-trailers, facilitando la identificación de oportunidades de mejora específicas para cada tipo de vehículo. Dado que la empresa cuenta con registros detallados del consumo de cada unidad, la recopilación y análisis de datos para la totalidad de la flota resulta viable. Con esta metodología, se busca garantizar que las conclusiones y recomendaciones de la investigación sean representativas de la realidad operativa de la empresa.



CAPITULO III

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes de la investigación

3.1.1. Internacionales

Ma, Jørgensen y Ma (2024) Revisión exploratoria de los comportamientos de conducción eficiente y la aplicación de métodos de inteligencia artificial de última generación”, Universidad del Sur de Dinamarca, Dinamarca.

El objetivo de esta investigación fue analizar de manera integral los comportamientos de conducción eficiente y la aplicación de métodos avanzados de inteligencia artificial orientados a la optimización del consumo energético en el transporte terrestre. Para ello, se realizó una revisión exploratoria de estudios científicos internacionales relacionados con eco-driving, eficiencia energética y gestión de flotas, con el propósito de identificar las principales variables de conducción que influyen en el consumo de combustible, así como las tecnologías empleadas para su evaluación y mejora.

La metodología empleada consistió en la recopilación, clasificación y análisis de investigaciones que utilizan datos obtenidos mediante sistemas de telemetría, sensores vehiculares, dispositivos OBD-II, redes CAN bus y simuladores de conducción. Se evaluaron variables como aceleraciones y frenados bruscos, velocidad, régimen del motor, carga del vehículo y condiciones de la vía, así como la aplicación de técnicas de inteligencia artificial, entre ellas machine learning, redes neuronales y aprendizaje por refuerzo, para la predicción del consumo de combustible y el análisis del comportamiento de los conductores. Como resultado, se evidenció que el comportamiento del conductor constituye un factor determinante en el consumo energético y que la integración de telemetría con modelos inteligentes permite identificar patrones de conducción ineficientes y proponer estrategias orientadas a mejorar la eficiencia operativa.

Los aportes de esta investigación resultan significativos para el presente estudio, ya que sustentan la importancia de integrar tecnologías de telemetría e inteligencia artificial en la gestión de flotas, permitiendo mejorar la eficiencia operativa y optimizar el consumo de combustible mediante el análisis del comportamiento de los conductores y la aplicación de estrategias de conducción eficiente.

Muhammad, Wang y Chen (2024) “Marco telemétrico para la evaluación de las emisiones vehiculares basado en el comportamiento de conducción mediante aprendizaje no supervisado”, revista Vehicles, MDPI.

El estudio desarrollado se centró en analizar la relación entre el comportamiento de conducción y las emisiones vehiculares mediante el uso de sistemas de telemetría, empleando información recolectada en tiempo real a partir de sensores instalados en los vehículos. La investigación consideró variables operativas como la velocidad, la aceleración, la desaceleración y los patrones de conducción, con el propósito de evaluar su influencia sobre el consumo de combustible y el desempeño ambiental.

Para el desarrollo de la investigación, se aplicó una metodología basada en la recopilación y procesamiento de datos telemétricos reales, los cuales fueron analizados mediante técnicas de aprendizaje no supervisado, tales como modelos de mezcla gaussiana y algoritmos de detección de anomalías. Este enfoque permitió clasificar los distintos estilos de conducción e identificar aquellos comportamientos que generan mayores niveles de emisiones y un uso ineficiente del combustible.

Los resultados obtenidos evidenciaron que la telemetría vehicular facilita la identificación de conductas de conducción inadecuadas, las cuales están directamente relacionadas con un incremento en el consumo de combustible y en las emisiones contaminantes. Asimismo, los autores concluyen que la aplicación de marcos telemétricos avanzados permite mejorar la gestión del comportamiento del conductor y optimizar el rendimiento energético de los vehículos.

Este estudio es relevante para la presente investigación, ya que demuestra que el uso de la telemetría como herramienta de análisis del comportamiento de conducción contribuye a la optimización del consumo de combustible en flotas de transporte, aportando evidencia que respalda la implementación de estrategias orientadas a la eficiencia operativa y la sostenibilidad.

Fernández y Segovia (2023) "Mejora de procesos para la optimización del consumo de combustible y neumáticos en una empresa de transporte de carga pesada", Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador.

El objetivo de esta investigación fue desarrollar estrategias de optimización en el consumo de combustible y el uso eficiente de neumáticos en una empresa de transporte de carga pesada en Ecuador. Para ello, se realizó un análisis comparativo entre diferentes combinaciones de

llantas normales y de base ancha, evaluando su impacto en el rendimiento y los costos de distribución. Además, se llevó a cabo un estudio de mercado para identificar los tipos de neumáticos y combustibles con mejor desempeño en términos de eficiencia y rentabilidad.

La metodología empleada incluyó la recopilación de datos operativos de la flota de la empresa, pruebas de desempeño en condiciones reales de transporte y un análisis de costos-beneficios basado en indicadores clave de eficiencia. Como resultado, se determinó que la combinación óptima de neumáticos y combustibles permitía una reducción significativa del consumo de combustible sin comprometer la seguridad ni la calidad del servicio. La implementación de estas estrategias contribuyó a una operación más rentable y sostenible para la empresa.

Este estudio es relevante para la investigación, ya que evidencia cómo la mejora de procesos y la selección adecuada de insumos pueden optimizar la gestión del combustible en empresas de transporte de carga pesada, alineándose con los principios de eficiencia operativa y sostenibilidad.

Fernández (2020) “Análisis de consumo de combustible de vehículos de carga al aplicar técnicas de conducción eficiente”. Universidad Antonio Nariño. Bogotá, Colombia.

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo analizar el consumo de combustible de vehículos de carga al aplicar técnicas de conducción eficiente, con el fin de determinar su impacto en la reducción del consumo de combustible en una flota de vehículos. La investigación se centró en cinco vehículos de carga de la empresa, específicamente mezcladores de cemento, que fueron equipados con sistemas de telemetría para monitorear el comportamiento de los conductores durante su operación. Se recopilaron datos de tres fuentes principales: registros administrativos, información operacional y telemetría, lo que permitió tener un panorama completo del consumo de combustible antes y después de la capacitación en conducción eficiente. La metodología se estructuró en dos etapas: la primera consistió en una recolección de datos sin intervención, y la segunda, en la que se impartió la capacitación a los conductores y se realizaron mediciones posteriores. A través de un análisis estadístico detallado, se identificaron cinco variables clave que influyen directamente en el consumo de combustible y se definieron indicadores de rendimiento específicos para cada vehículo. Los resultados mostraron una reducción significativa en el consumo de combustible tras la capacitación de los conductores, lo que llevó a la propuesta de estrategias específicas para optimizar la eficiencia de la flota de vehículos.

Este estudio es relevante para la investigación actual, ya que demuestra cómo la implementación de técnicas de conducción eficiente puede tener un impacto directo en la optimización de los recursos, específicamente el combustible, en el contexto de empresas de transporte, lo que puede ser de gran utilidad para la optimización de la gestión de combustible en empresas dedicadas al transporte de carga, como es el caso de la investigación en curso.

Pineda, L., & Xie, Y. (2021). Programas de eco-conducción (eco-driving) de camiones: Estado actual en América Latina y mejores prácticas internacionales. International Council on Clean Transportation (ICCT).

Este informe examina cómo se están llevando a cabo los programas de eco-conducción en países de América Latina como Argentina, Brasil, Chile, Costa Rica, México y Perú, y las posibilidades de expansión de estos programas en la región. Los autores presentan una visión general de las políticas y programas existentes en cada país, además de las opiniones de los involucrados sobre los obstáculos y las oportunidades que podrían determinar el éxito de estas iniciativas. El estudio también se apoya en ejemplos internacionales, como el programa SmartWay en América del Norte, para ilustrar las mejores prácticas en la implementación de programas de eco-conducción. Se destacan elementos clave para el diseño y la implementación efectiva de estos programas, tales como la adaptación a las condiciones locales, la creación de un plan de estudios adecuado, la colaboración entre diferentes actores, la realización de proyectos piloto antes de su expansión, la flexibilidad en los métodos de enseñanza y la existencia de mecanismos claros para el seguimiento y evaluación de los resultados. Además, se menciona que los programas de eco-conducción pueden generar reducciones en el consumo de combustible de hasta un 30%, con un ahorro promedio estimado del 5%, lo cual también produce beneficios adicionales como menores costos de mantenimiento y mejoras en la seguridad vial.

Este informe resulta relevante para la investigación en curso, ya que aporta un análisis profundo sobre cómo las prácticas de eco-conducción pueden contribuir significativamente a la optimización del consumo de combustible en el transporte de carga pesada. Los hallazgos apoyan la necesidad de incorporar programas de eco-conducción dentro de la gestión moderna de flotas, lo que no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también contribuye a una mayor sostenibilidad ambiental en las empresas dedicadas al transporte de carga.

3.1.2. Nacionales

Palacin (2019) “Implementación de un sistema informático para el control de consumo de combustible en una empresa de transporte de carga pesada”. Universidad San Ignacio de Loyola, Lima-Perú.

El objetivo de esta investigación fue diseñar e implementar un sistema informático que permitiera controlar y monitorear el consumo de combustible en la empresa Transportes San Valentín S.A.C., dedicada al transporte de carga pesada en Perú. Para ello, se desarrolló un módulo de control integrado al sistema SITCAR, el cual se alimenta de datos obtenidos mediante dispositivos de telemetría instalados en los vehículos y del módulo de programación de viajes, permitiendo registrar y comparar los consumos de forma automatizada. Además, se establecieron estándares de consumo y mecanismos para detectar desviaciones atribuibles a malas prácticas de los conductores, como la extracción no autorizada de combustible.

La metodología empleada consistió en la recolección de datos operativos, la implementación del sistema y el análisis de reportes detallados que facilitaron la toma de decisiones enfocadas en la eficiencia. Como resultado, se logró mejorar el control sobre el uso del combustible, reducir costos operativos y optimizar la gestión de la flota. La implementación del sistema también permitió prevenir pérdidas y establecer una base sólida para futuras mejoras en la operación.

Este estudio es relevante para la investigación, ya que demuestra cómo la aplicación de sistemas informáticos y tecnologías de monitoreo puede optimizar la gestión del combustible en empresas de transporte de carga pesada, contribuyendo a una operación más eficiente y rentable.

Ortega y Soto (2023) “Implementación de herramientas para mejorar el rendimiento de combustible en la empresa de transportes”, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima-Perú.

El presente estudio tuvo como objetivo optimizar la gestión del combustible en una empresa de transporte de carga mediante la implementación de herramientas de control y monitoreo del consumo. Para ello, se aplicaron indicadores clave de rendimiento (KPI) y metodologías de mejora continua, como Lean Logistics y el uso de software especializado en la gestión de flotas. La investigación se desarrolló en una empresa de transporte ubicada en Lima, donde se evaluó el impacto de diversas estrategias para reducir el consumo de combustible.

Los resultados evidenciaron una reducción del 12% en el consumo de combustible gracias a la implementación de un sistema de control eficiente y la optimización de las rutas de transporte. Además, se logró minimizar las pérdidas por ineficiencia operativa.

Este estudio es relevante para la presente investigación, ya que proporciona una base sobre la importancia de la optimización del consumo de combustible en empresas de transporte de carga pesada, lo cual está alineado con el enfoque de Six Sigma que se aplicará en la tesis.

Valencia (2023). “Propuesta de mejora en la gestión de flota de vehículos de carga pesada para optimizar el control de combustible en empresas que transportan concentrado de mineral para las compañías mineras en el sur del Perú, Cusco 2022”. Universidad Continental.

El objetivo de esta investigación fue proponer mejoras en la gestión de la flota de vehículos de carga pesada, enfocándose en optimizar el control del consumo de combustible en una empresa que transporta concentrado de cobre en el sur del Perú. Se identificaron deficiencias en el monitoreo y control del combustible, lo que generaba sobrecostos operativos. La metodología empleada fue de tipo aplicada, con un enfoque cualitativo y un alcance descriptivo propositivo, utilizando el ciclo PHVA de Deming como base para la propuesta de mejora. La población estuvo compuesta por 350 unidades de transporte, seleccionándose una muestra no probabilística de 5 unidades para el estudio. Las técnicas de recolección de datos incluyeron la observación y la revisión documental.

Los resultados del diagnóstico indicaron que los encargados de la distribución de combustible, los conductores y los mecánicos responsables del mantenimiento no contaban con un manual de funciones y responsabilidades, ni con un flujograma de sus actividades. Además, se evidenció que las aceleraciones bruscas aumentaban cuando la unidad estaba cargada, mientras que los frenados bruscos y los eventos de exceso de velocidad eran más frecuentes cuando la unidad estaba vacía. La investigación concluyó con la propuesta de mejora de la gestión de combustible, basada en el ciclo PHVA de Deming, la cual fue considerada viable.

Este estudio es relevante para la investigación actual, ya que demuestra cómo la implementación de sistemas de gestión y monitoreo puede mejorar la eficiencia en el consumo de combustible en flotas de transporte de carga pesada, contribuyendo a una operación más rentable y sostenible.

Gaitán et al. (2018). “Propuesta de un Modelo de Aplicación de IoT y Telemetría en los Procesos de Servicios de Taller para Empresas Concesionarias Automotrices”. Universidad ESAN, Lima-Perú.

El objetivo de esta tesis fue diseñar un modelo que incorpore tecnologías de Internet de las Cosas (IoT) y telemetría para optimizar los procesos de servicio técnico en concesionarias automotrices. En la sección de “Monitoreo del consumo de combustible y conducción con Internet de las Cosas” (2.3.3) se describe un sistema denominado VIScar, que utiliza un microcontrolador ELM327 conectado al puerto OBD-II del vehículo para capturar datos de consumo por segundo, exceso de velocidad, posición del acelerador y distancia recorrida, transmitiéndolos vía Bluetooth a una Raspberry Pi y luego a un servidor en la nube para su almacenamiento y análisis. Las pruebas de este sistema mostraron que es posible explotar los datos obtenidos para generar informes automáticos sobre comportamiento de manejo y consumo de combustible, lo que valida la viabilidad de emplear telemetría en tiempo real como herramienta para la gestión eficiente de flotas.

Esta investigación resulta especialmente relevante, pues demuestra la aplicabilidad de un modelo de IoT y telemetría para el monitoreo continuo del consumo de combustible, y sienta las bases tecnológicas y metodológicas para la integración de sistemas de telemetría en la gestión de flotas y la posterior capacitación en Eco-Driving.

Cáceres (2022). “Desarrollo de una plataforma basada en telemetría e IoT para el monitoreo remoto del consumo e indicadores de energía en una planta industrial”. Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil, Ecuador.

Este estudio tuvo como objetivo principal el diseño e implementación de una plataforma tecnológica innovadora que emplea telemetría y tecnologías de Internet de las Cosas (IoT) para el monitoreo remoto del consumo energético en una planta industrial. Para ello, se utilizó el software Node-RED, que permitió desarrollar un sistema capaz de captar, transmitir y procesar datos en tiempo real sobre diferentes parámetros eléctricos, facilitando la supervisión continua de la planta. La plataforma integra dispositivos de medición y sensores conectados a una red que envía información para su análisis y almacenamiento, lo cual mejora significativamente la gestión y el control del consumo de energía.

Los resultados obtenidos demostraron que la aplicación de esta tecnología permitió una mejor identificación de patrones de consumo, detección de anomalías y fallas, y facilitó la toma de decisiones orientadas a optimizar la eficiencia energética de la planta industrial. Además, la investigación mostró que la implementación de sistemas basados en telemetría e IoT no solo contribuye a la reducción de costos operativos, sino también al aumento de la sostenibilidad ambiental al promover un uso más responsable y eficiente de los recursos energéticos.

Este estudio es relevante para la investigación actual porque aporta evidencia práctica del impacto positivo que puede tener la telemetría en la gestión de recursos en entornos industriales. De igual manera, muestra cómo el monitoreo remoto y el análisis de datos en tiempo real pueden aplicarse para mejorar procesos, lo que se alinea con el objetivo de optimizar el consumo de combustible mediante la gestión de flotas con tecnologías similares.

Granillo-Macías et al. (2020). “Uso de la telemetría en la administración del transporte. Ingenio y Conciencia”. Boletín Científico de la Escuela Superior Ciudad Sahagún, 7(13), 71–74.

Este artículo aborda la aplicación de la telemetría como herramienta estratégica en la gestión del transporte de mercancías. Se destaca cómo la telemetría permite la recopilación y análisis en tiempo real de datos relacionados con el comportamiento de los vehículos y conductores, facilitando la toma de decisiones informadas para mejorar la eficiencia operativa. Además, se discuten los beneficios de integrar sistemas telemáticos en la administración del transporte, tales como la optimización de rutas, la reducción de costos operativos y la mejora en la seguridad vial. La investigación subraya la importancia de la telemetría en la modernización de las flotas de transporte y su contribución a la sostenibilidad ambiental mediante la disminución de emisiones y el consumo de combustible.

Este estudio es relevante para la presente investigación, ya que proporciona una base teórica y práctica sobre cómo la implementación de tecnologías telemáticas puede transformar la gestión del transporte, alineándose con el objetivo de optimizar el consumo de combustible mediante la gestión de flotas basada en telemetría y programas de Eco-Driving.

3.2.Marco teórico conceptual

3.2.1.Flotas de transporte

Como se indica en el informe de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, Universidad Politécnica (ETSII UPM, 2006), una flota de transporte se refiere a un grupo de vehículos que pertenecen a la misma empresa y se utilizan para transportar mercancías o personas y que es económicamente dependiente de la empresa. Dicha clasificación es relevante, porque ciertos factores, como la administración y el consumo de combustible, variarán enormemente dependiendo del tipo de flota; por ejemplo, si consiste en autobuses para el transporte de pasajeros o camiones para el transporte de carga.

Además, otras consideraciones, como la conveniencia relativa de los pasajeros o el cumplimiento de plazos, son bastante importantes para la gestión de estas flotas; en ese sentido,

el informe también señala que existen diferentes ‘flota de transporte’ (o flotas) clasificadas como pequeñas, medianas y grandes, lo que también afecta su nivel de complejidad operativa y de gestión.

3.2.2. Gestión de combustible

3.2.2.1. Concepto y ventajas de la gestión de combustible

Según el informe de ETSII UPM (2006), la gestión del combustible se entiende como el proceso de diseñar e implementar un sistema que permita controlar, supervisar y rastrear el consumo de combustible, tanto de manera global como individual para cada vehículo dentro de la flota de transporte; este proceso abarca diversas acciones, tales como la planificación de rutas y vehículos, la promoción de prácticas de conducción eficiente y el mantenimiento adecuado de los vehículos, con el objetivo de optimizar el uso del combustible adquirido.

De acuerdo con la Escuela Técnica, una gestión adecuada del combustible ofrece diversos beneficios clave.

En primer lugar, se destaca el ahorro de costos, ya que facilita el uso más rentable de cada litro de combustible, lo que contribuye a mejorar la economía general de la empresa. Además, esta gestión favorece la eficiencia energética, promoviendo un uso más eficaz de la energía y reduciendo los costos operativos. Por otro lado, el informe señala que la disminución de emisiones contaminantes es otro beneficio fundamental, ya que ayuda a reducir las emisiones, contribuyendo así a la lucha contra el cambio climático.

Asimismo, la optimización de las rutas y los tiempos de entrega mejora el servicio al cliente, lo que resulta en una mayor satisfacción del mismo. Igualmente, la correcta gestión del combustible fomenta el mantenimiento adecuado de los vehículos, lo que a su vez disminuye los costos de reparaciones y mantenimiento a largo plazo. En cuanto a la conservación ambiental, la gestión eficiente del combustible también contribuye a la mejora de la calidad del aire, reduciendo la contaminación atmosférica.

Tal como lo indica ETSII UPM (2006), una gestión adecuada del combustible no solo genera beneficios económicos, sino que también favorece la sostenibilidad ambiental, lo que refuerza la importancia de su implementación en las operaciones de la empresa.

3.2.2.2. Sistema de Gestión de Combustible

Como se señala en el informe de ETSII UPM (2006) un sistema de gestión de combustible corresponde a un conjunto de procesos y herramientas que permiten administrar el consumo de

combustible de una flota de automóviles; este sistema resulta fundamental en el funcionamiento de la empresa porque garantiza la eficiencia operativa de la misma y a la vez su sostenibilidad ambiental. Cabe mencionar, como parte de los componentes admitidos en este sistema se encuentran: la medición y el registro del consumo, la proyección de rutas que optimicen el combustible, la capacitación de conductores en técnicas eficientes y el mantenimiento de los automóviles.

Además, como sostiene dicho informe, consumo, gasto, emisiones y otros costos también promovidos por el sistema, se establecen y cumplen condiciones de rendimiento (KPIs) para cada uno; al mismo tiempo, se establecen sistemas de incentivos con el objetivo de motivar a los conductores a un aumento en la productividad y con esto reducir el consumo. Por lo tanto, este sistema tiene un impacto significativo en la reducción de costos operativos, el cumplimiento de normativas medioambientales y el uso de medidas sostenibles en el transporte. Así no solo rentabiliza la empresa sino también ayuda a cuidar el medio ambiente.

Conforme menciona la Escuela Técnica, es evidente que tener un sistema de gestión de combustible eficiente mejora los beneficios económicos, pero también nutre el medio ambiente y la sostenibilidad, lo que refuerza su importancia en las operaciones de transporte.

3.2.2.3. Medición del consumo de combustible

De acuerdo con ETSII UPM (2006), la medición del consumo de combustible es importante para la gestión de flotas de vehículos, ya que permite la optimización del uso del combustible, la reducción de costos, la mejora de la eficiencia energética y la disminución del daño medioambiental; existen varios métodos de medición, incluyendo el llenado del depósito, que consiste en llenar un tanque a un nivel preestablecido y anotar la cantidad de combustible añadida junto con la distancia recorrida; el registro continuo, donde sistemas automatizados con sensores y medidores de flujo rastrean el consumo en tiempo real; y el cálculo del consumo promedio de combustible, que se determina dividiendo la distancia recorrida por la cantidad de combustible rellenado y multiplicando la respuesta por cien.

Señalan a su vez que, los procesos de medición implican varios pasos, como la captura de datos de repostaje, el cálculo del consumo con las ecuaciones apropiadas, el análisis de los datos en busca de tendencias o anomalías, y la producción de informes de manera regular. Estos informes ayudan en la toma de decisiones sobre la gestión de flotas y permiten mejorar los procesos a lo largo del tiempo.

Aquí, la medición del consumo de combustible muestra dónde se pueden hacer mejoras, gestiona el gasto de recursos y ayuda a desarrollar una planificación operacional más eficiente para la flota; esto, junto con el informe de la Escuela de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de 2006, muestra cómo una mejor planificación estratégica automatizada conduce a la reducción de costos operativos y al aumento de la sostenibilidad.

3.2.2.4. Estándares de referencia de consumo de vehículos

Referente a informes del consumo energético de flotas vehiculares, muestran para ETSII UPM (2006) que los estándares surten como fundamento para medir y mejorar en consumo de energía; estas son de gran importancia para las empresas ya que les permiten establecer límites en cuanto a la cantidad del consumo, sirviendo como guía a la hora de hacer predicciones y comparaciones. Se detallan a continuación esos métodos tan cruciales:

Primero, los estándares de consumo facilitan el benchmarking, permitiendo el comparativo entre diversas unidades de vehículos y flotas. Esto ayuda a identificar qué procesos deben mejorar y adoptar varias mejores prácticas en el uso de combustible. Además, son importantes en la evaluación del rendimiento, ya que en el seguimiento y evaluación del desempeño a cada vehículo se le asigna un control remoto y, por supuesto, deberá cumplir con los niveles de eficiencia básicos mínimos.

Del mismo modo, estos métodos son de ayuda en la gestión de costos, con la capacidad de mejorar la planificación y control del gasto en combustible, logrando mejorar el presupuesto operativo. Finalmente, fomentan la habeas corpus en el consumo de combustible intentando lograr objetivos concretos y medibles.

Respecto a los ejemplos de estándares de consumo, es probable que difieran según el tipo de vehículo, carga, potencia y tipo de tráfico. Algunos ejemplos típicos de tales estándares son:

Tabla 4
Ejemplo de estándares de consumo

Vehículo	Carga	Potencia	Circulación	Consumo Estándar
Tráiler	40t	530 CV	Normal	35 l/100 km
Tráiler	40t	460 CV	Normal	33 l/100 km
Autobús	55 plazas	460 CV	Normal	26 l/100 km
Camión	24t	340 CV	Normal	26 l/100 km
Furgón	3.5t	180 CV	Normal	14 l/100 km

Nota. Adaptado de “Guía para la gestión de combustible” por Escuela de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica, 2006.

Según el informe de ETSII UPM (2006), se enfatiza que las cifras de consumo de combustible deben tratarse con precaución porque el valor real del consumo puede diferir debido a varios factores como el estado de la carretera, la carga y el estilo de conducción. Junto con adherirse a las pautas generales, las empresas también deben revisar la opción de formular sus propios benchmarks de consumo para su flota, que están destinados a proporcionar una mejor precisión y relevancia a su realidad operativa.

Para formular estos benchmarks específicos, el informe proporciona pasos para lograrlos. El primer paso es la recolección de datos, que consiste en monitorear continuamente el consumo de combustible por unidad de vehículo e indexar el combustible consumido en función de la distancia recorrida. Después de eso, se debe llevar a cabo un análisis de variabilidad para cada vehículo evaluado, tomando el cálculo de consumo promedio junto con las variaciones de distancia y carga. Es importante que este promedio no puede ser simplemente el promedio del consumo mensual, sino que también incorpora un cálculo detallado donde se considera la relación del consumo con la distancia recorrida.

Cuando se han obtenido estos datos, el siguiente paso es el establecimiento de normas, donde la información recopilada se utiliza para establecer normas que midan el mejor rendimiento posible de la flota. Por último, como indica ETSII UPM, es importante realizar una revisión periódica de estas normas para atender cambios en la flota, tecnología, operaciones y el entorno político de la industria.

Los benchmarks a los que se hace referencia en el informe son herramientas esenciales en la gestión del consumo de combustible para flotas de vehículos; estas normas, además de optimizar la eficiencia operativa, también ayudan a alcanzar los objetivos de sostenibilidad corporativa.

3.2.2.5. Medidas para el ahorro de carburante

Como se detalla en el informe de ETSII UPM (2006), el ahorro de combustible es una preocupación para las empresas de transporte tanto por razones económicas como ecológicas. En este contexto, se presentan varios conceptos clave que pueden contribuir a un consumo de combustible más eficiente en las flotas de vehículos.

Primero, la planificación de rutas es quizás la más importante, ya que se sabe que se pueden ahorrar muchos kilómetros al planificar rutas con software de navegación y enrutamiento.

Además, la selección de vehículos es importante; utilizar vehículos que sean apropiados para la situación particular en términos de carga y tipo de motor es crucial para la economía de combustible. Finalmente, el mantenimiento regular de los vehículos, que consiste en inspecciones periódicas, cambio de aceite y revisión de neumáticos, lleva a un aumento en la economía de combustible y proporciona beneficios operativos y financieros.

En contraste, explica la Escuela que la conducción eficiente es otro factor importante porque capacitar a los conductores para que eviten exceso de velocidad o aceleraciones bruscas ayudará a ahorrar gasolina. Además, la adopción de sistemas telemáticos permite monitorear los patrones de movimiento del vehículo para sugerir hábitos de conducción que ayuden a ahorrar combustible. Asimismo, reducir el peso de la carga, siempre que sea factible, es otro factor que ayuda a disminuir el consumo de combustible porque eliminar elementos innecesarios mejora la eficiencia operativa.

Otra medida, que resalta la Escuela, es mejorar la aerodinámica de los vehículos utilizando alerones y otros accesorios que reducen el consumo de combustible del vehículo al disminuir la resistencia del viento. Además, la introducción de combustibles alternativos, como el biodiésel o el gas combustible, puede reducir tanto el consumo de combustible como las emisiones contaminantes, protegiendo así el medio ambiente. Por último, pero no menos importante, es la adopción de un programa de monitoreo, que proporciona la información recopilada que permite cuantificar el uso de combustible y reajustar las operaciones para una gestión efectiva.

Según la Escuela (2006), los méritos de estas medidas de ahorro de costos son innumerables. La reducción en el consumo de combustible se correlaciona directamente con la reducción de las emisiones de CO₂, la disminución de la contaminación atmosférica, un mayor confort al conducir, menos accidentes y menores costos de mantenimiento. Por lo tanto, al adoptar estas medidas, las empresas podrían lograr ahorros significativos y mejorar su impacto ambiental.

3.2.2.6. La conducción eficiente

Tomando por base el informe de ETSII UPM (2006), la conducción eficiente se define como un conjunto de prácticas y comportamientos que los conductores pueden adoptar para ahorrar combustible, reducir la contaminación y aumentar la seguridad vial. Tales prácticas están en consonancia con los avances tecnológicos actuales en automóviles contemporáneos dirigidos a

optimizar el rendimiento del motor mientras se minimiza el consumo de combustible y las emisiones de carbono.

Entre los principales beneficios de la conducción eficiente, el informe destaca el ahorro de combustible, ya que se estima que, con la capacitación adecuada, el consumo de combustible de un conductor puede reducirse hasta en un 10-15%, lo que representa un ahorro económico significativo. Además, con la creciente optimización del uso de combustible, hay una disminución de las emisiones en forma de CO₂ y otros gases contaminantes, lo que ayuda en la lucha contra el cambio climático. Otro beneficio significativo es la mayor seguridad, ya que las técnicas de conducción eficiente, que dependen en gran medida de la previsión y la anticipación, han demostrado reducir los riesgos y la gravedad de los accidentes, lo que varios estudios de países que han adoptado estas prácticas informan. En la misma línea, el desgaste de los componentes del vehículo debido a un estilo de conducción más controlado y suave aumenta con el tiempo, lo que ahorra dinero en mantenimiento.

El informe enumera algunas de las técnicas de conducción más eficientes como: conocer las características del motor, que significa entender los rangos de revoluciones dentro de los cuales el motor es más efectivo; evitar aceleraciones repentinas, lo que significa una aceleración suave y mantener una velocidad constante; utilizar el control de crucero, particularmente en largas autopistas, para mantener una velocidad eficiente; y planificación de rutas, previendo el nivel de tráfico y evitándolo, lo que resulta en menos tiempo en la carretera y en consumo de combustible.

Como señala ETSII UPM (2006), los beneficios de conducir un vehículo de manera económica se extienden no solo a las empresas del sector del transporte, sino también a la madre naturaleza y a la seguridad en las carreteras. En ese sentido, es crucial capacitar a los conductores para permitirles aprovechar estas ventajas económicas.

3.2.3. Telemetría Vehicular: Concepto y Aplicaciones

3.2.3.1. Telemetría en Tiempo Real

En el estudio en relación al ahorro de energía en automóviles eléctricos, Rao et al. (2023) desarrollaron un sistema integral de telemetría a bordo que captura y analiza datos para optimizar el desempeño del vehículo en tiempo real. Una Raspberry Pi, situada en el volante del coche y unida a una pantalla táctil de cinco pulgadas, que permite al conductor interactuar, controla todo el sistema. Datos como velocidad, temperatura, energía utilizada y otros

relevantes son obtenidos por medio de una red de sensores que utilizan el protocolo CAN, célebre por su eficiencia y robustez. Señalan que los sensores envían los datos al servidor central, la Raspberry Pi, mediante I2C directamente o a través de módulos Arduino que intermedian la transmisión. La topología en estrella de la red permite la centralización en la comunicación con la base. El volante también dispone de un dispositivo visual y háptico de retroalimentación de desempeño llamado “Pace Feedback Mechanism” que se encarga de la retroalimentación y utiliza luces LED junto a motores vibratorios para indicar al conductor el estilo de conducción que debe usar.

La retroalimentación se proporciona en base a la velocidad y aceleración detectadas, mostrando luces verdes o rojas y/o induciendo vibraciones para ajustarse al ritmo, o permaneciendo azul, sin vibración, cuando se alcanza un comportamiento eficiente. Esta innovación permite, no solo reducir el consumo energético, sino además mejorar la experiencia de conducción a través de una interfaz que traduce el análisis de datos en acciones que el usuario puede entender y seguir.

3.2.3.2. Algoritmo TEMSL

En el estudio en relación al ahorro de energía en automóviles eléctricos, Rao et al. (2023) desarrollaron un sistema integral de telemetría a bordo que captura y analiza datos para optimizar el desempeño del vehículo en tiempo real. Una Raspberry Pi, situada en el volante del coche y unida a una pantalla táctil de cinco pulgadas, que permite al conductor interactuar, controla todo el sistema. Datos como velocidad, temperatura, energía utilizada y otros relevantes son obtenidos por medio de una red de sensores que utilizan el protocolo CAN, célebre por su eficiencia y robustez. Los sensores envían los datos al servidor central, la Raspberry Pi, mediante I2C directamente o a través de módulos Arduino que intermedian la transmisión. La topología en estrella de la red permite la centralización en la comunicación con la base. El volante también dispone de un dispositivo visual y háptico de retroalimentación de desempeño llamado “Pace Feedback Mechanism” que se encarga de la retroalimentación y utiliza luces LED junto a motores vibratorios para indicar al conductor el estilo de conducción que debe usar.

Así mismo sostienen que la retroalimentación se proporciona en base a la velocidad y aceleración detectadas, mostrando luces verdes o rojas y/o induciendo vibraciones para ajustarse al ritmo, o permaneciendo azul, sin vibración, cuando se alcanza un comportamiento eficiente. Esta innovación permite, no solo reducir el consumo energético, sino además mejorar

la experiencia de conducción a través de una interfaz que traduce el análisis de datos en acciones que el usuario puede entender y seguir.

3.2.3.3.Evolución de la Telemetría

Gracias al avance en el ámbito tecnológico en logísticas, sensores, y sistemas de procesamiento, la telemetría ha tenido un importante cambio en las últimas décadas; Schmidt, et al. (2018) señalan que este avance ha impactado de manera considerable en la minería, el control remoto de equipo estratégicamente ubicado en la mina o en el tajo resulta vital para elevar la productividad y disminuir los costos operativos. En un primer momento, la telemetría era exclusivamente la captura de datos mediante sensores montados en máquinas o vehículos. Con la llegada de los mas potentes microprocesadores y las memorias de reducción de tamaño, el procesamiento de toda la información obtenida es realidad de manera veloz y eficiente.

El cambio, afirman que, en monitoreo ha sido transformado por el avance en infraestructura de transmisión de datos, que evolucionó desde sistemas de red fija hacia el uso de tecnologías inalámbricas, que permiten la transferencia de datos en tiempo real; esto no solo permite la continua vigilancia de parámetros técnicos, tal como la temperatura, presión, y hasta el consumo de combustible, sino también la generación de alertas automáticas y permite su integración con sistemas de gestión como Intellimine. Hoy en día, la estandarización de los protocolos e interfaces de comunicaciones, así como la interoperabilidad entre diferentes sistemas y proveedores, son fundamentales para el control absoluto y la administración de flotas y equipos geo-distribuidos. Todos estos avances posicionan a la telemetría como uno de los productos estratégicos en la industrias modernas, las cuales requieren en todo momento información precisa, así como una operación confiable, segura y eficiente.

3.2.3.4.Beneficios de la Telemetría

El uso de sistemas de telemetría ha demostrado ser una estrategia muy efectiva para optimizar la operación y el mantenimiento de equipos, por ejemplo, en la minería. Según Schmidt et al. (2018), esta tecnología ha permitido lograr ahorros significativos en tanto la costo y sumas gastos de la eficiencia operativa. Uno de los beneficios más importantes es el incremento en la vida útil de partes sumamente críticas como los neumáticos, suspensión, y chasis por monitoreo en tiempo real que permite prevenir ataques por condiciones adversas.

Otro resultado favorable, que señalan los autores es que, ha sido la reducción en el consumo de combustible. Se ha logrado mediante la mejora de las condiciones de las vías así como el

racionamiento más inteligente que disminuye las paradas y arranques bruscos; también, la telemetría ha hecho posible la reducción de una gran cantidad de eventos críticos tales como el sobrecalentamiento del sistema de frenos, lo que aumenta la seguridad operacional. Asimismo, la integración con sistemas como Intellimine mejora el control y respuesta inmediata a las anomalías que se encuentran, esto aumenta la efectividad operacional de la flota, así como también mejora el promedio y ciclo de tiempo.

En cuanto a la gestión, el control central y en tiempo real de la operativa da acceso a información que se requiere para tomar decisiones más rápidas y eficaces. Implementar micromandos genera un efecto no solo en la productividad, sino en la cultura y técnica de la organización a nivel elencado responsable que los ejecutantes tienen de sus actuaciones. En conclusión, la telemetría es un sistema cuyo valor se aprecia sobre la eficiencia, sostenibilidad y seguridad en la industria.

3.2.3.5.Marco normativo, ética y privacidad en el uso de telemetría vehicular

La implementación de sistemas de telemetría y programas de monitoreo de la conducción no solo involucra aspectos técnicos y operativos, sino también el cumplimiento de regulaciones locales y la consideración de principios éticos vinculados a la privacidad de los trabajadores.

En el contexto peruano, la Ley N.º 28694 establece la obligatoriedad del uso de sistemas de rastreo satelital (GPS) en unidades de transporte público y de carga que circulen en el país. El objetivo es garantizar la seguridad de las operaciones y mejorar la trazabilidad de los desplazamientos (Congreso de la República del Perú, 2006). Asimismo, la normativa ambiental, a través de disposiciones del Ministerio del Ambiente y el Reglamento Nacional de Emisiones Vehiculares, exige la incorporación progresiva de estándares internacionales (Euro IV y Euro V), con el fin de reducir las emisiones de gases contaminantes y mejorar la eficiencia energética (Ministerio del Ambiente (MINAM), 2018).

Por otro lado, la protección de datos personales cobra especial relevancia cuando se implementan sistemas de monitoreo continuo de conductores. La Ley N.º 29733 – Ley de Protección de Datos Personales establece principios de consentimiento informado, proporcionalidad y finalidad, que obligan a las organizaciones a garantizar que la información recolectada mediante dispositivos telemétricos sea utilizada exclusivamente para fines legítimos de gestión y mejora operativa, evitando vulnerar la intimidad o la dignidad del trabajador (Autoridad Nacional de Protección de Datos Personales, 2011).

Además, la literatura especializada advierte que la adopción de tecnologías de monitoreo puede generar resistencia al cambio si los empleados perciben un control excesivo sobre su desempeño. Por ello, se recomienda acompañar estas prácticas con políticas de transparencia, capacitación sobre el uso de datos y esquemas de incentivos que equilibren el interés de la empresa en reducir costos con la protección de los derechos individuales (Lyon, 2018; International Transport Forum [ITF], 2019).

En consecuencia, cualquier proyecto de implementación de telemetría vehicular debe sustentarse en un marco legal robusto y en una gestión ética de la información, donde se asegure el respeto a la privacidad del conductor, la transparencia en el uso de datos y la alineación con los estándares ambientales y de seguridad vigentes en el Perú.

3.2.4. Eco-Driving Training: Capacitación para la Conducción Eficiente

3.2.4.1. Definición

La capacitación en eco-conducción, o eco-driving training, constituye una formación estratégica para disminuir de forma notable el consumo de combustible, optimizar la seguridad en el transporte y reducir el impacto ecológico vehicular y de acuerdo con el Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (MTC, 2020), esta capacitación está diseñada para que los choferes asimilen hasta donde deben operar un vehículo dentro de “zona económica” del motor, atravesando el comportamiento mecánico del vehículo, especialmente en aspectos como torque, potencia e “performance curve” rendimiento.

Del mismo modo, mencionan el MTC, la instrucción se halla fragmentada en lecciones prácticas y teóricas que van desde el uso del freno motor hacia atrás hasta la más completa inercia, coordinación de marchas, y anticipación a paradas programadas; se estudia particularmente la noción de análisis internos como el cuidado del vehículo, la presión de los neumáticos, así como la topografía o tráfico como factores externos; las medidas preventivas tales como la revisión previa al encendido del motor y durante el funcionamiento motor la toma de decisiones previas a maniobras conducido se transforman en una mejora a las maniobras que disminuyen el gasto de combustible.

El objetivo de esta capacitación, como sostiene el MTC, no solo se enfoca en perfeccionar el rendimiento técnico del automóvil, también busca conseguir un cambio de actitud por parte de los operadores, creando una cultura de conducción adecuada. Como resultado, se obtiene una disminución importante en el gasto operativo, aumento en la vida útil de los componentes

del automóvil, y una reducción en las emisiones contaminantes, fortaleciendo la sostenibilidad del sistema de transporte.

3.2.4.2. Beneficios del Eco-Driving Training

El ahorro en los gastos operativos, la sostenibilidad, y la capacitación profesional en el campo del transporte son solo algunos de los beneficios que se reciben al implementar eco-conducción, tal como Pineda y Xie (2021) comentan. Estos autores también subrayan que la eco-conducción abarca mucho más que la operación de un vehículo; incluye actividades de planificación y revisión de mantenimiento del camión que permiten al chofer tomar decisiones informadas para reducir el gasto de combustible.

También sostienen que las ventajas son muy diversas; para los conductores, esta capacitación mejora su rendimiento, reduce el estrés al volante y les proporciona herramientas para acceder a mejores oportunidades laborales. En el caso de las empresas, se traduce en un uso más eficiente del combustible, menores costos de mantenimiento y, posiblemente, primas de seguro más bajas. Desde una perspectiva ambiental, se produce una reducción significativa de las emisiones de gases contaminantes, lo que contribuye a la lucha contra el cambio climático. Asimismo, la promoción de una conducción más segura y menos agresiva reduce los accidentes, reforzando así la seguridad vial. Estudios muestran reducciones en el consumo de combustible de hasta un 30 %, dependiendo del tipo de capacitación y las condiciones operativas, con una estimación conservadora del 5 % para flotas bien capacitadas..

3.2.4.3. Estado actual de las prácticas de Eco-Driving Training

• América Latina aún implementa programas de conducción ecológica y en opinión de Pineda y Xie (2021) el desarrollo de estos programas en Perú, Argentina y México se integró la conducción ecológica en sus políticas nacionales como parte de sus marcos de transporte sostenible y sus compromisos climáticos con la ONU. Cabe destacar que Perú fue el único país en desarrollar manuales oficiales y programas piloto, así como evaluaciones con simuladores, logrando reducciones promedio en el consumo de combustible de hasta un 7 %. En Argentina, las iniciativas del Sistema Inteligente de Transporte y de la Zona Verde brindaron capacitación especializada, incluyendo algunas dirigidas a mujeres.

Los autores también mencionan que México ha implementado capacitación en conducción ecológica a través de la CONUEE y el Programa de Transporte Limpio, los cuales están institucionalizados de forma limitada. Brasil y Chile desarrollaron modelos de colaboración con

el sector privado y organizaciones internacionales. Sin embargo, estos programas aún enfrentan desafíos como la falta de estandarización, presupuestos limitados y la resistencia inicial de los conductores. Estos se oponen al costo de oportunidad que implica la capacitación. La situación mejora gracias a las estrategias de colaboración público-privada, los subsidios y la integración de tecnologías como simuladores y plataformas virtuales de capacitación que aumentan la accesibilidad a un público más amplio, brindando la flexibilidad necesaria.

3.2.4.4. Resistencia al cambio y adopción del Eco-Driving Training

En el contexto de la implementación de programas de Eco-Driving en flotas de transporte, resulta esencial abordar no solo la eficacia técnica de las capacitaciones, sino también los factores de resistencia al cambio que pueden limitar su adopción sostenible. Si bien muchas iniciativas muestran reducciones sustanciales del consumo en el corto plazo, estudios longitudinales indican que estos efectos tienden a atenuarse si no se refuerzan de forma consistente (Savković et al., 2019). En un estudio de campo utilizando el sistema Scania FMS, los autores documentaron que la mejora en el consumo promedio tras capacitación incrementó en el primer mes en torno al 19 %, pero luego de cuatro meses la mejora se redujo a aproximadamente 14 %, evidenciando un desgaste del efecto del entrenamiento (Savković et al., 2019).

Este desvanecimiento se asocia frecuentemente con la persistencia de hábitos de conducción arraigados y la falta de incentivos para mantener las nuevas prácticas. En este sentido, la literatura reciente sugiere que las capacitaciones deben combinarse con mecanismos de retroalimentación en tiempo real, incentivos conductuales y monitoreo continuo para consolidar el cambio (Changing-Transport, 2020). Por ejemplo, el documento “Strategies to maintain ecodriving benefits in the long term” propone que los gestores de flota deben implementar reciclajes periódicos, sistemas de retroalimentación en cabina y esquemas de incentivos económicos para sostener las prácticas eficientes (Changing-Transport, 2020).

Adicionalmente, investigaciones recientes sobre eco-comportamientos han explorado cómo los sistemas inteligentes pueden facilitar la adopción del Eco-Driving. Por ejemplo, en un estudio experimental con más de 500 trayectos, se observó que la provisión de datos de ahorro estimado y emisiones a través de aplicaciones móviles logró incrementar la utilidad percibida del programa por los conductores, motivando una mayor adherencia al estilo de conducción eficiente (Lee-Kan et al., 2024). Estas plataformas facilitan el feedback inmediato y refuerzan la responsabilidad individual en el desempeño eficiente.

Sin embargo, la resistencia al cambio también se relaciona con percepciones de vigilancia excesiva o pérdida de autonomía por parte de los conductores. Para mitigar esto, se recomienda implementar políticas de transparencia, capacitar al personal en el uso de los datos y diseñar incentivos claros que premien el ahorro de combustible y el cumplimiento de metas operativas. En síntesis, para que el Eco-Driving Training tenga un impacto duradero en la empresa, es vital integrar no sólo la formación inicial sino también mecanismos continuos de motivación, retroalimentación basada en telemetría y un enfoque sensible a la cultura organizacional del conductor.

3.2.4.5. Eco-Driving dinámico, incentivos y adopción en el contexto actual

En los últimos años, el enfoque del Eco-Driving ha evolucionado desde capacitaciones basadas en técnicas generales hacia sistemas dinámicos que integran datos de tráfico en tiempo real y comunicación vehículo-infraestructura (V2I). Estas innovaciones buscan adaptar continuamente el estilo de conducción a las condiciones cambiantes de la vía para maximizar el ahorro energético. Por ejemplo, un estudio presentado en el *SAE Technical Paper Series* demostró que la implementación de algoritmos de eco-driving basados en información dinámica del tráfico permite ajustar la velocidad del vehículo de manera óptima, logrando mejoras significativas en eficiencia energética frente a la conducción tradicional (Zhao et al., 2024).

Paralelamente, la literatura reciente ha puesto énfasis en los mecanismos de incentivos como una estrategia clave para superar la resistencia de los conductores a modificar hábitos de manejo. En un preprint de 2024 se plantea un modelo de gamificación y recompensas económicas que fomenta la adopción de patrones de conducción eficiente, concluyendo que los incentivos incrementan de forma sostenida la adherencia de los conductores a los perfiles eco-driving recomendados (He et al., 2024). Esta evidencia respalda la necesidad de que los programas de formación no solo transmitan conocimientos técnicos, sino que incorporen estímulos que mantengan la práctica en el largo plazo.

Asimismo, investigaciones recientes han confirmado la efectividad del Eco-Driving en distintos contextos geográficos. Cáceres et al. (2025) documentaron que la aplicación de estas estrategias en entornos urbanos e interurbanos de América Latina generó reducciones de entre un 20 % y 30 % en consumo de combustible, además de beneficios adicionales en seguridad vial y disminución de emisiones. Sin embargo, los autores advierten que la durabilidad del

efecto depende de la existencia de refuerzos periódicos y del acompañamiento con herramientas telemétricas.

En consecuencia, el enfoque contemporáneo del Eco-Driving no puede limitarse a una capacitación inicial, sino que debe concebirse como un sistema dinámico y motivacional que combine: algoritmos de adaptación en tiempo real, retroalimentación continua mediante telemetría y esquemas de incentivos que aseguren la adopción sostenida de estas prácticas. En el contexto del transporte de carga en el sur del Perú, donde confluyen factores como la altitud elevada, pendientes pronunciadas y condiciones climáticas adversas, este enfoque resulta especialmente relevante para garantizar tanto la eficiencia operativa como la viabilidad de la propuesta de mejora.



CAPITULO IV

4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1.Datos generales de la empresa en estudio

4.1.1. Origen

Es una empresa peruana de carácter familiar que opera en el sector del transporte y la logística de mercancías a nivel nacional. Aunque su constitución legal como sociedad de responsabilidad limitada se realizó el 8 de septiembre de 2006, las actividades en el rubro se remontan a más de cuarenta años atrás.

Durante sus primeras décadas de operación, logró posicionarse en el sur del Perú como un proveedor eficiente y cercano a sus clientes, desarrollando relaciones comerciales sostenidas y apostando por una gestión basada en la experiencia directa de sus socios fundadores. Esta experiencia acumulada permitió una transición sólida hacia la formalización empresarial, sentando las bases para un crecimiento estructurado y sostenido. Actualmente, mantiene su sede principal en la ciudad de Arequipa y continúa apostando por la innovación y la excelencia operativa para atender las exigencias del mercado logístico peruano.

4.1.2. Sector y actividad económica

La empresa se desarrolla dentro del sector terciario o de servicios, específicamente en el subsector de transporte y logística. Su principal actividad económica es el transporte terrestre de carga pesada a nivel nacional, que incluye el traslado de mercancías generales, cargas sobredimensionadas, residuos peligrosos e insumos fiscalizados. Además, brinda servicios complementarios como almacenaje, distribución y gestión logística, posicionándose como un operador logístico integral en el rubro del transporte. Esta actividad es esencial para la cadena de suministro y el desarrollo económico, ya que facilita el flujo de bienes entre distintas regiones del país.

4.1.3. Misión, visión y valores

La organización tiene como misión ofrecer servicios de transporte de carga pesada que sean confiables y seguros, orientados a superar las expectativas de los clientes en términos de calidad y puntualidad. Para ello, se compromete a proporcionar soluciones logísticas eficientes y personalizadas, respaldadas por una flota moderna y un equipo humano altamente capacitado. La satisfacción del cliente constituye el pilar fundamental de su gestión operativa.

En cuanto a su visión, la organización aspira a consolidarse como líder en el sector del transporte de carga pesada, destacando por su confiabilidad, eficiencia y atención personalizada. Se plantea ser un socio estratégico en soluciones logísticas, generando valor agregado a sus clientes mediante el fortalecimiento de su equipo humano y el establecimiento de relaciones comerciales sostenibles en el tiempo.

Los valores que orientan el accionar de la organización son los siguientes:

- Compromiso: Cumplimiento responsable y ético de los servicios ofrecidos.
- Calidad: Prestación de servicios con altos estándares operativos y logísticos.
- Puntualidad: Entregas realizadas de manera oportuna, valorando el tiempo del cliente.
- Seguridad: Protección de la integridad de las personas, la carga y el entorno.
- Innovación: Mejora continua de procesos y tecnologías aplicadas al servicio.
- Trabajo en equipo: Colaboración efectiva entre todos los miembros de la organización.
- Orientación al cliente: Atención a las necesidades específicas de cada cliente, con un enfoque personalizado.

4.1.4. Política de la organización

La organización orienta su gestión hacia el cumplimiento de estándares de calidad, sostenibilidad ambiental y seguridad laboral, adoptando políticas que garantizan un desarrollo responsable, eficiente y seguro de sus operaciones en el sector del transporte de carga pesada.

- Política de calidad : La organización se compromete a ofrecer servicios de transporte que cumplan con altos estándares de eficiencia, puntualidad y seguridad, con el objetivo de satisfacer y superar las expectativas de sus clientes. Se promueve una cultura de mejora continua en todos los procesos operativos y administrativos, asegurando el cumplimiento de los requisitos legales, contractuales y técnicos. Asimismo, se fomenta la capacitación constante del personal y la incorporación de tecnologías adecuadas que optimicen la gestión logística.
- Política ambiental : La organización reconoce su responsabilidad en la protección del medio ambiente y orienta sus actividades hacia la prevención de la contaminación y el

uso eficiente de los recursos. Se implementan prácticas sostenibles como el mantenimiento preventivo de las unidades, la gestión adecuada de residuos peligrosos y la sensibilización ambiental del personal. Estas acciones buscan minimizar el impacto ambiental de las operaciones y contribuir al desarrollo sostenible.

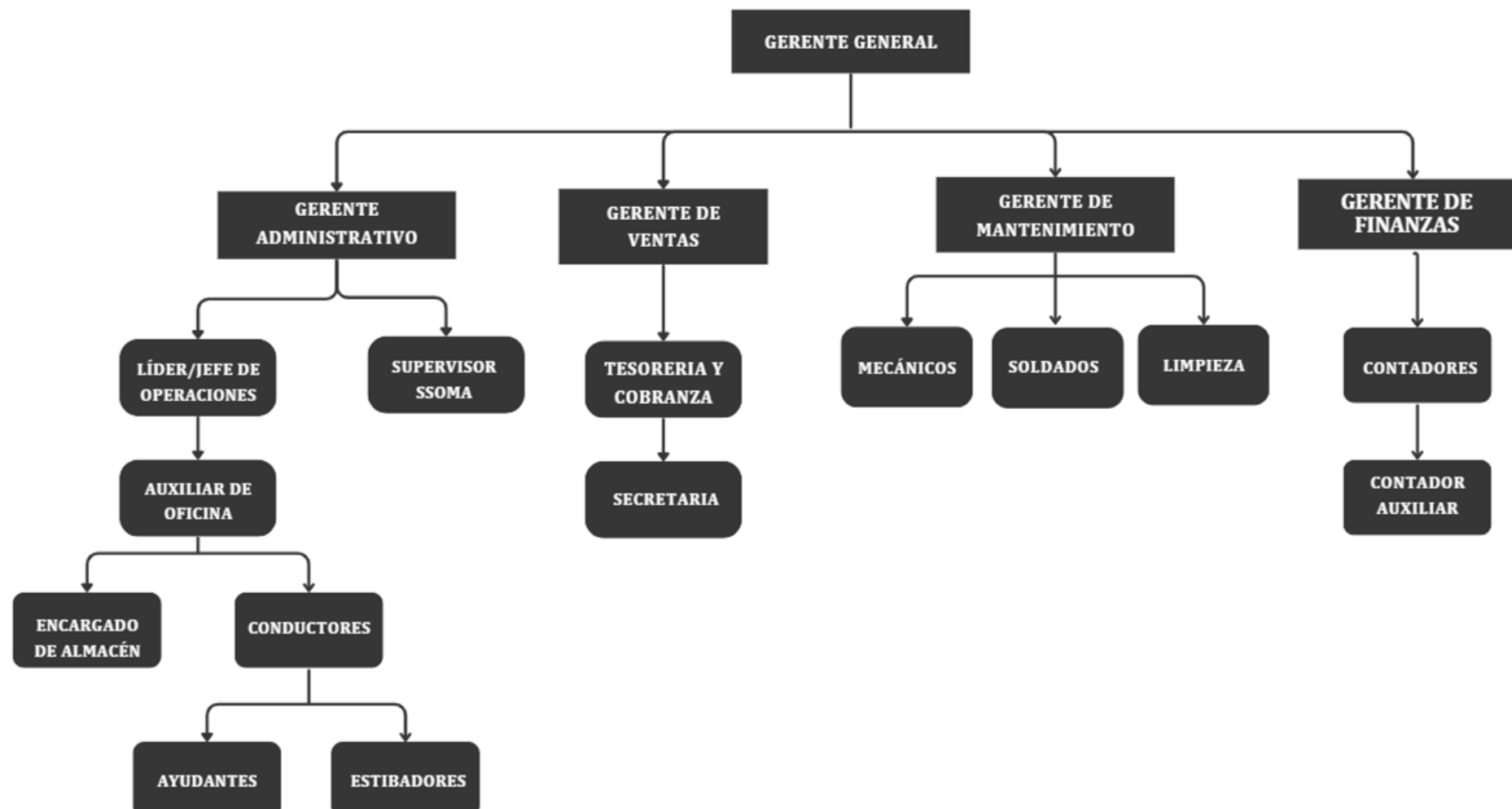
- **Política de seguridad y salud ocupacional:** La organización establece como prioridad la protección de la integridad física y mental de todos los trabajadores, promoviendo un entorno laboral seguro y saludable. Para ello, se identifican y controlan los riesgos presentes en cada proceso, se aplican medidas preventivas, y se garantiza el cumplimiento de la normativa vigente en materia de seguridad y salud en el trabajo. Además, se fomenta una cultura de autocuidado y se desarrollan programas de formación continua orientados a la prevención de accidentes y enfermedades ocupacionales.

4.1.5. Estructura organizacional

La empresa presenta una estructura organizacional de tipo funcional, en la que se definen jerárquicamente los niveles de responsabilidad y supervisión para garantizar el cumplimiento eficiente de sus actividades operativas, administrativas, comerciales y de soporte. Esta organización permite delimitar funciones específicas y establecer canales de comunicación claros entre los diferentes cargos y áreas.

A continuación, se presenta el organigrama general:

Figura 1
Organigrama



Nota. Representación gráfica de la jerarquía organizacional es base a información proporcionada por la empresa.

El control y abastecimiento de combustible es gestionado por el Supervisor del área de Seguridad y Salud Ocupacional (SSOMA), quien, además de sus funciones propias relacionadas con la seguridad, el uso de equipos de protección personal, capacitaciones e inspecciones, tiene a su cargo el registro manual del combustible suministrado en el grifo interno, el control de stock y el seguimiento del consumo. Esta doble función permite mantener un control más cercano y operativo del abastecimiento, facilitando la coordinación con el área de operaciones y logística.

4.1.6. Principales procesos y operaciones

La empresa de transporte desarrolla sus actividades a través de un sistema estructurado de procesos que permiten satisfacer los requerimientos del cliente, garantizar la calidad del servicio y alcanzar los objetivos estratégicos establecidos. Estos procesos se agrupan en tres grandes categorías: procesos estratégicos, procesos operacionales y procesos de soporte. Cada uno cumple una función específica dentro del flujo del servicio logístico, desde la planificación inicial hasta la entrega final de la carga.

A continuación, se presenta el mapa de procesos de la organización:

Figura 2
Mapa de Procesos



Nota. Proceso estrategicos, operacionales y de apoyo. Elaboración propia en base a la información proporcionada por la empresa.

A continuación, se describen los procesos que conforman el mapa de procesos de la empresa, los cuales se encuentran clasificados en procesos estratégicos, operacionales y de soporte, con la finalidad de comprender su función y participación dentro de la organización.

Procesos Estratégicos: Los procesos estratégicos comprenden aquellas actividades orientadas a la dirección, planificación y control global de la empresa, permitiendo definir el rumbo organizacional y asegurar el cumplimiento de los objetivos a largo plazo.

- **Planeación estratégica:** Este proceso establece los lineamientos generales de la organización, definiendo objetivos, metas y estrategias en función del entorno competitivo. En una empresa de transporte de mercancías, implica determinar políticas orientadas a la optimización de costos, mejora del nivel de servicio y sostenibilidad operativa, alineando todas las áreas hacia resultados medibles.
- **Planificación financiera:** Consiste en la gestión y proyección de los recursos económicos necesarios para la operación. Incluye la elaboración de presupuestos, control de gastos y evaluación de inversiones, como la implementación de sistemas de telemetría. Su finalidad es garantizar la rentabilidad y viabilidad económica de la empresa.
- **Planificación operativa:** Se considera un proceso estratégico porque no implica la ejecución directa de las actividades, sino la definición anticipada de cómo se desarrollarán las operaciones. En este proceso se determinan variables clave como asignación de unidades, programación de rutas, estimación de consumo de combustible y uso de recursos. Estas decisiones impactan directamente en la eficiencia operativa, por lo que su adecuada planificación influye en los resultados globales de la empresa.
- **Mejora continua:** Este proceso se enfoca en la evaluación permanente del desempeño organizacional mediante indicadores de gestión, con el objetivo de identificar desviaciones y aplicar acciones correctivas. Permite optimizar procesos, reducir costos y elevar la calidad del servicio de manera sostenida.

Procesos Operacionales : Los procesos operacionales corresponden a las actividades que generan valor directo al cliente, ya que están vinculadas con la ejecución del servicio de transporte de mercancías, desde la recepción hasta la entrega final.

- **Proceso de recepción de mercancía:** Comprende la recepción física de la carga, donde se realiza la verificación tanto de las condiciones del producto como de la documentación correspondiente. En esta etapa se asegura que cada mercancía cuente con su respectiva guía de remisión y documentación obligatoria, ya que su ausencia impide la continuidad del servicio. Asimismo, se valida el estado de la carga y su conformidad con lo declarado, garantizando que cumpla con los requisitos para su transporte.
- **Proceso de asignación de unidad y programación:** Consiste en la asignación del vehículo y conductor más adecuados según el tipo de carga, volumen, ruta y condiciones del servicio. Además, se realiza la programación del viaje, definiendo tiempos, rutas y recursos necesarios, con el fin de optimizar la operación y reducir costos.
- **Proceso de transporte:** Es la etapa de ejecución del servicio, en la cual se realiza el traslado de la mercancía desde el punto de origen hasta el destino. Durante este proceso se controlan variables como el consumo de combustible, cumplimiento de rutas, tiempos de traslado y condiciones de conducción, asegurando eficiencia operativa y seguridad.
- **Proceso de entrega de carga:** Consiste en la entrega de la mercancía al cliente final, donde se verifica la conformidad del producto recibido y se procede con la validación documental mediante firmas y sellos correspondientes. Esta etapa asegura el cierre correcto del servicio y la satisfacción del cliente.
- **Facturación:** Corresponde al proceso administrativo en el cual se formaliza el cobro del servicio brindado, registrando la operación y asegurando la correcta emisión de comprobantes de pago.

Procesos de Soporte : Los procesos de soporte comprenden aquellas actividades que brindan los recursos y condiciones necesarias para garantizar el correcto funcionamiento

de los procesos estratégicos y operacionales, contribuyendo a la eficiencia y continuidad del servicio.

- **Proceso de contratación:** Este proceso se encarga de la captación, selección y contratación de personal operativo y administrativo, asegurando que los conductores y colaboradores cuenten con las competencias necesarias para el desempeño de sus funciones. En el caso de los conductores, se consideran aspectos como experiencia en rutas, licencias vigentes y cumplimiento de requisitos de seguridad.
- **Gestión de almacén:** Consiste en la administración y control de los insumos, repuestos y materiales necesarios para la operación de la flota, como filtros, lubricantes y herramientas. Una adecuada gestión de almacén permite garantizar la disponibilidad oportuna de estos recursos, evitando retrasos en el mantenimiento y contribuyendo a la continuidad de las operaciones.
- **Gestión de mantenimiento:** Este proceso tiene como finalidad asegurar la disponibilidad, confiabilidad y desempeño óptimo de las unidades vehiculares mediante una adecuada planificación y control del mantenimiento. Se orienta a garantizar la continuidad de las operaciones, minimizar tiempos de inactividad y optimizar el rendimiento de la flota. Una gestión eficiente del mantenimiento contribuye directamente a la reducción de costos operativos, especialmente en el consumo de combustible, y a la prolongación de la vida útil de los activos.
- **Gestión de seguridad ocupacional y vial:** Este proceso tiene como finalidad garantizar condiciones seguras para el desarrollo de las operaciones mediante la gestión y control del uso de equipos de protección personal (EPP), el cumplimiento de normas de seguridad y la prevención de riesgos laborales y viales. Incluye la supervisión del uso obligatorio de EPP por parte del personal, así como la implementación de lineamientos orientados a reducir la ocurrencia de incidentes y accidentes. Una adecuada gestión de la seguridad contribuye no solo a la protección de los trabajadores, sino también a la continuidad operativa y al desempeño eficiente de la empresa.
- **Contabilidad:** Es el proceso encargado del registro, control y análisis de las operaciones económicas de la empresa. Proporciona información financiera clave

para la toma de decisiones, como costos operativos, consumo de combustible y rentabilidad de los servicios, permitiendo evaluar el desempeño económico de la organización.

4.1.7. Principales Stakeholders

La organización mantiene relaciones directas e indirectas con diversos grupos de interés que influyen en su funcionamiento diario y en el cumplimiento de sus objetivos estratégicos. La identificación y adecuada gestión de estos stakeholders resulta fundamental para garantizar la sostenibilidad y eficiencia operativa. A continuación, se describen los principales grupos de interés:

Accionistas o propietarios: Conforman el grupo que aporta el capital necesario para el desarrollo de las actividades empresariales y participa en la toma de decisiones estratégicas. Su interés está centrado en asegurar la rentabilidad, el crecimiento sostenido y la permanencia en el mercado.

Trabajadores y colaboradores: Representan el capital humano responsable de ejecutar las actividades administrativas y operativas. Resulta prioritario garantizarles condiciones laborales seguras, un entorno saludable y oportunidades de capacitación, ya que su desempeño impacta directamente en la calidad del servicio ofrecido.

Clientes: Constituyen el centro de las operaciones de la organización. Demandan servicios de transporte confiables, seguros y puntuales. Su satisfacción es clave para la reputación, permanencia y posicionamiento de la empresa en el mercado.

Proveedores: Proveen bienes y servicios esenciales para la operación. Este grupo incluye proveedores de combustible, repuestos, neumáticos, lubricantes, aceites, refrigerantes, mantenimiento preventivo y soluciones tecnológicas. Establecer relaciones responsables y eficientes con estos actores permite asegurar la continuidad operativa y el cumplimiento de los estándares técnicos y ambientales.

Entidades públicas y organismos reguladores: Corresponden a instituciones como SUNAT, SUNAFIL, SUTRAN y el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), encargadas de supervisar el cumplimiento de la normativa legal, tributaria, laboral y técnica. Mantener una relación institucional sólida y transparente es esencial para garantizar una operación formal y sostenible.

Comunidad local: Está conformada por las personas que habitan en las zonas donde se desarrollan las operaciones. Una gestión responsable frente a este grupo permite prevenir impactos sociales o ambientales, y fomentar una percepción positiva que facilite la aceptación social de la actividad empresarial.

Entidades financieras y aseguradoras: Brindan respaldo económico a través de servicios financieros y de cobertura ante riesgos. Su participación resulta clave para mantener la estabilidad financiera de la organización y reducir su exposición ante posibles eventualidades.

La adecuada gestión de estos grupos de interés permite a la organización construir relaciones sostenibles, fortalecer su reputación y contribuir a un desarrollo organizacional equilibrado.

4.2. Caracterización del Proceso Actual de Gestión de Combustible

4.2.1. Mapeo del proceso de abastecimiento y control de combustible

Actualmente, la empresa realiza el abastecimiento de combustible bajo dos modalidades: mediante grifos externos (principalmente Repsol) y a través del grifo interno instalado en la base operativa de Arequipa. Esta dualidad brinda flexibilidad a las operaciones, ya que permite abastecer unidades en horarios atípicos o cuando los camiones se encuentran fuera de base.

Dependiendo de la planificación y la ruta del servicio, un vehículo puede abastecerse en cualquiera de estas dos modalidades o incluso en ambas durante un mismo viaje. Por ejemplo, un camión puede iniciar su recorrido abasteciéndose en el grifo interno y, posteriormente, completar su carga de combustible en un grifo externo autorizado durante la ruta.

Cuando el abastecimiento se realiza en el grifo interno, el volumen despachado se registra manualmente en un cuaderno físico. Esta función está a cargo del encargado de combustible durante el horario laboral regular. No obstante, considerando que los viajes pueden programarse en horarios irregulares (como madrugadas, fines de semana o feriados), el registro también puede ser realizado por el vigilante de turno como parte de sus funciones de apoyo.

En el caso de los grifos externos, el conductor no realiza ningún pago directo. Utiliza una tarjeta de crédito corporativa proporcionada por Repsol, la cual funciona bajo un sistema de crédito. Todo el consumo registrado a través de esta tarjeta es posteriormente facturado a la empresa, que se encarga del pago correspondiente. El conductor tiene la obligación de conservar el comprobante (boleta o factura) emitido en el grifo y entregarlo para su validación y control interno.

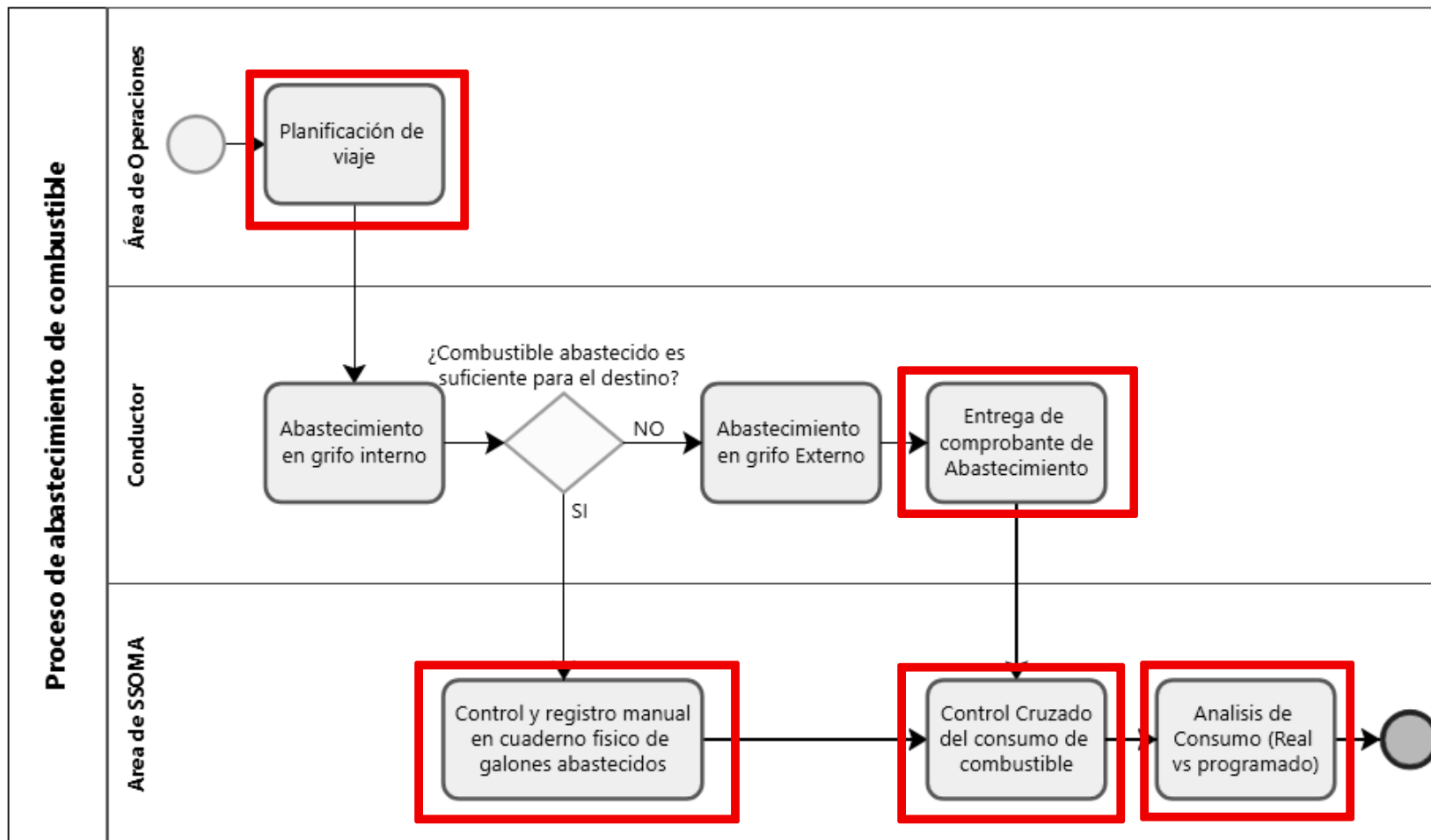
Tanto el consumo registrado en el grifo interno como en los externos se consolidan en una hoja de control gestionada por el área administrativa. Esta consolidación permite analizar el consumo real por unidad vehicular.

A continuación se presenta la Figura 3, la cual muestra el diagrama de flujo de operaciones para la gestión de abastecimiento de combustible en la empresa. Este diagrama ilustra de manera secuencial los pasos desde la planificación del viaje, el abastecimiento en el grifo interno o externo según sea necesario, hasta el control y análisis del consumo real frente al programado.



Figura 3

Diagrama de Flujo de Operaciones



Nota. El diagrama muestra el flujo actual del proceso de abastecimiento y control de combustible, incluyendo actores, actividades y registros manuales que evidencian puntos críticos operativos.

4.2.2. Identificación de puntos críticos y oportunidades de mejora

Del análisis del proceso actual de abastecimiento y control de combustible, se identificaron varios puntos críticos que afectan la eficiencia del sistema y que podrían estar vinculados a pérdidas o sobreconsumo. A continuación, se detallan las principales debilidades por etapa y las oportunidades de mejora correspondientes.

- a. En la etapa de **planificación del viaje y programación del abastecimiento**, no se emplean indicadores que permitan estimar el consumo esperado por ruta o unidad, lo que dificulta la comparación con el consumo real. Asimismo, no existe trazabilidad en la asignación de combustible por viaje ni criterios definidos para determinar si el abastecimiento se realizará en el grifo interno o externo. Esta falta de lineamientos y planificación formal genera inconsistencias en la toma de decisiones.
- b. En la etapa de abastecimiento interno, el registro de combustible se realiza de forma manual en un cuaderno físico, lo que incrementa el riesgo de errores, omisiones y pérdida de información. Esta situación se agrava en horarios atípicos, donde el registro es efectuado por personal de vigilancia que no siempre cuenta con la capacitación adecuada. Asimismo, al no existir un sistema digital que permita registrar los despachos en tiempo real, se dificulta el control preciso del stock disponible en el grifo interno. En este contexto, pueden generarse registros duplicados del mismo abastecimiento debido a la intervención de diferentes responsables, así como actividades sin valor agregado, como la transcripción manual de datos. Como consecuencia, se reduce la eficiencia operativa, aumenta la probabilidad de errores y se retrasa la toma de decisiones para el reabastecimiento, pudiendo ocasionar quiebres de stock y afectaciones en la operación..
- c. En la etapa de **abastecimiento externo**, el conductor utiliza una tarjeta corporativa para la adquisición de combustible, lo que reduce el uso de efectivo y mejora el control de los gastos. Sin embargo, la entrega de boletas o facturas queda bajo su responsabilidad, lo que puede generar pérdidas, retrasos o inconsistencias en el registro de la información.
- d. En la etapa de **control cruzado del consumo**, no se cuenta con un sistema que integre automáticamente los datos provenientes del grifo interno y de los comprobantes de abastecimiento externo, lo que vuelve el proceso lento y propenso a errores. Asimismo, la información es gestionada en hojas de cálculo sin mecanismos de validación ni alertas,

y no se aplican indicadores clave de desempeño (KPIs), como el consumo por kilómetro, por ruta o por conductor, lo que limita el control y análisis del rendimiento.

- e. En la etapa de **análisis de consumo**, no se generan informes estructurados ni se realiza un análisis sistemático de las desviaciones, lo que dificulta la identificación de las causas del sobreconsumo y limita la implementación de acciones correctivas.

Asimismo, los puntos críticos identificados permiten explicar posibles causas de sobreconsumo o pérdidas de combustible. La ausencia de indicadores y trazabilidad dificulta detectar excesos de consumo por unidad o ruta. Los registros manuales y la falta de control digital aumentan el riesgo de errores, omisiones o uso no autorizado del combustible. Además, la entrega tardía de comprobantes impide validar a tiempo el consumo real, lo que puede permitir desviaciones no justificadas. Estas condiciones, sumadas a la falta de alertas o análisis en tiempo real, limitan la capacidad de la empresa para reaccionar de manera preventiva y eficiente ante posibles irregularidades.

Entre las principales oportunidades de mejora se encuentran un sistema digital para registrar y controlar los abastecimientos, establecer KPIs que midan el rendimiento por unidad o ruta, capacitar al personal de vigilancia para estandarizar los registros fuera de horario, y unificar la base de datos entre logística y administración. También se recomienda automatizar los reportes e incorporar herramientas visuales como dashboards para facilitar el seguimiento y la toma de decisiones.

La siguiente tabla resume los principales puntos críticos detectados en cada etapa del proceso actual de abastecimiento y control de combustible en una empresa de transporte.

Tabla 5
Puntos críticos del proceso de gestión de combustible y oportunidades de mejora

Etapas del proceso	Puntos críticos identificados	Oportunidades de mejora
Planificación del viaje	- No se usan indicadores para estimar consumo esperado.	- Implementar estimación de consumo por ruta/unidad.
	- Sin trazabilidad sobre la cantidad de combustible por viaje.	- Crear un sistema de planificación con trazabilidad.
	- Sin criterio definido para uso de grifo interno o externo. - No existe una planificación formal del consumo.	Definir criterios para asignación de grifos. - Documentar planificación del consumo.

Abastecimiento interno	- Registro manual en cuaderno físico. - Vigilantes no capacitados registran en horarios atípicos. - Sin sistema digital de stock.	- Digitalizar registros en tiempo real. - Capacitar al personal de vigilancia. - Automatizar control de stock.
Abastecimiento externo	- Registros repetidos. - Revisiones tardías.	- Unificar base de datos. - Digitalizar y automatizar procesos.
Control del consumo	- Entrega de comprobantes depende del conductor. - Posibles pérdidas o demoras.	- Establecer protocolos de entrega inmediata de comprobantes.
Control cruzado	- No hay cruce automático de datos entre grifos. - Consolidación lenta y propensa a errores.	- Automatizar cruce de datos entre fuentes.
Análisis de consumo	- Uso de Excel sin validaciones. - Falta de KPIs clave como consumo por km o por conductor.	- Implementar sistema con validaciones y alertas. - Establecer KPIs operativos.
	- No hay informes estructurados. - No se analizan desviaciones.	- Automatizar reportes. - Incorporar dashboards para facilitar decisiones.

Nota. Elaboración propia basada en el diagnóstico descrito.

4.3.Evaluación del Consumo de Combustible

4.3.1.Análisis de registros históricos de consumo

Con el objetivo de evaluar el comportamiento del consumo de combustible y conocer los patrones operativos asociados, se llevó a cabo un análisis exhaustivo de los registros históricos de abastecimiento correspondientes al periodo comprendido entre julio de 2024 y junio de 2025. Para ello, se utilizó como fuente principal el archivo consolidado de consumo, el cual contiene información detallada por fecha, conductor, vehículo (placa), ciudad de abastecimiento, estación de servicio, volumen suministrado (galones), kilometraje registrado y tipo de combustible.

Trabajando los datos de forma general, se optó por organizar la información en cuatro trimestres con la finalidad de facilitar el análisis agregado, identificar posibles variaciones estacionales y comparar el desempeño entre periodos. Esta estructura permitió visualizar la evolución del consumo de combustible y el kilometraje recorrido a lo largo del año, aportando

una visión más clara sobre el comportamiento operativo de la flota. De esta manera, se puede observar el total de galones consumidos y kilómetros recorridos por trimestre a lo largo del periodo analizado, lo que permite identificar patrones de comportamiento, detectar posibles desviaciones y establecer puntos de referencia para la mejora continua.

En este contexto, se elaboró una tabla resumen y una representación gráfica que consolidan estos valores trimestrales, facilitando su interpretación y análisis.

Tabla 6
Kilómetros recorridos por trimestre

Trimestre	Galones Totales	Kilómetros Totales	Rendimiento trimestral (Kilometro por galón)
2024Q3	95.552,23	721.224,37	7,55
2024Q4	103.965,80	791.322,48	7,61
2025Q1	100.113,81	761.728,33	7,61
2025Q2	98.427,91	749.398,23	7,61
	398059,748	3.023.673,42	

Nota. La tabla muestra la distancia total recorrida por la flota en cada trimestre, permitiendo analizar la variación en la utilización de las unidades a lo largo del periodo evaluado.

Figura 4
Kilómetros recorridos por trimestre



Nota. La figura representa la variación trimestral en la distancia recorrida por la flota, facilitando la comparación gráfica de la utilización de las unidades en el periodo analizado.

Al observar los resultados trimestrales, se puede apreciar que el consumo de galones y los kilómetros recorridos se mantienen relativamente constantes a lo largo del año analizado. Esta

uniformidad sugiere que, en términos operativos, la cantidad de viajes realizados por trimestre se mantiene estable, sin variaciones significativas.

La única excepción notable se presenta en el tercer trimestre del año 2024, donde se evidencia un ligero incremento tanto en el consumo de combustible como en la distancia recorrida. Este comportamiento podría deberse a un aumento puntual en la demanda de servicios o a una mayor frecuencia de viajes en ese periodo. En general, estos resultados reflejan una distribución equilibrada de las operaciones durante el año, sin presencia de picos de consumo que indiquen desbalances operativos.

Este análisis incluye cuatro trimestres completos de operación, lo cual proporciona una base suficiente que permitió obtener una visión clara del uso de combustible por unidad y por viaje, facilitando la identificación de tendencias de consumo, patrones operativos, así como oportunidades concretas de mejora en la gestión y eficiencia energética de la flota.



- **Por vehículo (placa):**

Los registros fueron agrupados por unidad de transporte (placa), lo que permitió calcular el volumen total de combustible consumido, el kilometraje acumulado y el rendimiento promedio (kilómetro por galón) de cada vehículo.

Tabla 7

Eficiencia de combustible por unidad en la flota de transporte

Modelo	Placa	Antigüedad	Volumen Total de combustible Consumido	Kilometraje acumulado	Rendimiento promedio (Kilometro por galón)
Volvo FH440	V2S-721	2012	13014,34	95302,11	7,32
	V2S-720	2012	8570,33	63220,80	7,38
	V4L-925	2012	12292,30	90540,40	7,37
Volvo FH480	AMX-899	2016	11500,85	87503,79	7,61
	AMY-752	2016	12527,99	99153,00	7,91
	V9F-768	2017	12470,12	95499,32	7,66
	V9G-786	2017	12020,85	92641,19	7,71
FH500	BDQ-745	2020	12310,47	94066,54	7,64
	V0Y-794	2020	13057,43	103151,91	7,90
	V0Z-705	2020	13123,82	104207,27	7,94
SITRAK	VDG-765	2024	11700,53	95922,78	8,20
	VDG801	2024	14101,04	113859,07	8,07
	VDG-806	2024	13825,22	111390,00	8,06
	VDG-777	2024	10434,79	81669,46	7,83
FH16	V5F-938	2007	4847,62	29417,90	6,07
Volvo FH480	V8P-736	2016	11625,55	84687,41	7,28
	V9J-846	2016	13766,47	99439,20	7,22
Volvo FH500	V0Y-799	2020	12808,80	94957,58	7,41
	V0Z-792	2020	13042,63	97638,70	7,49

Fotón	BXC-937	2024	13028,07	95978,50	7,37
	VBT-750	2022	12771,39	98973,14	7,75
	VBT-701	2022	10099,03	70203,00	6,95
International LT	BKY-868	2022	9132,90	73791,00	8,08
	BKY-890	2022	6760,35	52927,24	7,83
	BKY-927	2022	12892,85	97782,00	7,58
	BKY-940	2022	12824,74	103895,00	8,10
	BKZ-800	2022	13031,13	103186,00	7,92
Internacional Prostar	BKZ-761	2022	12027,75	91487,81	7,61
	V5U-798	2014	11250,25	78589,19	6,99
	V5V-932	2014	11544,19	79711,00	6,90
	V7L-762	2015	13156,79	98699,16	7,50
	V7L-770	2015	12175,06	88073,87	7,23
SITRAK	V7L-786	2015	12121,41	90251,79	7,45
	VDF-884	2024	8202,70	65856,29	8,03

Nota. La información presentada en esta tabla proviene del registro consolidado de abastecimientos realizados entre julio de 2024 y junio de 2025. Los valores de consumo en galones y kilometraje acumulado fueron obtenidos directamente de los registros operativos de cada unidad. El rendimiento (km/gal) fue calculado dividiendo la distancia total recorrida entre el volumen total de combustible consumido por cada vehículo.

Esta revisión detallada facilitó la identificación de unidades que presentaban un consumo elevado en comparación con otras, así como de aquellas que destacaban por un mejor desempeño energético.

Las diferencias encontradas pueden explicarse por diversos factores, como el modelo del vehículo, su antigüedad, el estado de mantenimiento, el tipo de carga transportada, las condiciones del terreno recorrido o la cantidad de paradas realizadas durante el trayecto. Por ejemplo, los vehículos más antiguos o con mayor tonelaje tienden a tener un mayor consumo específico de combustible, sobre todo en rutas con pendientes prolongadas o condiciones geográficas exigentes, como las que caracterizan el trayecto Arequipa–Lima.

A continuación, se realiza el análisis de correlación entre las variables antigüedad del vehículo, volumen total de combustible consumido, kilometraje acumulado y rendimiento promedio, con la finalidad de identificar el grado de relación existente entre ellas. Dicho análisis se llevó a cabo mediante la herramienta Análisis de datos del software Microsoft Excel, utilizando el coeficiente de correlación de Pearson. Los resultados obtenidos se presentan en la matriz de correlación, permitiendo evaluar la relevancia de cada relación y su implicancia en la gestión del consumo de combustible de la flota vehicular.

Tabla 8

Matriz de correlación entre antigüedad del vehículo, consumo de combustible, kilometraje acumulado y rendimiento promedio

	Antigüedad	Volumen Total de combustible Consumido	Kilometraje acumulado	Rendimiento promedio (Kilometro por galón)
Antigüedad	1			
Volumen Total de combustible Consumido	0.24309536	1		
Kilometraje acumulado	0.38722088	0.96997844	1	
Rendimiento promedio (Kilometro por galón)	0.71843092	0.35782011	0.5598998	1

Nota. Elaboración propia a partir del procesamiento de datos en Microsoft Excel, 2026.

Los resultados confirman situaciones esperadas en la gestión diaria de la flota vehicular. En primer lugar, la correlación positiva muy alta entre el kilometraje acumulado y el volumen total de combustible consumido ($r = 0.970$) indica claramente que el consumo de combustible aumenta directamente en función de los kilómetros recorridos; es decir, cuanto más se utiliza un vehículo, mayor será el combustible que consume, independientemente de otros factores.

Asimismo, los datos muestran que a mayor antigüedad del vehículo, mayor es su kilometraje acumulado ($r = 0.387$), lo cual es lógico, ya que los vehículos más antiguos han estado más tiempo en operación y, por lo tanto, han recorrido mayores distancias. Esta mayor utilización explica, en parte, el incremento progresivo del consumo de combustible observado en estos vehículos.

En cuanto al consumo total de combustible, la relación positiva baja con la antigüedad del vehículo ($r = 0.243$) sugiere que los vehículos más antiguos tienden a consumir ligeramente más combustible, aunque este efecto no es determinante por sí solo y se ve principalmente influenciado por el nivel de uso del vehículo.

Por otro lado, se observa que el rendimiento promedio del vehículo se ve afectado tanto por la antigüedad como por el kilometraje acumulado. La correlación positiva alta entre antigüedad y rendimiento promedio ($r = 0.718$), junto con la correlación positiva moderada entre kilometraje acumulado y rendimiento promedio ($r = 0.560$), evidencia que el paso del tiempo y el uso continuo del vehículo influyen en su eficiencia operativa, reflejando variaciones en el desempeño del consumo de combustible.

En términos prácticos, estos resultados indican que la gestión del consumo de combustible debe centrarse principalmente en el control del uso del vehículo (kilometraje recorrido) y, de manera complementaria, en la evaluación de la antigüedad y estado de la flota, lo cual resulta clave para definir planes de mantenimiento, rotación de vehículos y decisiones de renovación de la flota.

Asimismo, se identificó que algunas unidades realizan con mayor frecuencia reabastecimientos durante una misma ruta, lo cual podría estar relacionado con una planificación inadecuada del volumen inicial cargado o posibles pérdidas.

Esta información no solo permite monitorear el comportamiento individual de cada vehículo, sino que también constituye una base sólida para establecer estrategias diferenciadas de mantenimiento preventivo, asignación de rutas y renovación de flota según el rendimiento observado.

- **Por conductor:**

Se evaluó el consumo de combustible acumulado por cada operador, lo cual permitió observar patrones individuales de conducción y su posible relación con el nivel de eficiencia en el uso del combustible. Además, se analizó la frecuencia de abastecimientos por conductor y su correspondencia con el número de viajes realizados, así como el rendimiento promedio alcanzado por cada uno.

La Tabla 9 presenta a continuación la eficiencia de combustible de cada conductor dentro de la flota de transporte., permitiendo identificar patrones de conducción más eficientes y áreas de mejora.

Tabla 9*Eficiencia de combustible por conductor en la flota de transporte*

Conductor	Abastecimientos	Viajes Totales	Galones Totales	Km Totales	Rendimiento promedio (km/gal)
ACUÑA	51	50	13791,49	103042,01	7,47
BALDERA	53	51	14101,04	113859,07	8,07
BALLON	56	28	7242,20	58818,00	8,12
BUTRON	97	47	12771,39	98973,14	7,75
CACERES	87	43	11885,93	92426,66	7,78
CANO	14	7	1902,43	14745,00	7,75
CAPA	46	40	10889,39	77511,28	7,12
CENTTY	62	48	12527,99	99153,00	7,91
CHAMBI	9	7	1920,47	14070,54	7,33
CHILQUE	91	45	12615,85	95661,00	7,58
CJUMO	50	45	12324,29	100530,07	8,16
COAQUIRA	25	22	6124,78	45268,00	7,39
CONDO	13	12	3159,48	23724,00	7,51
CONTRERAS	37	29	8051,33	56774,40	7,05
CORDOVA	95	47	13028,07	95978,50	7,37
CORNEJO	63	29	8314,91	59735,33	7,18
FUENTES	52	50	13228,43	103496,73	7,82
GIRON	47	47	12950,13	104685,00	8,08
GUILLEN	44	41	11309,89	88374,46	7,81
HUISA	29	26	7343,36	53200,00	7,24
J. FLORES	70	43	11582,39	90106,03	7,78
LINARES	67	33	9604,22	66640,20	6,94
LOPEZ	19	16	4521,98	32345,79	7,15
L.FLORES	38	37	10713,61	73763,00	6,88
L.TACO	99	48	12824,74	103895,00	8,10
MALAGA	98	46	12210,26	96885,00	7,93
MAMANI	37	34	9416,03	68523,40	7,28
MOLLOCO	90	41	11520,99	86902,00	7,54
MONTESINOS	95	47	13042,63	97638,70	7,49
MORA	95	47	13067,53	97246,58	7,44
RAMIREZ	52	51	13341,83	105181,91	7,88
R. TACO	86	42	11806,49	89494,81	7,58
ROJAS	52	51	13123,82	104207,27	7,94
SALAS	23	13	3536,25	24180,20	6,84
SEGOVIA	99	49	13766,47	99439,20	7,22
UNTAMA	39	38	10315,54	78885,02	7,65
VERGARA	44	42	11500,85	87503,79	7,61
ZAVALA	79	38	11144,89	80560,81	7,23
ZUÑIGA	27	20	5536,40	40248,52	7,27

Nota. La tabla presenta el rendimiento de combustible individual por conductor, permitiendo identificar variaciones de desempeño y oportunidades de mejora en la gestión operativa.

Si bien algunos conductores operan vehículos del mismo modelo, se observaron diferencias significativas en el rendimiento energético alcanzado, lo cual sugiere que el comportamiento

del conductor tiene un impacto directo sobre el consumo de combustible. Entre los factores que explican esta variabilidad se encuentran el estilo de conducción (como frenadas abruptas, aceleraciones bruscas o conducción a revoluciones inadecuadas), el tiempo de ralentí (motor encendido mientras el vehículo está detenido), y el cumplimiento de los protocolos de conducción eficiente.

Adicionalmente, se consideró que algunos conductores podrían enfrentar condiciones operativas distintas, como mayor tráfico, paradas frecuentes o entregas en zonas más complejas, lo que también puede repercutir en el consumo. Sin embargo, el análisis permitió confirmar que incluso en contextos similares, las diferencias entre conductores persisten, lo cual refuerza la importancia de capacitar constantemente al personal en prácticas de eco-driving, así como monitorear su desempeño con herramientas de telemetría o indicadores individualizados de eficiencia.

- **Por ruta:**

La ruta principal operada por la empresa corresponde al trayecto Arequipa – Lima – Arequipa, con una distancia aproximada de 2,000 km por viaje completo. Este recorrido atraviesa diversos escenarios geográficos y climáticos que condicionan directamente el rendimiento de combustible.

En su primera etapa, el trayecto incluye el ascenso desde Arequipa hacia la zona altoandina, donde se superan los 4,500 m.s.n.m. en sectores como Imata y Pampa Galeras. Estas condiciones de altitud elevada generan menor densidad de oxígeno, lo cual exige un mayor esfuerzo del motor y, por tanto, un incremento en el consumo de combustible. Asimismo, las temperaturas bajas y el clima variable en esta zona aumentan la probabilidad de fallas mecánicas y reducen la eficiencia de combustión.

Posteriormente, la ruta desciende hacia la costa, atravesando la Panamericana Sur. En este tramo predominan rectas largas, pendientes moderadas y altas temperaturas, factores que favorecen una conducción más estable, pero que también demandan una adecuada calibración de neumáticos y una planificación precisa de las paradas de abastecimiento. Además, las condiciones del tráfico en áreas urbanas como Ica o Lima generan períodos de ralentí prolongado, lo que repercute en el gasto energético.

El análisis de los registros operativos evidenció que los vehículos realizan abastecimientos tanto en la ciudad de origen como en estaciones intermedias a lo largo del trayecto. En algunos casos, el volumen cargado inicialmente no resultó suficiente para cubrir toda la distancia, lo que obligó a reabastecer en ruta. Este hallazgo confirma la necesidad de mejorar la planificación de la carga de combustible previa al viaje, considerando no solo la distancia, sino también las características geográficas y ambientales del recorrido.

En este sentido, resulta conveniente implementar un modelo de estimación de consumo que integre variables como:

- el modelo del vehículo y su capacidad de tanque,
- el tipo de carga transportada y su peso,
- las pendientes y altitudes críticas del trayecto,
- las condiciones viales y climáticas típicas de la región sur del Perú.

De esta forma, se podrá anticipar con mayor precisión el número y lugar de los abastecimientos requeridos, optimizando los costos de operación y reduciendo las pérdidas asociadas al sobreconsumo en zonas críticas. A continuación se muestra Eficiencia de combustible por ruta en la tabla 10 .

Tabla 10
Eficiencia de combustible por ruta en la flota de transporte

Ruta	Promedio de Km por Ruta	Promedio de Galones por Ruta	Rendimiento promedio (km/gal)
AQP - LIMA - AQP	2083,85	274,3347677	7,60

Nota. La tabla muestra el rendimiento de combustible según la ruta operativa, facilitando la comparación con el consumo estandar de combustible.

4.3.2. Indicadores de eficiencia energética actuales

Con el objetivo de evaluar el desempeño energético de la flota vehicular y establecer parámetros que permitan identificar oportunidades de mejora, se procedió al cálculo de indicadores clave relacionados con el uso de combustible. Estos indicadores permiten analizar el comportamiento del consumo por unidad y conductor, así como el nivel de eficiencia general de la operación.

Dado que la información operativa de la empresa se gestiona en galones y no se dispone de datos precisos sobre el tonelaje transportado, el análisis se centró en métricas por distancia recorrida y consumo de combustible.

- **Rendimiento (km/galón)**

Este indicador permite conocer cuántos kilómetros recorre cada vehículo por cada galón de combustible abastecido. Se calculó dividiendo el kilometraje registrado por unidad entre la cantidad total de galones consumidos.

El análisis evidenció que, en promedio, la flota presenta un rendimiento aproximado de 7.8 km/galón, aunque con variaciones entre unidades del mismo modelo o año de fabricación. Estas diferencias pueden deberse al estado mecánico del vehículo, la antigüedad, el tipo de carga transportada, la complejidad de la ruta y, especialmente, el estilo de conducción del operador.

Se observó que unidades recientes, como las del modelo Volvo FH500, registraron rendimientos superiores a 10 km/galón, mientras que vehículos más antiguos o con mantenimiento menos frecuente mostraron desempeños inferiores a 7 km/galón. Esta información permite establecer referencias para una mejor gestión técnica de la flota.

Para complementar el análisis, se investigó el consumo estándar de combustible de cada uno de los modelos que conforman la flota. Esta información se obtuvo a partir de fichas técnicas de los fabricantes y pruebas de campo, y permite establecer un marco de comparación entre el rendimiento teórico y el real.

Tabla 11
Consumo estándar de combustible por modelo de camión

Tipo de Vehículo	Modelo	Motor / Potencia	L/100 km	Gal/100 km	Km/gal
Camión Carreta	Volvo FH440 (FH 6x4 R)	13 L / 440 HP	25–35	6.6–9.3	11–15.2
Camión Carreta	Volvo FH480 (FH 6x4 R)	13 L / 480 HP	25–35	6.6–9.3	11–15.2
Camión Carreta	Volvo FH500 (FH 6x4 R)	13 L / 500 HP – I-Save	23–30	6.1–7.9	12.6–16.4
Camión Carreta	Volvo FH16	16 L / hasta 750 HP	30–40	7.9–10.6	9.4–12.6
Camión Carreta	SITRAK Izz7cIxc7r537256	≈430 HP (motor MAN)	35–40	9.2–10.6	9.4–10.9

Semitrailer	Volvo FH480 (FH 6x4 T)	13 L / 480 HP	25– 35	6.6–9.3	11–15.2
Semitrailer	Volvo FH500 (FH 6x4 T)	13 L / 500 HP – I- Save	23– 30	6.1–7.9	12.6–16.4
Semitrailer	Fotón (FH 6x4 T)	≈400–430 HP (estimado)	30– 40	7.9–10.6	9.4–12.6
Semitrailer	International LT625 6x4	12.4 L Cummins A26 / 400+ HP	30– 33	7.9–8.7	11.5–12.6
Semitrailer	International ProStar	MaxxForce / 400– 450 HP	30– 35	7.9–9.3	10.8–12.6
Semitrailer	International LoneStar	Cummins ISX15 / hasta 500 HP	30– 38	7.9–10.0	10.0–12.6
Semitrailer	SITRAK ZZ1256V564ME1 (2025)	402.6 HP / Euro V / 6x4	39.3– 42.3	10.4–11.2	8.9–9.6
Semitrailer	SITRAK C7H 540 HP	13 L / 540 HP / Euro V	30.3– 43.0	8.0–11.4	8.8–12.5

Nota. Los consumos técnicos corresponden a condiciones controladas y pueden diferir de los resultados reales. La conversión a galones se realizó considerando 1 galón = 3.785 litros

Cabe señalar que los consumos presentados en la tabla anterior corresponden a valores estándar obtenidos de fichas técnicas del fabricante y pruebas de campo controladas. Sin embargo, al analizar el rendimiento real registrado por la flota de la empresa, se observó un promedio de 7.8 km/galón, con variaciones entre unidades del mismo modelo. Este rendimiento operativo se encuentra por debajo de los márgenes esperados, aunque suele ser menor al rendimiento técnico debido a factores como el estado del vehículo, el tipo de carga, las condiciones de la ruta y el estilo de conducción. Este contraste entre valores teóricos y reales permite establecer referencias más realistas para la gestión técnica y económica del combustible.

Con el objetivo de cuantificar el impacto económico generado por el consumo excesivo de combustible en la flota de transporte, se realizó un análisis comparativo entre el consumo real de cada unidad y un escenario ideal definido por un rendimiento crítico de referencia (km/galón). Este escenario ideal se establece en función del rendimiento promedio estándar.

A continuación, se presenta una tabla que resume la diferencia de consumo (en galones) y su correspondiente impacto económico (en soles) por cada unidad durante el período analizado. La última fila representa la pérdida económica total atribuida a ineficiencias operativas y técnicas relacionadas con el uso de combustible.

Tabla 12

Comparativo entre consumo real y consumo ideal según rendimiento crítico (Período: Julio 2024 - junio 2025)

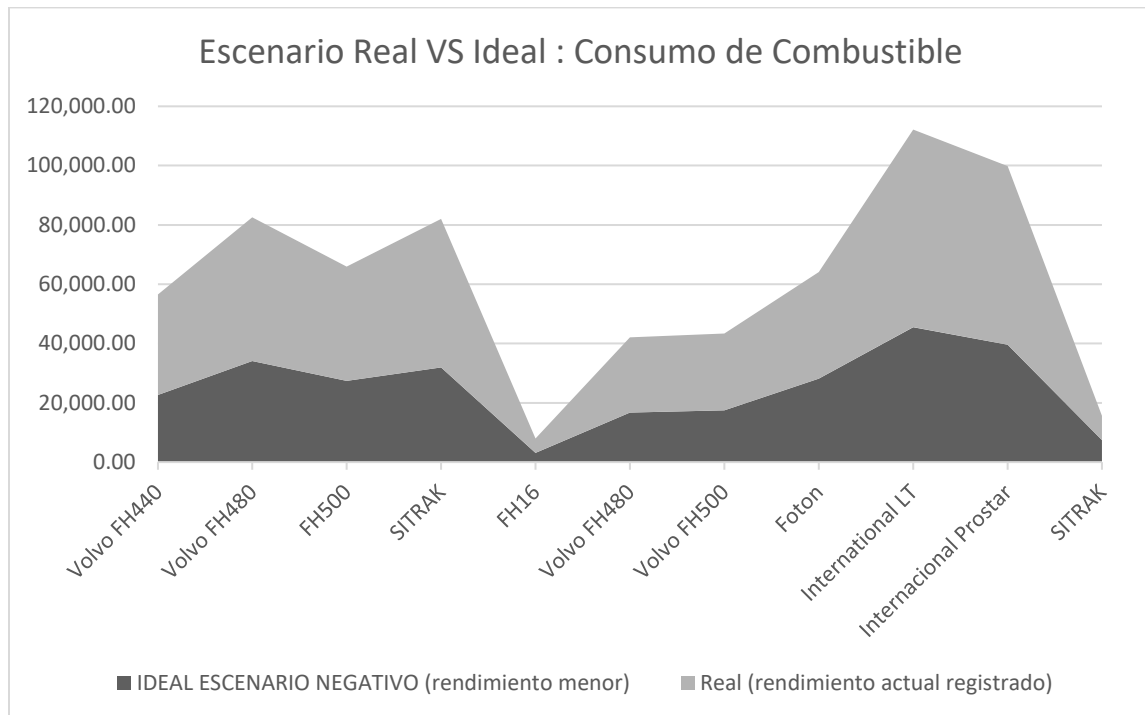
	IDEAL ESCENARIO (rendimiento mayor)	IDEAL ESCENARIO NEGATIVO (rendimiento menor)	Real (rendimiento actual registrado)	Diferencia	Costo económico	
Volvo FH440	16,385.74	22,642.12	33,876.97	11,234.85	S/	159,759.58
Volvo FH480	24,657.72	34,072.48	48,519.80	14,447.32	S/	205,440.91
FH500	18,379.62	27,402.34	38,491.72	11,089.38	S/	157,690.96
SITRAK	26,502.72	31,971.53	50,061.59	18,090.06	S/	257,240.66
FH16	2,334.75	3,129.56	4,847.62	1,718.06	S/	24,430.82
Volvo FH480	12,113.59	16,738.78	25,392.02	8,653.24	S/	123,049.03
Volvo FH500	12,670.81	17,508.75	25,851.43	8,342.67	S/	118,632.80
Fotón	21,044.02	28,207.94	35,898.49	7,690.55	S/	109,359.58
International LT	41,513.42	45,484.27	66,669.71	21,185.45	S/	301,257.05
Internacional Prestar	28,639.80	39,575.00	60,247.70	20,672.70	S/	293,965.82
SITRAK	6,860.03	7,399.58	8,202.70	803.11	S/	11,420.25
					S/	1,762,247.45

Nota. La tabla compara el consumo real de combustible con el consumo ideal proyectado, permitiendo cuantificar las desviaciones y pérdidas por ineficiencia durante el primer semestre de 2025.

Como se observa en la tabla, existe una brecha significativa entre el consumo real y el consumo ideal en la mayoría de las unidades. Esta diferencia representa no solo un mayor gasto operativo, sino también una pérdida de eficiencia general en la gestión del combustible.

La pérdida económica total registrada en el periodo analizado asciende a S/. 1.762.247,45, monto que podría haberse evitado mediante la correcta aplicación de estrategias de eco-driving, mantenimiento preventivo, monitoreo en tiempo real y mayor control sobre el abastecimiento de combustible.

Figura 5
Escenario Real VS Ideal: Consumo de Combustible



Nota. La figura compara el consumo de combustible ideal estimado con el consumo real registrado por modelo de vehículo, evidenciando sobreconsumos significativos en diversas unidades de la flota.

Este resultado evidencia la necesidad urgente de optimizar la gestión de flotas mediante el uso eficiente de tecnologías de telemetría, programas continuos de capacitación para conductores y la implementación de normativas internas que establezcan estándares mínimos de rendimiento por unidad. Asimismo, se demuestra cómo el consumo de combustible no solo tiene un impacto ambiental relevante, sino también un efecto directo en la rentabilidad operativa de la empresa, generando pérdidas económicas considerables que podrían ser mitigadas con una adecuada gestión técnica y administrativa.

4.4.Comportamiento del Conductor y Factores Humanos

Con el objetivo de conocer la percepción del personal respecto a las prácticas actuales de conducción, el nivel de conocimiento sobre técnicas de conducción eficiente (Eco-Driving) y su disposición a adoptar mejoras, se diseñó y aplicó un cuestionario estructurado. El instrumento estuvo conformado por 14 enunciados organizados en cuatro bloques temáticos:

- Bloque A: Conocimiento sobre conducción eficiente.

- Bloque B: Prácticas actuales de conducción.
- Bloque C: Percepción sobre eficiencia y cultura de ahorro.
- Bloque D: Actitud hacia el cambio y disposición al entrenamiento.

Cada enunciado fue evaluado mediante una escala Likert de cinco puntos:

1 = Totalmente en desacuerdo

2 = En desacuerdo

3 = Ni de acuerdo ni en desacuerdo

4 = De acuerdo

5 = Totalmente de acuerdo

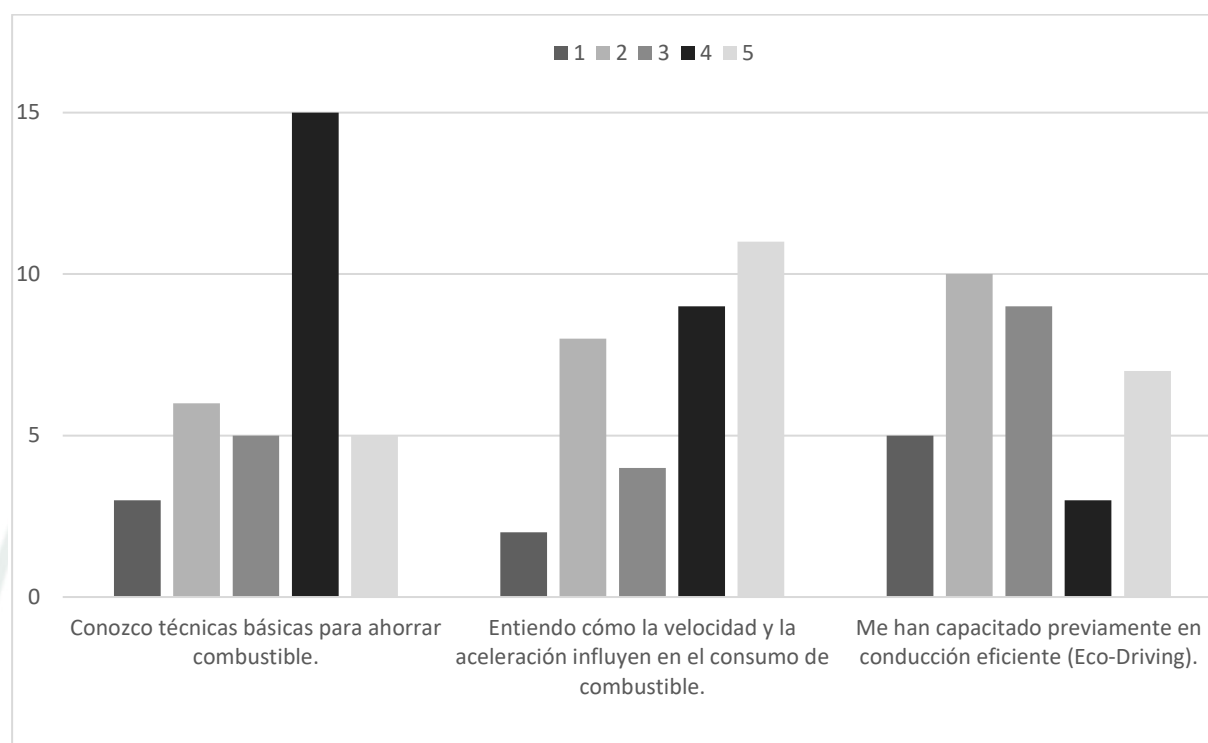
El cuestionario (ver Anexo 1) fue elaborado en Google Forms y aplicado de forma virtual a la totalidad de conductores de la empresa, constituyendo así el 100 % de la población y muestra del estudio ($n = 34$). Cabe resaltar que, según lo declarado por los participantes, no se les ha brindado previamente capacitación formal sobre conducción eficiente, lo que refuerza la relevancia del presente diagnóstico.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos, organizados por dimensión de análisis:

A. Conocimiento sobre conducción eficiente

Figura 6

Conocimiento sobre conducción eficiente



Nota. La figura muestra el nivel de conocimiento del personal sobre prácticas de conducción eficiente, permitiendo identificar el grado de preparación y las brechas formativas existentes.

Los resultados muestran que un porcentaje significativo de conductores declara conocer técnicas básicas para ahorrar combustible, aunque no todos dominan estos conceptos en su totalidad. La afirmación "Conozco técnicas básicas para ahorrar combustible" obtuvo un 58.8 % de respuestas en los niveles 4 y 5, lo que refleja una base de conocimiento aceptable, pero con espacio para reforzar.

En la afirmación "Entiendo cómo la velocidad y la aceleración influyen en el consumo", el 58.9 % de los encuestados se ubicó en las categorías 4 y 5, evidenciando comprensión general del impacto de estos factores.

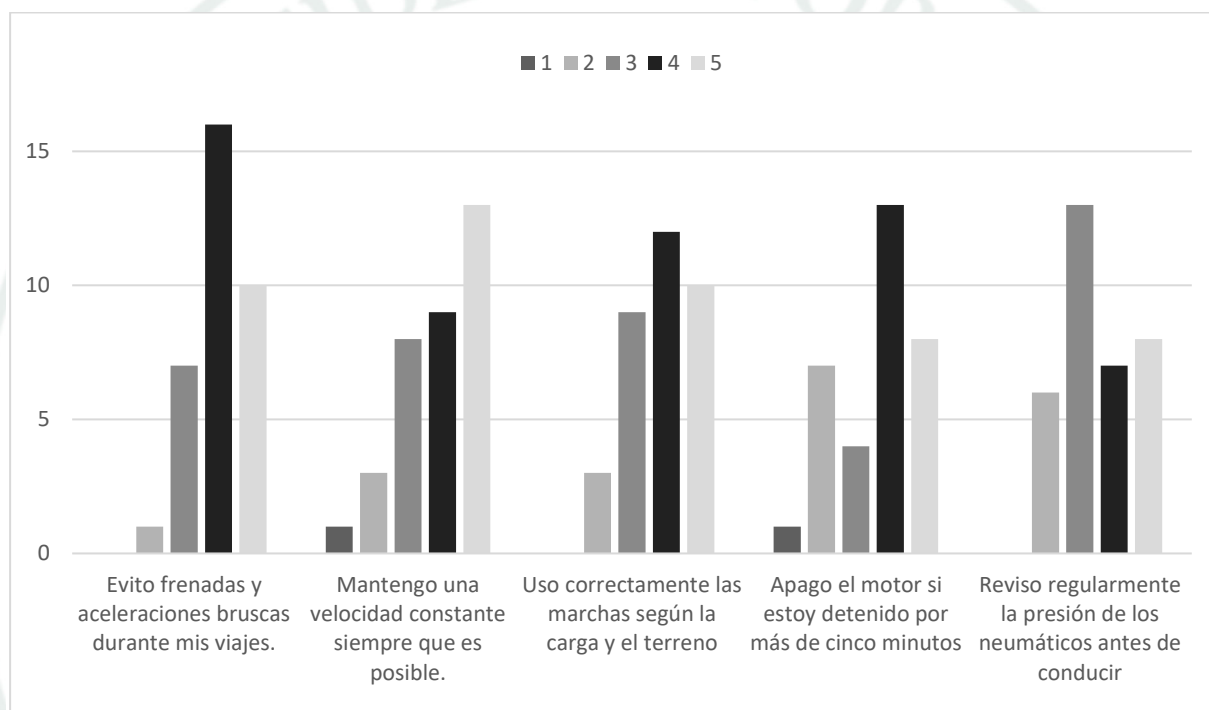
Por otro lado, la afirmación "Me han capacitado previamente en conducción eficiente (Eco-Driving)" presenta un hallazgo relevante: un 44.1 % se ubicó en desacuerdo (niveles 1 y 2), lo que confirma que casi la mitad del personal no ha recibido formación formal en esta materia.

Conclusión del bloque: Si bien la mayoría tiene nociones generales sobre conducción eficiente, existe una brecha de formación práctica que limita la aplicación sistemática de estas técnicas. Esto justifica la inclusión de un programa de capacitación especializado dentro de la propuesta de mejora.

B. Prácticas actuales de conducción

Figura 7

Prácticas actuales de conducción



Nota. La figura presenta las prácticas de conducción aplicadas actualmente por los conductores de la flota, evidenciando comportamientos que impactan en la eficiencia del consumo de combustible.

En general, los resultados indican la presencia de buenas prácticas, aunque con áreas por fortalecer. Por ejemplo, en la afirmación "Evito frenadas y aceleraciones bruscas", el 76.5 % de los encuestados se ubica en niveles 4 y 5, lo que indica hábitos positivos para la eficiencia.

Asimismo, "Mantengo una velocidad constante siempre que es posible" muestra un 64.7 % en niveles 4 y 5, mientras que "Uso correctamente las marchas según la carga y el terreno" alcanza un 64.7 %, reflejando una tendencia favorable en el manejo técnico del vehículo.

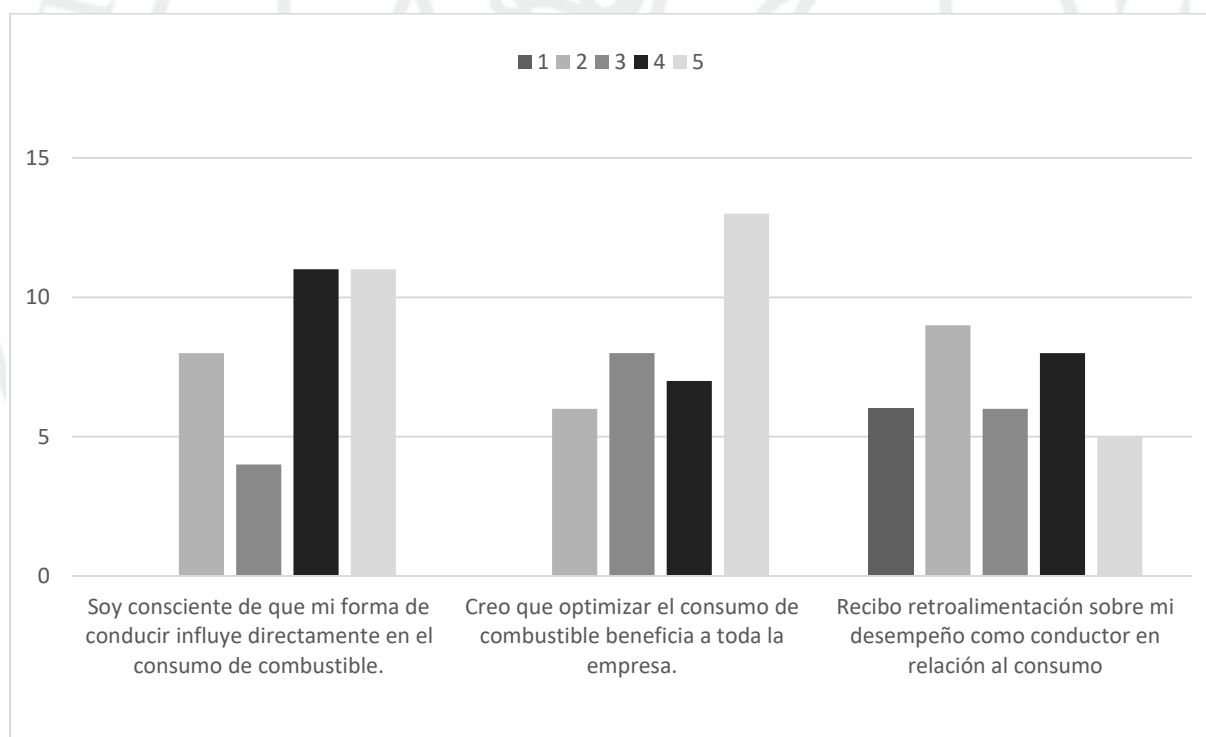
En cuanto a "Apago el motor si estoy detenido por más de cinco minutos", el 61.8 % responde afirmativamente (niveles 4 y 5), lo que representa un comportamiento favorable, aunque con margen de mejora.

Sin embargo, la práctica de "Revisar regularmente la presión de los neumáticos" presenta un desempeño más bajo, con solo 44.1 % en niveles altos, lo que podría estar afectando tanto la eficiencia del consumo como la seguridad.

Conclusión del bloque: Si bien predominan hábitos de conducción compatibles con el ahorro de combustible, se identifican aspectos técnicos específicos (como el control de la presión de neumáticos) que requieren reforzamiento.

C. Percepción sobre eficiencia y cultura de ahorro

Figura 8
Percepción sobre eficiencia y cultura de ahorro



Nota. La figura presenta la percepción del personal respecto a la eficiencia operativa y la cultura de ahorro de combustible, identificando fortalezas y brechas en actitudes y prácticas organizacionales.

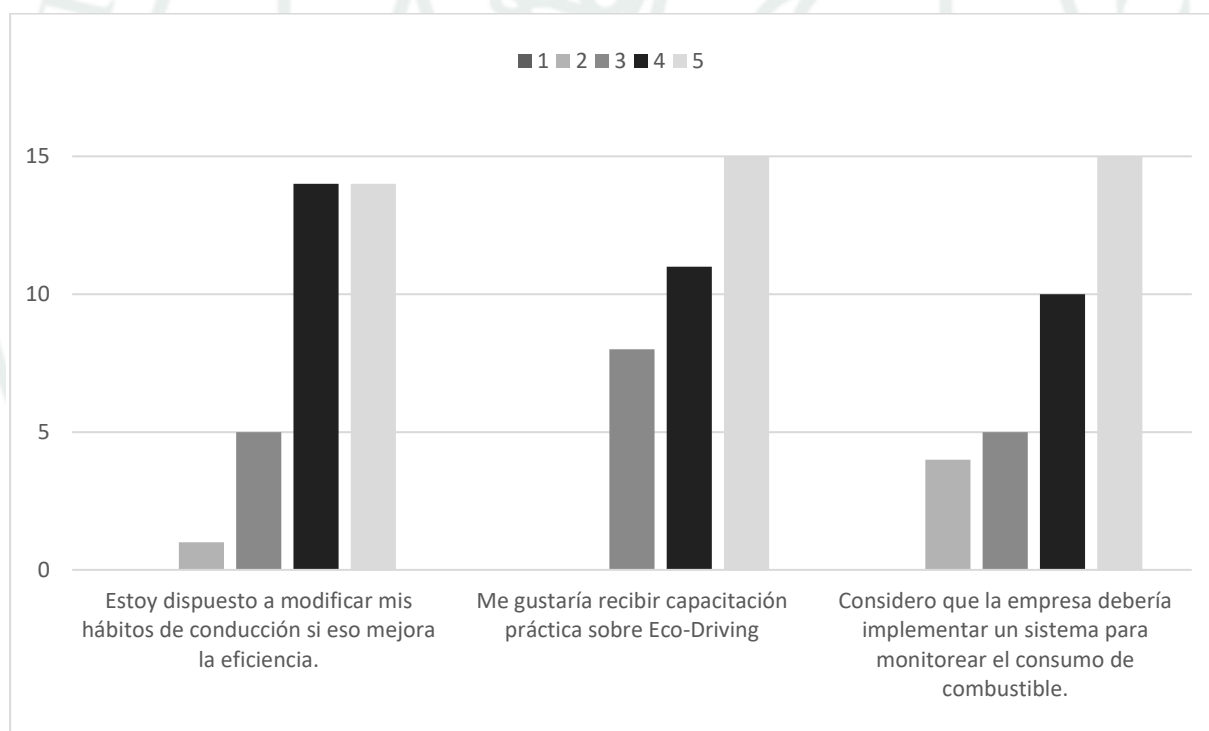
En este bloque, la mayoría de los conductores reconoce que su forma de conducir influye directamente en el consumo de combustible (64.7 % en niveles 4 y 5), y que optimizar el consumo beneficia a toda la empresa (58.8 % en niveles altos).

Sin embargo, en la afirmación *"Recibo retroalimentación sobre mi desempeño como conductor en relación al consumo"*, un 44.1 % se ubicó en niveles 1 y 2, lo que indica que casi la mitad del personal no recibe reportes o comentarios sobre su eficiencia en el manejo.

Conclusión del bloque: Existe conciencia sobre la importancia del ahorro de combustible, pero falta un sistema formal de retroalimentación que permita reforzar buenas prácticas y corregir desviaciones.

D. Actitud hacia el cambio y disposición al entrenamiento

Figura 9
Actitud hacia el cambio y disposición al entrenamiento



Nota. La figura muestra la disposición del personal a adoptar cambios y participar en programas de capacitación, lo que permite evaluar la viabilidad de implementar mejoras tecnológicas y formativas.

Este bloque evidencia una alta apertura hacia la mejora y la formación. El 82.35 % de los conductores está dispuesto a modificar sus hábitos de conducción para mejorar la eficiencia

(niveles 4 y 5 en la afirmación 12). Asimismo, el 76.47 % manifestó interés en recibir capacitación práctica en Eco-Driving..

Finalmente, un 73.53 % considera que la empresa debería implementar un sistema para monitorear el consumo de combustible, lo que respalda la propuesta de instalación de tecnología de telemetría.

Conclusión del bloque: Los conductores muestran disposición y motivación para adoptar cambios, lo que constituye una base favorable para el éxito de la propuesta de mejora.

Síntesis general de resultados:

El diagnóstico revela que, aunque los conductores tienen conocimientos y aplican algunas prácticas eficientes, existe una brecha importante en capacitación formal, retroalimentación y control sistemático del consumo. La alta disposición al cambio y la aceptación de herramientas tecnológicas respaldan la implementación de un sistema de telemetría vehicular acompañado de un programa de formación en conducción eficiente.

4.5. Análisis causal de la ineficiencia

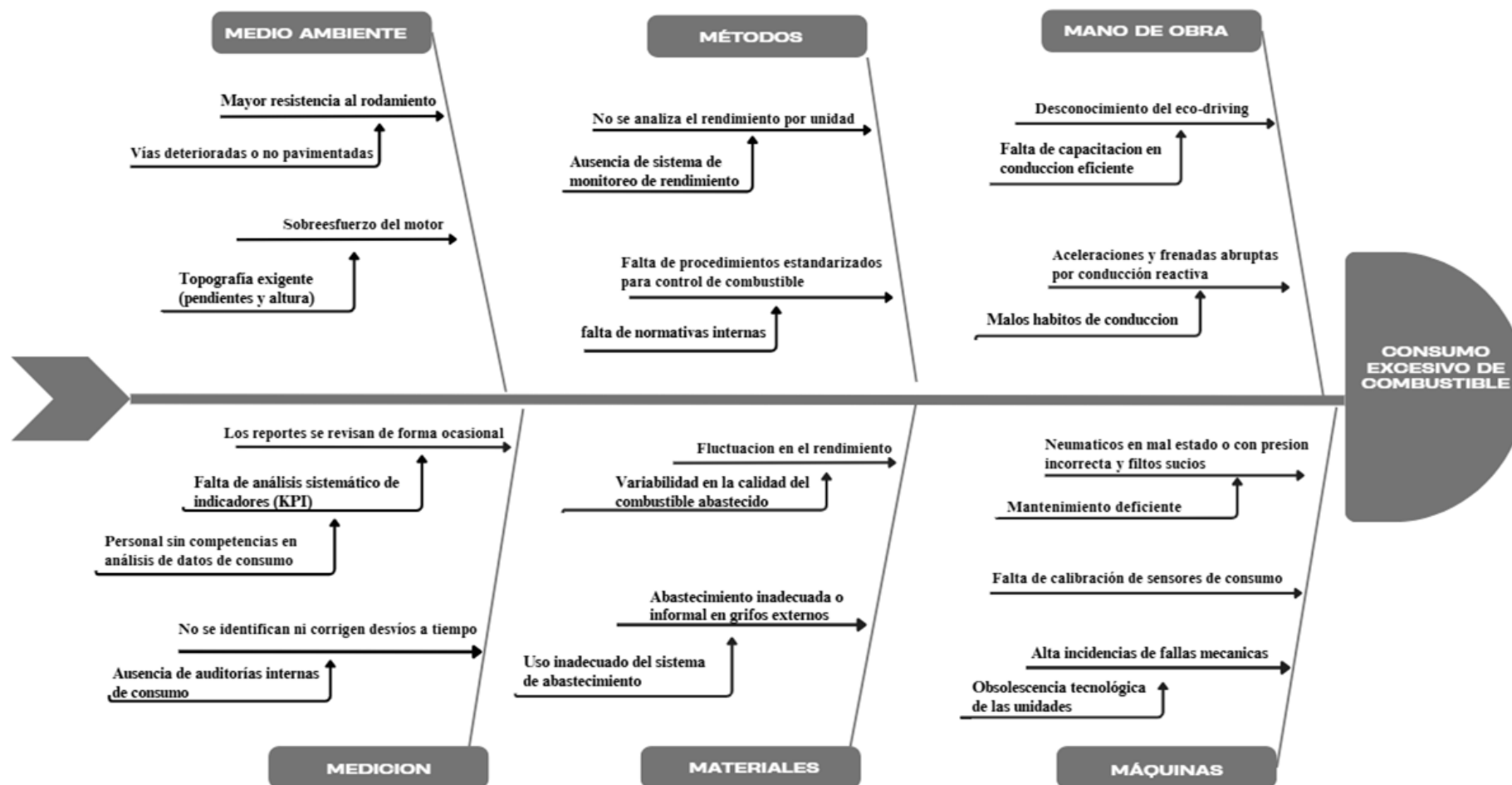
Con base en la información recolectada durante el diagnóstico, se procede a identificar y organizar de forma estructurada las causas que explican el consumo excesivo de combustible en la flota de transporte. Para ello, se emplea el diagrama de Ishikawa o causa-efecto, herramienta que permite visualizar de forma clara y ordenada la relación entre el problema principal y sus causas.

En este análisis, las causas se clasifican en las categorías clásicas: métodos, mano de obra, máquinas, materiales, medición y medio ambiente, lo que permite abordar el problema desde distintas perspectivas. Asimismo, se profundiza en la identificación de causas raíz o “causas de las causas”, con el fin de proponer soluciones que eliminen el origen de la ineficiencia y no solo sus manifestaciones.

El resultado de este análisis proporciona una visualización integral de los factores técnicos, operativos y organizacionales que influyen en el rendimiento de la flota. Este enfoque servirá como base para el planteamiento de acciones correctivas y preventivas en la propuesta de mejora, orientadas a optimizar el consumo de combustible, mejorar la eficiencia del sistema de transporte y reducir los costos operativos asociados.

Figura 10

Diagrama de Ishikawa sobre causas del consumo excesivo de combustible en la flota de transporte



Nota. La figura muestra la estructura causal del consumo excesivo de combustible, agrupando los factores según las categorías: métodos, mano de obra, máquinas, materiales, medición y medio ambiente

CAPÍTULO V

5. PROPUESTA DE MEJORA

5.1. Lineamientos Generales de la Propuesta

5.1.1. Fundamento de la propuesta

Luego de analizar a fondo la situación actual de la empresa, se ha identificado un conjunto de problemas que afectan directamente al rendimiento del combustible en la flota de transporte. Entre ellos destacan:

- La falta de herramientas tecnológicas para monitorear el consumo
- El uso de registros manuales poco confiables
- La ausencia de estándares para controlar el abastecimiento
- Hábitos de conducción que generan un gasto innecesario de combustible
- Mantenimiento preventivo insuficiente, que provoca desgaste prematuro y bajo desempeño mecánico.
- Variabilidad en la calidad del combustible y uso ineficiente de los procedimientos de abastecimiento.
- Obsolescencia tecnológica de parte de la flota, con motores menos eficientes y sin sistemas modernos de control de consumo.
- Falta de análisis sistemático de indicadores de consumo y ausencia de auditorías internas que permitan detectar desviaciones.
- Escasa capacitación del personal en la interpretación de datos y en técnicas de conducción eficiente.
- Condiciones de infraestructura vial deficientes (vías deterioradas o no pavimentadas) que generan mayor resistencia al rodamiento y, en consecuencia, incrementan el consumo de combustible.

Estos factores, que muchas veces pasan desapercibidos en la operación diaria, están provocando pérdidas importantes y reduciendo la eficiencia general del sistema. El análisis causal confirmó que estas deficiencias no solo tienen origen técnico, sino también organizacional y humano. Por ejemplo, se comprobó que los conductores no han recibido

formación formal en técnicas de conducción eficiente, y que no se cuenta con un sistema que brinde información en tiempo real sobre cómo se está usando el combustible.

Frente a esta realidad, la propuesta planteada busca atacar el problema desde dos frentes complementarios: por un lado, la incorporación de tecnología (mediante un sistema de telemetría vehicular) que permita tener un control detallado y en tiempo real del consumo; y por otro, el fortalecimiento del componente humano, a través de un programa de capacitación en conducción eficiente (Eco-Driving) que le brinde al personal herramientas prácticas para mejorar su desempeño diario.

Esta propuesta responde directamente a los objetivos y la hipótesis de esta investigación: si logramos combinar tecnología con formación adecuada, es posible mejorar el rendimiento, reducir el desperdicio de combustible y fortalecer la eficiencia operativa de toda la flota.

5.1.2. Objetivos de la propuesta

Esta propuesta de mejora tiene como meta principal optimizar el consumo de combustible en la flota de transporte, combinando tecnología y capacitación para lograr resultados sostenibles.

Para lograrlo, se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Reducir el consumo promedio de combustible, tomando como referencia los niveles actuales y evaluando el impacto tras seis meses de implementación.
- Lograr trazabilidad total del consumo en el 100 % de las unidades, gracias a la instalación de sistemas de telemetría y la digitalización de los reportes de abastecimiento.
- Capacitar a todos los conductores de la empresa en prácticas de conducción eficiente (Eco-Driving), evaluando su progreso antes y después del programa.
- Planear una propuesta de un sistema de monitoreo mediante indicadores clave de desempeño (KPIs) que permita dar seguimiento al consumo por kilómetro recorrido, tiempo en ralentí, comportamiento del conductor y eficiencia por tipo de ruta.

Estos objetivos no solo buscan mejorar el rendimiento técnico y económico, sino también generar un impacto positivo en el ambiente y en la cultura organizacional de la empresa. Se trata de una mejora integral, sostenible y alineada con la realidad operativa del negocio.

A continuación, se presenta la tabla de relación entre las causas identificadas en el diagnóstico y las acciones propuestas en la presente investigación. Esta tabla permite evidenciar de manera clara la coherencia existente entre el análisis realizado y la propuesta desarrollada, asegurando que cada problema detectado cuenta con una intervención específica orientada a mejorar la eficiencia del consumo de combustible.

Tabla 13

Relación entre causas del diagnóstico y acciones de la propuesta de mejora

Problema identificado	Causa raíz	Propuesta de solución	Resultado esperado
Falta de monitoreo del consumo de combustible	No existen herramientas tecnológicas para el seguimiento del consumo en tiempo real	Implementación de un sistema de telemetría vehicular	Control en tiempo real del consumo de combustible por unidad
Registros manuales poco confiables	Procesos manuales y susceptibles a errores humanos	Digitalización de los registros de abastecimiento de combustible	Información confiable, trazable y disponible en tiempo real
Falta de control en el abastecimiento	Ausencia de estándares y procedimientos definidos	Estandarización del proceso de abastecimiento de combustible	Reducción de pérdidas y control eficiente del suministro
Conducción ineficiente	Falta de capacitación en técnicas de conducción eficiente	Implementación de un programa de Eco-Driving para conductores	Disminución del consumo de combustible y mejora del estilo de conducción
Mantenimiento vehicular insuficiente	Falta de planificación y seguimiento del mantenimiento preventivo	Diseño e implementación de un plan de mantenimiento preventivo	Mejora del rendimiento del motor y reducción del consumo excesivo
Falta de indicadores de gestión	No se cuenta con medición ni análisis del desempeño del consumo	Implementación de indicadores clave de desempeño (KPIs)	Mejor toma de decisiones basada en datos y control del consumo
Obsolescencia tecnológica de la flota	Vehículos con sistemas antiguos y baja eficiencia energética	Renovación progresiva de unidades e incorporación de tecnología de control	Mayor eficiencia operativa y reducción del consumo por kilómetro
Ausencia de análisis de datos de consumo	No se realizan auditorías ni análisis sistemáticos	Implementación de reportes y análisis periódico de consumo	Identificación oportuna de desviaciones y mejoras continuas

Nota. La presente tabla establece la relación entre las causas identificadas en el diagnóstico y las acciones propuestas en la presente investigación. Su finalidad es evidenciar la coherencia metodológica del estudio, demostrando cómo cada problemática detectada cuenta con una intervención específica orientada a la optimización del consumo de combustible en la flota de transporte.

5.2.Diseño de la solución basada en Telemetría

5.2.1.Selección e integración de sistemas de telemetría vehicular

En el mercado actual existe una amplia variedad de sistemas de telemetría vehicular, desarrollados por fabricantes internacionales, proveedores independientes y marcas OEM (Original Equipment Manufacturer). Estas soluciones ofrecen diferentes niveles de precisión, compatibilidad, costos y funcionalidades, lo que hace necesario evaluar cuidadosamente cuál se adapta mejor a las características y necesidades de la flota.

Para diseñar una mejora operativa efectiva en la gestión de combustible de la flota de 34 camiones (modelos Volvo, SITRAK, Foton y International), se realizó una investigación bibliográfica de sistemas de telemetría disponibles en Perú y América Latina.

La selección del sistema se basa en criterios clave como compatibilidad con vehículos pesados, tecnología OBD-II/CAN, costo-beneficio, escalabilidad, facilidad de instalación y soporte técnico. A continuación se presenta una tabla comparativa para orientar la selección de la mejor opción.

Tabla 14*Sistemas de Telemetría Compatibles con Flota de Camiones y Semitrailers*

Sistema / Marca	Compatibilidad	Tecnología (sensores disponibles)	Plataforma visualización	Costo aproximado*	Facilidad instalación / Soporte	Comentario clave
MiX Telematics	Todas las marcas pesadas (Volvo, SITRAK...)	GPS, CAN/OBD, cámaras IA, alertas, conducción	Plataforma SaaS MiX (web/móvil)	USD 39.5/mes o USD 426/año (TechRadar) ; equipo adicional	Kit + cámara, soporte local (PSTech Perú)	Opción más robusta y escalable
Geotab GO	Vehículos con puerto OBD-II/CAN	GPS, acelerómetro, datos OBD, alertas	Plataforma MyGeotab	Dispositivo USD 80–120; suscripción USD 30–40/mes	Instalación plug-and-play, partners locales	Bajo costo inicial y flexible
Volvo Connect	Camiones Volvo (de fábrica)	CAN, GPS, diagnóstico remoto	Portal Volvo Connect	Gratuito 2 años; luego suscripción (aprox. USD 220/año)	OEM con soporte en concesionarios Volvo	Muy preciso para modelos Volvo
OnCommand Connect (International)	Camiones International	Datos de motor, códigos de error, GPS	Portal OnCommand	Suscripción sobre vehículo (no disponible costo exacto)	Kit + soporte de Navistar	Diagnóstico OEM y monitoreo remoto
SmartGPS (Perú)	Marca-agnóstica (compatible sin OBD invasivo)	GPS, CAN/OBD, combustible, alertas	Plataforma web de SmartGPS	Estimado USD 100–200 equipo + suscripción USD 10–20/mes (local)	Instalación plug-and-play, soporte Perú	Opción económica con soporte local

Nota. La tabla presenta una comparación de distintos sistemas de telemetría vehicular disponibles en el mercado y compatibles con la flota de camiones y semirremolques de la empresa, detallando sus características, funcionalidades y beneficios. Información adaptada de Volvo Trucks

Componentes requeridos por cada sistema:

- **Volvo Connect (Dynafleet):** utiliza el módulo telemático integrado de fábrica en los camiones Volvo. No necesita equipo adicional en unidades nuevas (apenas suscripción activada). Para funciones avanzadas puede requerir un hardware de cámara o sensores, pero lo esencial es la unidad CANbus existente. Se contrata por servicios (“paquetes Volvo Connect”) con cuota mensual fija. Requiere acceso a la plataforma web/app de Volvo (en la nube). El concesionario ayuda con la configuración inicial del usuario.
- **OnCommand Connect (International):** se instala un dispositivo OnCommand en cada vehículo (conectado al puerto de diagnóstico OBD/CAN). Este equipo envía datos a través de Internet al portal OnCommand. Para acceder se usa una cuenta web/app dedicada. Necesita suscripción (mensual/anual) para cubrir comunicaciones y plataforma. En el hardware se incluyen kits para conexión en distintos modelos. Además puede incluir mapa interactivo en pantalla y software de escritorio. Es compatible con cualquier marca gracias a su estándar OEM. (CONNECT, 2025)
- **MiX Telematics:** requiere instalar el computador de a bordo “MiX Fleet Manager Premium” en cada camión, conectado a los puertos OBD/CAN. Opcionalmente se instalan cámaras MiX Vision (con IA) en la cabina para grabar eventos. Los datos se transmiten al centro de datos de MiX (SaaS) al que accede el usuario mediante navegador o app móvil. Incluye suscripción de servicio (flota, mantenimiento, análisis). Para conductor hay app móvil de MiX. Soporte se brinda vía distribuidor (PSTech) con capacitación.
- **Geotab:** se conecta el dispositivo OBD “GO” en cada vehículo (porta OBD-II o CAN), sin necesidad de instalación eléctrica adicional. El hardware incluye GPS, acelerómetro y giroscopio. Los datos viajan a la plataforma MyGeotab en la nube. Se adquiere licencia (plan Base, Pro, Premium) que define funciones. Se puede añadir cámaras a través del marketplace de Geotab. Su instalación es plug-and-play y el sistema se gestiona vía web. Geotab da asistencia remota y partners locales para configuración. (Geotab, 2025)
- **SmartGPS:** instala el equipo CAN/OBD no invasivo en cada vehículo (dispone de harnesado Plug&Play). Si el camión no tiene OBD fácilmente accesible, usan un adaptador universal. El sistema incluye servidor web propio de SmartGPS para visualizar datos. También ofertan módulos adicionales (sensores Bluetooth de nivel de combustible, cámaras de tablero, sensores de peso, temperatura para reefer, etc.). Soporte técnico local en Perú garantiza instalación y calibración en flota, además de alertas móviles. (SmartGPS Peru, 2021)

Estabilidad y soporte:

Volvo y International proporcionan alta estabilidad (conectividad nativa en camiones); sin embargo, su alcance se limita a sus respectivas marcas (no cubren Sitrak/Foton). MiX y Geotab ofrecen estabilidad comprobada globalmente y cubren cualquier marca; Geotab destaca por integración continua con nuevos vehículos (incluso eléctricos). SmartGPS ofrece estabilidad para la región andina y atención local inmediata, aunque depende de proveedores de internet/satelital en Perú.

Justificación de la elección:

En el caso de una flota mixta, es fundamental contar con un sistema de telemetría compatible con múltiples marcas, que ofrezca información operativa detallada y disponga de soporte técnico local en Perú.

MiX Telematics se posiciona como la opción más completa gracias a su compatibilidad universal, la integración de sensores avanzados (cámaras, lectura CAN, alertas en tiempo real), una plataforma de gestión integral y soporte especializado en el país. Aunque su tarifa es superior a la de otras alternativas, el retorno de inversión es mayor, ya que contribuye significativamente a la reducción del consumo de combustible, disminuye incidentes viales y optimiza la gestión operativa.

Geotab representa una alternativa más económica y flexible, especialmente indicada cuando se prioriza la escalabilidad rápida de la solución en toda la flota.

Las soluciones OEM, como Volvo Connect y OnCommand Connect, ofrecen datos de gran precisión y alta integración con sus respectivas marcas, pero su alcance está limitado a vehículos específicos, lo que restringe su uso en flotas mixtas.

SmartGPS constituye la opción más asequible a nivel local, adecuada para escenarios con presupuestos ajustados y en los que se busque facturación en moneda nacional.

Para una flota heterogénea de 34 camiones (Volvo, Sitrak, Foton, International), la solución más integral sería adoptar un sistema unificado que funcione con todas las marcas. En este sentido, Geotab o MiX Telematics destacan como opciones recomendables: ambos ofrecen compatibilidad con vehículos pesados de cualquier origen y plataformas de gestión avanzadas.

Por tal motivo, se muestra a continuación la Tabla 15, la cual fue elaborada tras analizar el costo respectivo de implementación y operación de cada sistema, permitiendo comparar su viabilidad económica y funcional para la flota.

Costos aproximados:

Tabla 15

Comparación resumida de costos entre MiX Telematics y Geotab

Sistema	Costo inicial	Suscripción mensual	Incluye
MiX Telematics	No requiere compra inicial (hardware incluido en plan)	USD 35 – 40 por vehículo	Hardware especializado, plataforma avanzada, soporte técnico local, módulos Eco-Driving
Geotab	USD 100 – 150 por vehículo (hardware)	USD 20 – 30 por vehículo	Plataforma básica, requiere personalización de módulos, soporte internacional (limitado en Perú)

Nota Elaboración propia con información adaptada de MiX Telematics y Geotab (2024).

Tras la comparación de alternativas, se determina que MiX Telematics es la opción más adecuada para la flota de estudio. Diseñado principalmente para vehículos pesados (camiones, buses, unidades de minería y transporte de carga), la disponibilidad de módulos específicos para Eco-Driving, y el soporte técnico local en Perú lo convierten en la solución más alineada con las necesidades de la empresa.

Aunque su suscripción mensual representa un costo mayor, este se compensa con un retorno de inversión superior, derivado del ahorro en combustible, la reducción de incidentes de conducción y la eficiencia en el mantenimiento preventivo.

Por otro lado, Geotab constituye una alternativa más económica y flexible, con hardware accesible y una plataforma escalable; sin embargo, al ser una solución más generalista, requiere configuraciones adicionales para alcanzar el mismo nivel de especialización que MiX en el sector de transporte de carga pesada.

En síntesis, la propuesta de mejora se sustenta en la implementación de MiX Telematics como sistema de telemetría vehicular, al ser la opción que garantiza mayor impacto en la eficiencia operativa y en la cultura de ahorro de combustible de la empresa.

Integración operativa:

La solución propuesta se incorporará a los procesos actuales de la empresa de la siguiente manera:

- Generación automática de reportes: Los vehículos transmitirán en tiempo real datos de consumo, kilometraje y eventos relevantes, eliminando la necesidad de registros manuales diarios.

- Control centralizado de flota: Un tablero de gestión permitirá supervisar el desempeño por ruta, el tiempo en ralentí, el uso de combustible y las alertas operativas, todo en una sola plataforma.
- Mantenimiento predictivo: La lectura de datos a través del bus CAN facilitará la detección temprana de fallas y la programación de revisiones en función del uso real del vehículo.
- Capacitación en Eco-Driving: A partir del análisis de eventos como frenadas bruscas o excesos de velocidad, se podrán diseñar programas de retroalimentación y entrenamiento dirigidos a los conductores.
- Retroalimentación inmediata: Los supervisores recibirán alertas y reportes automáticos que permitirán una respuesta ágil ante desviaciones en la operación.

5.2.2. Planteamiento del monitoreo en tiempo real

La implementación de MiX Telematics permitirá establecer un sistema de monitoreo en tiempo real para la flota, integrando datos de los vehículos con el centro de control logístico. El objetivo es obtener información inmediata sobre el desempeño operativo, anticipar desviaciones y tomar decisiones correctivas sin necesidad de esperar a reportes manuales.

A. Flujo de datos

El proceso de transmisión de información se desarrolla de la siguiente manera:

1. Captura de información en el vehículo: los sensores conectados al CAN Bus, al sistema de GPS y a los medidores de combustible registran datos de desempeño en tiempo real (velocidad, consumo, ralentí, alertas del motor, entre otros).
2. Procesamiento y envío: la unidad telemática instalada en cada vehículo procesa esta información y la transmite de forma continua a través de redes móviles (GPRS/4G).
3. Centralización en la nube: los datos se almacenan y organizan en la plataforma MiX Fleet Manager, que consolida la información y genera indicadores de desempeño.
4. Visualización de resultados: los distintos usuarios acceden al sistema, ya sea desde la oficina mediante equipos de escritorio o en campo a través de dispositivos móviles, de acuerdo con sus niveles de permiso.

Figura 11

Diagrama de flujo de datos



Nota Representación esquemática del flujo de información desde el vehículo hasta los usuarios a través de la unidad telemática y la plataforma MiX Fleet Manager Elaboración propia en base a la plataforma MiX Telematics (2025).

Las principales variables monitoreadas en tiempo real son:

- Posición GPS y velocidad instantánea, que permiten ubicar y rastrear cada vehículo.
- Estado de ignición y tiempo en ralentí, útiles para controlar el uso ineficiente del motor.
- Consumo y flujo de combustible, con el fin de detectar desvíos y pérdidas.
- Eventos de conducción: frenadas bruscas, aceleraciones fuertes, giros pronunciados, exceso de velocidad y uso del cinturón de seguridad.
- Alertas de mantenimiento, obtenidas directamente del bus CAN del vehículo.

A partir de estas métricas, el sistema genera alertas automáticas y acciones derivadas, tales como:

- Notificación inmediata al conductor (mediante alertas en cabina) y al supervisor (panel de control) en caso de exceso de velocidad.
- Alertas por ralentí prolongado (ejemplo: más de 15 minutos con el motor encendido sin movimiento), registradas en la plataforma para análisis posterior y retroalimentación.
- Programación de mantenimientos preventivos de acuerdo con el desgaste real de la unidad, anticipando fallas y evitando detenciones inesperadas.

B. Accesibilidad de los datos

El acceso a la información se organiza en distintos niveles jerárquicos:

- Gerencia: obtiene reportes globales de eficiencia, tendencias de consumo y comparativos entre periodos.

- Supervisores: cuentan con tableros operativos que muestran desempeño por conductor, alertas en tiempo real y programación de mantenimiento preventivo.
- Conductores: reciben retroalimentación inmediata mediante alertas y reportes individuales que contribuyen al fortalecimiento de la cultura de Eco-Driving.

C. Flujo o procedimiento estándar de atención ante una alerta de MiX Telematics

1. Generación de la alerta

- El sistema MiX Telematics detecta una condición anómala (ejemplo: exceso de velocidad > 95 km/h, ralentí superior a 15 minutos, o consumo instantáneo fuera del rango).
- Automáticamente se activa una notificación:
 - En cabina: alarma visual/sonora para el conductor.
 - En plataforma: registro inmediato en el panel de control del supervisor.

2. Recepción y verificación

- El supervisor de flota recibe el aviso en el tablero central o en la aplicación móvil.
- Se verifica en tiempo real el contexto (ubicación, ruta, tráfico, duración del evento).

3. Acción correctiva inmediata

- Si se trata de un riesgo crítico (ejemplo: exceso de velocidad en carretera), el supervisor contacta al conductor vía radio/teléfono para indicarle la corrección.
- En caso de ralentí prolongado, se recuerda al conductor apagar el motor para evitar desperdicio de combustible.

4. Registro y clasificación del evento

- El evento queda automáticamente registrado en el historial del vehículo y del conductor.
- Se clasifica como leve, moderado o crítico, según la política interna de seguridad y consumo.

5. Retroalimentación y seguimiento

- El supervisor comunica al conductor las observaciones y brinda recomendaciones inmediatas.
- Si los eventos son recurrentes, se programa capacitación en Eco-Driving o revisión mecánica (si se presume falla técnica).

6. Acción preventiva y cierre

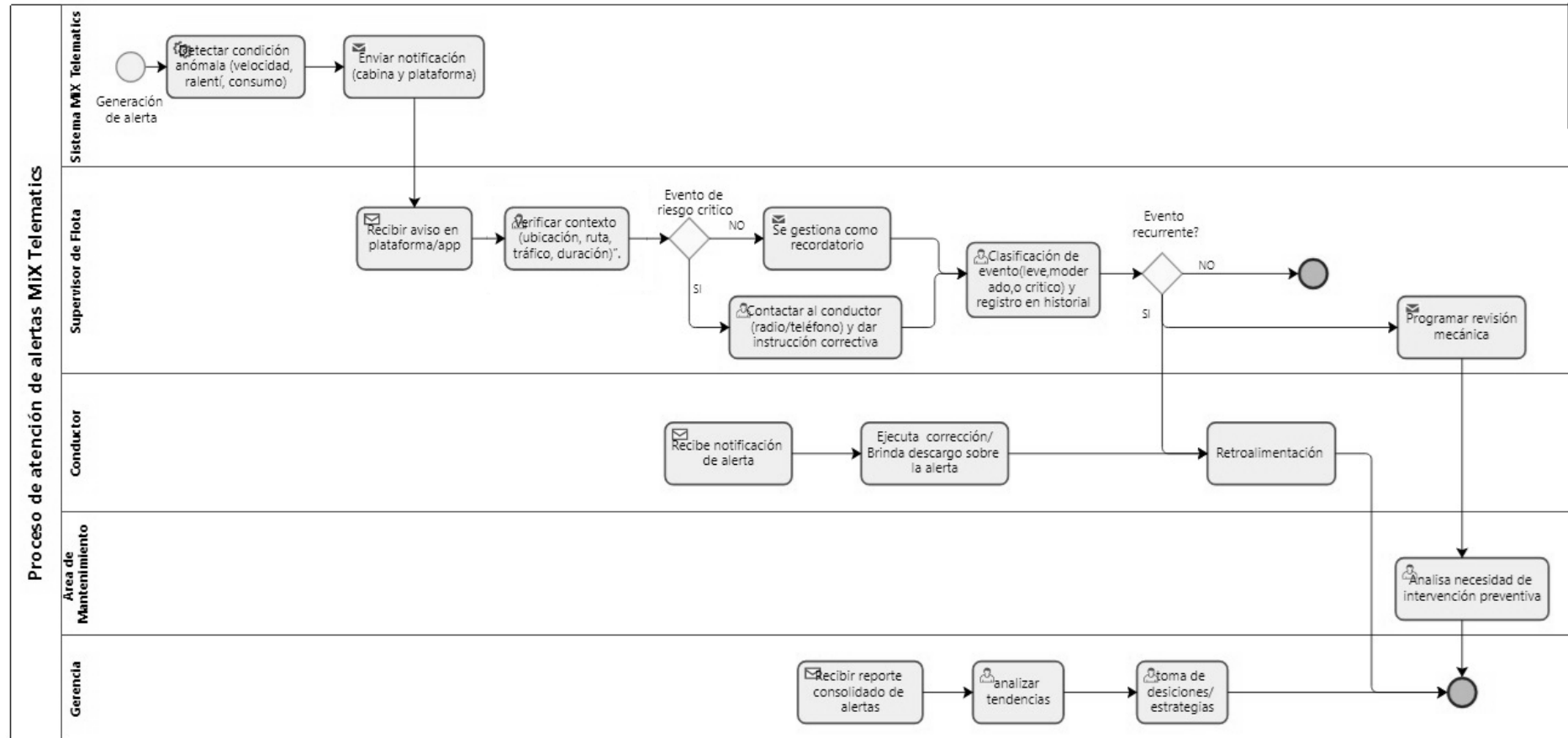
- El área de mantenimiento revisa si es necesario programar una intervención preventiva (ejemplo: filtros, inyectoros, neumáticos).
- La gerencia recibe en el reporte semanal el consolidado de alertas para evaluar tendencias y definir acciones estratégicas.

La Figura 12 presentada a continuación muestra el procedimiento para atender alertas del sistema MiX Telematics. Incluye la recepción de la alerta, verificación del evento, notificación al conductor, intervención del personal si es necesario y registro de la acción para seguimiento y mejora.



Figura 12

Proceso de atención de alertas MIX telematics



Nota. Elaboración propia, 2025.

5.2.3. Métricas clave a supervisar: velocidad, frenado brusco, ralentí, consumo instantáneo

Para el control sistemático del consumo se proponen los siguientes indicadores clave de desempeño (KPIs), los cuales pueden ser calculados automáticamente por la plataforma telemática:

1. Consumo medio (L/100 km)

- Fórmula: $L/100 \text{ km} = (\text{Litros consumidos} / \text{Km recorridos}) \times 100$
- Propósito: comparar eficiencia entre unidades, rutas y periodos; base para evaluación económica.
- Origen del dato: lectura CAN/OBD o cálculo a partir de niveles/volumenes de combustible.

2. Consumo instantáneo (L/h o L/100 km instantáneo)

- Fórmula: valor reportado por el CAN o por sensor de flujo; se registra por intervalo (s/min).
- Propósito: detectar picos de consumo asociados a pendientes, sobrecarga o malas prácticas.

3. Tiempo en ralentí (minutos y % de jornada)

- Fórmula: $\text{Idle\%} = (\text{Minutos en ralentí} / \text{Minutos operativos totales}) \times 100$
- Propósito: controlar periodos con motor encendido sin desplazamiento, fuente significativa de consumo innecesario.
- Origen del dato: detección de ignición + ausencia de movimiento (GPS).

4. Eventos de conducción ineficiente (frenadas bruscas, aceleraciones intensas, giros violentos)

- Fórmula: $\text{Eventos}/100 \text{ km} = (\text{N}^\circ \text{ de eventos} / \text{Km recorridos}) \times 100$
- Propósito: identificar conductas que incrementan consumo y desgastes.

5. Velocidad media y % de tiempo por encima del límite

- Fórmula: porcentaje de tiempo en que la velocidad supera el umbral operativo.
- Propósito: detectar exceso de velocidad que incrementa el consumo y el riesgo.

6. Rendimiento por conductor (L/100 km por conductor)

- Propósito: evaluar desempeño individual y orientar formaciones Eco-Driving.

7. RPM / Uso de marchas (porcentaje en rango óptimo)

- Propósito: verificar que el motor opera en rango eficiente; detectar uso inadecuado de marchas.

8. Códigos de diagnóstico (DTC) y alertas motor

- Propósito: detectar fallas técnicas que incrementan consumo; activar mantenimiento predictivo.

5.2.4. Indicadores de seguimiento en seguridad vial y huella de carbono

Además de los KPIs vinculados directamente al consumo de combustible, es necesario incorporar indicadores de seguimiento relacionados con la seguridad vial y la sostenibilidad ambiental, dado que una conducción eficiente impacta positivamente en la reducción de accidentes y en la disminución de emisiones contaminantes. Estos indicadores permiten evaluar de forma integral el desempeño de la flota.

A. Indicadores de Seguridad Vial

1. Tasa de incidentes y accidentes

- Fórmula:
$$\text{Accidentes} / 100.000 \text{ km} = (\text{N}^\circ \text{ de accidentes} / \text{Km recorridos}) \times 100.000$$
- Propósito: medir la frecuencia de accidentes y evaluar la efectividad de las prácticas de conducción segura.
- Origen del dato: reportes internos de siniestros + kilometraje telemático.

2. Eventos críticos de conducción

- Indicador: número de frenadas bruscas, aceleraciones agresivas y giros violentos por conductor.
- Fórmula:
$$\text{Eventos críticos} / 100 \text{ km}$$
- Propósito: anticipar riesgos de accidente asociados a conducción agresiva.
- Origen del dato: acelerómetro y GPS de la plataforma telemática.

3. Índice de conducción segura por conductor

- Indicador compuesto: score generado por la plataforma (basado en velocidad, frenado, aceleración y estabilidad).
- Propósito: clasificar a los conductores según su nivel de riesgo y orientar programas de capacitación en Eco-Driving y seguridad vial.
- Unidad: puntaje (% o score interno).

4. Excesos de velocidad recurrentes

- Fórmula: % de viajes con exceso de velocidad = $(\text{Viajes con exceso} / \text{Total de viajes}) \times 100$
- Propósito: reducir la probabilidad de accidentes y el desgaste mecánico.
- Origen del dato: GPS + umbrales de velocidad configurados.

5. Horas de conducción continua sin descanso

- Indicador: tiempo máximo continuo de conducción por jornada.
- Propósito: prevenir fatiga del conductor, uno de los principales factores de riesgo vial.
- Origen del dato: ignición + GPS + registros operativos.

B. Indicadores de Huella de Carbono y Sostenibilidad

1. Emisiones de CO₂ por kilómetro recorrido

- Fórmula:
$$\text{CO}_2 \text{ (kg/km)} = \text{Litros consumidos} \times \text{factor de emisión} / \text{Km recorridos}$$
(Factor diésel referencial: $\approx 2.68 \text{ kg CO}_2/\text{L}$)
- Propósito: cuantificar el impacto ambiental de la flota.
- Origen del dato: consumo de combustible + factor de emisión estándar.

6. Consumo en ralentí asociado a emisiones

- Indicador: Galones y kg CO₂ generados durante ralentí.
- Propósito: evidenciar el impacto ambiental del ralentí prolongado y reforzar políticas de apagado de motor.

- Origen del dato: tiempo en ralentí + consumo instantáneo.

Rangos de referencia (valores orientativos)

Los rangos se establecerán inicialmente como orientativos y deben calibrarse con datos reales durante un periodo baseline (4–8 semanas). Se proponen los siguientes valores para la flota objeto del estudio:

Tabla 16

Rangos de referencia (valores orientativos)

KPI	Rango orientativo	Unidad	Acción si se excede
Consumo medio	13 – 11.8 km/gal	L/100km (km/gal)	Verificar peso/carga, calidad de combustible e inspección mecánica si persiste la desviación.
Consumo instantáneo (picos)	Pico > 20 % sobre consumo instantáneo promedio por segmento	L/h o L/100km (instantáneo)	Correlacionar con topografía/pendiente, sobrecarga o eventos de conducción; generar alerta y revisar evento.
Tiempo en ralentí (Idle%)	≤ 10 – 15 % de la jornada operativa	%	Aplicar política: apagar motor si detención > 5–10 min; alerta automática y coaching si excede umbral.
Eventos de conducción ineficiente	≤ 2 eventos/ 100 km	eventos / 100 km	Si > 2 → coaching Eco-Driving y monitoreo individual; seguimiento por 30 días.
Velocidad económica (referencia)	80 – 85km/h (carretera)	km/h	Si % de tiempo sobre límite elevado → alerta, revisión de políticas de velocidad y coaching.
Rendimiento por conductor	Benchmark interno (calibrar en baseline)	L/100km por conductor	Identificar conductores fuera del benchmark → capacitación y seguimiento personalizado.
RPM / uso de marchas	70 – 80 % tiempo en rango óptimo de RPM	% tiempo en rango RPM	Si < objetivo → formación en gestión de marchas; comprobar transmisión/calibración.
Códigos de diagnóstico (DTC)	0 eventos críticos recurrentes	evento/ recurrencia	Cualquier DTC crítico → orden de trabajo inmediata; recurrencia → mantenimiento preventivo urgente.

Tasa de accidentes por distancia recorrida	$\leq$ baseline – 10 %	Accidentes / 100.000 km	Investigación del evento, acciones correctivas y capacitación en conducción segura
Eventos críticos de conducción	$\leq$ 2 eventos / 100 km	Eventos / 100 km	Coaching Eco-Driving individual y seguimiento por 30 días.
Índice de conducción segura	$\geq$ 80 %	Score (%)	Si $<$ 80 % $\rightarrow$ capacitación y monitoreo continuo.
Horas de conducción continua	$\leq$ 6 h continuas	Horas	Programar descansos obligatorios y control operativo.
Emisiones de CO ₂ por km	Benchmark interno (baseline)	kg CO ₂ / km	Analizar consumo, estilo de conducción y estado mecánico.
Emisiones en ralentí	$\leq$ 10 – 15 % del total	kg CO ₂ / jornada	Aplicar política de apagado de motor y alertas automáticas.

Nota. Elaboración propia en base a la investigación realizada, 2025.

5.2.5. Automatización de alertas e informes operativos

El sistema de telemetría seleccionado (MiX Telematics) ya incluye dentro de su plataforma un módulo de reportes automatizados y dashboards inteligentes, que muestran indicadores clave de la flota en tiempo real (consumo de combustible, kilómetros recorridos, alertas de seguridad, etc.) eliminando la necesidad de desarrollar herramientas externas (como Power BI o ERP adicionales).

En este contexto, la empresa únicamente deberá definir la frecuencia de emisión de reportes y los responsables de su revisión:

- **Reportes diarios (operativos):** destinados a supervisores de flota. Incluirán información básica de cada viaje: kilómetros recorridos, consumo total, tiempo en ralentí y eventos críticos de conducción.
- **Reportes semanales (tácticos):** destinados a la jefatura operativa. Consolidarán indicadores por conductor/unidad, rankings comparativos y tendencias de desempeño.
- **Reportes mensuales (estratégicos):** orientados a la gerencia. Mostrarán el consumo total de la flota, ahorro acumulado respecto a periodos anteriores, costos asociados a incidentes y avances en reducción de emisiones.

Importante destacar que Canvas Intelligence ofrece de forma nativa estos reportes y dashboards ya preconfigurados para MiX Telematics, la plataforma ofrece una gran variedad de dashboards interactivos que permite visualizar en tiempo real la posición de cada unidad, resumen consolidado para cada vehículo o conductor, con indicadores agregados: puntajes de conducción (basados en hábitos registrados), kilometraje total, horas de operación, consumo acumulado de combustible y número de eventos asociados, alertas activas, y estado del mantenimiento, etc, en un panel de control operativo en Canvas brinda inteligencia empresarial instantánea.

Figura 13

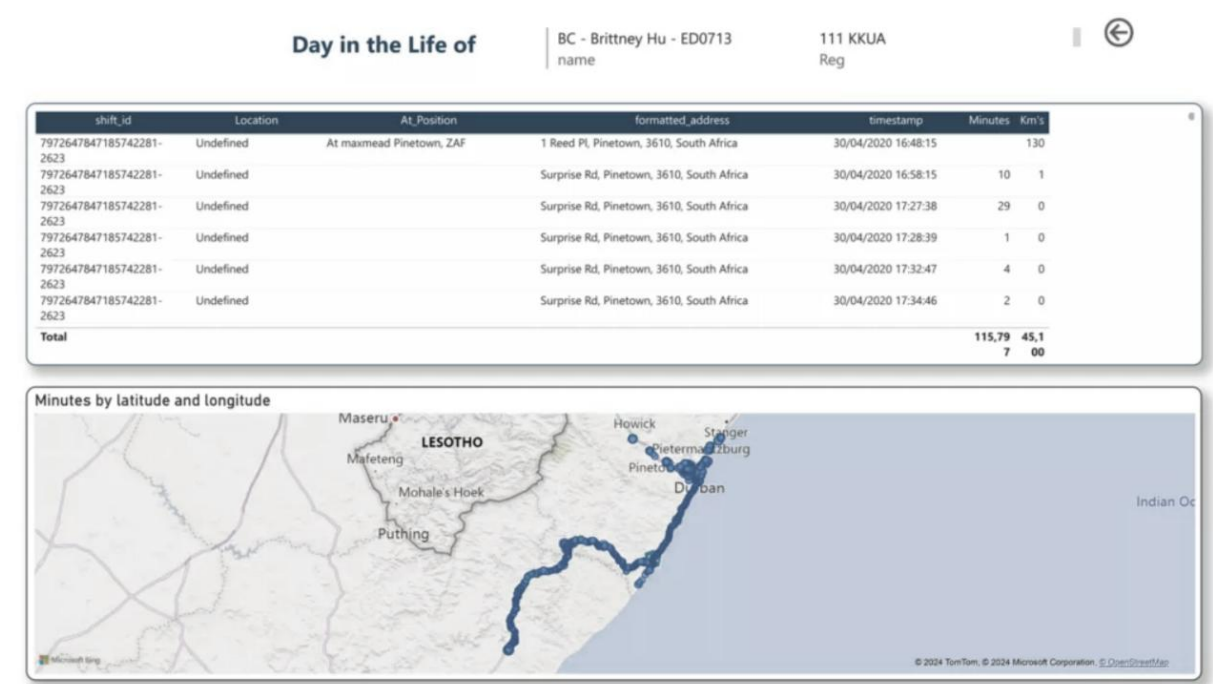
Dashboard interactivo del resumen de eventos de desempeño de conductores



Nota. La imagen presenta un tablero integrado que combina (a) una tabla de tipos de eventos con métricas agregadas (horas por evento, variaciones mensuales), (b) estadísticas destacadas (key stats) y (c) varios gráficos analíticos: series temporales, diagramas de dispersión, gráficos por clúster y la evolución de puntajes de conductor. El diseño facilita el análisis simultáneo de frecuencia (cuántos eventos), impacto (duración y km afectados) y desempeño individual/agrupado (puntuaciones y ranking). Adaptado de (Canvas intelligence, 2023).

A continuación, se presenta la Figura 14, que ilustra un ejemplo de como podría observarse el registro diario de ruta y actividad vehicular:

Figura 14
Registro diario de ruta y actividad vehicular



Nota. La imagen muestra un módulo de telemetría orientado a documentar la jornada de un vehículo en un día específico. La parte superior presenta una tabla de eventos con ubicación, dirección formateada, timestamp, minutos de permanencia y kilómetros recorridos. La parte inferior despliega la trayectoria en mapa. Adaptado de (Canvas intelligence, 2023)

Esta información será clave para la toma de decisiones rápidas y, a la vez, se integrará al ciclo de mejora continua, ya que los reportes periódicos servirán de base para ajustar políticas, reforzar capacitaciones y priorizar intervenciones técnicas.

Con ello se asegura que la información generada por el sistema no quede en un plano descriptivo, sino que alimente directamente la gestión estratégica de la flota.

5.3.Programa de Eco-Driving Training

5.3.1. Contenidos del programa: técnicas de aceleración, uso de marchas, frenado eficiente

El Programa de *Eco-Driving Training* constituye un componente clave para garantizar que la información proveniente de la telemetría se traduzca en cambios concretos de comportamiento en los conductores. Este programa busca optimizar el consumo de combustible, reducir riesgos operativos y minimizar el impacto ambiental, integrando la

tecnología con el factor humano. Para ello, se plantea una estructura modular que combina contenidos teóricos, ejercicios prácticos y retroalimentación personalizada basada en datos reales de la flota.

1. Módulo 1 — Teoría del consumo y factores que lo afectan

Este primer módulo tiene como finalidad sensibilizar a los conductores respecto a la influencia directa que sus hábitos de manejo ejercen sobre el consumo de combustible y los costos operativos de la empresa. Se abordan los principios básicos de la eficiencia energética en el transporte, explicando cómo variables como la velocidad, la carga transportada, la resistencia aerodinámica y el tiempo en ralentí impactan en el gasto de combustible. De igual manera, se presentan ejemplos comparativos de viajes realizados bajo distintos estilos de conducción, evidenciando que una conducción eficiente puede disminuir el consumo de combustible frente a prácticas inadecuadas. El objetivo es que el conductor comprenda la relación directa entre sus decisiones al volante y los costos globales de la flota.

2. Módulo 2 — Técnicas de conducción eficiente

En el segundo módulo se desarrollan las principales técnicas de conducción eficiente aplicables en la operación de flotas. Se hace énfasis en el uso correcto de las marchas dentro del rango óptimo de revoluciones, la aceleración progresiva, el frenado anticipado y el aprovechamiento de las inercias y pendientes. Estas prácticas permiten reducir de manera significativa el consumo de combustible y, al mismo tiempo, disminuir el desgaste mecánico. Asimismo, se abordan errores comunes en la conducción que incrementan el gasto energético, tales como mantener el motor en ralentí por tiempos prolongados, frenar bruscamente de manera reiterada, conducir a altas velocidades de forma constante o no anticipar las maniobras del tráfico. Estos errores, además de aumentar el consumo, elevan los costos de mantenimiento y el riesgo de incidentes. De esta forma, el módulo no solo enseña buenas prácticas, sino que también busca corregir los hábitos ineficientes que con mayor frecuencia se observan en la operación diaria.

3. Módulo 3 — Mantenimiento preventivo y su relación con el consumo

El tercer módulo aborda la importancia del mantenimiento preventivo como estrategia fundamental para garantizar el rendimiento energético de los vehículos. Se capacita a los conductores en la verificación periódica de elementos clave como la presión de los neumáticos, el estado de los filtros de aire y combustible, y la correcta calibración del sistema de inyección. Se explica que, por ejemplo, circular con neumáticos desinflados puede aumentar el consumo

hasta en un 3%, mientras que un filtro obstruido incrementa la exigencia del motor y eleva innecesariamente el gasto de combustible. Asimismo, se destacan los beneficios de identificar tempranamente fallas mediante las alertas telemáticas (DTC), lo que permite corregir anomalías antes de que generen pérdidas de eficiencia. El propósito de este módulo es asegurar que cada unidad opere en condiciones óptimas y evitar sobrecostos asociados a un uso ineficiente del combustible.

4. Módulo 4 — Uso de la telemetría como herramienta de mejora continua

El último módulo está orientado a consolidar un sistema de aprendizaje permanente mediante el aprovechamiento de los datos generados por la telemetría. Los conductores aprenden a interpretar sus propios reportes individuales, analizando métricas como consumo, eventos críticos de conducción y tiempos de ralentí. A partir de esta información, se implementan sesiones de retroalimentación y coaching personalizado que permiten fijar objetivos de mejora específicos y medibles. Se destaca que una reducción progresiva en el tiempo de ralentí o en la frecuencia de frenadas bruscas puede traducirse en ahorros tangibles de combustible y en una conducción más segura. De esta forma, la telemetría deja de ser un recurso meramente descriptivo para convertirse en una herramienta de acompañamiento continuo, fortaleciendo la cultura de conducción eficiente dentro de la organización.

5. Módulo 5 — Cultura de eficiencia

El quinto módulo tiene como finalidad asegurar que las mejoras obtenidas mediante el programa de Eco-Driving Training se mantengan de manera sostenida en el tiempo. Este módulo se enfoca en el desarrollo de una cultura de eficiencia, entendida como el conjunto de valores, actitudes y comportamientos orientados a una conducción responsable, eficiente y segura, alineada con los objetivos económicos, operativos y ambientales de la empresa.

Se busca que los conductores comprendan su rol como actores clave en la reducción del consumo de combustible, la disminución de riesgos viales y la mitigación de la huella de carbono. Para ello, se presentan resultados reales obtenidos a partir de la telemetría, comparando el desempeño individual con el benchmark interno (baseline), de modo que el conductor pueda identificar su evolución y áreas de mejora.

Asimismo, el módulo introduce mecanismos de incentivos a largo plazo, vinculados al desempeño medido mediante indicadores clave como consumo medio, tiempo en ralentí, eventos de conducción ineficiente y emisiones de CO₂. Estos incentivos se plantean bajo un

enfoque no punitivo, priorizando el reconocimiento del buen desempeño, la retroalimentación positiva y la motivación continua, con el objetivo de reforzar hábitos eficientes y promover la mejora permanente.

De esta manera, este módulo complementa la formación técnica del Eco-Driving Training, permitiendo que los conocimientos adquiridos se traduzcan en cambios conductuales duraderos y en una cultura organizacional orientada a la eficiencia operativa, la seguridad vial y la sostenibilidad ambiental.

5.3.2. Modalidad de capacitación (teórico-práctico / presencial o virtual)

La modalidad de capacitación en Eco-Driving Training se plantea como un programa mixto (teórico-práctico), combinando sesiones virtuales y presenciales en campo. Esta estrategia busca garantizar flexibilidad, reducir costos y asegurar que los contenidos se adapten al contexto operativo de la empresa.

Capacitación de supervisores

El supervisor de flota recibirá una formación especializada en gestión de flota y análisis telemático, con énfasis en la interpretación de indicadores clave de desempeño (KPIs), el uso avanzado de la plataforma MiX Telematics y la implementación de alertas e informes de desempeño. Esta formación permitirá que el supervisor no solo controle eficientemente el sistema, sino que también pueda asumir el rol de instructor interno, impartiendo capacitaciones continuas a los conductores y reduciendo la dependencia de consultores externos.

Capacitación de conductores

Los conductores recibirán un curso de Eco-Driving básico, orientado a la práctica operativa diaria. Los contenidos incluirán técnicas de conducción eficiente (uso correcto de marchas, aceleración progresiva, frenado anticipado, gestión del ralenti) y corrección de hábitos que generan sobreconsumo. La parte práctica se desarrollará en ruta real, utilizando la telemetría para retroalimentar en tiempo real a cada conductor sobre su desempeño.

Estrategia de formación interna

Dado que en el Perú no existen suficientes programas especializados de Eco-Driving dirigidos exclusivamente a flotas pesadas, se plantea que el supervisor capacitado actúe como replicador interno. De esta manera, podrá realizar sesiones periódicas de refuerzo con los conductores, utilizando los reportes de telemetría como herramienta didáctica. Esta estrategia

asegura continuidad en la formación y permite que la empresa construya una cultura propia de conducción eficiente.

A continuación, se presenta la Tabla 17, que detalla la duración recomendada de la capacitación en Eco-Driving para conductores:

Tabla 17

Duración recomendada de la capacitación en Eco-Driving para conductores

Módulo	Horas teóricas	Horas prácticas	Total (horas)	Observaciones
1. Teoría del consumo y factores que lo afectan	0.5 h	–	0.5 h	Sensibilización breve con ejemplos claros de costos de combustible.
2. Técnicas de conducción eficiente	0.5 h	1 h	1.5 h	Buenas prácticas + errores comunes, con ejercicios en ruta corta.
3. Mantenimiento preventivo básico	0.5 h	–	0.5 h	Revisión rápida de neumáticos, filtros y chequeos básicos.
4. Uso de la telemetría como retroalimentación	–	1 h	1 h	Feedback en tiempo real usando reportes de MiX Telematics.
5. Cultura de eficiencia e incentivos	0.5 h	--	0.5 h	Desarrollo de hábitos eficientes. retroalimentación basada en telemetría e incentivos a largo plazo.
Total Capacitación	2 h	2 h	4 h	

Nota. La tabla muestra la duración recomendada de la capacitación en Eco-Driving para conductores, detallando horas teóricas, prácticas y observaciones de cada módulo. Elaboración propia.

Apoyo metodológico y externo

La empresa puede reforzar la capacitación en Eco-Driving apoyándose en referentes metodológicos ya existentes, que ofrecen guías prácticas y estructuradas para la formación de conductores:

- **Manual del Instructor del Curso de Conducción Eficiente**, elaborado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) en alianza con GIZ, a través del proyecto TRANSfer. Este manual proporciona una estructura detallada para los formadores, incluyendo distribución de tiempos, recursos didácticos como guías,

simulaciones, checklists y pruebas de ingreso y salida, así como prácticas estandarizadas para cada módulo del curso. (MTC & GIZ, 2018)

- **Programas abiertos de Eco-Driving**, como EcoDrive de Hino, que, aunque están diseñados principalmente para clientes, pueden servir como complemento y referencia en la formación práctica de los conductores. Estos programas incluyen metodologías basadas en la reducción de emisiones y el ahorro de combustible mediante técnicas de conducción eficiente
- **Recursos didácticos**
 - Módulos virtuales (plataforma MiX Learning Center y recursos abiertos).
 - Videos instructivos y guías impresas de conducción eficiente.
 - Simuladores de conducción (si están disponibles en alianzas externas).
 - Test pre y post capacitación para medir el aprendizaje.

5.3.3. Evaluación del aprendizaje y retroalimentación continua

La evaluación del programa de Eco-Driving Training se estructurará en dos fases complementarias: una evaluación teórica inicial y un seguimiento continuo en operación real mediante telemetría, reforzadas con un sistema de retroalimentación e incentivos.

Evaluación teórica inicial

Se aplicará un cuestionario de 20 preguntas de opción múltiple y casos prácticos breves sobre consumo de combustible, técnicas de conducción eficiente, mantenimiento preventivo básico y uso de la telemetría. El criterio de aprobación será de 14/20 (70%). Los conductores que no alcancen este puntaje tendrán derecho a una segunda evaluación tras una sesión de refuerzo. En caso de no aprobar, deberán repetir el próximo ciclo de capacitación.

Para la evaluación del aprendizaje y la retroalimentación continua se propone implementar un sistema basado en encuestas digitales, siendo Google Forms la herramienta más adecuada por su accesibilidad, gratuidad y facilidad de uso. Esta plataforma permite diseñar cuestionarios con preguntas de opción múltiple, escalas tipo Likert y respuestas abiertas, generando gráficos automáticos y bases de datos que pueden ser exportadas, garantizando así una evaluación ágil y trazable

Seguimiento en operación real mediante telemetría

No se realizará una prueba práctica aislada, sino que el desempeño se evaluará directamente en la operación diaria. MiX Telematics permitirá monitorear indicadores como el consumo

medio, el porcentaje de ralentí, los eventos de conducción ineficiente (frenadas bruscas, aceleraciones) y la velocidad en rango económico.

Cuando surja una alerta (ejemplo: ralentí excesivo mayor a 15 minutos), el supervisor emitirá recomendaciones inmediatas al conductor.

Al cierre de cada mes, se entregará a cada conductor un reporte individual con sus KPIs y sugerencias específicas de mejora.

Sistema de incentivos al desempeño

Para reforzar la motivación, se implementará un reconocimiento trimestral a los conductores con mejores resultados en conducción eficiente, considerando métricas como menor tiempo en ralentí, reducción de eventos críticos y mejor consumo medio. Los incentivos podrán ser económicos (bonos de ahorro) o no económicos (certificados y reconocimientos internos).

5.4.Integración de ambas estrategias (Tecnología + Capacitación)

5.4.1.Modelo sinérgico: cómo la telemetría y el eco-driving se potencian

La implementación de un modelo sinérgico entre telemetría y capacitación en conducción eficiente constituye la base para transformar los datos obtenidos en mejoras operativas sostenibles. La telemetría vehicular no solo registra información, sino que se convierte en un mecanismo de control y aprendizaje permanente, mientras que el Eco-Driving asegura que dichos datos se traduzcan en cambios conductuales que impacten directamente en la reducción del consumo de combustible, el mantenimiento de las unidades y la seguridad vial.

El proceso se articula a través de un ciclo continuo de medición–formación–ajuste, el cual permite que la empresa incorpore un sistema dinámico de mejora:

Medición de desempeño en tiempo real:

Los dispositivos telemáticos instalados en la flota recopilan indicadores clave como consumo promedio, consumo instantáneo, tiempo en ralentí, eventos de conducción brusca, exceso de velocidad y alertas técnicas. Esta información es consolidada en reportes automáticos que se emiten con diferentes niveles de periodicidad (diarios, semanales y mensuales) y permiten contar con una visión clara del comportamiento individual y global de la flota.

Análisis y detección de patrones:

El supervisor de flota interpreta los reportes generados y reconoce patrones que afectan la eficiencia. Por ejemplo, incrementos en el consumo pueden correlacionarse con prácticas ineficientes (ralentí excesivo o conducción agresiva), mientras que la ausencia de incidentes en determinados conductores revela buenas prácticas que deben ser reforzadas. Asimismo, se detectan factores externos, como condiciones de ruta o carga, que influyen en los resultados y requieren ajustes operativos.

Formación y retroalimentación dirigida:

Con base en la información recolectada, se desarrollan sesiones de retroalimentación específicas. Los conductores que presentan indicadores críticos reciben coaching individual, orientado a corregir hábitos poco eficientes mediante recomendaciones prácticas. De manera complementaria, las buenas prácticas identificadas se socializan en reuniones grupales, generando un aprendizaje colectivo. Esta etapa incluye reforzamientos periódicos que permiten mantener la motivación y consolidar el cambio de hábitos.

Ajuste operativo e incentivos:

Las observaciones derivadas del monitoreo se transforman en decisiones concretas, tales como la reprogramación de rutas, la implementación de mantenimientos preventivos o la aplicación de alertas en cabina que corrigen de inmediato comportamientos riesgosos. A la par, se establece un sistema de incentivos orientado a reconocer el buen desempeño. Esto puede materializarse en reconocimientos internos, menciones en reuniones mensuales o certificados de conducción eficiente, lo cual refuerza la motivación de los trabajadores y consolida una cultura organizacional centrada en la eficiencia.

Retroalimentación al ciclo de mejora continua:

Los ajustes implementados vuelven a ser evaluados en la siguiente medición telemática, lo que permite validar su efectividad y, en caso necesario, introducir nuevas acciones correctivas. Este proceso iterativo asegura que la flota avance progresivamente hacia niveles superiores de eficiencia y seguridad, consolidando un sistema de mejora continua.

El modelo propuesto se concibe como un proceso circular y dinámico, en el que la tecnología y la capacitación se retroalimentan mutuamente. La telemetría aporta la evidencia objetiva y medible, mientras que el Eco-Driving convierte esa información en acciones concretas de

cambio de comportamiento. De esta forma, la empresa logra reducir el consumo de combustible, disminuir la frecuencia de fallas mecánicas y fortalecer la cultura de seguridad y responsabilidad entre los conductores.

5.4.2. Ciclo de mejora continua en la gestión de flotas

Con el fin de asegurar la sostenibilidad de la propuesta de integración entre telemetría y capacitación en conducción eficiente, se plantea la aplicación del ciclo PHVA (Planificar – Hacer – Verificar – Actuar). Este enfoque permite que la gestión del combustible y de la operación de la flota se mantenga en constante revisión y perfeccionamiento, garantizando que los avances logrados se consoliden y se transformen en parte de la cultura organizacional de eficiencia.

Planificar

En esta fase se definen los objetivos estratégicos en materia de consumo de combustible y seguridad vial. La gerencia, en coordinación con los supervisores de flota, establece metas anuales de ahorro y reducción de eventos críticos, así como los indicadores clave de desempeño (KPIs) que servirán de guía para la medición. Asimismo, se programan las capacitaciones en Eco-Driving y se fijan políticas internas vinculadas al control del ralentí, la velocidad y el uso adecuado de marchas, contando con la supervisión de la gerencia para garantizar que las metas sean estratégicas y alcanzables.

Hacer

En esta etapa se implementan las acciones planificadas. La instalación y configuración de la plataforma de telemetría, el desarrollo de las capacitaciones iniciales y la puesta en marcha de reportes automáticos y alertas operativas son coordinadas por la gerencia y supervisores de flota. Los conductores aplican las técnicas de conducción eficiente en su labor diaria, mientras los supervisores realizan el acompañamiento necesario para reforzar conductas positivas y asegurar la correcta ejecución de los planes.

Verificar

En esta fase se evalúa el cumplimiento de los objetivos. La plataforma de telemetría genera reportes diarios, semanales y mensuales sobre consumo, tiempos de ralentí, excesos de velocidad y eventos críticos. Los supervisores consolidan estos datos en informes mensuales, que son revisados por la gerencia durante reuniones operativas. Asimismo, la gerencia efectúa

evaluaciones semestrales para identificar tendencias, compararlas con los valores de referencia y detectar áreas de mejora.

Actuar

Con base en los resultados de la verificación, se ejecutan medidas correctivas o de refuerzo. Los supervisores coordinan sesiones de coaching individual, ajustes de rutas o mantenimiento preventivo cuando se detectan desviaciones en el consumo o en la conducta de manejo. Paralelamente, la gerencia define incentivos para los conductores con mejor desempeño, promoviendo la motivación y consolidando una cultura de eficiencia. Esta fase asegura que el ciclo se reinicie con objetivos renovados y estrategias ajustadas.

La aplicación del ciclo PHVA garantiza que la propuesta no se limite a una intervención puntual, sino que se convierta en un proceso continuo de optimización. Los registros generados por la telemetría y los informes periódicos alimentan la fase de verificación y retroalimentación, consolidando prácticas de conducción eficiente y permitiendo que la empresa mantenga en el tiempo una reducción progresiva en el consumo de combustible, en línea con sus objetivos de competitividad y sostenibilidad.

5.5.Cronograma de implementación de la propuesta de mejora

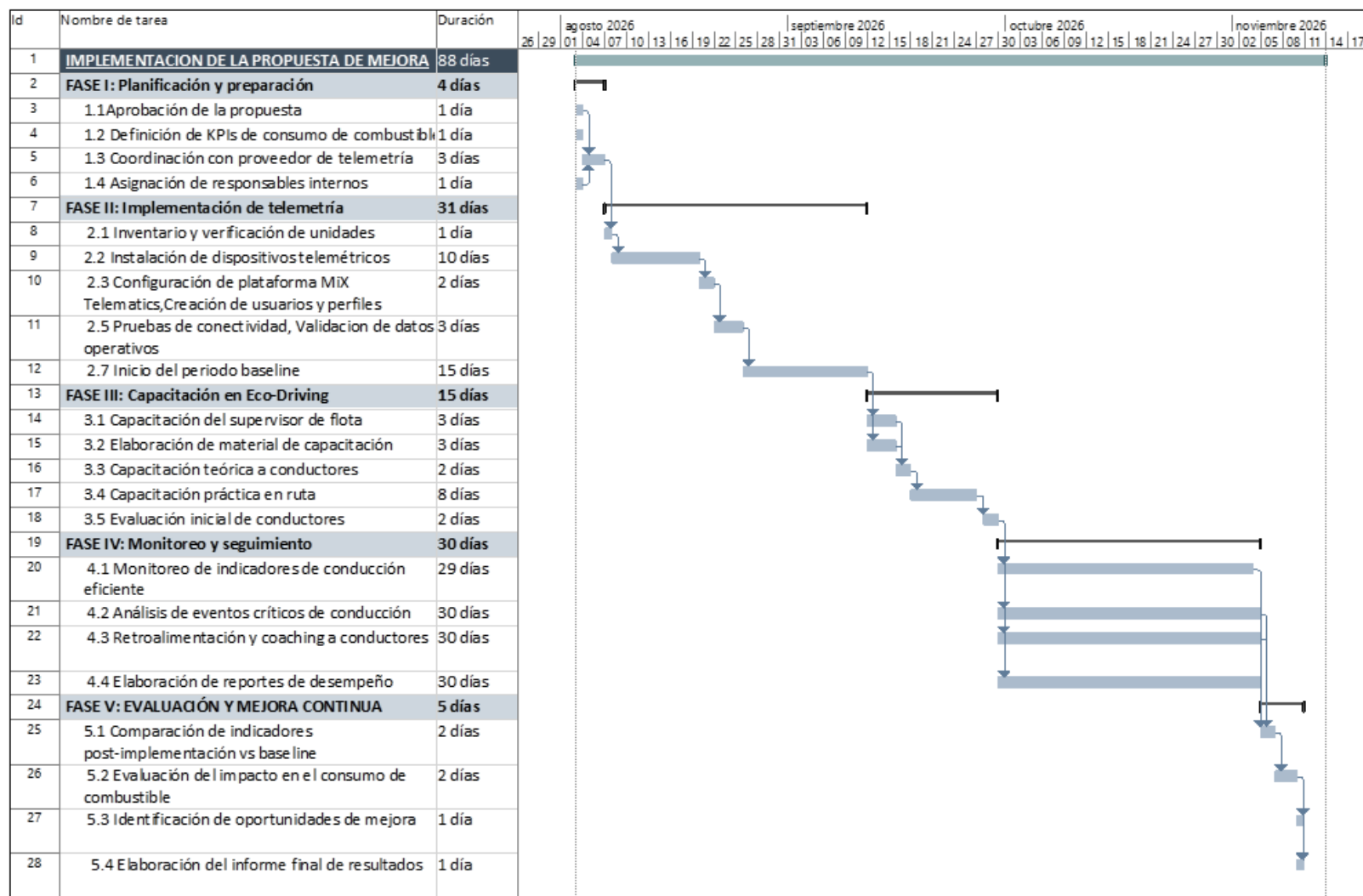
Con la finalidad de asegurar una ejecución ordenada y controlada de la propuesta de mejora orientada a la optimización del consumo de combustible, se elaboró un cronograma de implementación mediante la herramienta Microsoft Project, el cual permite definir las actividades, su duración y la secuencia lógica de ejecución.

La implementación de la propuesta tiene una duración total de 88 días y se desarrolla a través de cinco fases principales: planificación y preparación, implementación del sistema de telemetría, capacitación del personal en Eco-Driving, monitoreo y seguimiento, y evaluación y mejora continua. Asimismo, durante el proceso se contempla la obtención de una línea base (baseline) y la evaluación de los primeros resultados en el consumo de combustible. La programación se desarrolló considerando una secuencia lógica de actividades y relaciones de precedencia tipo fin-inicio, asegurando la coherencia del proceso.

A continuación, se presenta el cronograma de implementación de la propuesta de mejora, elaborado con la finalidad de planificar y organizar de manera ordenada las actividades necesarias para su ejecución.

Figura 15

Cronograma de implementación de la propuesta de mejora



Nota. Elaboración propia, 2026.

CAPITULO VI

6. EVALUACIÓN ECONÓMICA

6.1. Costos de implementación

6.1.1. Tecnología de telemetría

Para determinar la viabilidad económica de la propuesta, se realizó un desglose de los costos de implementación asociados a la tecnología telemática bajo el Plan Premium de MiX Telematics, complementado con sensores de nivel de combustible para una mayor precisión en el control del consumo. Se especifican los dispositivos por componente, diferenciando los que están incluidos en el plan y aquellos que requieren inversión adicional.

Tabla 18

Costos estimados de implementación de tecnología telemática (Plan Premium MiX Telematics + sensores complementarios)

Concepto	Detalle / Observación	Cantidad	Costo unitario (S/.)	Costo total (S/.)
Suscripción anual MiX Fleet Manager Premium	Licencia anual por vehículo (software, reportes, soporte, actualizaciones). <i>Incluye</i> entrega/instalación básica del OBC en plan Premium.	34	1,588.98	54,025.32
Unidad central telemática (OBC)	Equipo principal conectado al bus CAN; registra parámetros de motor y telemetría	34	Incluido en suscripción Premium	—
Sensor GPS + antena	Localización en tiempo real, rutas y trayectorias	34	Incluido en OBC	—
Módem GSM/4G con SIM	Transmisión de datos a la nube (MiX Fleet Manager)	34	Incluido en OBC	—
Cableado y accesorios de montaje	Arnés eléctrico, conectores, soportes y fusibles	34	Incluido en OBC	—
Instalación profesional del OBC	Configuración del OBC, conexión al motor y calibración básica entregada por MiX/distribuidor).	34	Incluido en suscripción Premium	—
Mantenimiento y soporte técnico (básico)	Soporte remoto/correctivo, actualizaciones de software y firmware	34	Incluido en suscripción Premium	—

Sensor de nivel de combustible (Escort TD-600)	Sensor capacitivo de varilla, precisión $\approx \pm 1\%$. <i>No incluido:</i> costo adicional por unidad.	34	574.42	19,530.28
Instalación y calibración sensor combustible	Mano de obra especializada: perforación/montaje en tanque, sellado, pruebas y calibración en plataforma MiX.	34	261.10	8,877.40
TOTAL	Suscripción anual + sensores Escort + instalación sensor			S/. 82,432.99

Nota. Los costos han sido estimados en función de los precios de mercado, la tabla corresponde a una estimación en soles realizada a partir de la revisión de precios publicados en fuentes oficiales y distribuidores autorizados de telemática y sensores de combustible. Para los dispositivos MiX Telematics (OBC Premium, antenas y suscripciones), se han tomado como referencia los precios promedio reportados en la página oficial de MiX Telematics y distribuidores en Latinoamérica. Para los sensores de nivel de combustible, se consultaron proveedores especializados como MCTelematics (Escort TD-600). Los valores en dólares fueron convertidos a soles al tipo de cambio promedio de S/ 3.73 por US\$ 1.

6.1.2. Programa de capacitación (Eco-Driving)

A continuación, se presenta el desglose en soles (PEN) del presupuesto estimado para el Programa de Capacitación Eco-Driving (34 conductores + 1 supervisor replicador). Los importes incluyen materiales, logística y el costo por tiempo-hombre (horas dedicadas a la capacitación), que constituye la parte mayoritaria del presupuesto.

Tabla 19
Costos estimados del Programa de Capacitación en Eco-Driving para conductores de la flota

Partida / Concepto	Cálculo / detalle	Cantidad	Precio unit. (S/)	Subtotal (S/)
A. Materiales				
Manual impreso	35 manuales $\times$ S/15.00	35	S/15.00	S/ 525.00
Videos / recursos online	Recursos gratuitos	1	S/0.00	S/0.00
Papelería / consumibles	35 $\times$ S/7.04	35	S/7.04	S/ 246.48
Subtotal A (materiales)				S/ 771.48
B. Logística				
Refrigerios	No aplica	–	S/0.00	S/0.00

Sala de capacitación	No aplica	–	S/0.00	S/0.00
Desplazamiento / viáticos externos	No aplica	–	S/0.00	S/0.00
Subtotal B (logística)				S/ 0.00
C. Tiempo-hombre perdido (coste salarial)				
Conductores (34)	$34 \times 4 \text{ h} \times$ $\approx S/22.2/\text{h}$ S/90 por conductor	34	S/90.00	S/ 3,060.00
Supervisor (impartición + preparación)	Dedicación el costo de 4 h	1	S/60.00	S/ 60.00
Subtotal C (tiempo- hombre)				S/ 3,120.00
TOTAL GENERAL (A+ B + C)				S/ 3,891.48

Nota. La tabla muestra los costos estimados del Programa de Capacitación en Eco-Driving, desglosados en materiales, logística y tiempo-hombre perdido. Elaboración propia.

6.1.3. Consideraciones complementarias

En la presente propuesta no se contemplan honorarios de instructores, debido a que la capacitación será impartida por el supervisor de la empresa. Este asumirá el rol de replicar los contenidos y técnicas del programa, de manera que su participación ya se encuentra contabilizada dentro del apartado de tiempo-hombre perdido, evitando así gastos adicionales por contratación externa.

De igual manera, no se incluyen costos por alquiler de salón, dado que la organización cuenta con una sala de capacitación propia, equipada y disponible para el desarrollo de este tipo de actividades.

Respecto a los recursos didácticos, los videos y materiales digitales que se utilizarán como apoyo son de libre acceso, provenientes de programas abiertos de conducción eficiente, como *EcoDrive* de Hino, lo cual permite reforzar la parte práctica de la formación sin necesidad de incurrir en gastos adicionales.

Finalmente, tampoco se consideran refrigerios ni otros servicios logísticos, puesto que la empresa dispone de cafetería propia y estos costos no se imputan de manera directa al programa de capacitación.

6.1.4. Consolidado de costos de implementación

Con el fin de evaluar la viabilidad económica integral de la propuesta, se ha elaborado un consolidado de costos que reúne los dos componentes principales del proyecto: (a) la tecnología telemática asociada al Plan Premium de MiX Telematics, complementada con sensores de nivel de combustible para garantizar un control más preciso del consumo, y (b) el programa de capacitación en conducción eficiente (Eco-Driving), orientado a transformar la información obtenida por la telemetría en cambios efectivos de comportamiento en los conductores.

La siguiente tabla presenta los costos totales por cada categoría y la inversión global estimada, lo que permite dimensionar de manera clara el esfuerzo financiero requerido para la implementación.

Tabla 20
Costos totales estimados por categoría de implementación

Categoría	Costo total (S/.)
a) Tecnología de telemetría (Plan Premium MiX Telematics + sensores complementarios)	S/ 82,432.99
b) Programa de capacitación Eco-Driving (34 conductores + 1 supervisor replicador)	S/ 3,891.48
TOTAL, INVERSIÓN ESTIMADA	S/ 86,324.47

Nota. La tabla resume la inversión total proyectada para la implementación de la propuesta, considerando la adopción de tecnología telemática avanzada y el programa de capacitación en conducción eficiente. La tecnología de telemetría representa la mayor proporción del presupuesto (95.5 %), principalmente por la suscripción anual de la plataforma MiX Fleet Manager Premium y la instalación de sensores de nivel de combustible de alta precisión.

6.2. Beneficios estimados

Los beneficios de la propuesta se reflejan principalmente en la reducción de costos operativos asociados al consumo de combustible. Según la Tabla 12, durante el período enero – junio 2025 la empresa registró un sobreconsumo equivalente a S/ 1,762,247.45, monto atribuible a ineficiencias técnicas, falta de control y ausencia de capacitación en conducción eficiente.

Diversos estudios señalan que la implementación de programas de Eco-Driving puede generar entre un 5 % y 15 % de reducción en el consumo de combustible, mientras que la

integración de telemetría vehicular puede elevar este impacto hasta un 20 % en escenarios óptimos (Pineda & Xie, 2021; Fernández, 2020).

Con base en ello, se elaboró la siguiente estimación de ahorro económico para distintos escenarios:

Tabla 21

Escenarios de ahorro estimado en costos de combustible (Julio 2024 – junio 2025)

Escenario de ahorro	% Reducción aplicado	Ahorro estimado (S/.)	Ahorro proyectado anual (S/.)
Conservador	5 %	88,112.37	176,224.74
Esperado	10 %	176,224.75	352,449.50
Óptimo	15 %	264,337.12	528,674.25
Potencial máximo	20 %	352,449.49	704,898.98

Nota. Cálculo realizado a partir del sobreconsumo de S/ 1,762,247.45 registrado en el periodo Julio 2024 – junio 2025, considerando porcentajes de ahorro reportados en literatura especializada (Pineda & Xie, 2021; Fernández, 2020).

Estos resultados evidencian que incluso en un escenario conservador, la empresa podría recuperar más de S/ 176,000 anuales, lo cual representa un impacto significativo en su rentabilidad. Bajo escenarios más ambiciosos, los ahorros superarían el medio millón de soles, lo que además reduciría las emisiones de CO₂ y otros contaminantes asociados al consumo excesivo de combustible.

6.3. Indicadores de retorno

La evaluación económica de la propuesta considera tanto la inversión requerida como los beneficios que podrían obtenerse en términos de ahorro de combustible. Según la Tabla 20, el costo total de implementación asciende a S/ 86,324.47, que incluye la adquisición e instalación de equipos de telemetría, licencias de software, sensores, así como los costos asociados a la capacitación en Eco-Driving .

Por otro lado, la Tabla 12 evidenció que el sobreconsumo de combustible en el periodo julio 2024 – junio 2025 representó una pérdida de S/ 1,762,247.45, lo cual constituye la base de cálculo para proyectar los beneficios potenciales de la propuesta . Diversos estudios respaldan que la aplicación de programas de Eco-Driving puede generar ahorros de entre un 5 % y un 15 % en el consumo de combustible, mientras que el uso de telemetría vehicular eleva este impacto hasta un 20 % en escenarios óptimos (Pineda & Xie, 2021; Fernández, 2020).

Con esta información, se estimaron los indicadores de retorno en distintos escenarios de ahorro:

Tabla 22
Escenarios de ahorro estimado y retorno de la inversión

Escenario	% Ahorro	Beneficio anual estimado (S/.)	Relación B/C (Beneficio / Costo)	Payback (meses)
Conservador	5 %	176,224.74	2.04	5.9
Esperado	10 %	352,449.50	4.08	2.9
Óptimo	15 %	528,674.25	6.12	2.0
Potencial máximo	20 %	704,898.98	8.17	1.5

Nota. Cálculo realizado a partir del sobreconsumo identificado en la Tabla 12 (Julio 2024 – junio 2025) y el costo total de implementación de la Tabla 20 (S/ 86,324.47).

Los resultados muestran que, incluso en un escenario conservador, la relación costo-beneficio (B/C) es mayor a 2, y la inversión se recuperaría en menos de seis meses. En el escenario esperado de 10 %, el retorno se logra en tres meses, mientras que en el escenario óptimo (15 %) la recuperación es casi inmediata, en apenas dos meses. Esto confirma que la propuesta no solo es técnica y operativamente viable, sino también altamente rentable y sostenible en el corto plazo.

Partiendo de los resultados obtenidos en los escenarios de ahorro y retorno de la inversión, es necesario considerar que dichos indicadores se encuentran influenciados por una variable externa y dinámica: el precio del combustible en el mercado. Este factor, al no ser controlable por la empresa y presentar variaciones constantes en el tiempo, puede modificar de manera significativa los beneficios económicos estimados y, en consecuencia, los indicadores de rentabilidad y retorno de la propuesta. Por ello, resulta pertinente incorporar el análisis de esta variable mediante la evaluación de escenarios alternativos, a fin de identificar su impacto sobre la relación beneficio-costos y el periodo de recuperación de la inversión. Para este análisis se tomará como base el escenario conservador de ahorro del 5 %, utilizando su beneficio anual, la relación B/C inicial y el payback estimado, a partir de los cuales se realizará la estimación de escenarios considerando la variabilidad del precio del combustible. De esta manera, se busca evaluar la sensibilidad de la propuesta frente a cambios en el entorno económico y reforzar la solidez de los resultados obtenidos.

En términos prácticos, cuando el precio del combustible aumenta respecto al valor base utilizado en la estimación (S/ 14.22 por galón), la diferencia entre el precio estimado y el nuevo precio de mercado ya no representa un beneficio, sino una reducción del beneficio esperado. Por ejemplo, si el precio del combustible se incrementa en S/ 5 por galón, dicha diferencia multiplicada por el número total de galones consumidos reduce directamente el beneficio económico anual. En este contexto, aunque el consumo se reduzca por efecto de la propuesta, el incremento del precio atenúa el ahorro monetario obtenido.

Por el contrario, una disminución en el precio del combustible incrementa el beneficio económico, ya que la diferencia entre el precio base y el nuevo precio de mercado se traduce en un mayor ahorro monetario por cada galón no consumido.

A partir del escenario base, se estimaron variaciones del precio del combustible en un rango de -25 % a +25 %, considerando incrementos y reducciones progresivas.

La estimación de estos escenarios se realizó utilizando la herramienta Análisis de hipótesis (Administrador de escenarios) de Microsoft Excel, permitiendo recalcular automáticamente los indicadores económicos ante cambios en el precio del combustible, manteniendo constantes las demás variables del modelo.

Tabla 23

Análisis de sensibilidad de la relación beneficio-costos (B/C) ante variaciones del precio del combustible

Variación del precio	-25%	-20%	-15%	-10%	-5%	0%	5%	10%	15%	20%	25%
Relación B/C	2.55	2.45	2.35	2.25	2.14	2.04	1.94	1.84	1.74	1.63	1.53

Nota. Los valores se estimaron a partir del escenario conservador (5 % de ahorro), considerando la variación del precio del combustible mediante la herramienta Análisis de hipótesis de Microsoft Excel. Elaboración propia.

Tabla 24

Análisis de sensibilidad del periodo de recuperación (Payback) ante variaciones del precio del combustible

Variación del precio	-25%	-20%	-15%	-10%	-5%	0%	5%	10%	15%	20%	25%
Payback (meses)	4.7	4.9	5.1	5.3	5.6	5.9	6.2	6.5	6.9	7.3	7.8

Nota. El periodo de recuperación fue recalculado considerando la variabilidad del precio del combustible, manteniendo constante la inversión inicial. Elaboración propia.

Los resultados evidencian que el incremento del precio del combustible reduce progresivamente los beneficios económicos de la propuesta, lo cual se refleja en una disminución de la relación beneficio-costos y en un aumento del periodo de recuperación de la inversión. Esto se debe a que el diferencial de precio por galón, al incrementarse, reduce el ahorro monetario generado por la disminución del consumo, ya que dicho diferencial multiplicado por los galones consumidos representa un mayor costo.

No obstante, incluso bajo escenarios de aumento del precio del combustible de hasta 25 %, la relación beneficio-costos se mantiene mayor a 1, y el periodo de recuperación no supera los ocho meses, lo que demuestra que la propuesta conserva su viabilidad económica aun en condiciones desfavorables del mercado. Por tanto, el análisis de sensibilidad realizado refuerza la solidez y sostenibilidad financiera de la propuesta, evidenciando que esta no solo es rentable bajo condiciones normales, sino también resiliente frente a variaciones significativas en el precio del combustible.



CONCLUSIONES

- PRIMERA. Se concluye que la optimización del consumo de combustible en la empresa de transporte y logística es alcanzable mediante la integración de un sistema de gestión de flotas con telemetría y la capacitación en conducción eficiente. La empresa registra un gasto anual de S/ 5,604,359 en combustible, y solo en un semestre se evidenció un sobreconsumo de S/ 1,762,247.45, lo que refleja un impacto directo en la rentabilidad. La telemetría permite identificar en tiempo real variables críticas como ralentí, exceso de velocidad y desviaciones de ruta, mientras que la capacitación en Eco-Driving corrige hábitos ineficientes de los conductores. El análisis económico demuestra que la inversión inicial de S/ 86,324.47 es ampliamente superada por los ahorros proyectados, que oscilan entre S/ 176,224.74 y S/ 704,898.98 anuales, con periodos de recuperación inferiores a seis meses. Esto confirma que la estrategia propuesta no solo es viable, sino que contribuye a mejorar la sostenibilidad financiera, operativa y ambiental de la organización.
- SEGUNDA. Se concluye que la situación actual del consumo de combustible en la empresa presenta deficiencias significativas tanto en los sistemas de control como en los factores de ineficiencia técnicos y conductuales, lo que impide una gestión eficiente. Por un lado, los registros de abastecimiento son manuales y carecen de un estándar homogéneo, generando discrepancias entre los galones facturados y los reportados, lo que produce incertidumbre en los análisis. Por otro lado, se identifican factores de ineficiencia asociados a fallas mecánicas, como una inadecuada calibración de inyectores una gestión de mantenimiento predominantemente correctiva en lugar de preventiva, y el uso de neumáticos en condiciones inadecuadas, lo cual afecta el rendimiento óptimo de las unidades. Asimismo, desde el enfoque conductual, se evidencian prácticas ineficientes como aceleraciones y frenadas bruscas, excesos de velocidad y tiempos prolongados de ralentí. Estas condiciones no solo incrementan el consumo de combustible, sino que también impactan negativamente en la vida útil de los vehículos y elevan los costos de mantenimiento, representando hasta un 12 % del consumo total anual.
- TERCERA. Se concluye que el sistema de gestión de flotas diseñado, basado en la integración de herramientas de telemetría y un programa de capacitación en conducción eficiente (Eco-Driving), es técnicamente factible y adecuado para atender las necesidades operativas de la empresa, ya que permite monitorear en tiempo real variables críticas como el consumo de combustible por kilómetro, tiempos de ralentí, velocidad promedio y

desviaciones de ruta, facilitando la identificación de patrones de ineficiencia y la toma de decisiones informadas; asimismo, incorpora módulos de mantenimiento que generan alertas preventivas, contribuyendo a la reducción de fallas mecánicas y a la prolongación de la vida útil de los vehículos, destacando como principal fortaleza la centralización de la información en indicadores de gestión. De manera complementaria, el programa de capacitación en Eco-Driving constituye un componente clave del sistema, al incluir diagnóstico individual, formación teórica, práctica supervisada y retroalimentación continua, lo que favorece la adopción de hábitos de conducción más eficientes, reduciendo aceleraciones y frenadas bruscas, excesos de velocidad y tiempos prolongados de ralentí; además, la telemetría funciona como herramienta de evaluación continua que fortalece la efectividad del programa. En términos de impacto, se proyecta que la implementación conjunta de estas estrategias podría generar reducciones de consumo cercanas al 10 % anual, equivalente a un ahorro estimado de S/ 352,449.50, evidenciando su aporte significativo a la eficiencia operativa de la empresa.

- CUARTA. Se concluye que la propuesta es económicamente viable y operativamente beneficiosa para la empresa. La inversión requerida para su implementación es de S/ 86,324.47, mientras que los ahorros anuales proyectados oscilan entre S/ 176,224.74 (5 %) en el escenario conservador y S/ 704,898.98 (20 %) en el escenario más optimista. Incluso en el escenario conservador, la relación beneficio/costo supera el valor de 2, y el periodo de recuperación de la inversión es de 5.9 meses, confirmando un retorno rápido y positivo. Además, la implementación contribuye a la reducción de costos de mantenimiento y a la mejora de la planificación operativa, al permitir un uso más eficiente de la flota. Estos resultados consolidan la propuesta como una alternativa estratégica que garantiza sostenibilidad financiera y competitividad en el sector.

RECOMENDACIONES

- PRIMERA. Se recomienda a la Gerencia General implementar de manera gradual el sistema propuesto, iniciando con un plan piloto de flota reducida para validar métricas y procesos. Posteriormente, escalar la implementación a toda la flota, acompañando la telemetría con un programa continuo de Eco-Driving. Para lograrlo, se sugiere establecer un comité interdisciplinario (operaciones, mantenimiento y recursos humanos) encargado de monitorear KPIs como litros/100 km, tiempos de ralentí y ahorros acumulados. Además, debe destinarse un porcentaje de los ahorros generados a mantenimiento preventivo y renovación de equipos, asegurando la sostenibilidad del sistema a largo plazo.
- SEGUNDA. Se recomienda al área de Operaciones y Sistemas implementar un sistema unificado de control que digitalice el registro de abastecimientos y conecte esta información con la telemetría. Este sistema debe incluir dashboards que consoliden datos por vehículo, ruta y conductor, permitiendo identificar desviaciones de consumo de manera inmediata. Para lograrlo, se sugiere capacitar al personal administrativo en el uso de herramientas digitales y establecer auditorías trimestrales que validen la consistencia de la información. La adopción de controles estandarizados permitirá tomar decisiones preventivas, reducir pérdidas y garantizar un control más confiable de los costos asociados al combustible.
- TERCERA. Se recomienda a Mantenimiento y Supervisión de Flota implementar un plan integral que combine mantenimiento preventivo riguroso con retroalimentación conductual basada en telemetría. Este plan debe contemplar la revisión periódica de neumáticos, sistemas de inyección y filtros, además de la aplicación de checklists diarios por parte de los conductores. En paralelo, se sugiere establecer sesiones de retroalimentación individual utilizando reportes telemétricos para corregir hábitos ineficientes. Para motivar la mejora, se propone vincular estos indicadores a un sistema de incentivos que premie a los conductores con menores índices de consumo y conducción más eficiente.
- CUARTA. Se recomienda a TI y Operaciones implementar el sistema en fases, comenzando con un grupo piloto de vehículos para ajustar parámetros y procesos. Posteriormente, escalar a la totalidad de la flota con manuales de procedimiento y protocolos de respuesta bien definidos. Para garantizar el uso efectivo de la información, se debe formar a un equipo de analistas especializados en interpretar los datos telemétricos y generar reportes accionables. Asimismo, se sugiere establecer tiempos de respuesta claros frente a cada tipo de alerta

(mecánica o conductual), asegurando que la información no quede solo en reportes, sino que se traduzca en acciones correctivas inmediatas.

- QUINTA. Se recomienda a Recursos Humanos y Supervisión de Flota implementar el programa de Eco-Driving como parte de la capacitación obligatoria para todos los conductores. El plan debe incluir evaluaciones trimestrales y sesiones de retroalimentación individual con base en reportes de telemetría. Para motivar la participación, se sugiere otorgar certificaciones internas y vincular el desempeño a incentivos económicos o reconocimientos públicos. Además, deben establecerse capacitaciones de refuerzo cada seis meses para mantener la mejora continua y evitar la regresión en los hábitos adquiridos.
- SEXTA. Se recomienda a la Dirección Financiera y Gerencia General aprobar la implementación del sistema, asegurando un presupuesto específico para cubrir la inversión inicial. Se debe establecer un plan de seguimiento financiero con indicadores de ahorro real versus proyectado, revisiones trimestrales y reportes al directorio. Asimismo, se propone destinar un porcentaje fijo de los ahorros obtenidos a programas de mantenimiento preventivo y renovación progresiva de la flota, de modo que los beneficios económicos se traduzcan en mejoras operativas sostenibles.
- SEPTIMA. Se recomienda que, en un futuro, la empresa evalúe la posibilidad de incorporar herramientas tecnológicas de mayor nivel, tales como Machine Learning e Inteligencia Artificial, con el propósito de optimizar el análisis de datos, anticipar patrones de consumo de combustible y detectar comportamientos de conducción que puedan generar ineficiencias; la integración de estas tecnologías avanzadas permitiría también predecir fallas mecánicas, planificar rutas con mayor precisión y generar modelos predictivos orientados a la reducción de costos operativos y al cuidado del medio ambiente, lo que a su vez otorgaría a la organización una ventaja competitiva frente a los retos de un mercado cada vez más digitalizado y exigente en términos de sostenibilidad.

REFERENCIAS

- Autoridad Nacional de Protección de Datos Personales. (2011). *Ley N.º 29733 – Ley de Protección de Datos Personales*. Lima: Diario Oficial El Peruano.
- Caceres Alvarado, E. R. (2022). *Desarrollo de una plataforma basada en telemetria e iot para el monitoreo rremoto del conusmo e indicaddores de energia de una planta industrial*. Guayaquil.
- Cáceres, A. G. (2025). Driving sustainability: Analyzing eco-driving efficiency across urban and interurban settings. *World Electric Vehicle Journal*.
- Canvas intelligence. (2023). *Informes telematicos de Canvas intelligence Mix telematics*. Obtenido de Canvas intelligence: <https://canvasintelligence.com/mix-telematics-reports/>
- Changing-Transport. (2020). Obtenido de Strategies to maintain ecodriving benefits in the long term: https://changing-transport.org/wp-content/uploads/2020_tool_strategies_to_maintain_ecodriving_benefits_in_the_long_term.pdf
- Chien, S., Ding, Y., & Wei, C. (2002). Dynamic Bus Arrival Time Prediction with Artificial Neural Networks. *JOURNAL OF TRANSPORTATION ENGINEERING*, 128(5), 429-438. doi:DOI: 10.1061/~ASCE!0733-947X~2002!128:5~429!
- Classtrucks. (s. f.). *Volvo FH truck buyer's guide*. Obtenido de <https://www.classtrucks.com/en/buyers-guide/volvo-fh/#:~:text=The%20average%20fuel%20consumption%20of>
- Congreso de la República del Perú. (2006). *Ley N.º 28694 que establece la obligatoriedad del uso de sistemas de posicionamiento global (GPS) en el transporte terrestre*. Lima: Diario Oficial El Peruano.
- CONNECT, O. (2025). *Tenga el poder de optimizar el rendimiento de su vehiculo*. Obtenido de <https://latin-america.internationalcamiones.com/-/media/Project/International-Trucks/International-Trucks/LatinAmerica/Servicios/OnCommand/Brochure-On-Command-Connect-082123.pdf?rev=0ca46d0f99a843408ef93d81c7fad5cc&hash=231DB636830AC8BA63DE2D8D643A05F7#:~>
- Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de. (2006). *Guía para la gestión del combustible en las flotas de transporte por carretera*. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.

- Fernández Romero, Y. A. (2020). *ANÁLISIS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE DE VEHICULOS DE CARGA AL APLICAR TECNICAS DE CONDUCCION EFICIENTE*. Bogotá.
- Fernández, C., & Segovia, C. (2023). *Mejora de procesos para la optimización del consumo de combustible y neumáticos en una empresa de transporte de carga pesada*. Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador.
- Gaitán Layza, F. E., Mayorga Farfán, W., Onofre Enero, O., Reynoso Manrique, E. M., & Soto Reyes, J. P. (2018). *Propuesta de un modelo de aplicación de IoT y telemetría en los procesos de servicios de taller para empresas concesionarias automotrices*. Lima: Escuela de Administración de Negocios para Graduados (ESAN). Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12640/1391>
- Geotab. (2025). Obtenido de Telemetria para gestion de flotas: <https://latin-america.internationalcamiones.com/-/media/Project/International-Trucks/International-Trucks/LatinAmerica/Servicios/OnCommand/Brochure-On-Command-Connect-082123.pdf?rev=0ca46d0f99a843408ef93d81c7fad5cc&hash=231DB636830AC8BA63DE2D8D643A05F7#:~>
- Granillo-Macias, R., Téllez-López, G., Lopez-Jimenez, J. A., & Contreras-Juarez, A. (2020). Uso de la telemetría en la administración del transporte. *Ingenio y Conciencia Boletín Científico de la Escuela Superior Ciudad Sahagún* , 7(13). doi:<https://doi.org/10.29057/escs.v7i13.4948>
- He, Y., Li, Y., & Wang, X. (2024). *Eco-driving incentive mechanisms for sustainable transportation systems*. Obtenido de arXiv preprint: <https://arxiv.org/abs/2410.07952>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Las rutas de la investigación*. Mexico: McGraw-Hill.
- Hino Perú. (2021). *Conducción Inteligente – HINO EcoDrive*. Obtenido de Capacitaciones para una conducción económica, ecológica y con seguridad: <https://www.hinoperu.com.pe/soporte-total/hino-ecodrive>
- International Transport Forum. (2019). *Data-driven transport policy*. OECD Publishing.
- International Trucks Latin America. (2023). *OnCommand conect*. Obtenido de Navistar international corporation.
- LaiW., & Chen, C. (2011). Intenciones de comportamiento de los pasajeros del transporte público: el papel de la calidad del servicio, el valor percibido, la satisfacción y la

- participación. *Transport Policy*, 18, 318-325. Obtenido de <https://www.scrip.org/reference/referencespapers?referenceid=1878483>
- Lee-Kan, S. M., Filipowicz, A., Bravo, N., Hogan, C. L., & Shamma, D. A. (2024). *DriveStats: A mobile platform to frame effective sustainable driving displays*. arXiv. Obtenido de <https://arxiv.org/pdf/2408.06522>
- Lyon, D. (2018). *The culture of surveillance: Watching as a way of life*. Cambridge: Polity Press.
- Ma, Z., Jørgensen, B. N., & Ma, Z. (2024). A scoping review of energy-efficient driving behaviors and applied state-of-the-art AI methods. *Energies*, 17. doi:<https://doi.org/10.3390/vehicles6040106>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú MTC. (2020). *Curso de Conducción Eficiente – Manual del Instructor. Proyecto TRANSfer, GIZ – Cooperación Alemana para el Desarrollo*. Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú MTC.
- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2018). *Reglamento Nacional de Emisiones Vehiculares*. Lima: Gobierno del Perú.
- MTC & GIZ. (2018). *Curso de conducción eficiente: manual del instructor*. Obtenido de Ministerio de Transportes y Comunicaciones.: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1303082/CURSO%20DE%20CONDUCCI%C3%93N%20EFICIENTE%20-%20MANUAL%20DEL%20INSTRUCTOR.pdf>
- Muhammad, A. S., Cheng, W., & Longbiao, C. (2024). Marco telemétrico para la evaluación de las emisiones vehiculares basado en el comportamiento de conducción mediante aprendizaje no supervisado. *Vehicles*. doi:<https://doi.org/10.3390/vehicles6040106>
- Ortega, R., & Soto, K. (2023). *Implementación de herramientas para mejorar el rendimiento de combustible en la empresa TF*. Lima.
- Palacin Raraz, L. G. (2019). *IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INFORMÁTICO*. Lima.
- Peterson Trucks. (2017). Obtenido de International LT® series fuel economy test report: https://www.petersontrucks.com/sites/trucks/files/2017-12/A26_Fuel_Economy_White_Paper.pdf
- Pineda, L., & Xie, Y. (2021). *Programas de eco-conducción (eco-driving) de camiones: Estado actual en América Latina y mejores prácticas internacionales*. Consejo Internacional de transporte limpio. Obtenido de <https://theicct.org/sites/default/files/publications/eco-driving-latam-ESP-jun2021.pdf>

- PStech Peru. (2023). Obtenido de Soluciones de telemetria: <https://latin-america.internationalcamiones.com/-/media/Project/International-Trucks/International-Trucks/LatinAmerica/Servicios/OnCommand/Brochure-On-Command-Connect-082123.pdf?rev=0ca46d0f99a843408ef93d81c7fad5cc&hash=231DB636830AC8BA63DE2D8D643A05F7#:~>
- Rao, A., Singh, P., Mittal, S., Singh, U., & Vishwakarma, D. (2023). Optimizing Electric Vehicle Efficiency with Real-Time Telemetry using Machine Learning. *Delhi Technological University. Disponible en arXiv*. Obtenido de <https://arxiv.org/pdf/2311.08085>
- Savković, T., Miličić, M., Tanackov, I., Pitka, P., & Kolečka, D. (2019). Short-term and long-term impacts of eco-driving training on dynamics of driving behaviour and operating parameters. *Driving Research Journal*.
- Schmidt, J., Arroyo, W., de Souza, V., Vieira, P., & Araújo, E. (2018). Beneficios de la implementación de un sistema de telemetría para la gestión de las operaciones mineras. *Interfases*, 11, 87–102.
doi:[https://doi.org/10.26439/interfases2018.n011.2955:contentReference\[oaicite:0\]{in dex=0}](https://doi.org/10.26439/interfases2018.n011.2955:contentReference[oaicite:0]{in dex=0}).
- SmartGPS Peru. (2021). Obtenido de Telemetria y soluciones no invasivas: <https://smartgps.com.pe/telemetria#:~:text=Soluciones%20NO%20invasivas%20que%20permiten,Un%20paso>
- Tellez lopez, G., Lopez Jimenez, J. A., Granillo Macias, R., & Contreras Juarez, A. (2020). Uso de la telemetría en la administración del transporte. *Ingenio y Conciencia. Boletín Científico de la Escuela Superior Ciudad Sahagún*, 71-74.
- The Intelligent Driver. (2023). *SINOTRUK SITRAK C7H tractor truck*. Obtenido de https://www.theintelligentdriver.com/2023/03/31/sinotruk-sitrak-c7h-tractor-truck/?utm_source=chatgpt.com#:~:text=analysis%2C%20SITRAK%20C7H%20can%20bring,is%20relatively%20low%2C%20only%2043L
- Valencia Meza, O. S. (2023). *Propuesta de mejora en la gestión de flota de vehículos de carga pesada para optimizar el control de combustible en empresas que transportan concentrado de mineral para las compañías mineras en el sur del Perú, Cusco 2022*. Arequipa.
- Volvo Trucks Argentina. (2025). *Gestion de flotas*. Obtenido de Volvo Trucks: <https://www.volvotrucks.com.ar/es-ar/services/optimized-business/fleet->

management.html#:~:text=Este%20servicio%20facilita%20el%20seguimiento,de%20emisiones%20y%20mucho%20m%C3%A1s

Zhao, L., Yang, Y., & Chen, H. (2024). Optimal eco-driving with infrastructure-to-vehicle communication based on real-time dynamic traffic conditions. *SAE Technical Paper*.



ANEXOS

Anexo 1

Cuestionario sobre hábitos de conducción y cultura de ahorro de combustible

Instrumento 2 (Mejorado): Cuestionario sobre Hábitos de Conducción y Cultura de Ahorro de Combustible

Instrucciones:

Lea con atención cada afirmación y marque con una ✓ la opción que mejor refleje su grado de acuerdo.

Escala de respuesta:

1 = Totalmente en desacuerdo

2 = En desacuerdo

3 = Ni de acuerdo ni en desacuerdo

4 = De acuerdo

5 = Totalmente de acuerdo

Bloque A: Conocimiento sobre conducción eficiente

Nº	Afirmación	1	2	3	4	5
1	Conozco técnicas básicas para ahorrar combustible.	☐	☐	☐	☐	☐
2	Entiendo cómo la velocidad y la aceleración influyen en el consumo de combustible.	☐	☐	☐	☐	☐
3	Me han capacitado previamente en conducción eficiente (Eco-Driving).	☐	☐	☐	☐	☐

Bloque B: Prácticas actuales de conducción

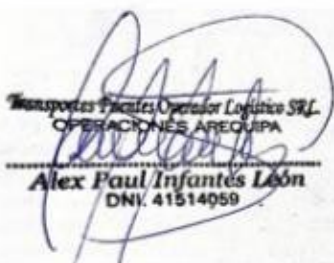
Nº	Afirmación	1	2	3	4	5
4	Evito frenadas y aceleraciones bruscas durante mis viajes.	☐	☐	☐	☐	☐
5	Mantengo una velocidad constante siempre que es posible.	☐	☐	☐	☐	☐
6	Uso correctamente las marchas según la carga y el terreno.	☐	☐	☐	☐	☐
7	Apago el motor si estoy detenido por más de cinco minutos.	☐	☐	☐	☐	☐
8	Reviso regularmente la presión de los neumáticos antes de conducir.	☐	☐	☐	☐	☐

Bloque C: Percepción sobre eficiencia y cultura de ahorro

Nº	Afirmación	1	2	3	4	5
9	Soy consciente de que mi forma de conducir influye directamente en el consumo de combustible.	☐	☐	☐	☐	☐
10	Creo que optimizar el consumo de combustible beneficia a toda la empresa.	☐	☐	☐	☐	☐
11	Recibo retroalimentación sobre mi desempeño como conductor en relación al consumo.	☐	☐	☐	☐	☐

Bloque D: Actitud hacia el cambio y disposición al entrenamiento

Nº	Afirmación	1	2	3	4	5
12	Estoy dispuesto a modificar mis hábitos de conducción si eso mejora la eficiencia.	☐	☐	☐	☐	☐
13	Me gustaría recibir capacitación práctica sobre Eco-Driving.	☐	☐	☐	☐	☐
14	Considero que la empresa debería implementar un sistema para monitorear el consumo de combustible.	☐	☐	☐	☐	☐

Supervisor SSOMA	Jefe De Operaciones
	 Alex Paul Infantes León DNI. 41514059

Anexo 2

Procedimiento para atención de alertas generadas por el sistema Mix Telematics

ATENCIÓN DE ALERTAS GENERADAS POR EL SISTEMA MIX TELEMATICS	
Descripción: Procedimiento para atender, verificar, registrar y cerrar alertas generadas por MiX Telematics relacionadas con seguridad y consumo de combustible.	
Alcance: Aplica a todas las unidades de la flota equipadas con MiX Telematics y al personal responsable: conductores, supervisores de flota, área de mantenimiento y gerencia.	
Criterio: Todo conductor y supervisor de flota debe cumplir y ejecutar este procedimiento cada vez que el sistema MiX Telematics genere una alerta, asegurando su atención inmediata, registro y cierre según la política interna de seguridad vial y eficiencia operativa.	
Nº	DESARROLLO DE LA LABOR PASO A PASO
1	Generación de la alerta: El sistema MiX Telematics detecta una condición anómala (ej. exceso de velocidad, ralenti, consumo fuera de rango). Active notificación en cabina (alarma sonora/visual) y en la plataforma (panel supervisor).
2	Recepción y verificación: Reciba el aviso en el sistema o app móvil, identifique vehículo, conductor y tipo de evento; registre la hora de acuse.
3	Verificación del contexto: Compruebe la ubicación y trayectoria, condiciones de la ruta/tráfico, duración del evento y calidad de la señal GPS; descarte falsos positivos si corresponde y anote el motivo.
4	Acción correctiva inmediata: Si la alerta es crítica, Contacté al conductor por radio/teléfono/app e indique la corrección concreta (reducir velocidad, detenerse en zona segura, apagar motor); Las instrucciones deben ser claras y tendientes a minimizar la distracción. Priorice la seguridad y evite distracciones.
5	Registro del evento: El sistema almacena automáticamente la alerta; complemente el registro con observaciones (hora de contacto, acción tomada, respuesta del conductor) y adjunte evidencias (capturas, fotos, notas).
6	Clasificación del evento: Clasifique como leve, moderado o crítico según la política interna y asigne las acciones de seguimiento correspondiente
7	Comunicación y retroalimentación: Entregue la retroalimentación al conductor por escrito o vía digital; especifique la causa, la clasificación y las

	recomendaciones; obtenga acuse o firma.
8	Seguimiento en caso de recurrencia: Si se repite el evento (p. ej. ≥ 3 del mismo tipo en 30 días), programe capacitación en Eco-Driving y/o orden de revisión mecánica; registre cumplimiento.
9	Acción preventiva y cierre: Ordene intervenciones de mantenimiento preventivo cuando proceda; envíe consolidado semanal a gerencia para análisis de tendencias y toma de decisiones o estrategias; cierre la alerta en la plataforma y archive la evidencia.
Frecuencia: cada vez que el sistema MiX Telematics genere una alerta en cabina o en la plataforma.	Responsables: Conductores, supervisor de flota, área de mantenimiento y gerencia, según corresponda a la etapa del procedimiento.
Residuos generados: No aplica, únicamente registros digitales de alertas.	Disposición: los registros electrónicos se almacenan en la plataforma MiX Telematics y se consolidan en reportes semanales y mensuales según política de la empresa.
Registro: historial de alertas en la plataforma, reporte semanal consolidado de eventos, formato de retroalimentación al conductor y órdenes de trabajo de mantenimiento.	Documentos relacionados: Política interna de seguridad vial, Procedimiento de capacitación en conducción eficiente (Eco-Driving), Plan de mantenimiento preventivo de flota y Manual operativo de MiX Telematics.