

**ESTUDIO DEL IMPACTO DE LA MODIFICACIÓN DE LA FLOTA DE TRANSPORTE
EN LA CADENA DE SUMINISTRO DE UN PSL TIPO I UBICADO EN BOGOTÁ**

**JESSICA PAOLA BARRERA LAVERDE
JEISON DAVID MORENO OICATA**

**Proyecto integral de grado para optar por el título de
INGENIERO INDUSTRIAL**

**Director
Juan Carlos Robles Camargo
Dr. Ingeniero Industrial**

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
BOGOTÁ D.C.**

2022

NOTA DE ACEPTACIÓN

Nombre
Juan Carlos Robles Camargo

Nombre
Firma del Presidente Jurado

Nombre
Firma del Jurado

Nombre
Firma del Jurado

Bogotá, D.C., febrero de 2022

DIRECTIVOS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente de Universidad y Rector del Claustro.

Dr. Mario Posada García-Peña

Consejero Institucional

Dr. Luis Jaime Posada García-Peña

Vicerrectora Académica y de Posgrados

Dra. Alexandra Mejía Guzmán

Vicerrector Administrativo y Financiero

Dr. Ricardo Alfonso Peñaranda Castro

Secretario General

Dr. José Luis Macías Rodríguez

Decana de la Facultad de Ingeniería

Ing. Naliny Patricia Guerra Prieto

Director Programa de Ingeniería Industrial

Ing. Julio Aníbal Moreno Galindo

Los directivos de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestos en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores.

DEDICATORIA

Principalmente a Dios por darme la sabiduría y fuerza. A mis padres, a mi abuela, a mi madrina y a mi novio quienes han sido los que me han dado el ánimo y la motivación para llegar hasta el final de esta meta.

Jessica Paola Barrera Laverde

A Dios por darme la oportunidad de culminar esta etapa, por darme la sabiduría y guiarme en este proyecto de vida, A mis padres, Abuelos, Tíos y Tías por acompañarme en este proceso.

Jeison David Moreno Oicata

AGRADECIMIENTOS

Al nuestro director de trabajo de grado el Dr. Juan Carlos Robles Camargo por su entrega, dedicación y disposición que siempre nos brindó en el desarrollo de este trabajo y la motivación que también tuvo para que alcanzáramos a culminar este proceso.

A los docentes que hicieron parte de nuestra formación y que tuvieron el espíritu de enseñanza para compartir todos sus conocimientos con nosotros.

A nuestros padres que nos dieron la oportunidad de emprender este camino, que confiaron en nosotros y que siempre han querido vernos felices y triunfado.

A los Amigos que tuvimos la suerte de conocer y que han compartido con nosotros momentos felices y difíciles en estos años.

A los amigos que nos motivaron y pusieron un grano de arena para elaborar este trabajo de grado.

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
RESUMEN	12
INTRODUCCIÓN	12
OBJETIVOS	15
1. DIAGNOSTICO GENERAL	16
2. FACTORES EN EL PROCESO LOGÍSTICO	24
2.1 Renovación	25
2.2 Adquisición	28
3. ANÁLISIS DE IMPACTO	30
3.1 Factor Ambiental	30
3.1.1 <i>Para motores a gasolina</i>	35
3.1.2 <i>Para motores diésel</i>	36
3.1.3 <i>Normas EURO</i>	39
3.2 Factor Económico	41
3.2.1 <i>Estado de situación financiera</i>	41
3.2.2 <i>Estado de resultados integral</i>	42
3.2.3 <i>Tabla costos de vehículos</i>	43
3.2.4 <i>Pronósticos</i>	44
3.2.5 <i>Flujo de caja</i>	47
3.2.6 <i>Tasa de Amortización</i>	49
3.2.7 <i>TIO</i>	49
3.2.8 <i>TIR Y VPN</i>	50
4. ANALISIS DE ALTERNATIVAS	51
4.1 Estrategias Ambientales	51
4.2 Estrategia Económica	52
5. CONCLUSIONES	54

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. <i>Metodología para realizar el diagnostico general de la empresa.</i>	16
Tabla 2. <i>Matriz PESTEL</i>	17
Tabla 3. <i>Tipos de contaminantes atmosféricos.</i>	30
Tabla 4. <i>Niveles máximos permisibles para contaminantes.</i>	31
Tabla 5. <i>Normas Euro</i>	34
Tabla 6. <i>Norma EURO III para motores diésel.</i>	37
Tabla 7. <i>Norma EURO V para motores diésel.</i>	38
Tabla 8. <i>Norma EURO III contra EURO V Adblue - Plus.</i>	40
Tabla 9. <i>Estado de Situación Financiera.</i>	41
Tabla 10. <i>Estado de resultados Integral.</i>	43
Tabla 11. <i>Costos.</i>	44
Tabla 12. <i>Confiabilidad método de pronóstico (% error).</i>	45
Tabla 13. <i>Pronostico de Ventas de acuerdo al 2020.</i>	45
Tabla 14. <i>Errores por el método de regresión lineal.</i>	47
Tabla 15. <i>Flujo de caja.</i>	48
Tabla 16. <i>Tasa de amortización según el préstamo proyectado.</i>	49
Tabla 17. <i>TIR Y VPN.</i>	50

RESUMEN

Este proyecto tiene como fin analizar todos los factores que inciden en una empresa de transporte PSL1 al momento de realizar un proceso de renovación de su flota, ya sea gradualmente o completamente. Se empieza realizando un previo análisis de las operaciones logísticas terrestres de la empresa, esto se realiza con el fin de evaluar todos los aspectos relacionados con esta actividad y que se puedan ver beneficiados o afectados al momento de realizar el proceso de renovación o de mantenimiento a su principal activo que son los vehículos. Se identifican todas las variables cualitativas y cuantitativas del sistema de transporte que emplea la empresa prestadora de servicio logístico como ingresos, egresos, costos de distribución, costos de mantenimiento, gastos administrativos y entre otros que intervienen en la operación. También se lleva a cabo un análisis y una comparación de las dos tecnologías que son usadas en la flota actual (EURO III) y las nuevas flotas que ya vienen actualizadas con la tecnología (EURO V) para la reducción de gases nocivos para el medio ambiente y la salud de los habitantes, de esta forma se pretende esclarecer si el cambio de flota resulta teniendo un impacto significativo en la salud y en la calidad de aire de la ciudad.

Con un análisis a estas variables mencionadas y con la información suministrada por la empresa se logra analizar los aspectos económicos, financieros y ambientales asociados con el proyecto, y se determina de manera financiera y con indicadores que el proyecto tiene viabilidad, ventajas y beneficios de inversión, por esa razón se vuelve rentable y eficiente económicamente.

Con los resultados obtenidos se permitirá recomendar a la empresa la alternativa de invertir en una nueva flota reemplazando su flota actual ya que obtendrá beneficios económicos y sus vehículos serán más amigables con el medio ambiente teniendo en cuenta el cambio de tecnología en los motores de sus vehículos.

Palabras Clave: Tecnología Euro, Motores Diesel, Ambiental, Transporte, Cadena de suministro, logística.

INTRODUCCIÓN

Los operadores logísticos son aquellos que integran diferentes aspectos como almacenamiento, inventarios, transporte, distribución y los convierten en un sistema de prestación de servicios especializados para la cadena de abastecimiento [1]. También podemos hablar de la logística que es una parte importante en la gestión de la cadena de suministro ya que controla y planifica el flujo y el almacenamiento de los bienes, los servicios y la información relacionada con un servicio o producto. Esta gestión se realiza desde el punto de partida hasta su destino final.

Con el paso de los años los operadores logísticos han tomado mucha fuerza en Colombia debido al aumento de exigencia y competitividad en los mercados, apareciendo cada vez más barreras y obstáculos que dificultan la permanencia en este. En el país, más de 600 empresas son usuarios de los operadores logísticos y ven en estas empresas un aliado estratégico que les puede contribuir en cumplir sus objetivos organizacionales y operacionales [2].

Si se hace énfasis en el funcionamiento de los operadores logísticos en el territorio nacional específicamente en el sector de transporte, se evidencia una cantidad de problemáticas ambientales, económicas y organizacionales debido a los problemas de atrasos en la infraestructura vial que evidentemente afectan las condiciones de la logística de transporte y que inciden en la modificación de las flotas [3]. Una de las problemáticas que más se evidencian en el sector de transporte, son las problemáticas medioambientales que están relacionados con la contaminación del aire, debido a la cantidad de gases contaminantes y material particulado generados por los motores de combustión interna que se manejan en este sector. Uno de los grandes retos que se presentan es la búsqueda de las tecnologías limpias y menos contaminantes, es por esto por lo que desde 1980 la Unión Europea estableció la normatividad EURO, que se encarga de limitar la emisión de gases contaminantes [4]. En el país se aplica las normativas EURO IV desde el año 2015, pero se sigue trabajando para la realización de la transición a la normativa Euro V y se proponen retos posteriores en donde las mismas normativas colombianas como la ley 1972 exigirán un contenido máximo de sustancias

como el Azufre en los combustibles y la implementación de nuevas tecnologías como la EURO VI [5].

El sector de los operadores logísticos del país necesita más investigación académica ya que es necesario adquirir más conocimientos sobre las actividades que realizan estas empresas y los retos por los que atraviesa. Por tal motivo, este proyecto busca identificar los diferentes factores que intervienen e inciden en el proceso logístico y en la modificación de la flota de una empresa dedicada al transporte logístico terrestre, lo cual se realizará a partir de una investigación y un análisis a los procesos logísticos de una empresa PSL 1. Esto se quiere realizar con el fin de mejorar el proceso logístico, la cadena de suministro, incrementar la satisfacción del cliente, la fidelización y así mismo generarle a la empresa impactos positivos en temas económicos y en el tema de agregar nuevas tecnologías o mejorar la tecnología que ya utilizan, para que de esta manera ayuden al medio ambiente. Esto se llevará a cabo por medio del análisis de la situación actual de la empresa, de los procesos, de sus activos, costos, herramientas y otros aspectos que inciden directamente en el proceso logístico.

OBJETIVOS

Objetivo general

Elaborar un estudio del Impacto de la modificación de la flota de transporte en la cadena de suministro de un PSL tipo (I) ubicado en Bogotá.

Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico del proceso logístico PSL tipo 1 de la empresa.
- Determinar los factores que inciden en el proceso logístico para la adquisición y renovación de los recursos usados en el mismo.
- Analizar el impacto económico y ambiental que tienen los vehículos con la tecnología actual (Euro 3) vs (Euro 5 ADBLUE-PLUS) dando viabilidad al proyecto.
- Analizar alternativas que ayuden a mitigar el impacto económico y ambiental generado por la industria de transporte.

1. DIAGNOSTICO GENERAL

El proceso logístico de la empresa resulta importante ya que de ser desarrollados eficientemente se obtiene un servicio de transporte óptimo [6], en donde la estructuración de los procesos es clave para la optimización y así darle a la empresa una ventaja competitiva mejorando su posición en el mercado. El diagnóstico de los procesos logísticos de la empresa de transporte PSL, busca determinar cuáles son las condiciones actuales para la posterior generación de oportunidades de mejora y la determinación de deficiencias. Este diagnóstico se llevó a cabo siguiendo la siguiente metodología:

Teniendo en cuenta la Tabla 1 Se llevó a cabo la recolección de información en bases de datos e información suministrada de manera directa por la empresa.

Tabla 1.

Metodología para realizar el diagnostico general de la empresa.

DIAGNÓSTICO DE UNA EMPRESA DE TRANSPORTE PSL TIPO I	
Recolección de información	<ul style="list-style-type: none">• Bases de datos.• Información directa de la empresa.
Organizar la información	<ul style="list-style-type: none">• Organizar la información encontrada.• Utilizar herramientas para buscar la información.
Análisis de la información	<ul style="list-style-type: none">• Analizar la información.• Determinar las deficiencias y oportunidades de los procesos logísticos.

Nota. La tabla muestra el diagrama de proceso para realizar el diagnóstico de una empresa de transporte PSL tipo I. Abreviaturas de la tabla: PSL = Prestadora de servicios logísticos. Tomado de: R. Carro Paz y D. González Gómez logística empresarial, Universidad Nacional de mar del plata, 2020. [En línea]. Disponible: http://nulan.mdp.edu.ar/1831/1/logistica_empresarial.pdf

La tabla anterior permitió realizar el análisis pertinente que llevará a obtener el diagnóstico de la situación actual de la empresa. Para un mejor análisis del diagnóstico se hace una trazabilidad en el desarrollo de una Matriz PESTEL en la cual se tuvieron en cuenta varios aspectos importantes sobre la empresa de transporte posicionándolos en positivos y Negativos.

Tabla 2.

Matriz PESTEL

FACTOR	ASPECTO	TIEMPO DE IMPACTO			TIPO DE IMPACTO	
		C. (1-2 AÑOS)	M. (3-5 AÑOS)	L. (+ 5 AÑOS)	+	-
POLÍTICO	Marco Normativo. El gobierno colombiano ha propuesto acciones de transición energética y movilidad limpia, se espera que para el año 2030 se reduzca el 51% de los gases contaminantes [7], la empresa cuenta con flotas de tecnología ambigua comparada con la EURO 5 que exige el estado.			o		o
	El apoyo del gobierno a pequeñas medianas empresas podría facilitar el acceso de tecnología a mejores precios.		o			o
	La empresa cuenta con capital que le permite reinvertir en su activo más valioso entendiéndolo como actualizar o modificar la tecnología de las flotas de transporte, para poder generar ingresos que representen una mayor importancia.	o				o

ECONÓMICO

A costa de que las flotas de transporte que posee la empresa son antiguas, algunas ya resultan siendo casi obsoletas, lo que genera pérdidas económicas para la compañía, además, las flotas que poseen necesitan de mantenimientos frecuentes para su funcionalidad.

o

o

La competencia que se actualiza en menos tiempo por lo tanto cuenta con precios competitivos frente a la empresa [8], gracias a la eficacia de la logística a su vez de la cadena de suministro, por el manejo que disponen de las flotas.

o

o

SOCIAL

La empresa actúa como un ente que gestiona el sistema de abastecimiento en Bogotá, por lo tanto esta encargado directamente de satisfacer las necesidades de la población.

o

o

Las flotas emiten Gases efecto invernadero en este caso CO2, que afectan el aire por lo cual genera efectos perjudiciales para la salud de la población [9], debido a esta situación de la compañía, han optado por contribuir de manera urgente para mitigar la problemática.

o

o

La empresa de transporte PSL I, a pesar de las falencias que presenta, siempre se interesa por ofrecerle a los clientes condiciones eficientes de alta calidad y seguridad desde el momento en que recibe la mercancía hasta que o entrega en el lugar determinado.

o

o

Los patrones de consumo han aumentado masivamente en la tercerización de transporte de mercancía en las pymes y grandes empresas manufacturas, ya que los costos en esta modalidad representan mayor conveniencia a estas empresas, lo que permite que la empresa de transporte siga incursionando y

o

o

	aprovechando las oportunidades de mejora para poder crecer en el sector [10].		
TÉCNOLOGICO	Las flotas utilizadas por la empresa cuentan con una tecnología ambigua contribuyendo a diferentes aspectos negativos que impactan al desarrollo y crecimiento de la misma organización.	◦	◦
	El ideal que se plantea es el cambio de flota u Overhaul con un motor que cumpla los estándares de tecnología y calidad EURO 5	◦	◦
	La empresa debe reinventarse antes de que las flotas lleguen a su vida útil, por lo cual se deberá generar la transición de los vehículos ya sea con el cambio por una flota nuevo o un mantenimiento riguroso certificando el buen funcionamiento de estas.	◦	◦
ECOLOGICO	Los vehículos son de combustión interna operando principalmente con gasolina o Diésel [11].	◦	◦
	Las flotas utilizadas por la empresa actualmente, generan grandes cantidades de emisiones de CO2	◦	◦
	La empresa brindaría un aporte contribuyendo a la des carbonización, teniendo en cuenta que el sector automotriz es uno de los sectores que generan más contaminación por las diferentes sustancias que emiten del proceso industrial, con el cambio de tecnología se empezara a mitigar esta contaminación [12].		◦
	Según la ley 1715 de 2014 si la empresa contribuye con la disminución de gases efecto invernadero se le otorgaran incentivos como la reducción de impuestos tributarios, esto se lograría con la actualización del modelo de las flotas [13].	◦	◦
	Regulación flexible de la generación de Co2	◦	◦

LEGAL

A causa del modelo antiguo de las flotas de transporte transcurre en reparaciones de manera inmediata causando demoras en las entregas y así generando multas por incumplimiento de las fechas pactadas por las dos partes, según el Artículo "2.2.1.7.6.9. Obligaciones del Generador de la Carga y de la empresa de transporte" [14]. Por lo tanto la empresa ha presentado reducciones en el \$ costo por el que fueron contratados.

Nota. La Tabla describe cada uno de los aspectos que influyen directamente con la empresa y tipo de actividad que realiza, esto teniendo en cuenta los factores requeridos por la matriz PESTEL. Abreviaturas de la tabla: PESTEL= Político, Económico, Social, Tecnológico, Ecológico, Legal. Tomado de: Revista Semana, "Reducir emisiones de gases al 51% en Colombia a 2030: ¿una meta posible?" Semana, diciembre 12, 2020. [En línea]. Disponible: <https://www.semana.com/impacto/articulo/reducir-las-emisiones-de-gases-al-51-al-2030-una-meta-posible---colombia-hoy/58160/>. S. López, "la estrategia de precios en un mercado cada vez más competitivo," junio 22, 2017. [En línea]. Disponible: <https://www.escueladenegociosydireccion.com/revista/business/marketing-ventas/estrategias-de-precios-en-un-mercado-competitivo/>. H.O. Benavides Ballesteros y g.e. León Aristizábal, "información técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio climático", Instituto De Hidrología, Metrología Y Estudios Ambientales - IDEAM, 2007. [En línea]. Disponible: <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Gases+de+Efecto+Invernadero+y+el+Cambio+Climatico.pdf/7fabbbd2-9300-4280-befe-c11cf15f06dd>. G. Ospina, J. Aguilar, L. Calderón, T. Concha, J.C. Junca y S. Martínez, "Indicadores del sector transporte en Colombia", Fedesarrollo, 2013. [En línea]. Disponible: <https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/173/Indicadores-del-sector-transporte-en-Colombia-Informe-Consolidado.pdf;jsessionid=EB4FAD31BEE30C8C6BBFF05E46AD4C58?sequence=1.A>. García Mariaca, E. D. Cendales Ladino and A. F. Eslava Sarmiento, "motores de combustión interna) mci= operando con mezclas de etanol gasolina: revisión," *Fundación Universitaria Los libertadores*, enero 05, 2016. Patiño Hernández Nicolas *Proceso industrial automotriz y la productividad de la empresa SEAT en España*, Universidad del Rosario, 2019. [En línea]. Disponible: <https://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/20842/Patin%CC%83oHernandez-Nicolas-2020.pdf?sequence=4&isAllowed=y>. [13] "Energías Renovables No Convencionales", [En línea]. Disponible: <https://www.minenergia.gov.co/energias-renovables-no-convencionales>. Ministerio de transporte, "Resolución No. 6579", [En línea]. Disponible: https://www.supertransporte.gov.co/documentos/2020/Diciembre/Notificaciones_09_RIA/6579.pdf.

La empresa de transporte del sector logístico ubicada en Bogotá D.C y de la cual trata este documento, se cataloga como una entidad prestadora de servicios ubicada en el sector terciario de la economía, que opera en el marco de los decretos 173 de 2001, 390 de 2016 y la ley 1972 de 2019, reguladoras del transporte de carga y prestadores de servicios logísticos a nivel nacional [13].

Esta compañía, como prestadora de servicios logísticos, tiene a su cargo la planeación estructural del Sistema de carga, almacenamiento y transporte de mercancía, así como la definición del régimen técnico que supervisa la logística de transporte [15]. Este modelo de gestión de la operación se orienta al uso eficiente de la flota y a la prestación del servicio de transporte de carga terrestre en condiciones de eficiencia, calidad y seguridad [16].

El Sistema de carga, almacenamiento y transporte de mercancía en la compañía, está basado en la articulación modal de una tipología de vehículo jerarquizada, en función de la demanda, distancia transitada y la geografía de la misma [17], conformada por vehículos de 18 hasta las 35 toneladas, que a su vez tienen la característica de ser el eje estructural de la compañía, atendiendo corredores de alta demanda y el servicio de largas distancias, estos vehículos operan principalmente en zonas de alta demanda y considerables desplazamientos.

El Sistema de carga, almacenamiento y transporte de mercancía se rige de acuerdo con las directrices que imparte el área logística de la compañía, con apoyo del área de Programación y Control que se utiliza como instrumento para la planeación, regulación y control global de los vehículos del sistema. Todos los vehículos operan bajo los niveles de servicio e indicadores de desempeño KPI (medidor de desempeño) establecidos por la compañía.

Los principios y objetivos de la compañía están basados en el respeto de los derechos fundamentales a la vida, a la igualdad y a la diversidad, y se orienta a que mediante la participación integral del sector privado se logren los siguientes objetivos, destinados a mejorar la calidad en la prestación del servicio logístico de transporte terrestre:

- Mejorar la cobertura del servicio logístico de transporte terrestre de mercancía a los distintos sectores de la ciudad, la accesibilidad a ellos y su distribución.
- Estructurar, diseñar e implementar una jerarquía de vehículos de transporte terrestre de mercancía según demanda y geografía transitada.
- Modernizar la flota vehicular de transporte terrestre de carga.
- Contribuir a la sostenibilidad ambiental urbana.

El propósito de la compañía es mejorar la calidad en el servicio carga, almacenamiento y transporte, garantizando la eficiencia en la distribución, con el menor costo posible, maximizar la eficiencia de la movilización de mercancía dentro y fuera de la ciudad.

El área de programación de la compañía, establece comunicación de voz y seguimiento a los vehículos a través de equipos de monitoreo GPS, lo que permite controlar permanentemente los recorridos de los vehículos; obteniendo información permanente, actualizada y en tiempo real respecto de la posición, kilómetros recorridos, emergencias y en general de todas las condiciones de la operación logística.

Inicialmente la compañía dio inicio a sus actividades con la adquisición masiva de 20 vehículos de tipología articulada, y a lo largo de su trayectoria (cercana a los 15 años) ha adquirido de forma masiva dos sub-lotes de flota más, correspondientes a 70 vehículos.

Ahora bien, las obligaciones correspondientes al mantenimiento regular de la flota, son cubiertas por el área técnica, y deben realizarse durante todo el tiempo que el vehículo se encuentre vinculado a la compañía, hasta el fin de su vida útil y en el marco de las recomendaciones hechas por los fabricantes de los vehículos.

El fin de la vida útil de estos vehículos, por certificación expedida por el fabricante de flota, en atención a la normatividad legal mencionada al inicio del documento, se encuentra determinada por el kilometraje odómetro recorrido por cada vehículo, equivalente a un millón kilómetros (1.000.000 Km)

El 83% de la flota vinculada a la compañía se encuentra próxima a cumplir el valor de kilometraje odómetro correspondiente al millón de kilómetros (1.000.000 Km), lo cual indica el final de su vida útil; Es preciso mencionar que, la llegada al final de la vida útil

de los vehículos, sería de forma masiva, afectando de manera directa la operación logística de la compañía y su cadena de suministro [18]. Sin embargo, ante las dificultades para disponer de nueva flota a tiempo, dadas las demandantes condiciones de validación técnica de prototipo, pedido de flota, tramites de nacionalización de la misma, alistamiento, registro ante los organismos de tránsito y movilidad, expedición de pólizas, entre otros, la compañía a través de los fabricantes de flota mediante un formato diseñado por estos, realizo una inspección exhaustiva a cada uno de los sistemas y componentes que constituyen el funcionamiento integro de los vehículos, con el objetivo de obtener una valoración detallada de las condiciones técnicas y mecánicas de cada vehículo que permitiera determinar el estado real de la flota.

Lo anterior, con la finalidad de establecer las reparaciones sin perjuicio del mantenimiento regular que deben realizarse, para obtener así una nueva certificación que extienda vida útil de la flota y por consiguiente, se avale la operación de la misma hasta el 1.240.000 Km de recorrido odómetro sin dar lugar a una posible suspensión del flujo operacional logístico de la compañía y su cadena de suministro.

2. FACTORES EN EL PROCESO LOGÍSTICO

El gobierno nacional ha ido trabajando por dotar al sector de la información necesaria para poder evaluar el papel que viene desempeñando dentro del aparato productivo nacional para la planeación hacia futuro y la formulación de políticas de desarrollo, buscando el mejoramiento del servicio en términos de calidad y eficiencia, y en consecuencia, obtener una mayor competitividad de los productos colombianos tanto en el ámbito interno como externo [19].

Según el Ministerio de Transporte, la mayor concentración de las empresas de transporte en Colombia se encuentra ubicadas en la ciudad de Bogotá D.C, esto apenas es lógico ya que allí se concentra la mayor parte de la producción del país [20]. “En Colombia, el crecimiento de ventas contrasta con la longevidad del parque automotor de carga pesada. Actualmente hay cerca de 228.000 camiones funcionando en Colombia, de los cuales 35.000 son tractocamiones articulados que movilizan el 65% de la carga a nivel nacional. Los camiones tienen un promedio de edad de 22 años, cifra que en Estados Unidos es de 7 años, en México de 15 años y en Brasil de 17 años” [21].

La logística en Colombia avanza día a día, especialmente en el sector de transporte de carga en modalidad terrestre, en estos últimos años se han presentado discordias entre el gremio de los transportadores y el gobierno nacional por el tema de los costos del transporte terrestre de carga [21].

El costo del transporte de carga es de importancia decisiva para la economía, el transporte de carretera simboliza más del 80 % del movimiento de carga en el país, convirtiéndose en un inicio de gran importancia para la economía de la nación, ya que el sector marca la transferencia de bienes en todo el país, y el costo depende del comportamiento de los precios de los principales productos con mayor venta [22].

Con esto se puede tomar la idea de que manteniendo unos costos equilibrados el proceso logístico será más eficiente y efectivo en la administración de los procesos del transporte terrestre de carga.

La logística del transporte terrestre de carga es protagonista activo en cumplir y brindar la satisfacción de esas necesidades para distribuirla y llevarla al lugar donde corresponde

[23], pero para lograr ese objetivo de transportar las cargas desde un punto de origen hasta un punto de destino hay que manejar una serie de costos que muchas veces agregan mayor valor o encarecen las mercancías más de lo esperado, de ahí que un buen análisis de costo de transporte de las cargas será fundamental en el momento de escoger el modo de transporte. En el país, la tendencia es utilizar el transporte terrestre para el movimiento de todos los productos de la canasta familiar [24].

El transporte de carga es empleado considerablemente teniendo en cuenta el concepto de utilización del volumen total, y los mantenimientos adecuados de las flotas contando con su buen funcionamiento, para así, poder ser más eficiente y efectivo en la gestión que se esté manejando en el transporte de las cargas [25].

Si en la logística se logra optimizar la utilización del volumen del camión esto va a representar mayores beneficios para las empresas, principalmente, en la disminución de los costos llevando a que la empresa genere más valor y, por ende, mayor utilidad del ente económico [21].

La empresa cuenta con un parque automotor propio así que piensa siempre en la optimización de toda la flota de transporte, manejando todo en función del costo-beneficio.

La economía es una herramienta en la logística del transporte que se debe utilizar indiscutiblemente, para el manejo eficiente y efectivo de los gastos que se refleja como costos fijos sobre los mantenimientos del transporte que se esté analizando [26]. En este caso particular, el transporte terrestre, en cual se enfoca más específicamente el buen funcionamiento de las flotas que se utilizan, brindando calidad, eficiencia y efectividad para que los costos que influyen en este sistema logren ser rentables y beneficiosos para la empresa [23].

2.1 Renovación

Uno de los aspectos más importantes en la cultura organizacional es la determinación de los factores que intervienen en la modificación de la flota de transporte, ya que, en muchas ocasiones, se presenta desconocimiento de los costos asociados al sobredimensionamiento de la vida útil del vehículo, lo que pone en riesgo la productividad

y la prestación de servicio de la empresa del sector logístico, aumentando los costos asociados al mantenimiento correctivo, el aumento del consumo de combustible, entre otras problemáticas asociadas [27]. En Colombia, la mayoría de las empresas cuentan con su propia política de renovación de flotas, pero es importante determinar los factores que inciden en esta renovación [28].

Uno de los modelos más importantes para identificar las unidades más susceptibles a ser reemplazadas es la definición de un estándar de renovación que viene limitado por algunos valores límites en cuanto a la edad de la flota, el kilometraje recorrido, el consumo de combustible, costos asociados a mantenimiento, neumáticos y demás [29]. El criterio más utilizado como límite es la edad de la flota, es decir, se define la edad en la que se debe proceder a la renovación de la flota, estimada por modelos como el Life Cycle Cost Analysis (LCCA), en la que se realiza una minimización de los costos totales en el ciclo de vida de la flota, esto mediante un análisis de los costos asociados a la adquisición, el mantenimiento y la operación de la flota, buscando encontrar una edad óptima [30].

En Bogotá, se presenta un fenómeno de envejecimiento del parque automotor y el lucro cesante de los vehículos es directamente proporcional con la edad de la unidad, en donde se ha demostrado que, si la flota de transportes es más antigua, menos productividad asociada tendrá.

En las flotas de transporte, el mantenimiento es uno de los factores que más influye en el rendimiento. Este mantenimiento consiste en proporcionar a los vehículos las reparaciones, recambios y la mano de obra necesaria para que esté siempre a su máximo nivel de operación, asegurando así un funcionamiento óptimo y además la seguridad del conductor y/o pasajeros del vehículo [31]. Una adecuada gestión de mantenimiento en la empresa proporcionaría la mayor disponibilidad de la flota y tener un mayor control sobre la misma, mediante un mantenimiento planificado, en donde el mantenimiento preventivo es la mejor opción para las compañías en cuanto a costos asociados, ya que, si el mantenimiento se debe realizar de improviso, los costos asociados son mayores. Prolongar la vida útil del vehículo incurría al aumento de los

costos de operación y mantenimiento (O&M) en donde un vehículo requerirá más servicios de mantenimiento y reparaciones conforme al aumento de su edad [32].

Otro de los aspectos para tener en cuenta son los costos asociados a la unidad nueva vs la unidad antigua. Al realizar el análisis de los costos, si los costos de posesión y los asociados a la operación de la flota de transporte del vehículo nuevo es menor que la del vehículo antiguo, es el momento adecuado de realizar el reemplazo de la flota [33]. Contrario a lo anterior, si los costos de la posesión y de operación de la flota de transporte del vehículo antiguo son menores que los del nuevo, la alternativa es mantener el vehículo antiguo en funcionamiento en la empresa.

Uno de los factores que inciden son las políticas medioambientales de control de emisiones ya que los niveles máximos permisibles para los contaminantes pueden ir variando, dependiendo de la tecnología y el motor con el que cuente el vehículo [34]. El concepto de sostenibilidad juega un papel sumamente importante y la utilización de combustibles fósiles de fuentes no renovables pone cada vez más en riesgo el abastecimiento de elementos esenciales para la vida humana por su sobreexplotación y mal manejo [35]. El factor climático se convierte entonces en una oportunidad para la generación de una actividad productiva que sea eficiente y responsable en cuanto a la gestión de los recursos naturales y la cantidad de emisiones que sean emitidas por cierta actividad. Las empresas del sector logístico con el fin de tener un mayor control en las emisiones de gases de efecto invernadero generadas y con el fin de contribuir en la mejora de la calidad de aire en la ciudad de Bogotá [36], mediante la renovación de la flota de transporte y la inclusión de vehículos con tecnologías limpias basadas en las normas EURO, contribuyen a la disminución de la problemática asociada, esto permitiendo una movilidad y operación más sostenible. Aparece entonces un concepto novedoso el cual es el Green Fleet Replacement, que permite a la empresa incorporar a la flota de vehículos unidades que emitan menos, tengan menor consumo de combustible y que supongan un ahorro de dinero para la empresa, todo esto mediante la incorporación de nuevas tecnologías como el cambio de motores de combustión interna, el uso de combustibles alternativos y la implementación de nuevas tecnologías de propulsión [37].

2.2 Adquisición

Para la adquisición de nuevas unidades para la flota de transporte hay que tener en cuenta una serie de factores que inciden directamente en encontrar la mejor opción que aumente la competitividad y la productividad de la empresa, que incluya nuevas tecnologías más amigables con el medio ambiente y que no tenga un impacto económico negativo en la empresa, sino que por el contrario represente beneficios en cuanto a los costos de posesión a lo largo de la vida útil del vehículo [38]. A pesar de que se tenga la idea errónea que la renovación de una flota de transporte implica un gran coste por la inversión inicial que se debe realizar, se ha demostrado que los costes de capital asociados a la depreciación y la financiación, tienen a disminuir con el paso del tiempo, caso contrario a los costes asociados al mantenimiento y al consumo de combustible, ya que a mayor edad y kilometraje acumule la flota, mayor es la frecuencia con la que se requieren los servicios de mantenimiento. De igual forma, se ve una oportunidad en cuanto a la incorporación de nuevas tecnologías y la mejora de la calidad del servicio prestado [39].

La selección del tren motriz es uno de los factores que influye en cuanto a la adquisición de una nueva flota de transporte, ya que una correcta selección de los elementos que integran el tren motriz de la unidad influye positivamente en los costes de mantenimiento, el periodo de vida de las unidades y los rendimientos de los combustibles [40]. Para una correcta selección del tren motriz se deben tener en cuenta aspectos como el tipo de actividad y operación de la empresa, la ruta de operación más crítica, la normatividad para la circulación del vehículo y de igual forma determinar el tipo de motor con el que cuenta el vehículo, ya que debe ser un motor que se ajuste a los requerimientos normativos medioambientales, con la potencia, torque y con una capacidad adecuada para no incurrir en sobrecostos por consumo de combustible.

Otro de los aspectos para tener en cuenta son las rutas que va a tener la flota de transporte, para así determinar las características adecuadas en cuanto a los neumáticos a utilizar para evitar desgastes. De igual forma, tener en cuenta la normatividad en cuanto

a las cargas que va a tener el vehículo y algunos aspectos como el índice de carga y el índice kilométrico [41].

3. ANÁLISIS DE IMPACTO

3.1 Factor Ambiental

En Colombia, la contaminación atmosférica es uno de los problemas ambientales con mayor impacto tanto para el medio ambiente como para la salud humana. Teniendo en cuenta el concepto descrito en el Título 5 del Decreto 1076 de 2015 Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, la contaminación atmosférica es un fenómeno en donde se evidencia la acumulación y/o concentración de sustancias contaminantes, que causan efectos nocivos en la salud humana, en el medio ambiente y los recursos naturales; estas sustancias se emiten al aire como resultado de las actividades humanas y/o causas naturales [42].

En los tipos de contaminantes atmosféricos se pueden distinguir dos tipos que son los siguientes:

Tabla 3.

Tipos de contaminantes atmosféricos.

Contaminantes atmosféricos	
Contaminantes primarios	Contaminantes secundarios
<ul style="list-style-type: none">• Dióxido de carbono.• Monóxido de carbono.• Dióxido de azufre.• Metano.• Monóxido de nitrógeno.	<ul style="list-style-type: none">• Material particulado.• Nitratos.• Sulfatos.• Hidrocarburos.• Ozono.• Óxidos de nitrógeno.

Nota. La tabla ilustra los contaminantes directos e indirectos que atacan la atmosfera. Tomado de: Anónimo, "Tipos y Fuentes de contaminantes atmosféricos", Instituto Nacional De Ecología Y Cambio Climático, 2007. [En línea]. Disponible: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/396/tipos.html>.

Como se puede observar en la tabla 3 Los contaminantes primarios son aquellos que se emiten directamente a la atmósfera por alguna fuente de emisión como el dióxido de azufre SO₂.

Los contaminantes secundarios se forman mediante procesos atmosféricos químicos que actúan directamente sobre estos contaminantes primarios o sobre especies no contaminantes que se encuentran en la atmósfera, como por ejemplo el dióxido de

nitrógeno NO₂, que se forma por la oxidación del contaminante primario monóxido de nitrógeno NO.

Esta problemática de la contaminación atmosférica ha ido en aumento y es un tema de preocupación para los gobiernos a nivel mundial, que se han encargado de la regulación en su mayoría de sus territorios de las emisiones de gases contaminantes principalmente. Por ejemplo, el gobierno colombiano a través de la resolución 610 de 2010 Calidad del aire, estableció los niveles máximos permisibles para contaminantes [44].

Tabla 4.

Niveles máximos permisibles para contaminantes.

Niveles máximos permisibles para contaminantes		
	Contaminantes	Nivel permisible($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	Partículas Suspendidas Totales (PST) con exposición anual.	100
2	Partículas Suspendidas Totales (PST) con exposición de 24 horas.	300
3	Material Particulado (<i>PM 10</i>) con exposición anual.	50
4	Material Particulado (<i>PM 10</i>) con exposición de 24 horas.	100
5	Material Particulado (<i>PM 2.5</i>) con exposición anual.	25
6	Material Particulado (<i>PM 2.5</i>) con exposición de 24 horas.	50
7	Dióxido de azufre (SO ₂) con exposición anual.	80
8	Dióxido de azufre (SO ₂) con exposición de 24 horas.	250
9	Dióxido de azufre (SO ₂) con exposición de 3 horas.	750
10	Dióxido de nitrógeno (NO ₂) con exposición anual.	100
11	Dióxido de nitrógeno (NO ₂) con exposición de 24 horas.	150
12	Dióxido de nitrógeno (NO ₂) con exposición de 1 hora.	200

13	Ozono (O3) con exposición de 8 horas	80
14	Ozono (O3) con exposición de 1 hora.	120
15	Monóxido de carbono (CO) con exposición de 8 horas.	10.000
16	Monóxido de carbono (CO) con exposición de 1 hora.	40.000

Nota. La tabla describe los niveles permitidos en cuanto la emisión de gases contaminantes **Abreviaturas de la tabla:** $\mu\text{g}/\text{m}^3$ = microgramos/metro cubico, PST = Partículas suspendidas totales, PM = Material Particulado, SO₂ = Dióxido de azufre, NO₂ = Dióxido de nitrógeno, O₃ = Ozono. Tomado de: "Norma Ambiental de Calidad del Aire ", secretaria De Estado De Medio Ambiente Y Recursos Naturales, [En línea]. Disponible: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/dom60781.pdf>.

En la tabla 4 Se pueden observar los niveles máximos permisibles de contaminantes atmosféricos como el material particulado, el dióxido de azufre, el dióxido de nitrógeno y su respectivo tiempo de exposición que fueron establecidos por el Ministerio de Ambiente, vivienda y desarrollo territorial [45].

En ciudades como Bogotá, es cada vez más notorio el deterioro de la calidad de aire por el aumento de la dependencia que existe por el consumo de combustibles fósiles directamente ligados al crecimiento exponencial que presenta el crecimiento económico de la ciudad. El diagnóstico de la problemática medioambiental en la ciudad se puede realizar por medio de una red de monitoreo de calidad de aire (RM CAB), la cual hace seguimiento a las concentraciones de los contaminantes generados en la ciudad en tiempo real. Estas estaciones de monitoreo están conformadas por analizadores, monitores y sensores que recolectan la información cada hora y se realiza con el objetivo de garantizar un ambiente sano y minimizar al máximo los problemas de salud asociados a la exposición de estos gases contaminantes.

La problemática asociada a los gases contaminantes indica que las industrias y vehículos aportan de manera significativa al problema de contaminación del aire en la ciudad [36]. Los vehículos de transporte del sector logístico terminan siendo una fuente de contaminación ya que existe una predominancia en el uso de motores de combustión

interna, lo que contribuye al aumento del contenido de dióxido de carbono en la atmósfera [46].

El transporte de gestión logística terrestre se convierte en una parte fundamental para las industrias ya que se encarga muchas veces de la optimización de los procesos [47], sin embargo, este tipo de transporte conlleva a problemas ambientales por su tipo de motor que no solo contribuye a la contaminación del aire por las emisiones de gases de efecto invernadero, sino también por problemáticas asociadas a la contaminación del agua por la acidificación de sus principales fuentes, la contaminación del suelo ligado principalmente a la pérdida de suelo por construcciones de vías de acceso y la degradación de los ecosistemas [48].

La preocupación asociada con los niveles de contaminación del aire en países europeos llevó a la creación de la normativa EURO, que hoy en día es la normativa más importante a nivel mundial en temas de control de emisiones contaminantes [49]. Nacen en el año 1988 con la EURO 0, aunque se empiezan a hacer visibles en el año 1992, ya que antes de este año no se tenía en cuenta la peligrosidad asociada a la emisión de gases contaminantes que se expulsaban de los vehículos hacia la atmósfera. Se empieza entonces a regular esta normativa con la implementación de un catalizador para reducir o transformar los gases de combustión de los vehículos, lo que iba generando evolución, no solo en los motores de los vehículos, sino también en los compuestos químicos de los combustibles por propiedades como la volatilidad [50].

Ahora bien, la preocupación de los niveles de contaminación del aire no solo ha sido de los países europeos, sino también de todos los países del mundo. Es por esto, que las emisiones de escape en los vehículos están siendo controlados bajo los estándares de la norma EURO tanto para vehículos con motores a gasolina como con motores diésel cabe aclarar que, este control de emisiones se lleva a cabo por la implementación de nuevas tecnologías que van siendo reguladas entre las normas EURO existentes y países como Colombia buscan alinearse a estas tendencias de aire limpio de los países de primer mundo, esto mediante la generación de facilidades para que entren al país estas nuevas tecnologías vehiculares, aunque con una serie de cambios en cuanto al

control de emisiones debido a diferentes factores que influyen directamente en el funcionamiento, como lo es la altura sobre el nivel del mar [51].

Tabla 5.

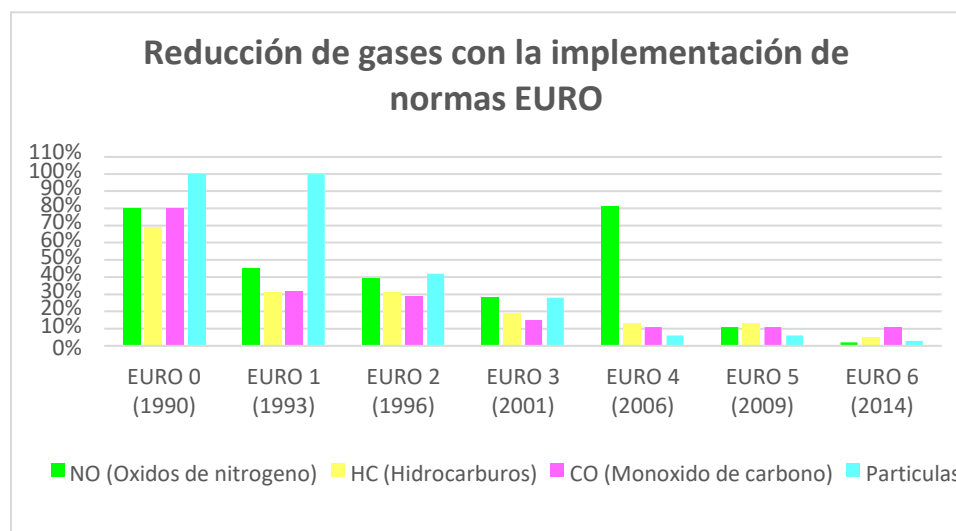
Normas Euro

Normativa EURO	
Norma	Característica principal
EURO I	Se implementó en el año 1992 en donde se regulan los niveles permitidos para contaminantes como monóxido de carbono, hidrocarburos no quemados y óxidos de nitrógeno mediante un catalizador. Contiene el motor un carburador para la combustión sin que exista un exceso de contaminantes. Se reguló la gasolina sin plomo.
EURO II	Se implementó en el año 1997 en donde se redujo aún más los niveles permitidos para las emisiones de monóxido de carbono, hidrocarburos no quemados y óxidos de nitrógeno, tanto en vehículos de gasolina como en vehículos con motor diésel.
EURO III	Se implementó en el año 2000 y se modifica el procedimiento de prueba para la eliminación del periodo de calentamiento del motor y se redujo aún más los niveles permitidos para las emisiones de gases contaminantes y las partículas de diésel, agregando específicamente límites de óxidos de nitrógeno.
EURO IV	Se implementó en el año 2005 en donde se concentraron principalmente en la limpieza de emisiones de los automóviles de motores diésel especialmente en la generación de material particulado.
EURO V	Se implementó en el año 2008 y es principalmente para vehículos con carga máxima de 3500 kg, en donde se reducen las emisiones de partículas de los motores diésel provocando que todos los vehículos necesiten filtros antipartículas.
EURO VI	Se implementó en el año 2015 e imponen la reducción de emisiones de óxidos de nitrógeno, haciendo principal énfasis en la recirculación de gases de escape para reducir la cantidad de nitrógeno durante la combustión.
EURO VII	Norma aún no en vigencia, pero es una normativa que va dirigida principalmente a los motores diésel.

Nota. Esta tabla hace referencia a cada una de las normas estipuladas en Europa en cuanto al parque automotriz, conocidas mundialmente como NORMAS EURO, donde rigen diferentes aspectos legales que se deben cumplir para la comercialización de flotas o automóviles. Tomado de: L.G. Sánchez vela, Fabela Gallegos, Manuel de Jesús and O. Flores Centeno, *Revisión De La Normativa Internacional*

Figura 1.

Reducción de gases contaminantes



Nota. La grafica hace referencia a la reducción de gases contaminantes a medida del tiempo despues de la implementación de cada nivel de las normas EURO, Tomado de: "Normativa Euro VI en Colombia", [En línea]. Disponible: <https://www.autofact.com.co/blog/mi-carro/tecnologia/norma-euro-6>.

En el grafico se puede observar un recuento de las principales novedades de cada una de las tecnologías aplicadas a las normativas vigentes en el mundo, aunque cabe aclarar que para términos prácticos de este proyecto se van a evaluar detalladamente las tecnologías EURO III que es la tecnología actual utilizada en el proceso logístico PSL tipo I y la tecnología EURO V ADBLUE-PLUS [54].

3.1.1 Para motores a gasolina

3.1.1.a La normativa EURO III. La norma EURO 3 está vigente desde el año 2000 y en el caso del motor de gasolina se trabajan aspectos de la composición del combustible y algunos cambios en cuanto a la tecnología del motor.

Se establecen los valores máximos de contaminantes permisibles para la normativa y de igual forma se establece una tecnología de inyección electrónica multipunto que es un sistema de inyección de combustible a las cámaras de combustión mucho más eficiente

y con mayor aprovechamiento de combustible que la tecnología de inyección mono punto, lo que hace que sea una tecnología menos contaminante, ya que al reducirse la cantidad de consumo de combustible, es menor la cantidad de emisiones generadas por el vehículo. De igual forma, se tiene un acelerador electrónico conectado con la tecnología de inyección que acciona un motor para mover la mariposa de gases, con el objetivo de las variaciones de posición de la mariposa, para así tener mayor control de la mezcla de combustible y dosificarlo adecuadamente para tener menos generación de gases contaminantes y protección del catalizador utilizado en el motor, el cual es el encargado del control y reducción de los gases nocivos que son expulsados por el motor de gasolina [55].

3.1.1.b La normativa EURO V. La norma EURO 5 está vigente desde el año 2009 y se evidencian la cantidad de emisiones contaminantes máximos permisibles, en donde se reducen aún más las cargas contaminantes permitidas. Este motor trabaja con una inyección electrónica directa a alta presión para poder tener mayor homogeneización de la mezcla del combustible y al trabajar con este tipo de inyección directa se garantiza que el motor pueda trabajar con mezcla pobre, es decir que se suministra menos cantidad de combustible y por lo tanto se generan menos gases contaminantes. El catalizador queda integrado prácticamente al motor en el colector de escape de gases y en este caso ya se utiliza un catalizador de tres vías. Se incorpora de igual forma la recirculación de gases de escape para tener un mayor control en la emisión de Óxidos de nitrógeno NOx [55].

3.1.2 Para motores diésel

3.1.2.a La normativa EURO III. La norma EURO 3 está vigente desde el año 2000 y disminuye los valores de emisiones de gases contaminantes como Hidrocarburos no quemados HC, Monóxido de Carbono CO y se presenta un control en la emisión de Óxidos de nitrógeno NOx. Se establecen los valores máximos de contaminantes permisibles para la normativa [55].

Tabla 6.

Norma EURO III para motores diésel.

Norma EURO III para motor diésel	
Contaminante	Valor máximo permitido
Monóxido de carbono (CO)	0,64 (<i>gr/km</i>)
Hidrocarburos no quemados + Óxidos de nitrógeno (HC+NOx)	0,56 (<i>gr/km</i>)
Óxidos de nitrógeno (NOx)	0,50 (<i>gr/km</i>)
Material particulado (MP)	0,05 ppm

Nota. En esta tabla se observa los valores máximos permitidos dependiendo de la partícula o sustancia contaminante, estipulado por la Norma euro III para los motores diésel. *Abreviaturas de la tabla:* gr/km = gramos sobre kilogramos, Tomado de: p. f. Vintimilla Jarrin Análisis de resultados de la medición de emisiones de gases contaminantes de fuetes móviles a partir de la implementación de la revisión técnica vehicular en el cantón cuenca, Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, 2015. [En línea]. Disponible: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7647/1/UPS-CT004530.pdf>

La inyección de combustible diésel se realiza en la cámara directamente ya que anteriormente se realizaba la inyección por medio de una precámara. Cuenta con una bomba electrónica que controla la aceleración y el avance de inyección del combustible a la cámara [57]. De igual forma tiene un turbocompresor encargado del incremento del caudal de aire que permite el aumento de inyección del gas. Continúa con el catalizador de dos vías para el control de las emisiones, pero adicional se realiza una recirculación de gases de escape para tener mayor control sobre los Óxidos de nitrógeno, típicos de los motores diésel [58].

3.1.2.b La normativa EURO V. La norma EURO 5 está vigente desde el año 2008 y hay una versión posterior lograda en el año 2011. En esta tecnología se logran disminuir aún más la cantidad de óxidos de nitrógeno NOx y de material particulado. Se establecen los valores máximos de contaminantes permisibles para la normativa. [58]

Tabla 7.

Norma EURO V para motores diésel.

Norma EURO V para motor diésel	
Contaminante	Valor máximo permitido
Monóxido de carbono (CO)	0,50 (<i>gr/km</i>)
Hidrocarburos no quemados + Óxidos de nitrógeno (HC+NOx)	0,23 (<i>gr/km</i>)
Óxidos de nitrógeno (NOx)	0,18 (<i>gr/km</i>)
Material particulado (MP)	0,005 ppm

Nota. En esta tabla se observa los valores máximos permitidos dependiendo de la partícula o sustancia contaminante, estipulado por la Norma euro V para los motores diésel. *Abreviaturas de la tabla:* gr/km = gramos sobre kilogramos Tomado de: p. f. Vintimilla Jarrin Análisis de resultados de la medición de emisiones de gases contaminantes de fuetes móviles a partir de la implementación de la revisión técnica vehicular en el cantón cuenca, Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, 2015. [En línea]. Disponible: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7647/1/UPS-CT004530.pdf>

Cuenta con un turbocompresor mucho más eficiente que en versiones anteriores, lo cual hace que la cantidad de emisiones sea menor. De igual forma cuenta con un filtro antipartículas para poder controlar el material particulado generado por el motor. A diferencia de las normativas anteriores, cuenta con dos válvulas de recirculación de gases ubicadas antes y después del turbocompresor [59], una de alta y la otra de baja presión respectivamente, para así tener mayor control en las emisiones de óxidos de nitrógeno. Presenta un control en los inyectores denominado Common rail, similar al de la inyección multipunto de los motores a gasolina, pero con la diferencia que en los motores diésel las presiones trabajadas son mucho mayores, este tipo de tecnología reducen las emisiones de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y dióxido de carbono. Finalmente, con el fin de reducir aún más los óxidos de nitrógeno típicos de los motores diésel, se incorpora una trampa de NOx llamada DeNOx, la cual acumula el exceso de óxidos de nitrógeno que no se pudieran recircular en las válvulas de gases [58].

3.1.3 Normas EURO

Para los motores diésel, este tipo de normativa incorpora una nueva tecnología conocida como EURO 5 ADBLUE-PLUS que entró en vigencia en el año 2014, que nace como una solución para la problemática asociada a los óxidos de nitrógeno NOx de los motores diésel, ya que son degradados fácilmente por la atmósfera y reaccionar con otras sustancias químicas produciendo reacciones que traen graves consecuencias medioambientales como la lluvia ácida y causando graves problemas para la salud humana por exposición a estas emisiones. Esta tecnología consiste en la adición de una solución química al sistema como agente reductor [60].

Es una solución realizada con agua desmineralizada y úrea a una concentración del 3,5% y es también conocido como un Diesel Exhaust Fluid (DEF). Entra al proceso como un agente reductor en un proceso de reducción selectiva catalítica la cual consiste en convertir los NOx en N₂ y H₂O por medio de un catalizador, es decir convertir un compuesto contaminante en dos que no lo son. En el proceso tecnológico del EURO 5, después de que los gases de escape pasen por la trampa DeNOx, pasan a un reactor en donde se dosifica el ADBLUE, en el cual la úrea mediante hidrólisis se transforma en amoníaco. Por lo tanto, lo que ingresa al catalizador es amoníaco lo que reacciona con los óxidos de nitrógenos para convertirse en N₂ y vapor de agua, lo que claramente representa una tecnología mucho más limpia en cuanto a control de emisiones del motor diésel [61].

Control de emisiones de gases contaminantes mediante la implementación de nuevas tecnológicas en el motor diésel [62].

Tabla 8.

Norma EURO III contra EURO V Adblue - Plus.

NORMA EURO III Vs NORMA EURO V ADBLUE-PLUS	
EURO III	EURO V ADBLUE-PLUS
<ul style="list-style-type: none">- Implementación en el año 2000.- Sistema de inyección directa a la cámara de combustión.- Utilización de catalizador de dos vías y un turbocompresor.- Una válvula de recirculación de gases de escape.	<ul style="list-style-type: none">- Implementación en el año 2014.- Cuenta con un turbo compresor más eficiente para control de emisiones.- Sistema de inyección directa Common rail.- Filtro antipartículas.- Dos válvulas de recirculación de gases de escape.- Trampa DeNOx.- Reacción con la solución ADBLUE de los óxidos de nitrógeno.- Mayor eficiencia en disminución de emisiones de gases de efecto invernadero.

Nota. Se puede observar en esta tabla la comparación entre las dos normas que concluyen este proyecto es decir la norma EURO III y la norma EURO V Adblue-Plus, Tomado de: Á Sánchez Hernández, "Nuevo reglamento Euro5 y Euro6", [En línea]. Disponible: <http://www.appecsvimap.com/revista/revista72/pdfs/Electromecanica.pdf>.

Ambas tecnologías tienen el mismo fin y es la reducción de las emisiones de estos gases contaminantes generados por los procesos de combustión en los motores diésel, pero presentan diferencias en las tecnologías implementadas en los motores para el control de las emisiones, tratando los gases contaminantes especialmente a los óxidos de nitrógenos que se producen en gran cantidad en la combustión en los motores diésel [54].

3.2 Factor Económico

3.2.1 Estado de situación financiera

A continuación, se puede evidenciar el balance general el cual representa las diferentes cifras que se tendrán en cuenta para realizar el estimado de la inversión al renovar o alargar la vida útil de las flotas pertenecientes a la empresa.

Tabla 9.

Estado de Situación Financiera.

Cuentas	2019-12-31	2020-12-31
Activos		
Activos corrientes		
Efectivo y equivalentes al efectivo	9.658.000.00 0	6.863.000.00 0
Cuentas comerciales por cobrar y otras cuentas por cobrar corrientes	3.125.000.00 0	1.230.000.00 0
Inventarios corrientes	180.000.000	120.000.000
Activos corrientes totales	12.963.000.00	8.213.000.00
Activos no corrientes		
Propiedades, planta y equipo	26.520.000.00	25.660.000.00
Total de activos no corrientes	26.520.000.00	19.200.000.00
Total Activos	39.483.000.00	27.413.000.00
Patrimonio y pasivos		
Pasivos corrientes		
Provisiones corrientes		
Provisiones corrientes por beneficios a los empleados	1.560.000.00 0	1.750.000.00 0
Total provisiones corrientes	1.560.000.00 0	1.750.000.00 0
Cuentas por pagar comerciales y otras cuentas por pagar	6.800.000.00 0	13.700.000.00 00
Otros pasivos financieros corrientes	5.000.000.00 0	0
Pasivos corrientes totales	13.360.000.00	15.450.000.00
Pasivos no corrientes		
Provisiones no corrientes		

Otros pasivos financieros no corrientes	10.000.000.0 00	0
Total de pasivos no corrientes	10.000.000.0 00	0
Total pasivos	23.360.000.0 00	15.450.000.0 00
Patrimonio		
Capital emitido	10.000.000.0 00	10.000.000.0 00
Reservas	1.500.000.00 0	1.200.000.00 0
Utilidad del Ejercicio	4.623.000.00 0	7.223.000.00 0
Patrimonio Total	16.123.000.0 00	18.423.000.0 00
Total de patrimonio y pasivos	39.483.000.0 00	33.873.000.0 00
	0	6.460.000.00 0

Nota. La tabla permite evidenciar el estado financiero de la empresa evaluada, cabe resaltar que los datos fueron alterados por confidencialidad con esta, estos datos son de gran importancia, para el desarrollo de la estrategia que se pueda implementar para mitigar la problemática de la empresa evaluada.

Con lo anterior se puede evidenciar que los activos se integran principalmente por: Efectivo, cuentas por cobrar, propiedad plata y equipo en su gran mayoría está compuesto por el valor de los vehículos. Por otro lado, se encuentran los pasivos que corresponde al préstamo al que se deberá someter la empresa a la hora de renovar o realizar el Overhaul del su capital más valioso.

3.2.2 Estado de resultados integral

El estado de resultados se realiza con el fin de calcular la utilidad de los presentes periodos.

Tabla 10.*Estado de resultados Integral.*

Cuentas	2019-12-31	2020-12-31
Resultado del periodo		
Ganancia (pérdida)		
Ingresos de actividades ordinarias	49.461.000.000	50.490.000.000
Costo de ventas	8.305.500.000	8.836.000.000
Ganancia bruta	41.155.500.000	41.654.000.000
Costos de distribución	6.305.500.000	8.836.000.000
Gastos de administración	24.120.000.000	22.500.000.000
Costos financieros	125.000.000	0
Ganancia (pérdida), antes de impuestos	6.604.000.000	10.319.000.000
Ingreso (gasto) por impuestos	1.981.000.000	3.096.000.000
Ganancia (pérdida) Utilidad Neta	4.623.000.000	7.223.000.000
TASA INTERNA DE OPORTUNIDAD	9%	14%

Nota. La tabla permite evidenciar el estado de resultados integral de la empresa evaluada, cabe resaltar que los datos fueron alterados por confidencialidad con esta, esta información es de gran importancia, para el desarrollo de la estrategia que se pueda implementar para mitigar la problemática de la empresa evaluada.

Como se puede observar en la tabla anterior se reflejan las entradas y salidas de efectivo de la empresa. Se tomaron como costos de distribución la suma de los mantenimientos y de los diferentes costos que generan los vehículos, los impuestos a los que se somete la empresa de acuerdo con la actividad legal, mano de obra y gastos administrativos. A su vez estos datos permiten calcular la Tasa Interna de Oportunidad para cada año.

3.2.3 Tabla costos de vehículos

En la siguiente tabla se encuentra el resumen de los costos y gastos variables para la circulación eficiente y optima de las flotas.

Tabla 11.

Costos.

	CANTI DAD	COSTO UNITARIO	COSTO ANUAL	VEHICULO
MANO DE OBRA	60	\$ 2.084.070	\$ 1.500.530.400	\$ 1.500.530.400
SOAT	70	\$ 1.191.000	\$ 1.000.440.000	\$ 1.000.440.000
IMPUESTO DE RODAMIENTO	70	\$ 250.690	\$ 210.579.600	\$ 210.579.600
MANTENIMIENTOS	70	\$ 49.813.480	\$ 3.570.943.600	\$ 3.570.943.600
TECNOMECANICA	70	\$ 328.879	\$ 23.021.530	\$ 23.021.530
TOTAL		\$ 53.668.119	\$ 6.305.515.130	\$ 6.305.515.130

Nota. La tabla permite encontrar el resumen de los costos y gastos variables para la circulación eficiente y optima de las flotas.

En temas de mantenimiento se tienen en cuenta las siguientes variables: Llantas que regularmente son cambiadas anualmente, ACPM que se estima un promedio del consumo de galones por cada camión y se multiplica por el valor actual del combustible, para obtener el costo por viaje, por consiguiente, este costo se multiplica por el total de los viajes anuales que realiza el camión de esta manera se tiene el valor total anual. También se tiene en cuenta el mantenimiento regular que se le hace a cada camión por su kilometraje o por el tiempo de uso continuo, esto depende de cómo lo requiera el vehículo.

3.2.4 Pronósticos

Para conocer el método de pronóstico que se utilizó para tomar como base de las proyecciones, se realizaron dos pronósticos teniendo en cuenta el comportamiento de la gráfica, los cuales fueron por: regresión lineal y suavizamiento exponencial doble, donde a cada uno se le calculó el error en términos de porcentaje y se compararon para saber cuál era el método más confiable, es decir cual método arrojaba menos porcentaje de error

Tabla 12.*Confiabilidad método de pronóstico (% error).*

MAPE Error %	Regresión Lineal	Suavizamiento Exponencial Doble
		21%

Por lo cual con los datos anteriores el método escogido fue el de regresión lineal.

A continuación, se evidencia la tabla de pronóstico de ventas por el método de regresión lineal, que permite comprender la relación de linealidad entre la demanda y el tiempo.

Tabla 13.*Pronóstico de Ventas de acuerdo al 2020.*

PRONOSTICO DE VENTAS POR REGRESIÓN LIENAL				
MES	VENTAS 2020	Pronostico RL	X*Y	X^2
X	Y			
1	\$ 8.400.000.000	\$5.050.000.000	\$ 8.400.000.000	1
2	\$ 7.000.000.000	\$5.100.000.000	\$ 14.000.000.000	4
3	\$ 5.000.000.000	\$5.150.000.000	\$ 15.000.000.000	9
4	\$ 4.200.000.000	\$5.200.000.000	\$ 16.800.000.000	16
5	\$ 3.600.000.000	\$5.250.000.000	\$ 18.000.000.000	25
6	\$ 4.500.000.000	\$5.300.000.000	\$ 27.000.000.000	36
7	\$ 5.600.000.000	\$5.350.000.000	\$ 39.200.000.000	49
8	\$ 4.900.000.000	\$5.400.000.000	\$ 39.200.000.000	64
9	\$ 5.000.000.000	\$5.450.000.000	\$ 45.000.000.000	81
10	\$ 5.200.000.000	\$5.500.000.000	\$ 52.000.000.000	100
11	\$ 8.400.000.000	\$5.550.000.000	\$ 92.400.000.000	121
12	\$ 7.500.000.000	\$5.600.000.000	\$ 90.000.000.000	144

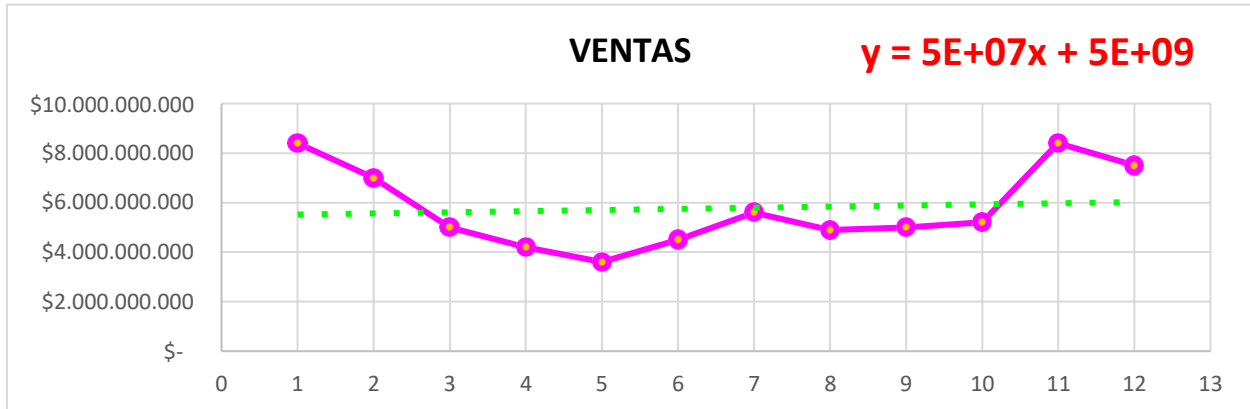
Nota. En la tabla se encuentran los pronósticos de ventas de los 12 meses después del 2020.

De acuerdo con lo anterior para el año 2020 se trabaja con las ventas de cada mes que compone el año, es decir en ciclos de 12 meses con su respectiva demanda en cada uno de estos. Para el siguiente año se observa el pronóstico estimado correspondiente a las ventas que se esperan obtener, se determina que las ventas incrementan a medida del tiempo, lo que se convierte beneficioso para la empresa ya que genera buenos ingresos en los siguientes años.

Por otro lado, para hallar el pronóstico se calcula la intersección de la línea tendencia de los datos entre la demanda y el tiempo.

Figura 2.

Gráfico de regresión lineal y su línea de intersección.



Nota. La grafica hace referencia a los flujos de ventas que obtuvo la empresa en el año 2020, donde permite también hallar el valor de la variable dependiente e independiente en el punto de intersección entre la demanda y el tiempo.

Es importante saber cuál es el error que puede tener el pronóstico, es decir que tan bueno o malo es el pronóstico para los siguientes periodos, ya que de este análisis puede depender también la decisión de la empresa entre renovar o alargar la vida útil de los vehículos dependiendo de los datos que le afecten de manera positiva para que a su vez puedan tener una idea para desarrollar el flujo de caja convencional.

Tabla 14.

Errores por el método de regresión lineal.

Error general	Error medio absoluto	Error medio cuadrático	MAPE
-335000000,00	335000000,00	1122250000000000000,00	0,39880952
-1900000000,00	1900000000,00	3610000000000000000,00	0,27142857
150000000,00	150000000,00	22500000000000000,00	0,03
1000000000,00	1000000000,00	1000000000000000000,00	0,23809524
1650000000,00	1650000000,00	2722500000000000000,00	0,45833333
800000000,00	800000000,00	640000000000000000,00	0,17777778
-250000000,00	250000000,00	62500000000000000,00	0,04464286
500000000,00	500000000,00	250000000000000000,00	0,10204082
450000000,00	450000000,00	202500000000000000,00	0,09
300000000,00	300000000,00	90000000000000000,00	0,05769231
-2850000000,00	2850000000,00	8122500000000000000,00	0,33928571
-1900000000,00	1900000000,00	3610000000000000000,00	0,25333333
			21%

Nota. La tabla muestra El error MAPE (Error porcentual absoluto medio) determina la exactitud del método que se utilizar para crear los pronósticos, en este caso por medio del método de regresión lineal.

La exactitud en porcentaje es del error del 21% entendiéndose este resultado confiable para tomar este pronóstico como base para el informe de ventas y a su vez los ingresos que la empresa puede esperar.

En este caso no se calcula la prueba de Normalización ya que no se están analizando datos paramétricos o no paramétricos.

3.2.5 Flujo de caja

El flujo de caja se ejecuta para determinar la rentabilidad de la inversión para estipular la capacidad del proyecto y de acuerdo a esto generar el efectivo para dar cumplimiento a las diferentes obligaciones.

Tabla 15.*Flujo de caja.*

	0	1	2	3	4	5
INGRESOS		\$	\$	\$	\$	\$
		69.300.000	69.993.00	70.692.93	71.399.85	72.113.85
		.000	0.000	0.000	9.300	7.893
EGRESOS		\$	\$	\$	\$	\$
		38.731.015	39.118.32	39.509.50	39.904.60	40.303.64
		.130	5.281	8.534	3.619	9.656
PRESTAMO	\$					
	10.000.00					
	0.000					
INTERESES	\$	\$	\$	\$	\$	\$
	1.200.000.	1.011.108	799.549.6	562.603.9	297.224.7	
	000	.322	42	21	13	
DEPRECIACIÓN	\$	\$	\$	\$	\$	\$
	5.304.000.	5.304.000	5.304.000.	5.304.000.	5.304.000.	5.304.000.
	000	.000	000	000	000	000
FLUJO DE CAJA ANTES DE IMPUESTOS	\$	\$	\$	\$	\$	\$
	24.064.984	24.559.56	25.079.87	25.628.65	26.208.98	
	.870	6.397	1.824	1.760	3.525	
IMPUESTOS	\$	\$	\$	\$	\$	\$
	7.219.495.	7.367.869	7.523.961.	7.688.595.	7.862.695.	
	461	.919	547	528	057	
FLUJO DE CAJA DESPUES DE IMPUESTOS	\$	\$	\$	\$	\$	\$
	16.845.489	17.191.69	17.555.91	17.940.05	18.346.28	
	.409	6.478	0.277	6.232	8.467	
DEPRECIACIÓN	\$	\$	\$	\$	\$	\$
	5.304.000.	5.304.000	5.304.000.	5.304.000.	5.304.000.	5.304.000.
	000	.000	000	000	000	000
AMORTIZACIÓN	\$	\$	\$	\$	\$	\$
	1.574.097.	1.762.988	1.974.547.	2.211.493.	2.476.872.	
	319	.998	677	399	607	
INVERSIÓN INICIAL	\$					
	39.200.00					
	0.000					
FLUJON DE CAJA NETO	\$	\$	\$	\$	\$	\$
	(29.200.00	20.575.392	20.732.70	20.885.36	21.032.56	21.173.41
	0.000)	.090	7.480	2.599	2.833	5.861

Nota. Determina la rentabilidad de la inversión para estipular la capacidad del proyecto y de acuerdo a esto generar el efectivo para dar cumplimiento a las diferentes obligaciones.

Los ingresos de la empresa se han mantenido constantes ya que la empresa ha mantenido los mismos clientes, esto se deduce ya que los datos históricos de los últimos años los ingresos están variando entre +/- 1% o 2% lo cual se considera irrelevante.

El flujo neto que se observa se calcula sumando el flujo de caja después de impuestos más la depreciación menos la amortización, arrojando como resultado que la empresa

tiene la capacidad para financiar la mayor parte del proyecto teniendo en cuenta que la inversión requerida para dar cabida al proyecto es de \$39.200.000.000. La empresa puede aportar \$29.200.000.000, es decir el 75% de la inversión total y la otra parte que es el 25% de la inversión se tendrá que financiar por medio un préstamo por parte de una entidad financiera contando con una tasa de interés anual del 12%. Es importante aclarar que el flujo de caja se realiza de manera anual en periodos de 5 años considerando que se trata de un proceso de inversión [64].

3.2.6 Tasa de Amortización

Tabla 16.

Tasa de amortización según el préstamo proyectado.

Tasa Interés		12%			
PERIODO	SALDO	CUOTA	INTERES	AMORTIZACIÓN	
0	\$ 10.000.000.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
1	\$ 8.425.902.681	\$ 2.774.097.319	\$ 1.200.000.000	\$ 1.574.097.319	
2	\$ 6.662.913.683	\$ 2.774.097.319	\$ 1.011.108.322	\$ 1.762.988.998	
3	\$ 4.688.366.005	\$ 2.774.097.319	\$ 799.549.642	\$ 1.974.547.677	
4	\$ 2.476.872.607	\$ 2.774.097.319	\$ 562.603.921	\$ 2.211.493.399	
5	\$ -	\$ 2.774.097.319	\$ 297.224.713	\$ 2.476.872.607	

Nota. Se conoce la cuota anual correspondiente a la devolución del préstamo obtenido.

Las cuotas fijas anuales a las que llegaría estar sometida la empresa si llega a realizar el préstamo por los \$10.000.000.000, son de un total de \$2.774.097.319 al año.

3.2.7 TIO

Para hallar el valor correspondiente a la TIO se basa en datos reales suministrados por el estudio realizado al sector y mercado del transporte terrestre por parte del Gobierno Nacional. La TIO se obtiene a partir de la rentabilidad del activo o promedio del activo de los dos últimos años estudiados [65].

3.2.8 TIR Y VPN

Se determinó el VPN (Valor presente neto) y la TIR (Tasa Interna de Retorno) para así lograr determinar la viabilidad del proyecto

Tabla 17.

TIR Y VPN.

TIR	65%
VPN	\$ 41.823.121.844

Nota. La tasa interna de retorno y Valor presente neto.

Luego de conocer los resultados del VPN y TIR se observa que los dos arrojan una aceptación para que el proyecto pueda ser viable. De acuerdo al VPN se contempla el gran que podría tener la inversión, ya que se generaría mayor rentabilidad aumentando la TIR incluso 4 veces más de lo que está la TIR actual, adicional el valor presente neto va a ser mucho mayor que si se continuara con los camiones actuales.

4. ANALISIS DE ALTERNATIVAS

4.1 Estrategias Ambientales

Para buscar reducir la cantidad de problemáticas medioambientales asociadas a la empresa de transporte PSL tipo I ubicada en Bogotá, se tienen en cuenta las estrategias de mitigación que buscan la generación de políticas en las empresas que van dirigidas a la reducción de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero teniendo en cuenta que la mitigación incluye sustituciones tecnológicas en los vehículos, buscando modificar tanto la eficiencia, la adaptación de motores a combustibles más limpios logrando la reducción o evitando incluso los impactos negativos de las emisiones al medio ambiente.

Teniendo en cuenta la propuesta principal de este proyecto la cual consiste en la implementación de motores que cumplan con las especificaciones de la normatividad Europea de Emisiones EURO, se busca la realización de un cambio tecnológico en las flotas para la adaptación a estos motores que prometen la reducción de los gases de efecto invernadero y trayendo beneficios medioambientales. De igual forma la adaptación de los combustibles a estas nuevas tecnologías más limpias es sumamente importante para tener verdaderos resultados, en donde por ejemplo, se debe garantizar la disminución en la cantidad de azufre en el ACPM que no podrá superar las 10 ppm que son valores estipulados en la Ley 1972 de 2019 en donde se adoptan los valores permisibles de contaminantes en los combustibles basándose en la normatividad EUROVI y garantizando la protección de los derechos de la salud y al medio ambiente sano [66], e incluso buscar más allá y buscar la implementación de biocombustibles que garanticen un buen funcionamiento de los motores sin la generación de gases contaminantes.

De igual forma, la implementación de la tecnología ADBLUE-PLUS es una oportunidad para reducir la generación de gases que contamina la atmósfera. Esta tecnología consiste en una solución acuosa de urea el cual es un compuesto químico en un porcentaje aproximado al 35% que se convierte esencialmente en un aditivo que no se mezcla directamente con el combustible, sino en un cilindro que se sitúa en la salida de

los gases de escape de los motores, en el cual se pulveriza para poder lograr así un proceso químico que descompone las partículas de Óxidos de Nitrógeno (NOx) en partículas de Nitrógeno y Agua que son menos nocivos para el medio ambiente [67].

De igual forma, la implementación de un correcto sistema de Gestión Ambiental es clave para que según la normatividad ISO 14001 la empresa pueda desarrollar políticas y objetivos que tengan en cuenta los requisitos legales para que la organización suscriba la información pertinente en cuanto a los aspectos ambientales significativos aportando valor no solamente al medio ambiente sino también a la organización y las partes interesadas, realizando estrategias como el Análisis de Ciclo de Vida que tiene en cuenta la cuantificación de flujos de entradas y salidas a todo el proceso de transporte para poder determinar el impacto que tiene en el medio ambiente [68].

Aparece también un término de buenas prácticas aplicables para la empresa de transporte que consiste en las buenas prácticas de conducción llamada conducción eficiente que busca actuar directamente sobre el factor humano de la organización que en este caso sería el conductor del vehículo, afectando directamente el estilo de conducción y definiendo técnicas que son sencillas y aplicables, en donde se ha comprobado que la formación en la conducción eficiente ofrece una reducción en el consumo de combustibles que conlleva a la reducción de la generación de gases de efecto invernadero y además supone reducción de costos asociados a los consumos de combustibles.

4.2 Estrategia Económica

Ahora bien, en cuanto a la disminución de los impactos a nivel económico se enfoca en la disminución de gastos o actividades que puedan afectar directamente en el aumento de costes en la empresa de transporte.

Una de las actividades que mayores costes asociados presenta en una empresa de transporte son los costes de mantenimiento en donde se paga un valor en concepto de las acciones relacionadas para la conservación o la restauración de los vehículos de transporte de la empresa [64]. En este caso, se busca entonces la realización de una planificación adecuada de actividades de mantenimiento preventivas garantizando un

buen funcionamiento y evitando fallas en los vehículos, revisando de manera sistemática y teniendo en cuenta algunos criterios fijos de estos para poder evitar averías. Lo importante de la planificación de estos mantenimientos preventivos es como lo indica su nombre, prevenir los daños y evitar llegar a la implementación de mantenimientos correctivos una vez ocurra la falla, que incurre al aumento de costes asociados a actividades de mantenimiento [28].

5. CONCLUSIONES

A continuación, presentamos las conclusiones de este proyecto, con la información obtenida se realizó un diagnóstico con el cual se tiene una descripción de la empresa, procesos, condición financiera, costos y todo lo relacionado con su actividad principal y que pueda incidir en la decisión de renovar la flota actual de vehículos de la empresa, con esta información se logra obtener datos respecto a costos relacionados con los vehículos y datos que nos llevan a evidenciar los cambios que tendría la empresa económicamente y productivamente al momento de renovar su flota y así cumplir con sus objetivos, también se lleva a cabo un análisis y una comparación respecto a las dos tecnologías que se usan en la flota actual (EURO III) y la que sería la nueva si se renovara la flota (EURO V) y se evidencia la necesidad de mejorar el tipo de tecnologías de los vehículos, ya que representaría una mejora en temas ambientales, temas económicos y de productividad de la empresa [53].

Teniendo en cuenta todos los factores económicos que inciden en la empresa PSL1 y también basándose en los indicadores como el VPN y el TIR que indican valores óptimos se llega a la conclusión que la realización de la inversión le brindara beneficios a la empresa mejorando su proceso productivo y actividad ya que se puede realizar la renovación de la flota de forma gradual y así no intervenir o realizar paradas productivas durante este proceso, también teniendo en cuenta un plan estratégico que garantice los mantenimientos de los vehículos actuales en tiempos óptimos para que así no lleguen a su final de vida útil y esto pueda intervenir en la productividad de la empresa [64].

El sector de transporte terrestre en la ciudad de Bogotá se convierte en una de las principales fuentes de contaminación atmosférica existentes, en donde sus actividades asociadas a la movilización de vehículos y la dependencia existente por el consumo de combustibles fósiles se convierte en un foco de preocupación por las alzas evidenciadas en la generación de gases de efecto invernadero que sobrepasan en ocasiones los niveles máximos permisibles para estos gases contaminantes. Es por esto, que la implementación de tecnologías como la ADBLUE-PLUS en los motores que cumplan con

la normatividad EURO, se convierte en una necesidad que beneficiaría no solo la calidad de aire de la ciudad, sino también la calidad de vida de sus habitantes, ya que incide directamente en su salud.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] "abc de los operadores logísticos", [En línea]. Disponible: <https://www.ccc.org.co/revista-accion-ccc/abc-de-los-operadores-logisticos/>.
- [2] K. Fuentes-Campillo y e. Palacios-Cortes, *Impacto de los Operadores Logísticos el comercio exterior en Colombia*, Ciencias Humanas, Sociales y Empresariales & nbsp;, Universidad Piloto de Colombia, Bogotá, Colombia, 2018. [En línea]. Disponible: <http://polux.unipiloto.edu.co:8080/00004794.pdf>.
- [3] I. A. Chavarro Pardo y E. X. García Benjumea modelo logístico de transporte de carga con asignaciones mono-fuente a multi-destino empleando dinámica de sistemas-sector transporte de carga: (bogotá-buenaventura), Universidad Libre, 2021. [En línea]. Disponible: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/9387/ModeloLogisticoTransporteCarga.pdf?sequence=1isAllowed=y>.
- [4] O. Flores *et al*, "Regulación de emisiones contaminantes de los motores de combustión interna," Julio, 2014.
- [5] Revista Semana, "Vehículos de carga: ¿en qué consisten las normas Euro?" *Semana*, Marzo 27, 2021.
- [6] R. Carro Paz y D. González Gómez *logística empresarial*, universidad nacional de mar de la plata, 2020. [En línea]. Disponible: http://nulan.mdp.edu.ar/1831/1/logistica_empresarial.pdf.
- [7] Revista Semana, "Reducir emisiones de gases al 51% en Colombia a 2030: ¿una meta posible?" *Semana*, diciembre 12, 2020. [En línea]. Disponible: <https://www.semana.com/impacto/articulo/reducir-las-emisiones-de-gases-al-51-al-2030-una-meta-posible---colombia-hoy/58160/>.
- [8] S. López, "la estrategia de precios en un mercado cada vez más competitivo," junio 22, 2017. [En línea]. Disponible: <https://www.escueladenegociosydireccion.com/revista/business/marketing-ventas/estrategias-de-precios-en-un-mercado-competitivo/>.

- [9] H.O. Benavides Ballesteros y g.e. León Aristizábal, "información técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio climático ", Instituto De Hidrología, Metrología Y Estudios Ambientales - IDEAM, 2007. [En línea]. Disponible: <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Gases+de+Efecto+Invernadero+y+el+Cambio+Climatico.pdf/7fabbbd2-9300-4280-befe-c11cf15f06dd>.
- [10] G. Ospina, J. Aguilar, L. Calderón, T. Concha, J.C. Junca y S. Martínez, "Indicadores del sector transporte en Colombia ", Fedesarrollo, 2013. [En línea]. Disponible: <https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/173/Indicadores-del-sector-transporte-en-Colombia-Informe-Consolidado.pdf;jsessionid=EB4FAD31BEE30C8C6BBFF05E46AD4C58?sequence=1>.
- [11] A. García Mariaca, E. D. Cendales Ladino and A. F. Eslava Sarmiento, "motores de combustión interna) mci= operando con mezclas de etanol gasolina: revisión," *Fundación Universitaria Los libertadores*, enero 05, 2016.
- [12] Patiño Hernández Nicolas *Proceso industrial automotriz y la productividad de la empresa SEAT en España*, Universidad del Rosario, 2019. [En línea]. Disponible: <https://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/20842/Patin%CC%83oHernandez-Nicolas-2020.pdf?sequence=4&isAllowed=y>.
- [13] "Energías Renovables No Convencionales ", [En línea]. Disponible: <https://www.minenergia.gov.co/energias-renovables-no-convencionales>.
- [14] Ministerio de transporte, "Resolución No. 6579 ", [En línea]. Disponible: https://www.supertransporte.gov.co/documentos/2020/Diciembre/Notificaciones_09_RIA/6579.pdf.
- [15] Mecalux, "El operador logístico: funciones y desafíos," diciembre 09, 2017. [En línea]. Disponible: <https://www.mecalux.com.co/blog/operadores-logisticos-almacenes>.
- [16] C. M. Palomino Uribe *caracterización del sector de transporte terrestre de carga de la ciudad de Cali*, Universidad Autónoma de Occidente, 2012. [En línea]. Disponible: <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/4976/TID01357.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

- [17]P. Dorta González *Transporte y Logística Internacional*, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 2013. [En línea]. Disponible: https://www2.ulpgc.es/hege/almacen/download/7101/7101787/transporte_y_logistica_internacional_2013.pdf.
- [18]J. S. Abenoza Sieera y C. Daza Beltrán *gestión de vehículos al final de su vida útil en Colombia*, Universidad de los Andes, 2011. [En línea]. Disponible: https://www.researchgate.net/publication/317389271_Gestion_de_vehiculos_al_final_de_su_vida_util_en_Colombia.
- [19]R. García López and M. García Moreno, *La Gestión Para Resultados En El Desarrollo*, Primera^a. Ed. Banco Interoamericano de Desarrollo, 2010.
- [20]L.A. Galvis, *Economía De Las Grandes Ciudades En Colombia: Seis Estudios De Caso*, Primera^a. Ed. Banco de la república, 2014.
- [21]C. M. Rodríguez Rosas análisis del transporte de carga en Colombia, para crear estrategias que permitan alcanzar estándares de competitividad e infraestructura internacional, Universidad del Rosario, 2013. [En línea]. Disponible: <https://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/4537/1015404763-2013.pdf?sequence=1>.
- [22]E. A. Ramírez Bejarano *análisis comparativo de la logística de transporte de carga en Colombia – Bogotá*, Universidad Militar Nueva Granada, [En línea]. Disponible: <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/13272/ENTREGA%20FINAL%20-%20EDWIN%20RAM%C3%8DREZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [23]R.E. Silvera Escudero and D.P. Mendoza Valencia, *Costos Logísticos Del Transporte Terrestre De Carga En Colombia*, Primera^a. Ed. Editorial del Servicio Nacional de Aprendizaje, 2017.
- [24]J.P. Antun, *Distribución Urbana De Mercancías: Estrategias Con Centros Logísticos*, Primera^a. Ed. Banco Internacional de Desarrollo, 2013.
- [25]J.E. Jiménez Sánchez y J. Jiménez Castillo, "logística del autotransporte de carga: estrategias de gestión," Instituto Mexicano Del Transporte, 2016. [En línea]. Disponible: <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt483.pdf>.
- [26]J. N. Rincón Munar *Productividad en el transporte de carga por carretera en Colombia*, Universidad Externado de Colombia, 2019.

- [27]S. P. Ortiz Tejada y J. L. Rodríguez Peña *Análisis de la cultura organizacional de la empresa XYZ del sector de transporte*, Universidad de La Salle, 2018. [En línea]. Disponible:
https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=2538&context=administracion_de_empresas.
- [28]M. C. Pinzón Zapata, O. G. Forero Romero W. A. Albarracín Guacaneme incidencia de los costos de mantenimiento y renovación de flota en los estados de resultados de expresó gaviota s.a. en el periodo de 2016 al 2019, Corporación Universitaria Minuto de Dios, 2020. [En línea]. Disponible:
https://repository.uniminuto.edu/jspui/bitstream/10656/10215/1/TEGF_PinzonMar%C3%ADa-ForeroOscar-AlbarracinWilson_2020.pdf.
- [29]G. Dapas Canafoglia *análisis estratégico de una empresa de transporte de mercancías*, Universidad Nacional de Cuyo, 2013. [En línea]. Disponible:
https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/5555/dapascanafoglia-tesiscsec.pdf.
- [30]W. E. León Nieto Conceptualización y desarrollo de un modelo administrativo basado en la teoría de la complejidad para la renovación vehicular, Universidad Nacional de Colombia, 2019. [En línea]. Disponible:
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/75840/TESIS%20MAESTRIA%20WILLIAM%20LE%C3%93N%20VERSI%C3%93N%20FINAL%2011122019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [31]C. L. Padilla Valdez Plan de gestión del mantenimiento para la flota vehicular de gobierno autónomo descentralizado intercultural de la ciudad de cañar, Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, 2012. [En línea]. Disponible:
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/3268/1/UPS-CT002531.pdf>.
- [32]M. Y. Rafael Morales *Métodos para la renovación de vehículos de autotransporte de servicio pesado*, Instituto Mexicano del Transporte, 2004. [En línea]. Disponible:
<https://www.imt.mx/archivos/publicaciones/publicaciontecnicapt260.pdf>.
- [33]C. O. Aguirre Mora Análisis de costos del servicio de mantenimiento para camiones de carga pesada y Diseño de estrategias de Post-Venta caso autec s.a. Universidad Politécnica Salesiana, 2015. [En línea]. Disponible:
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10009/1/UPS-GT001116.pdf>.

- [34]R. Quiroga Martínez, *Indicadores Ambientales Y De Desarrollo Sostenible: Avances Y Perspectivas Para América Latina Y El Caribe*, Santiago de Chile: Naciones Unidas Cepal, 2007.
- [35]República de Colombia, "Plan energético nacional Colombia: Ideario energético 2050", Ministerio De Minas Y Energías, 2015. [En línea]. Disponible: http://www.upme.gov.co/docs/pen/pen_idearioenergetico2050.pdf.
- [36]X. Querol, *La Calidad Del Aire En Las Ciudades*, Primera^a. Ed. Fundación Gas Natural, 2018.
- [37]V. M. Mora Garvín *Análisis de modelos y métodos de renovación de flotas de vehículos por carreta. Enfoque hacia la renovación Eco-Eficiente*, Universidad de Sevilla, 2012. [En línea]. Disponible: <https://docplayer.es/93709846-Analisis-de-modelos-y-metodos-de-renovacion-de-flotas-de-vehiculos-por-carretera-enfoque-hacia-la-renovacion-eco-eciente.html>.
- [38]Manrique Nugent, Manuel Alberto Luis *et al*, "Gestión de cadena de suministro: una mirada desde la perspectiva teórica," *Universidad De Zulia*, agosto 21, 2019.
- [39]E. Ortegón, J.F. Pacheco and H. Roura, *Metodología General De Identificación, Preparación Y Evaluación De Proyectos De Inversión Pública*, Primera^a. Ed. Naciones Unidas Cepal, 2005.
- [40]O. Rodríguez Barrera *Modelo gerencial de mantenimiento para flotas de transporte de carga*, Universidad Industrial de Santander, 2006. [En línea]. Disponible: <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2006/121728.pdf>.
- [41]B. Arredondo Berrocal *Reposición vehicular para el autotransporte de servicio pesado*, Universidad Nacional Autónoma de México, 2014. [En línea]. Disponible: <http://132.248.9.195/ptd2014/febrero/0709100/0709100.pdf>.
- [42]República de Colombia, "Decreto 1076 de 2015 Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible," junio 24, 2021.
- [43]Anónimo, "Tipos y Fuentes de contaminantes atmosféricos", Instituto Nacional De Ecología Y Cambio Climático, 2007. [En línea]. Disponible: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/396/tipos.html>.
- [44] IDEAM, "Calidad del aire,".

- [45]"Norma Ambiental de Calidad del Aire ", Secretaria De Estado De Medio Ambiente Y Recursos Naturales, [En línea]. Disponible: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/dom60781.pdf>.
- [46]A. Toro Castillo y Y. A. Alonso Montoya *Alternativas para mitigación del CO2 asociado al transporte terrestre logístico*, Universidad de Antioquia, 2019. [En línea]. Disponible: http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/13912/1/ToroAlejandra_2019_Alt ernativasMitigacionTransporte.pdf.
- [47]Guacaneme Méndez, Andrea Del Pilar y Y. A. Pulido Parra, *Optimización de los procesos operativos en logística y servicios capital S.A.* Universidad Libre, 2013. [En línea]. Disponible: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/9434/PROYECTO%20DE%20GRADO%20FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [48]B. E. Pineda and C. H. Muñoz, "Aspectos relevantes de la movilidad y su relación con el medio ambiente en el valle de Aburrá: Una revisión," *Universidad Del Norte*, septiembre 26. 2017.
- [49]L. Sánchez y O. Reyes, "Medidas de adaptación y mitigación frente al cambio climático en América Latina y el Caribe," *euro Clima*, diciembre 01, 2015. [En línea]. Disponible: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39781/S1501265_es.pdf.
- [50]gm, "Normativa euro, la normativa europea sobre emisiones," Grupo Montalt, diciembre 5, 2018. [En línea]. Disponible: <https://grupomontalt.com/normativa-europea-de-emisiones-euro/>.
- [51]D. Simironi, *Contaminación Atmosférica Y Conciencia Ciudadana*, Primera^a. Ed. Santiago de Chile: Naciones Unidas Cepal, 2013.
- [52]L.G. Sánchez vela, Fabela Gallegos, Manuel de Jesús and O. Flores Centeno, *Revisión De La Normativa Internacional Sobre Límites De Emisiones Contaminantes De Vehículos De Carretera*, Instituto Mexicano del Transporte, 2019.
- [53]"Normativa Euro VI en Colombia", [En línea]. Disponible: <https://www.autofact.com.co/blog/mi-carro/tecnologia/norma-euro-6>.
- [54] "AdBlue", [En línea]. Disponible: <https://www.autocasion.com/diccionario/adblue>.

- [55] Anonymous "normas de emisiones euro," *Doble Vía*, .
- [56]p. f. Vintimilla Jarrin Análisis de resultados de la medición de emisiones de gases contaminantes de fuetes móviles a partir de la implementación de la revisión técnica vehicular en el cantón cuenca, Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, 2015. [En línea]. Disponible: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7647/1/UPS-CT004530.pdf>.
- [57]"Inyección Diésel: Todo lo que tienes que saber", [En línea]. Disponible: <https://www.autonocion.com/inyeccion-diesel-motor/>.
- [58]Tecnología del automóvil, "de la normativa euro 1 al euro 6," [en línea]. Disponible: <https://www.tecnologia-automovil.com/articulos/nuevas-tecnologias/euro-1-a-euro-6/>.
- [59]O. A. Cuellar Hernández y a. f. Rincón Rodríguez *Filtro por precipitación electrostática para la remoción de material particulado en el escape de motores Diesel*, Universidad Santo Tomás, 2020. [En línea]. Disponible: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/30535/2020oscarcuellar.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [60]"De la normativa euro 1 a la Normativa euro 6", [En línea]. Disponible: <https://www.tecnologia-automovil.com/articulos/nuevas-tecnologias/euro-1-a-euro-6/>.
- [61]Villareal David, "AdBlue: lo que todo conductor de diésel debería conocer," *Diario motor*, octubre 21, 2021. [En línea]. Disponible: <https://www.diarimotor.com/que-es/mecanica/adblue-diesel/>.
- [62]"Todo sobre la normativa europea de emisiones de vehículos ",[En línea]. Disponible: <https://www.ceac.es/blog/todo-sobre-la-normativa-europea-de-emisiones-de-vehiculos>.
- [63]Á Sánchez Hernández, "Nuevo reglamento Euro5 y Euro6", [En línea]. Disponible: <http://www.appcesvimap.com/revista/revista72/pdfs/Electromecanica.pdf>.
- [64]J. J. Tutino Vargas y m. a. Aristizábal Artizaba Análisis beneficio - costo de la adquisición de una flota de transporte encargada de la operación logística entre Barranquilla y Bogotá para la compañía corpacero s.a.s, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2016. [En línea]. Disponible: <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/4071/AristizabalAristizabalMonicaAlejandra2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

- [65] "Estudio De Sector y Mercado Servicio de Transporte Terrestre", Fiduprevisora, [En línea]. Disponible: <https://www.fiduprevisora.com.co/wp-content/uploads/2019/11/ANEXO-13-Estudio-de-Sector-y-de-Mercado-Transporte-Terrestre-7x24.pdf>.
- [66] Congreso de la República de Colombia, "Protección de los derechos a la salud y al medio ambiente sano estableciendo medidas tendientes a la reducción de emisiones contaminante de fuentes móviles," junio 18, 2019.
- [67] "AdBlue: lo que todo conductor de diésel debería conocer", [En línea]. Disponible: <https://www.diariomotor.com/que-es/mecanica/adblue-diesel/>.
- [68] J. A. Manrique Bejarano *Determinación de impacto de la renovación de la flora de tras milenio sobre la exposición a contaminantes del aire*. Universidad de los Andes, 2019. [En línea]. Disponible: <https://repositorio.uniandes.edu.co/flexpaper/handle/1992/45056/u831417.pdf?sequence=1&isAllowed=y#page=10>.