

Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE



Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE

Preparado por:

Steer
Carrera 7 No.71-52 Torre A
Oficina 904
Edificio Carrera Séptima
Bogotá D.C. Colombia

+57 1 322 1470
www.steergroup.com

Preparado para:

Unidad de Planeación Minero-Energética - UPME
Avenida Calle 26 No 69 D – 91 Torre 1, Oficina 901.

[Click here to enter text.](#)
23925301

Este documento fue preparado por Steer para Unidad de Planeación Minero-Energética - UPME. La información contenida en este documento debe considerarse confidencial, cada destinatario reconoce la confidencialidad de la información aquí incluida y se compromete a no divulgarla de ninguna manera. Cualquier persona o institución que utilice cualquier parte de este documento sin el consentimiento expreso por escrito de Steer, se considerará que otorga su conformidad a indemnizar a Steer por todas las pérdidas o daños que resulten de dicha utilización. Steer ha llevado a cabo su propio análisis utilizando toda la información disponible en el momento de elaboración del presente documento y señala que la llegada de nuevos datos e información podría alterar la validez de los resultados y conclusiones que aquí se presentan. Por lo tanto, Steer no se responsabiliza de los cambios en la validez de los resultados y conclusiones debido a eventos y circunstancias actualmente imprevisibles.

Contenido

Lista de siglas y abreviaciones	8
1 Introducción	9
2 Contexto transporte automotor carretero de carga en Colombia.....	10
2.1 Visión general del transporte carretero de carga en Colombia.....	10
2.1 Introducción a los agentes de la cadena de valor del transporte de carga	12
3 Estimación del número de vehículos que prestan servicio automotor carretero de carga	16
3.2 Metodología.....	16
3.3 Resultados.....	18
4 Caracterización de transporte carretero interurbano de carga.....	38
4.2 Metodología.....	39
4.3 Resultados.....	42
5 Caracterización de transporte carretero urbano de carga	54
5.2 Caracterización del transporte urbano de carga a partir de toma de información primaria	54
5.3 Matrices de carga.....	63
6 Revisión documental valores de referencia para los factores de consumo de energéticos en transporte de carga	71
6.2 Metodología.....	71
6.3 Factores por rendimiento por vehículo por tipología.....	71
Referencias	78

Figuras

Figura 2.1: Agentes de la cadena de valor del transporte de carga	15
Figura 3.1: Composición del parque automotor nacional	18
Figura 3.2: Composición del Parque automotor de carga nacional	19
Figura 3.3: Ubicación del parque automotor de carga - Camiones.....	21

Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1

Figura 3.4: Ubicación del parque automotor de carga – Tractocamiones	21
Figura 3.5: Ubicación del parque automotor de carga – Volquetas.....	22
Figura 3.6: Rangos de modelos del parque automotor de carga	23
Figura 3.7: Crecimiento acumulado aproximado del parque automotor de carga	24
Figura 3.8: Cilindraje del parque automotor de carga - Camiones.....	25
Figura 3.9: Cilindraje del parque automotor de carga – Tractocamión	26
Figura 3.10: Cilindraje del parque automotor de carga – Volquetas	26
Figura 3.11: Tipo de servicio del parque automotor de carga	27
Figura 3.12: Composición del Parque automotor de carga según tipo de combustible a través del tiempo.....	28
Figura 3.13: Tipo de combustibles en el Parque automotor de carga	29
Figura 3.14: Desagregación del parque automotor de carga de la categoría de camiones	30
Figura 3.15: Historia del registro del campo de normativas de emisiones en el Parque automotor de carga	31
Figura 3.16: Tipos de motor en el Parque automotor de carga	33
Figura 3.17: Niveles de capacidad de carga en el parque automotor de carga	34
Figura 3.18: Proporción de marcas y líneas en el parque automotor de carga - Camión	35
Figura 3.19: Proporción de marcas y líneas en el parque automotor de carga – Tractocamión	36
Figura 3.20: Proporción de marcas y líneas en el parque automotor de carga – Volqueta	37
Figura 4.1: Total de viajes por año.....	42
Figura 4.2: Viajes por tipo de flota por año	44
Figura 4.3: Viajes anuales por categoría vehicular	45
Figura 4.4: Viajes con contenedor vacío por tipo de vehículo	50
Figura 5.1: Edad de los camiones por categoría de ciudad	56
Figura 5.2:	56
Figura 5.3: Tipo de combustible por categoría de ciudad	57
Figura 5.4: Propiedad del vehículo por categoría de ciudad	58
Figura 5.5: Afiliación a alguna empresa de transporte por categoría de ciudad.....	58
Figura 5.6: Box plot de viajes realizados por categoría	59
Figura 5.7: Hora de inicio y fin de operación.....	60



Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1

Figura 5.8: Frecuencia de cargue de combustible por categoría de ciudad	60
Figura 5.9: Rendimiento declarado de kilómetros por galón	61
Figura 5.10: Días a la semana que opera por categoría de ciudad.....	62
Figura 5.11: Tipo de carga por categoría de ciudad	62
Figura 5.12: Porcentaje de la capacidad utilizada	63

Tablas

Tabla 3.1: Criterios de limpieza de la base de datos del RUNT	17
Tabla 3.2: Rango de cilindraje aceptable por clase vehicular.....	17
Tabla 3.3: Caracterización del Parque automotor de carga por cantidad de ejes	19
Tabla 3.4: Caracterización del Parque automotor de carga por cantidad de ejes	20
Tabla 4.1: Campos de la base de datos pública del RNDC.....	39
Tabla 4.2: Categorías vehiculares	40
Tabla 4.3: Distribución de los registros por tipo de vehículo de carga.....	43
Tabla 4.4: Partición modal transporte de carga registrado en el RNDC.....	43
Tabla 4.5: Viajes por categoría vehicular y tipo de flota	46
Tabla 4.6: Viajes por categoría vehicular y naturaleza de carga	48
Tabla 4.7: Top 10 de orígenes-destino	50
Tabla 4.8: Kilómetros recorridos anuales por categoría vehicular	51
Tabla 4.9: Promedio ponderado de Kilómetros recorridos por viaje por categoría vehicular	52
Tabla 5.1: Categorías determinadas para la toma de información	55
Tabla 5.2: Cálculo del error para las encuestas recolectadas en cada categoría de ciudad.....	55
Tabla 5.3: Distribuciones de distancias recorridas y de viajes, Bogotá	64
Tabla 5.4: Viajes y kilómetros recorridos a la hora, día y año en Bogotá.....	66
Tabla 5.5: Distribuciones de distancias recorridas y viajes, Cali.....	66
Tabla 5.6: Viajes y kilómetros recorridos a la hora, día y año en Cali	68
Tabla 5.7: Distribuciones de distancias recorridas y viajes, Pereira	68
Tabla 5.8: Viajes y kilómetros recorridos a la hora, día y año en Pereira.....	70



Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1

Tabla 6.1: Rendimientos en Km/galón por tipología de vehículo de carga - Colombia	72
Tabla 6.2: Resumen de rendimientos en Km/galón por tipología de vehículo de carga – Argentina & Ecuador	73
Tabla 6.3: Rendimientos en Km/galón por tipología de vehículo de carga - España	73
Tabla 6.4: Rendimientos en Km/galón por tipología de vehículo de carga – Brasil, China, Europa, India & USA	74
Tabla 6.5: Rendimientos en Km/galón por tipología de vehículo de carga – Colombia	75

Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1

Lista de siglas y abreviaciones

Siglas/abreviación	Definición
BAT	Best Available Technology
BEU	Balance de Energía Útil
CONPES	Consejo Nacional de Política Económica y Social
DNP	Departamento Nacional de Planeación
ENL	Encuesta Nacional Logística
ENME	Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica
GNV	Gas Natural Vehicular
MinTransporte	Ministerio de Transporte
PAI	Plan de Acción Indicativo de Eficiencia Energética
PMVC	Programa de Modernización de Vehículos de Carga
PNL	Política Nacional Logística
PROURE	Programa de Uso Racional y Eficiente de Energía.
RNDC	Registro Nacional de Despachos de Carga
RUNT	Registro único Nacional de Tránsito
SICE-TAC	Sistema de Información de Costos Eficientes para el Transporte de carga
UPME	Unidad de Planeación Minero-energética
WEF	World Economic Forum

1 Introducción

- 1.1 Este informe corresponde al primer producto de la consultoría encomendada por la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME) a través del contrato C-042-2020 para la elaboración del estudio que tiene por objeto: *“Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE”*
- 1.2 El objetivo principal de este producto es presentar la estimación del número de los vehículos que prestan el servicio automotor carretero de carga, diferenciando los que prestan servicio urbano del interurbano, atendiendo una clasificación tecnológica (energéticos empleados, rendimientos por tipo de vehículo, consumos mensuales) y operativa pertinente asociando el factor de utilización anual medio para cada categoría.
- 1.3 El informe sigue la siguiente estructura después de esta introducción:
- Capítulo 2: Presenta la contextualización del transporte automotor de carga en Colombia desde una visión general de política y la descripción de los agentes de la cadena de valor del transporte carretero de carga.
 - Capítulo 3: Se realiza la estimación del número de vehículos que prestan servicio automotor carretero de carga a partir de la información registrada en el Registro Único Nacional de Tránsito RUNT.
 - Capítulo 4: En este capítulo se presenta la caracterización de transporte carretero interurbano de carga de Colombia a partir de la información disponible del Registro Nacional de Despacho de carga, RNDC.
 - Capítulo 5: Este capítulo describe la caracterización de transporte carretero urbano de carga. Esta caracterización se realizó a partir de información primaria directamente tomada en campo en 12 ciudades de Colombia.
 - Capítulo 6: Por último, este capítulo presenta un análisis de fuentes secundarias nacionales e internacionales que permitan obtener o confirmar valores de referencia para algunas de las variables de eficiencias y rendimientos para el segmento de del transporte automotor de carga.

2 Contexto transporte automotor carretero de carga en Colombia

2.1 Visión general del transporte carretero de carga en Colombia

- 2.1 En Colombia el transporte de carga carretero se ha consolidado como el responsable de movilizar y dinamizar las actividades económicas del país, por lo que en los últimos 10 años ha transportado en promedio el 76 % de la carga, según el último reporte de Transporte en Cifras del año 2018 (MinTransporte, 2018). Sus impactos no solo se reflejan en la economía del país, al ser un eje primordial para las actividades agrícolas, industriales, mineras, comerciales, entre otros; sino que también tiene efectos sociales en el crecimiento, desarrollo, conectividad y competitividad del país.
- 2.2 En la primera Política Nacional Logística (PNL)¹ se reconoció que la logística es un pilar estratégico de la competitividad del país con oportunidades de mejora en calidad, eficacia, eficiencia y seguridad bajo la visión de crear un país más competitivo en mercados nacionales y en la economía global. Paralelamente, la Política Nacional de Competitividad y Productividad² definió estrategias para solucionar las deficiencias que limitan el desarrollo de infraestructura y servicios de transporte y logística de carga incluyendo acciones sobre corredores logísticos articulados, facilidades de comercio, entorno institucional, información en logística, uso de tecnologías de la información y provisión de servicios de calidad en logística y transporte.
- 2.3 Según la última Encuesta Nacional Logística (ENL) del año 2018 las actividades de transporte corresponden al 35.2 % del costo logístico del país, superado únicamente por el almacenamiento con un 46.5 % (DNP, 2019); lo que indica que a pesar de la importancia del transporte y logística para Colombia, en el que el más significativo es el transporte carretero, existen rezagos en su desarrollo que aumentan los costos y tiempos de transporte, además de generar externalidades en términos de consumos de energía y contaminación ambiental.
- 2.4 Con el fin de disminuir costos y tiempos en la logística se han definido acciones relativas a mejorar la calidad de la infraestructura; sin embargo, existen otras variables implicadas entre las que se encuentra la eficiencia del parque automotor del servicio de la carga, al traducirse en costos operativos y económicos altos debido a la necesidad de reparaciones más frecuentes, mayor consumo de combustibles y lubricantes, menor seguridad vial y mayor contaminación ambiental.

¹ CONPES 3547 del 2008: Política Nacional Logística

² CONPES 3527 de 2008: Política Nacional de Competitividad y Productividad

Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1

- 2.5 La UPME con la herramienta BEU (Balance de Energía Útil) para Colombia concluye que el sector transporte no solo es uno de los principales consumidores de energía al utilizar el 40 % de la energía del país, sino además tiene altas ineficiencia debido a que tan solo el 26 % de la energía utilizada se convierte en energía útil. En ese sentido este sector es responsable del 53.86 % del total de las pérdidas de energía a nivel nacional (UPME, 2018).
- 2.6 Dentro del sector transporte la carga terrestre (camiones y tractocamiones) contribuyen con el 25% del consumo de energía, caracterizándose por su alto consumo de ACPM y gasolina (UPME, 2018). En términos de eficiencia del transporte de carga, el PAI – PROURE 2017 - 2022³ resalta la preocupación de que en el año 2015 se encontró que el 57 % de los camiones tenía una edad mayor a 25 años, cifra que aumenta a 85 % para la tipología de tractocamiones. Adicionalmente se identificó que para ese año el 70 % de los propietarios de los vehículos de carga correspondían a personas naturales con baja capacidad financiera y de endeudamiento para el crecimiento de su flota (UPME, 2016).
- 2.7 Ante esto, el PAI – PROURE manifiesta la necesidad de definir estrategias que reduzcan el consumo y promuevan el uso de energéticos como el gas natural licuado, gas licuado de petróleo y electricidad con el fin de diversificar la canasta energética en el sector; para ello plantea una medida de adquisición y reemplazo de la flota de carga a partir de la reducción de impuestos por recambio de unidades (desintegración) e impulso en la financiación de nuevos camiones (UPME, 2016).
- 2.8 Según la Encuesta Nacional Logística (ENL) del año 2018 el 11 % de las empresas encuestadas han implementado como acción el uso de combustibles alternativos para la flota de transporte y el 25.1 % hace uso de vehículos alternativos (eléctricos, bicicleta, etc.), acciones que se evidencian principalmente en empresas medianas, micro y pequeñas (DNP, 2019).
- 2.9 En el año 2013 se publicó el CONPES 3759 - Estrategia de modernización del transporte automotor de carga, que estableció los lineamientos de política en términos de condiciones y estándares para la prestación del servicio con reglas sobre la edad del parque y la gradualidad en la renovación del mismo. A partir de este se definieron recursos para la renovación y chatarrización de vehículos de transporte de carga por carretera con peso bruto vehicular mayor a 10.5 toneladas y una edad superior a 20 años.
- 2.10 Más adelante, el CONPES 3963 de 2019 estableció lineamientos de política pública para la modernización del parque automotor de carga, a partir de estrategias enfocadas en la formalización empresarial, formación de capital humano y modernización de la flota de transporte. En ese mismo año, el Decreto 1120 de 2019⁴ plantea el Programa para la Modernización del Parque Automotor de Carga bajo el diseño del Ministerio de Transporte que contemple incentivos económicos y tributarios. En el año 2020 Mintransporte publicó su Programa de Modernización de Vehículos de Carga (PMVC) con el que espera renovar el 47% de

³ Plan de Acción Indicativo de Eficiencia Energética - Programa de Uso Racional y Eficiente de Energía, adoptado por la Resolución 41286 del 30 de diciembre de 2016

⁴ Reglamentado por la Resolución 5304 de 2019

Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1

los vehículos de carga con más de 20 años en 2025 bajo los objetivos de mejorar la eficiencia de los pequeños transportadores y la calidad del aire (MinTransporte, 2020).

- 2.11 La UPME planteó la Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica - ENME en el año 2019 con el objetivo de “Definir las acciones que permitan acelerar la transición hacia la movilidad eléctrica con meta de 600,000 vehículos eléctricos a 2030”, para lo cual se definió la necesidad de realizar un estudio para la caracterización energética de las actividades de transporte de carga para determinar oportunidades de mejoramiento de la eficiencia y la participación de las tecnologías de cero emisiones, además de un estudio para la estructuración de políticas de eficiencia energética y etiquetado en el sector de transporte de carga (UPME, 2019).
- 2.12 Los esfuerzos por hacer más competitiva la logística en el país fueron impulsados recientemente por el CONPES 3982 de 2020 que actualiza la Política Nacional Logística bajo una visión que incluye a la intermodalidad y la productividad en el servicio de transporte, que define como línea de acción la modernización en la prestación de los servicios de transporte de carga.

2.1 Introducción a los agentes de la cadena de valor del transporte de carga

- 2.13 La actividad de transporte de carga y almacenamiento tiene una participación del 4,5% del PIB (DANE, 2017) y genera el 6,4% de los empleos del país (GEIH. DANE, 2020). Para el segundo trimestre de 2020 el sector transporte y almacenamiento presentó un decrecimiento de 37% respecto al mismo período del año anterior.
- 2.14 El transporte de carga ofrece una variedad de opciones de servicios basados en costo, capacidad, velocidad y confiabilidad. En Colombia, el modo carretero (al ser el protagonista del transporte de la carga nacional representando el 81%) hace parte de la cadena logística del comercio nacional e internacional del país y tiene relación con todos los sectores económicos.
- 2.15 Colombia quedó en el puesto 81 de 141 países en el pilar de infraestructura del WEF 2019, para ascender desde esta posición el país requiere una estrategia contundente para mejorar la competitividad que incluye la renovación del parque automotor, y la modernización de las cadenas logísticas. Para establecer las medidas adecuadas se requiere conocer quiénes son los agentes de la cadena de valor del transporte. Este apartado describe, quienes son los agentes sobre los cuales se realizará posteriormente el análisis socio – económico.

2.1.2 Agentes de la Oferta

- 2.16 Los elementos esenciales de la oferta del transporte de carga son vehículos, combustible, partes y servicios de mantenimiento y abastecimiento de energéticos. Por ello para establecer recomendaciones adecuadas para una transformación del parque automotor es fundamental establecer las variables que afectan la ecuación financiera y la disponibilidad de servicio de las empresas de transporte de carga.
- 2.17 Los vehículos de carga no son de producción nacional, los **importadores de vehículos y partes** son un eslabón fundamental de la cadena de valor del sector. En el país se llevan a cabo los procesos de ensamble, fabricación de carrocerías y de autopartes, y mantenimiento de los vehículos. En estos procesos los grandes jugadores son las marcas que lideran el mercado.
- 2.18 Chevrolet ha sido el líder del mercado, junto a Kenworth, Hino, Jac y Foton, que sumados representan, el 73% del mercado (Andi- Fenalco, 2020). Sin embargo, al revisar por segmentos del

mercado se encuentran otros como Mercedes Benz, Volkswagen, International y Scandia, entre otros. **Los concesionarios y representantes de marca** son los agentes que movilizan la oferta de vehículos y los ponen a disposición de los transportadores.

- 2.19 De otro lado, en términos energéticos, las empresas del sector de hidrocarburos son las grandes protagonistas de la cadena de valor de carga. Si bien, hay una incipiente diversificación, las empresas distribuidoras **mayoristas y minoristas de combustibles** de origen fósil tienen la mayor participación en el abastecimiento de combustible para el segmento de carga. De hecho, las principales inversiones en la infraestructura de suministro de energéticos de transición o de cero emisiones, provienen de las distribuidoras de combustibles convencionales.
- 2.20 Todos estos agentes inciden en la disponibilidad del transporte de carga, pero los grandes protagonistas de la cadena de valor son las empresas transportadoras, los propietarios de vehículos y los conductores.
- 2.21 **La empresa de transporte terrestre automotor de carga** es una unidad económica habilitada, es decir, autorizada por el Estado para prestar el servicio en la modalidad solicitada. Para ello la empresa debe demostrar las condiciones organizacionales, financieras y operativas para cumplir con su objeto de acuerdo con lo que dispone el Decreto 1079 de 2015.
- 2.22 La empresa es la parte activa del contrato de transporte y, por lo tanto, es la responsable legal de la prestación del servicio, ante los clientes y las autoridades competentes. Lo ideal es que cuente con capital humano entrenado en logística, aseguramiento de las cargas, comunicaciones, comercio, almacenamiento, cuidado de bienes, destrezas de embalaje y empaque, manejo de contenedores, y servicios financieros. (Ministerio de Transporte de Colombia, 2015).
- 2.23 Un aspecto por resaltar es que mientras en el mundo se ve el crecimiento de los servicios tercerizados de transporte, en Colombia el 22,4% de las empresas han destinado sus recursos para adquirir su propia flota (Consejo Privado de Competitividad, 2020). En consecuencia, empresas de los sectores agropecuario, industrial, minero y de construcción hacen parte de la cadena económica del transporte de carga no solamente como clientes sino como agentes activos de este sector económico.
- 2.24 Esto puede incidir no solo en la reorientación de recursos del objeto social principal de las empresas sino en indicadores de baja eficiencia del transporte de carga como el alto porcentaje (35%) de viajes vacíos que se realizan en el país, y la subutilización del parque automotor de carga, en un 41% (Defencarga, 2018).
- 2.25 La empresa puede realizar el transporte con vehículos propios o de terceros vinculados de manera permanente o para misiones específicas. Independiente de la modalidad que defina la empresa, sobre ella recae la responsabilidad del servicio.
- 2.26 El **propietario del medio de transporte** no hace parte del contrato entre el generador de la carga y la empresa de transporte, pero es esencial para la operación. Su relación es directamente con la empresa de transporte y debe establecerse a través de un contrato de vinculación transitoria o permanente de los vehículos.
- 2.27 El **conductor del vehículo**, además de su rol como operador del vehículo, tiene la responsabilidad de portar el manifiesto de carga que contiene la información de la empresa del transporte, de las

Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1

mercancías, las partes de la relación comercial y sirve como título ejecutivo para el cobro del servicio. En ocasiones el conductor tiene un rol comercial activo.

2.1.3 Agentes de la Demanda

- 2.28 Del lado de la demanda, es usual que en la cadena de valor del transporte de carga estén los principales sectores de la actividad económica distribuidos en los distintos modos de transporte; las principales integraciones se dan con los sectores agrícola, energético con énfasis en hidrocarburos, minero, químico, de construcción y fabricación. (Rodrigue, 2020). En Colombia, el transporte de carga está concentrado en el modo carretero por lo que hacen parte de la cadena de valor las actividades económicas del orden nacional, regional e incluso local.
- 2.29 El **generador de la carga** es la persona natural o jurídica que contrata el servicio de transporte terrestre de carga con la empresa de transporte de carga. Es quien entrega la mercancía a ser trasladada y se compromete a cumplir las obligaciones establecidas en la norma, que incluyen el suministro de información detallada de las mercancías y el pago del flete y de los demás conceptos que se pacten.
- 2.30 La relación entre el generador de la carga y la empresa de transporte está regulada por el Ministerio de Transporte que define las obligaciones de las partes, plazos, sanciones ante incumplimientos, y limitaciones a los descuentos. Así mismo, la norma establece que las relaciones económicas entre las partes se pactarán de común acuerdo, pero impone el límite de no establecer pagos inferiores a “los costos eficientes de operación” entendidos como los que se deriven del SICE-TAC.
- 2.31 La anterior introducción permite tener un mapa de cómo está compuesta la cadena de valor del transporte de carga en Colombia, lo cual servirá de insumo para cumplir con el objetivo contractual el cual pretende entender desde los diferentes actores el potencial de renovación del parque automotor considerando el uso de tecnologías de cero y bajas emisiones.

Figura 2.1: Agentes de la cadena de valor del transporte de carga

AGENTES DE LA CADENA



OFERTA

Importadores, ensambladores, fabricantes de carrocerías y partes

Los vehículos de carga no son de producción nacional, lo que convierte a los importadores de vehículos y partes en un eslabón fundamental de la cadena de valor del sector.



Energía

Las empresas de suministros de combustibles hacen parte de la cadena de valor del sector.



Empresas de transporte terrestre

Estas unidades económicas están autorizadas por el gobierno para prestar el servicio de transporte de carga y así mismo han adquirido unas obligaciones para tal fin. (Decreto 1079 de 2015).



Propietario y conductor



DEMANDA

Generadores de carga

Es usual que la cadena de valor del transporte de carga en sus distintas modalidades se integre con los principales sectores de la actividad económica como agrícola, energético con énfasis en hidrocarburos, minero, químico, de construcción, fabricación y mensajería.



Fuente: Steer, 2020

3 Estimación del número de vehículos que prestan servicio automotor carretero de carga

- 3.1 La realización de esta estimación tiene como principal objetivo la obtención aproximada del tamaño de la flota vehicular actualmente destinada a prestar el servicio automotor de carga en el país. Esta estimación permitirá dimensionar, aproximadamente, la magnitud del parque automotor de carga, así como caracterizar el mismo en diferentes aspectos funcionales/operacionales como cilindraje, combustibles, emisiones, modelo, cantidad de ejes, capacidad de carga, entre otros, claves para poder realizar una radiografía completa y detallada de la realidad de este parque vehicular.
- 3.2 Para el desarrollo de esta estimación, y como fuente principal para la construcción de este capítulo, fueron utilizados los datos provenientes del Registro Único Nacional de Tránsito (RUNT) con corte a agosto de 2020 del Ministerio de Transporte. Los registros del RUNT contienen la descripción de cada uno de los vehículos, sin embargo, estos registros no cuentan con la información del propietario del vehículo ni con algún tipo de información acerca de su uso, por lo tanto, los vehículos no pueden ser vinculados a una empresa y/o un uso en específico.
- 3.3 Debido a las limitaciones antes mencionadas, se aclara que, la estimación presentada a continuación, corresponde a una general del transporte carretero de carga, sin discriminar el uso específico actual del vehículo.

3.2 Metodología

- 3.4 Para el desarrollo de esta estimación se realizó un análisis completo de los registros del RUNT (corte agosto 2020) en el cual se identificaron los vehículos que se encontraron categorizados como Camión, Tractocamión o Volqueta. Una vez identificados, se generó una nueva base solo teniendo en cuenta los vehículos de carga, la cual fue utilizada para realizar todas las demás caracterizaciones necesarias.
- 3.5 Cabe destacar que, producto del análisis realizado para la extracción de los datos necesarios, se encontró que algunos de los campos de información presentaban información incompleta o evidentemente incongruente, con lo cual fue necesaria, dentro de los límites razonables, la limpieza de algunos datos para poder presentar resultados claros y confiables.
- 3.6 La siguiente tabla resume el proceso de limpieza y los criterios que se tuvieron en cuenta a la hora de consolidar una base para los análisis de este proyecto:

Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1

Tabla 3.1: Criterios de limpieza de la base de datos del RUNT

Registros	Registros eliminados	Variable de filtrado	Criterio
16.190.882	-	-	Registros originales
15.589.526	601.356	ESTADO_VEHICULO	Se dejan únicamente los vehículos activos
15.589.311	215	MODELO	Modelo mayor a 1900 y menor o igual a 2021
15.589.240	71	CLASE	Se dejan únicamente los vehículos con una clase asignada
15.589.167	73	SERVICIO	Se eliminan vehículos sin servicio asignado o con servicio="otros"
15.588.441	726	COMBUSTIBLE	Se eliminan vehículos que no especifican combustible
15.579.761	8.680	EJES	Se eliminan camiones con 1 o más de 4 ejes
378.592	15.201.169	CLASE	Se toman en cuenta únicamente camiones, tractocamiones y volquetas

Fuente: Steer, 2020. A partir de flota oficial 2020 del RUNT (agosto 2020).

3.7 Posteriormente, y teniendo en cuenta que el cilindraje de los vehículos puede llegar a ser un insumo relevante en la estimación de emisiones y factores de consumo, se llevó a cabo un análisis de valores atípicos para cada distribución de cilindraje por clase vehicular, de tal forma que únicamente se tuvieron en cuenta los vehículos cuyos cilindrajes se encontraron dentro de los rangos aceptables. Lo anterior, fue aplicado únicamente para los cálculos que requirieron del uso del cilindraje, por lo que los vehículos con valores atípicos de cilindraje no serán eliminados de la base y seguirán siendo empleados como insumo en los demás análisis. La siguiente tabla ilustra los rangos típicos encontrados para cada clase vehicular y el porcentaje de vehículos dentro de cada rango:

Tabla 3.2: Rango de cilindraje aceptable por clase vehicular

Categoría vehicular	Cilindraje mínimo (cc)	Cilindraje máximo (cc)	% Vehicular que cumple el criterio
Camión	2.000	17.000	96.62%
Tractocamión	5.700	20.000	99.00%
Volqueta	1.000	15.000	97.09%

Fuente: Steer, 2020. A partir de flota oficial 2020 del RUNT (agosto 2020).

3.8 Una vez realizada la extracción de los datos y la información final se realizaron gráficos y diagramas que permitieran visualizar de forma gráfica y resumida los resultados obtenidos. Esto último con el fin de presentar de manera más dinámica y comparable la información obtenida.

3.9 A continuación, se muestran los resultados de la estimación y caracterización del Parque Vehicular Automotor de Carga en Colombia.

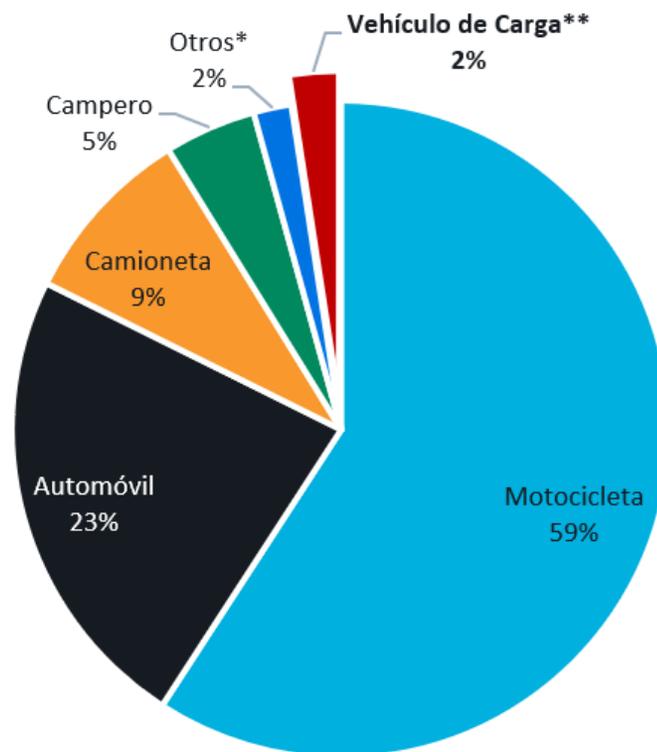
3.3 Resultados

3.3.1 Composición vehicular

3.10 De acuerdo con los datos analizados del RUNT⁵ el parque vehicular automotor de carga en el país se compone por alrededor de 378.592 vehículos, los cuales en comparación con los 15.579.761 vehículos que conforman el total del parque automotor colombiano representa solo el 2% del total de los vehículos registrados.

La Figura 3.1 presenta el desglose de la composición del Parque automotor nacional.

Figura 3.1: Composición del parque automotor nacional



Fuente: Steer, 2020. A partir de flota oficial 2020 del RUNT (agosto 2020).

* La categoría "Otros" se encuentra compuesta por, Microbus, Bus, Motocarro, Busetas, Cuatrimoto, Mototriciclo, Cuadriciclo y Tricimotociclo

** La categoría "Vehículos de Carga" se encuentra compuesta por Camiones, Tractocamiones y Volquetas.

3.11 Al desglosar la composición del parque automotor de carga en el país, se encuentra que este está conformado en su mayoría por Camiones, con un total de 269.825 vehículos registrados en esta categoría, seguido por los Tractocamiones con unos 57.337 vehículos y por último las Volquetas con 51,430.

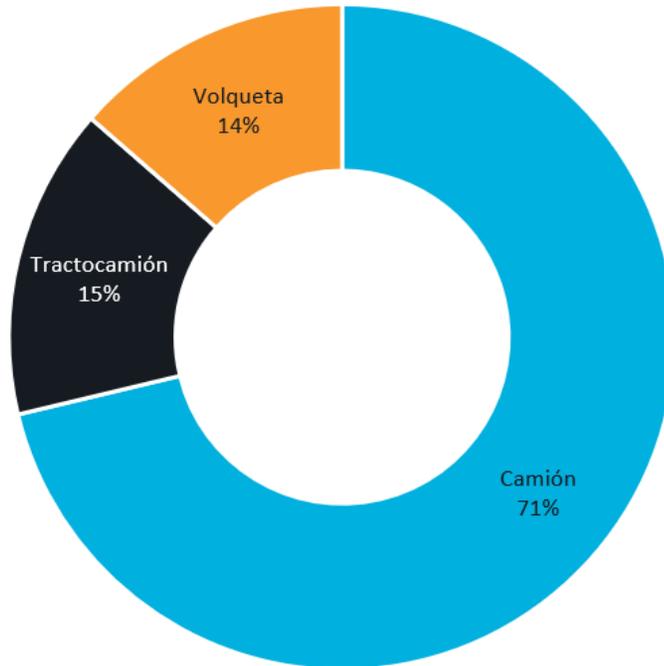
⁵ Corte agosto 2020

Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1

3.12 Es importante reconocer que a nivel nacional la actividad de carga se puede dar en todo tipo de vehículos, no obstante para los propósitos de este estudio el enfoque será únicamente los segmentos Camiones, tractocamiones o volquetas.

3.13 La Figura 3.2 presenta el desglose de la composición del Parque automotor de carga en Colombia.

Figura 3.2: Composición del Parque automotor de carga nacional



Fuente: Steer, 2020. A partir de flota oficial 2020 del RUNT (agosto 2020).

3.3.2 Cantidad de ejes

3.14 Los vehículos de carga difieren en cantidad de ejes debido a características específicas del vehículo como lo pueden ser peso, dimensión, capacidad de carga, tecnología utilizada, configuración especial del chasis, entre otras. La caracterización por cantidad de ejes permite categorizar el transporte de carga y generar una idea de la composición del parque en cuanto a tamaño de los vehículos y posibles usos.

3.15 A continuación, se presenta la caracterización del parque automotor de carga nacional en cuanto a la cantidad de ejes.

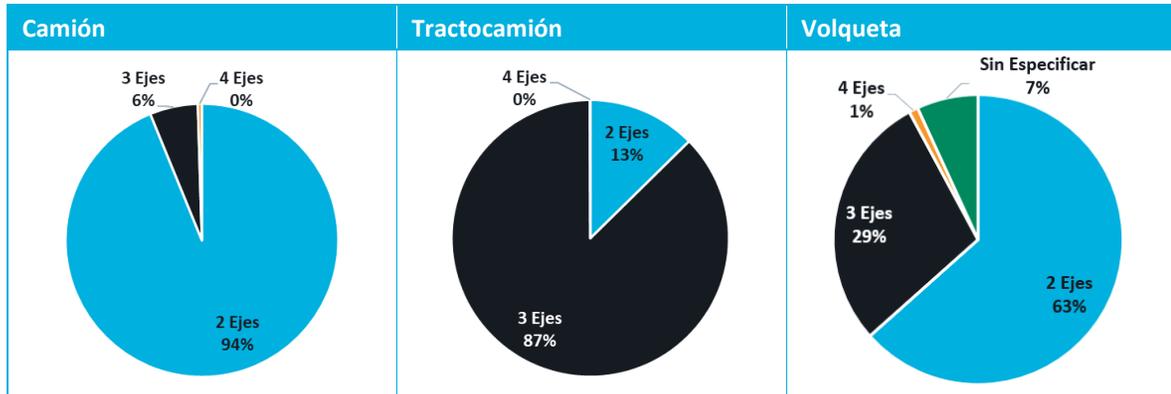
Tabla 3.3: Caracterización del Parque automotor de carga por cantidad de ejes

Clase	Cantidad de Ejes				Total
	2 Ejes	3 Ejes	4 Ejes	Sin especificar	
Camión	253.151 (93.8%)	15.374 (5.7%)	1.300 (0.5%)	- (0%)	269.825
Tractocamión	7.235 (12.6%)	50.074 (87.3%)	28 (0%)	- (0%)	57.337
Volqueta	32.617 (63.4%)	14.770 (28.7%)	521 (1.0%)	3.522 (6.8%)	51.430

Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1

Fuente: Steer, 2020. A partir de flota oficial 2020 del RUNT (agosto 2020).

Tabla 3.4: Caracterización del Parque automotor de carga por cantidad de ejes



Fuente: Steer, 2020. A partir de flota oficial 2020 del RUNT (agosto 2020).

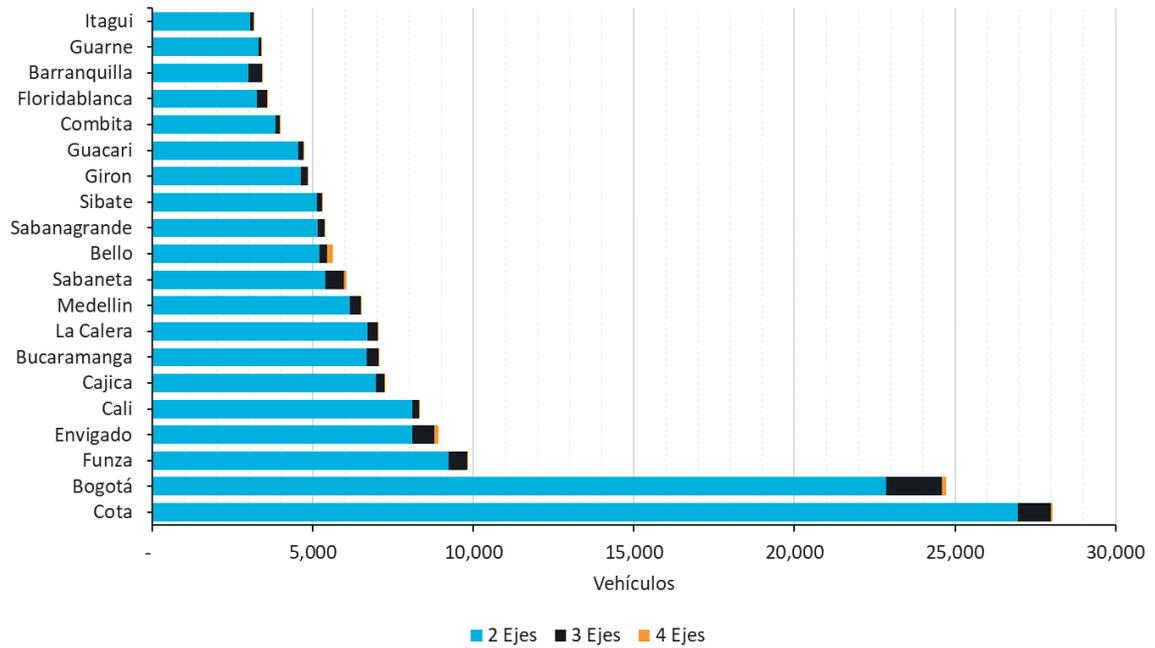
- 3.16 Se puede observar que las distintas categorías de vehículos de carga presentan diferente composición de ejes, se resalta que en la categoría de camiones el tipo de vehículo predominante es el de dos ejes, mientras que en los tractocamiones los de tres ejes son los más frecuentes.
- 3.17 Para el caso de los camiones la elevada frecuencia de vehículos de dos ejes infiere la presencia de una elevada cantidad de vehículos de carga liviana, mientras que la alta presencia de vehículos de tres ejes en los tractocamiones puede concluir que los principales vehículos en esta categoría son los cabezotes de camiones de carga pesada.
- 3.18 Se resalta que, dentro de los datos revisados, la categoría de volquetas presentaba algunas incongruencias en el campo de cantidad de ejes de este tipo de vehículos, por consiguiente, los registros en los que se identificó este tipo de anomalía fueron categorizados como “Sin especificar” para la presentación de estos resultados.

3.3.3 Ubicación de registro del parque automotor de carga

- 3.19 Los datos provenientes del RUNT presentan registros de inscripción en todo el territorio nacional, por lo tanto, existe una gran variedad de ubicaciones para este indicador en específico. Para la presentación de estos resultados se resumieron y presentaron los 20 municipios con más registros para cada una de las categorías; Camión, Tractocamión y Volqueta.
- 3.20 En las siguientes figuras se presentan las distribuciones de los municipios en los que ha sido registrado el parque automotor de carga y segregado según categoría y cantidad de ejes de los vehículos.

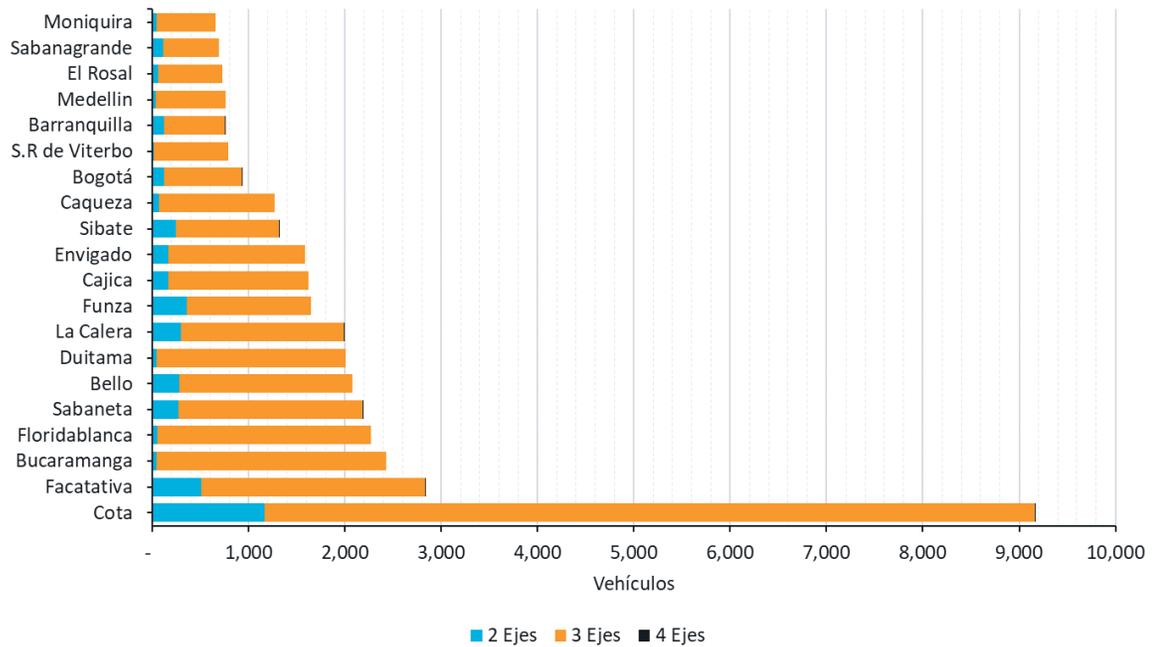
Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1

Figura 3.3: Ubicación del parque automotor de carga - Camiones



Fuente: Steer, 2020. A partir de flota oficial 2020 del RUNT (agosto 2020).

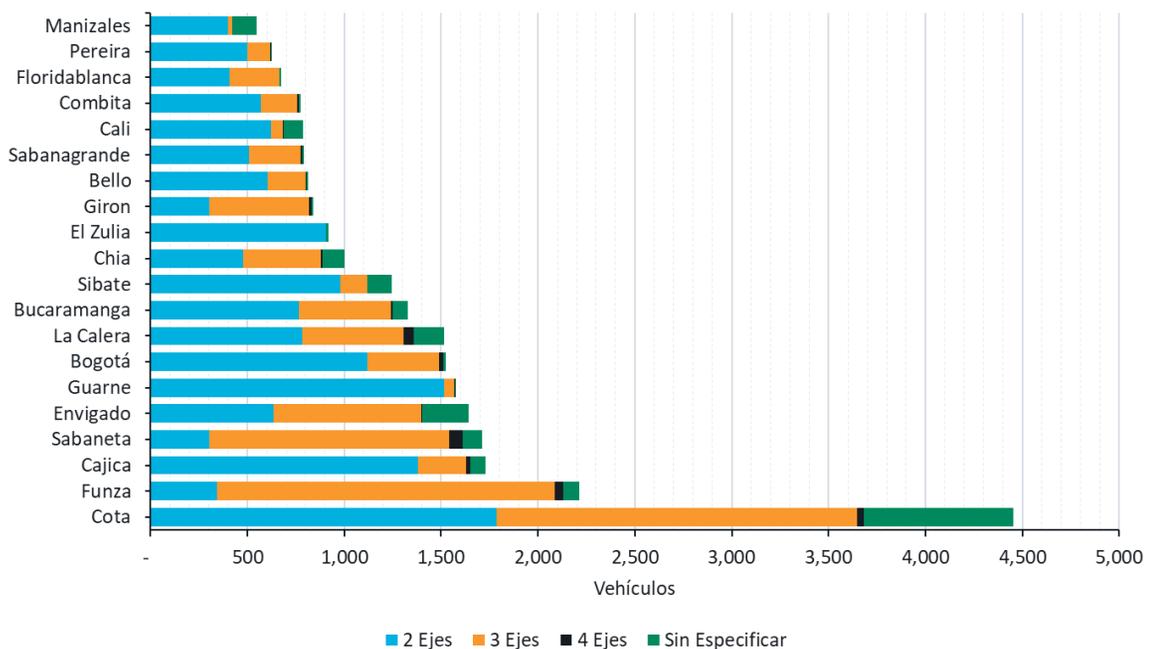
Figura 3.4: Ubicación del parque automotor de carga – Tractocamiones



Fuente: Steer, 2020. A partir de flota oficial 2020 del RUNT (agosto 2020).

Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1

Figura 3.5: Ubicación del parque automotor de carga – Volquetas



Fuente: Steer, 2020. A partir de flota oficial 2020 del RUNT (agosto 2020).

3.21 Se observa que el municipio de Cota es el principal municipio de registro de los vehículos de carga en el país. Se destaca la elevada presencia de registros de camiones en el municipio de Bogotá, especialmente los de dos ejes. De igual manera se destaca la presencia de los municipios de Funza y Sabaneta dentro de los diez municipios con más registros de vehículos de carga en todo el territorio nacional.

3.3.4 Edad del parque automotor de carga

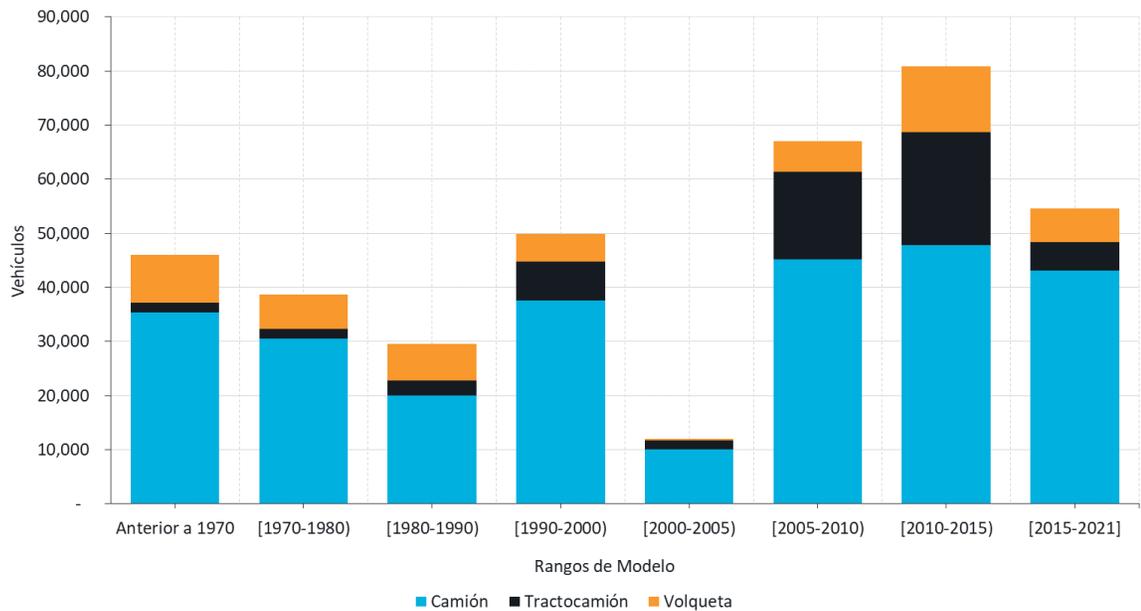
3.22 La edad del parque automotor de carga fue analizada mediante el dato del modelo de los vehículos registrados, con este dato se realizó un perfil de edad que permitió conocer la antigüedad promedio, edad más frecuente, los vehículos más antiguos, entre otros, del parque automotor de carga nacional.

3.23 Con los datos analizados se obtuvo que la edad media del parque automotor de carga se encuentra alrededor de los 23 años, siendo el rango de fabricación entre 2010-2015 el más frecuente con un total de 80.882 vehículos, abarcando aproximadamente el 21.36% del total de los vehículos de carga. Además, realizando un desglose por tipo de categoría se resalta que el 45% de los tractocamiones se encuentran dentro de los 10 años de antigüedad, siendo así la categoría con el parque automotor más moderno de los vehículos de carga. A su vez, esto último contrasta con el 17% de volquetas que poseen más de 50 años de antigüedad, siendo esta categoría la que posee el parque automotor más antiguo, con una edad media de 27.3 años.

3.24 A continuación, se presentan los hallazgos encontrados en cuanto a la edad del parque automotor de carga colombiano, para facilitar la presentación de los resultados estos fueron agrupados en diferentes intervalos de tiempo.

Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1

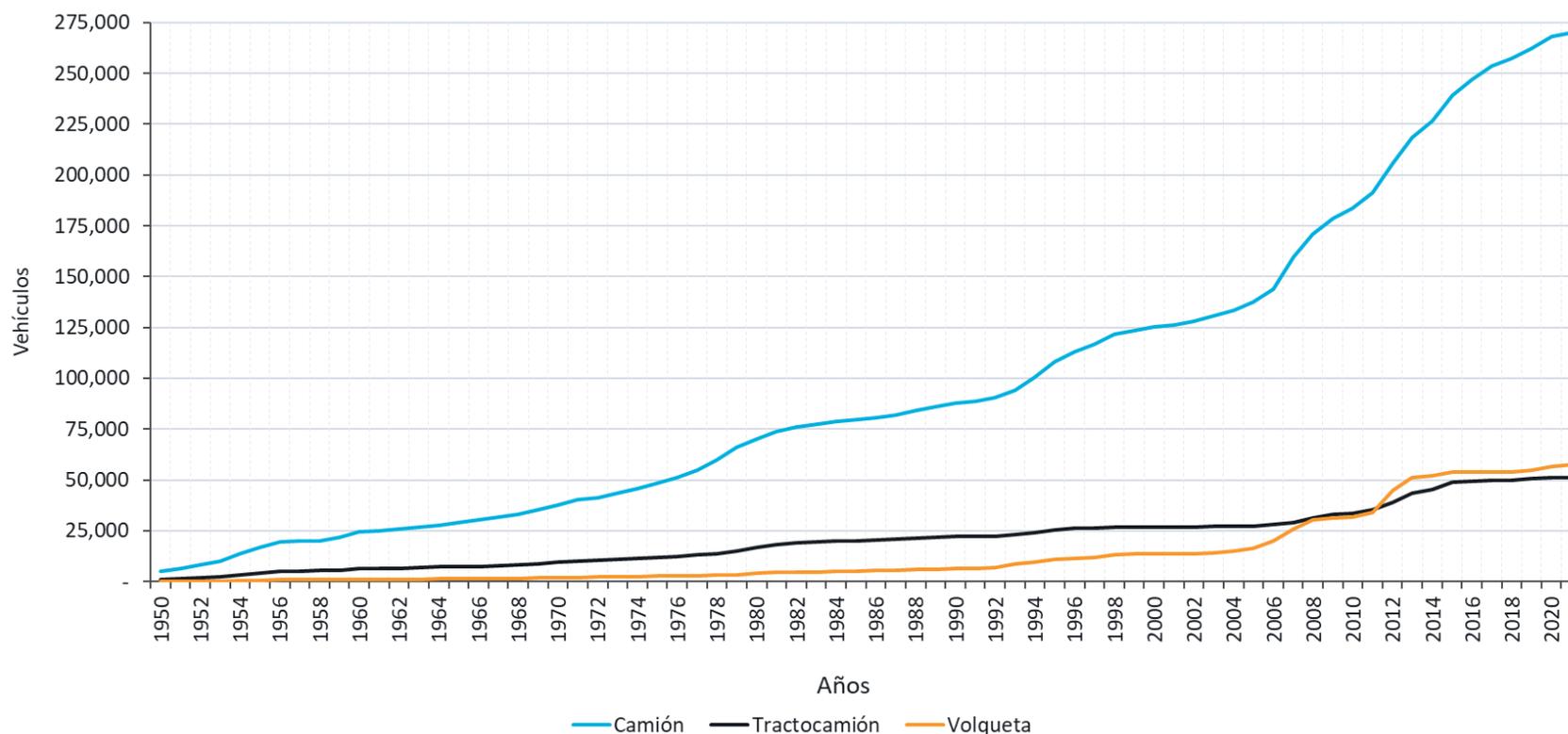
Figura 3.6: Rangos de modelos del parque automotor de carga



Fuente: Steer, 2020. A partir de flota oficial 2020 del RUNT (agosto 2020).

- 3.25 La Figura 3.6 permite observar la antigüedad de cada una de las diferentes categorías de vehículos de carga, se observa la relativamente baja cantidad de tractocamiones con edades superiores a los 30 años al igual que se observa la elevada proporción de camiones antiguos en las categorías de volquetas y camiones. Se resalta la baja presencia de vehículos en el rango 2000-2005, presentando la proporción más baja en todo el rango del parque automotor de carga.
- 3.26 Con la disponibilidad de los modelos en los registros vehiculares además de realizar la caracterización por antigüedad del parque automotor se realizó un análisis acumulado que permite conocer de forma aproximada como se desarrolló el crecimiento de los vehículos de carga a través del tiempo. Como se aclara anteriormente, este crecimiento es aproximado, ya que pueden existir casos en el que el vehículo no haya ingresado al país en su año de fabricación, sino que haya sido importado como vehículo usado o de segunda mano.
- 3.27 A continuación, se presenta en la Figura 3.7 el crecimiento acumulado aproximado de la cantidad de vehículos de carga en el país. Para efectos prácticos se presenta el crecimiento desde el año 1950, donde se comienza a notar el crecimiento sustancial en los vehículos de carga.

Figura 3.7: Crecimiento acumulado aproximado del parque automotor de carga



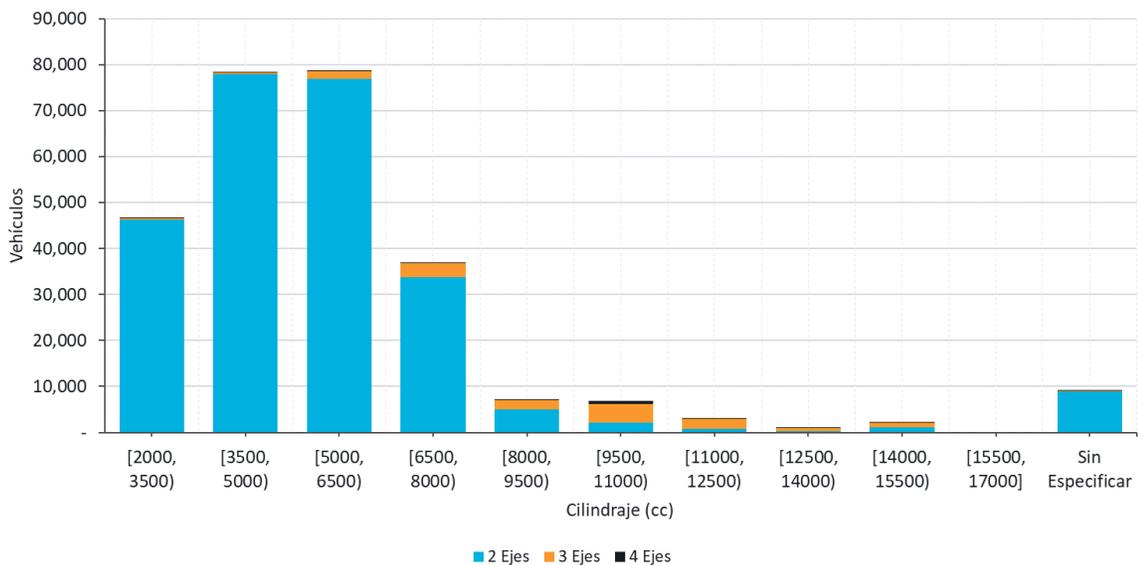
Fuente: Steer, 2020. A partir de flota oficial 2020 del RUNT (agosto 2020).

3.28 En este gráfico de crecimiento aproximado se puede observar el comportamiento de crecimiento de todas las categorías en los más de 70 años de análisis. Se evidencia el crecimiento de los camiones que han aumentado de alrededor de 5.000 vehículos en 1950 a alrededor de 270.000 en el año 2020. Además, se hace notorio el incremento presentado por las volquetas en el año 2006, llegando a sobrepasar la cantidad de tractocamiones en el año 2011, categoría que históricamente había presentado cantidades superiores. En los últimos diez años se han presentado tasas de crecimientos considerables, se destaca que en comparación con los valores del 2010 las volquetas han presentado un crecimiento de 80%, seguido por un 54% de los tractocamiones y un 47% de los camiones en el mismo periodo.

3.3.5 Cilindraje

- 3.29 El cilindraje es una característica operacional propia del motor que impulsa el vehículo de carga, de forma general valores más altos de cilindraje se traducen en mayor cantidad de potencia, sin embargo, para poder realizar esta afirmación es necesario tomar en cuenta otros aspectos operacionales como el peso, tipo de combustible, entre otros.
- 3.30 La caracterización por tipo de cilindraje permite dar una idea de los posibles usos de los vehículos, ya que se conoce que vehículos con un valor de cilindraje bajo o medio son mayormente utilizados para el transporte de carga liviana, mientras que valores altos o muy altos de cilindraje son generalmente utilizados por los vehículos encargados de transportar cargas pesadas.
- 3.31 En el desarrollo de este análisis fueron identificadas algunas incongruencias o campos vacíos en los registros del RUNT, para los casos en los que fueron identificadas dichas anomalías los vehículos fueron categorizados como “Sin Especificar”.
- 3.32 A continuación, la Figura 3.8 presenta los valores de cilindraje en las diferentes categorías del Parque automotor de carga nacional.

Figura 3.8: Cilindraje del parque automotor de carga - Camiones

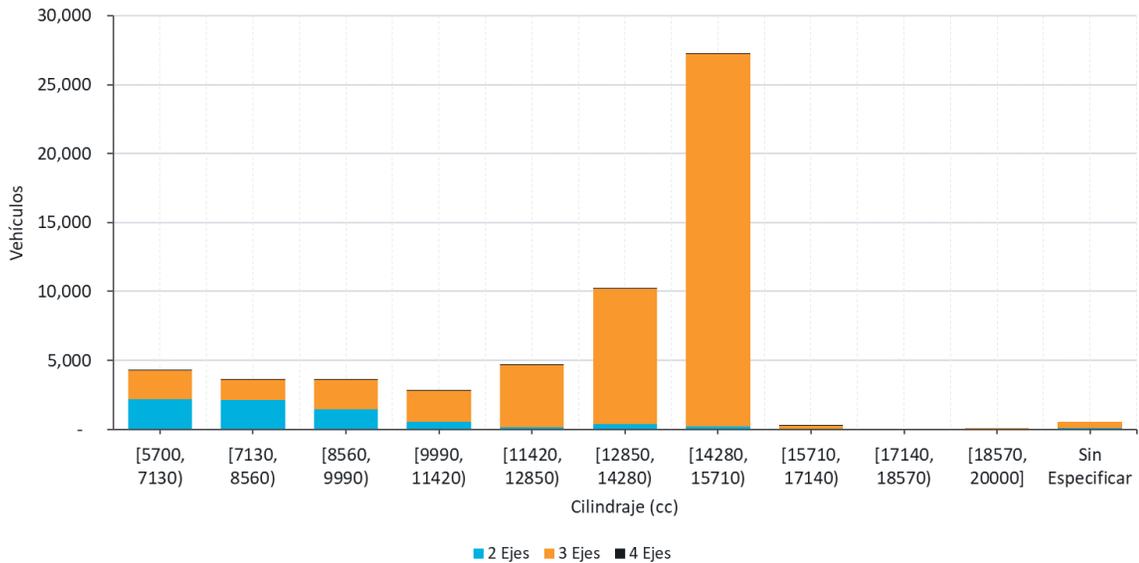


Fuente: Steer, 2020. A partir de flota oficial 2020 del RUNT (agosto 2020).

- 3.33 En la Figura 3.8 se observa como la mayoría de los vehículos bajo la categoría de camiones poseen un cilindraje relativamente bajo o medio ubicado entre los 2.000 y 6.500 cc. Esto coincide mayormente con que el uso predominante de los vehículos de esta categoría son el transporte de cargas livianas, con lo cual no requieren de motores con mucha potencia. En contraste con lo anterior se puede observar que en la Figura 3.9 la mayoría de los tractocamiones poseen un cilindraje relativamente alto, entre 12.850 y 15.710 cc, propio de los vehículos de esta categoría, responsables de la movilización de cargas mucho más pesadas.

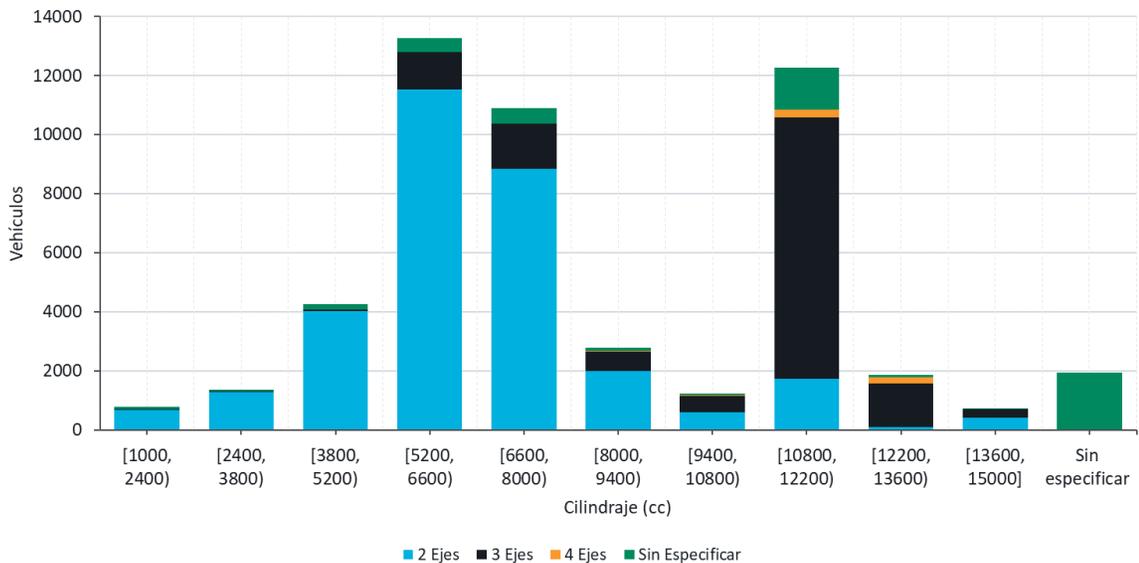
Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1

Figura 3.9: Cilindraje del parque automotor de carga – Tractocamión



Fuente: Steer, 2020. A partir de flota oficial 2020 del RUNT (agosto 2020).

Figura 3.10: Cilindraje del parque automotor de carga – Volquetas



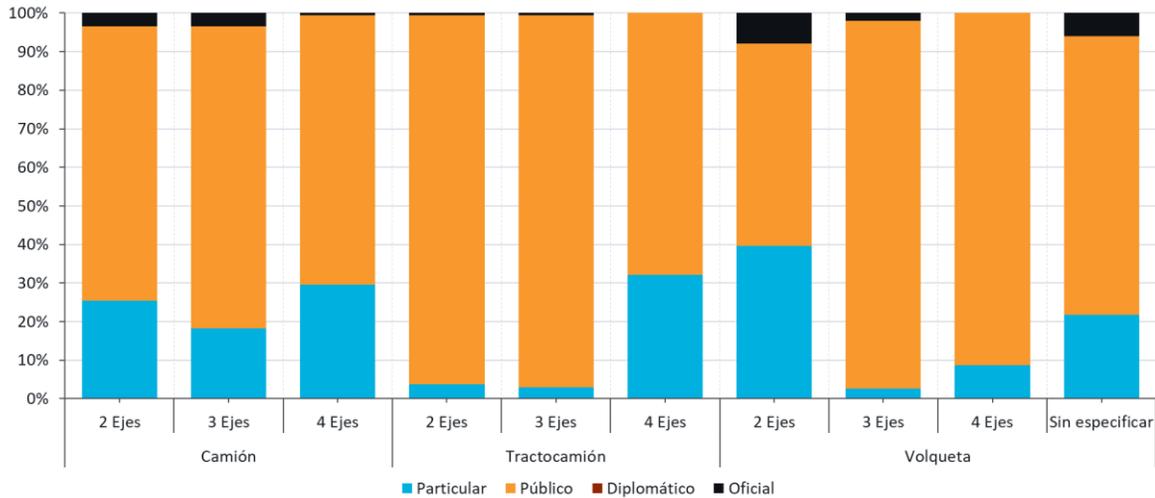
Fuente: Steer, 2020. A partir de flota oficial 2020 del RUNT (agosto 2020).

3.34 Las volquetas presentan valores de cilindraje más equiparados, la mayoría del cilindraje de este tipo de vehículos se encuentra en el nivel medio y alto. La existencia de una amplia variedad de tamaños de volquetas puede ser la razón por la cual los valores de cilindrajes se encuentren más equilibrados, al existir una amplia oferta existen diferentes capacidades de carga y por ende una distribución más equitativa y menos parcializada de los valores de cilindraje.

3.3.6 Tipo de Servicio

3.35 A continuación, se presentan los resultados de la caracterización por tipo de servicio discriminada por el tipo de categoría y la cantidad de ejes.

Figura 3.11: Tipo de servicio del parque automotor de carga



Fuente: Steer, 2020. A partir de flota oficial 2020 del RUNT (agosto 2020).

3.36 Se observa que el tipo de servicio público es el predominante en todas las diferentes categorías vehiculares de carga presentando valores máximos de hasta de 97% en algunas de las categorías, le sigue a su vez el tipo de servicio particular, encontrado especialmente en los vehículos tipo camión. Con una gran diferencia se puede observar que el tercer tipo de servicio más frecuente es el tipo oficial, correspondiente a los vehículos de la flota oficial del estado y por último el servicio diplomático cuyo valor es ínfimo en comparación con los otros tipos de servicio.

3.3.7 Combustible

3.37 El tipo de combustible obedece directamente a la tecnología utilizada en el motor que impulsa el vehículo de carga, las características fisicoquímicas de cada uno de los combustibles permiten diferentes configuraciones en los motores, las cuales son aprovechadas por las empresas automotrices para los diferentes tipos de productos que estas desarrollan.

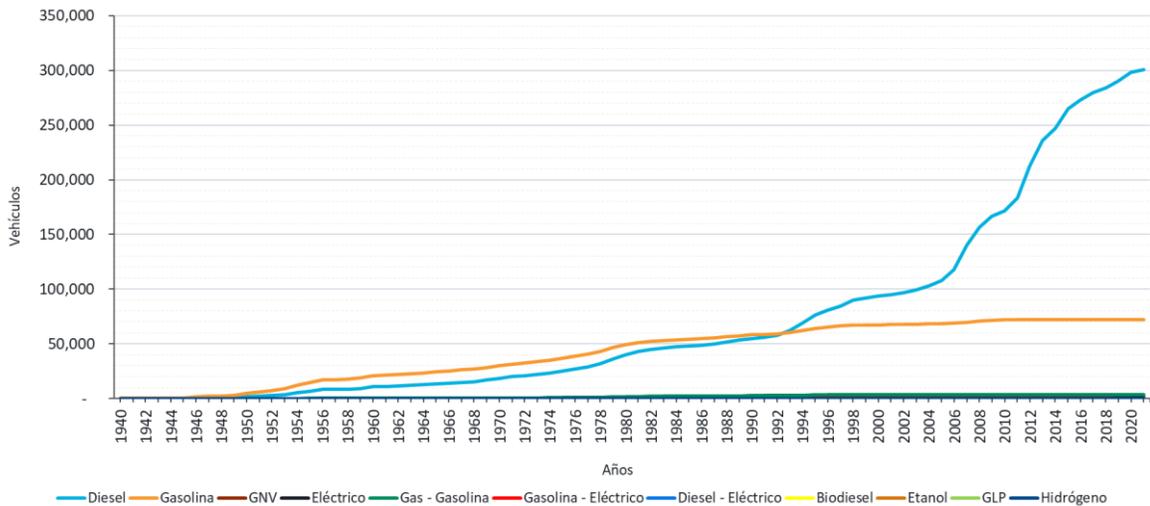
3.38 Las propiedades intrínsecas del combustible Diesel posicionan este tipo de combustible como el preferido para los fabricantes de vehículos de carga. Su elevada temperatura de ignición permite configuraciones que maximizan el cilindraje de los motores, al igual que permiten generar altos niveles de torque, cualidad expresamente requerida para la principal utilidad de estos vehículos, el movimiento de carga. Esto aunado a la mayor eficiencia de este combustible sobre la gasolina regular ha dirigido la mayoría de los avances tecnológicos en los motores de vehículos de carga en la dirección del uso del combustible Diesel.

3.39 Esto último se puede observar reflejado en la figura 3.12 en la cual se aprecia el comportamiento de los principales energéticos del parque automotor de carga del país con respecto a su año de modelo. Se puede notar que, desde finales de los años 40, los vehículos impulsados por gasolina

Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1

eran los más comunes en el parque automotor de carga, sin embargo, décadas después, a inicios de los años 90, se observa que los vehículos impulsados por Diesel pasaron a ser mayoría en el total de este parque automotor. Desde entonces, la tendencia de los vehículos de carga en el país impulsados por combustible Diesel ha ido en aumento presentando en el año 2020 una diferencia sumamente considerable con respecto a los vehículos impulsados por cualquier otro energético.

Figura 3.12: Composición del Parque automotor de carga según tipo de combustible a través del tiempo

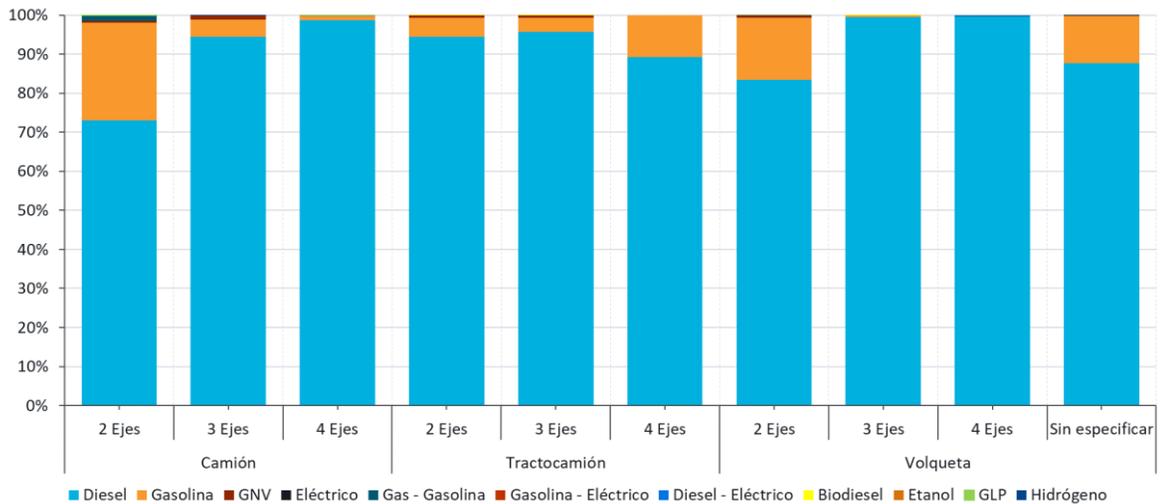


Fuente: Steer, 2020. A partir de flota oficial 2020 del RUNT (agosto 2020).

- 3.40 Si bien se han mencionado algunas bondades del combustible Diesel se conoce que este posee varias desventajas. El incremento en la concientización ambiental en conjunto con el aumento en la severidad de las restricciones de emisiones por parte de agentes y mercados automotrices importantes como Estados Unidos y la Unión Europea han impulsado la utilización de diferentes fuentes de energía para el transporte de carga. Debido a estas circunstancias han proliferado en el mercado nuevas tecnologías de bajas o cero emisiones como lo son los vehículos eléctricos, híbridos, impulsados por Hidrógeno, GNV, entre otros.
- 3.41 Se conoce de la introducción de este tipo de nuevas tecnologías al Parque automotor de carga colombiano, sin embargo, estas tecnologías en Colombia, y en el resto de la región, se encuentran en una etapa incipiente, principalmente debido a la necesidad de generar reestructuraciones tanto de infraestructura como de normatividad. Por consiguiente, aun no se identifican de manera sobresaliente estas tecnologías en el parque automotor de carga actual del país.
- 3.42 A continuación, la Figura 3.13 muestra en la actualidad la proporción de combustibles utilizados en los diferentes vehículos del Parque automotor de carga nacional.

Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1

Figura 3.13: Tipo de combustibles en el Parque automotor de carga

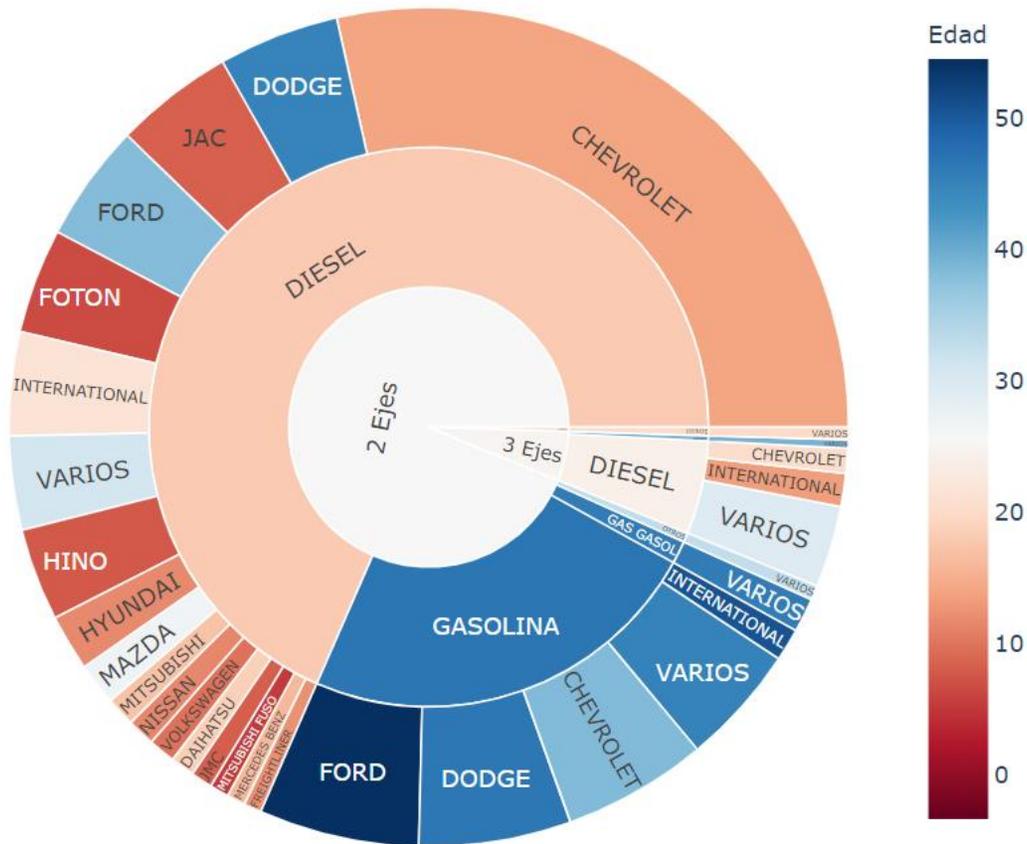


Fuente: Steer, 2020. A partir de flota oficial 2020 del RUNT (agosto 2020).

- 3.43 La caracterización por tipo de combustible del Parque automotor de carga presenta una distribución dentro de lo esperado, con una predominancia clara del combustible Diesel en todas las categorías vehiculares de carga. Los vehículos impulsados por combustibles Diesel abarcan el 79% del parque automotor de carga mientras que los impulsados por gasolina corresponden al 19% del mismo parque automotor. Dentro de la categoría de vehículos impulsados por gasolina se hace evidente la elevada presencia de estos en la categoría camiones de dos ejes, como se ha mencionado anteriormente, estos vehículos en específico son los encargados de transportar cargas más livianas, con lo cual no requieren necesariamente de los altos niveles de potencia que puede aportar un motor Diesel.
- 3.44 De igual manera se observa la baja presencia de vehículos con nuevas fuentes de energía, luego del Diesel y la gasolina los combustibles más utilizados en el parque automotor de carga colombiano son el Gas Natural Vehicular (GNV) y los vehículos eléctricos, con una participación dentro del parque automotor de carga de 0.52% y 0.04% respectivamente.
- 3.45 Basado en la singularidad de que el parque vehicular de la categoría de camión presenta niveles de hasta 20% de vehículos impulsados por gasolina se decidió realizar una caracterización especial de esta categoría, con esta caracterización se buscó realizar un cruce con la antigüedad de los vehículos que permitiera conocer si estos vehículos impulsados por gasolina correspondían a vehículos antiguos o recientes.
- 3.46 La figura 3.14 presenta la desagregación en cuanto a la composición de esta categoría en específico, discriminada a su vez por cantidad de ejes del vehículo y su marca.

Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1

Figura 3.14: Desagregación del parque automotor de carga de la categoría de camiones



Fuente: Steer, 2020. A partir de flota oficial 2020 del RUNT (agosto 2020).

3.47 La desagregación de esta categoría permite observar que los vehículos de gasolina presentan edades muy elevadas, encontrando una flota de alrededor de 50 años. Esto permite corroborar la tendencia a la baja en las últimas décadas de los vehículos de carga impulsados por gasolina mostrada anteriormente en la Figura 3.12.

3.3.8 Emisiones

3.48 Las diferentes normativas de emisiones de los vehículos de carga obedecen principalmente al esfuerzo internacional del control de las emisiones de los vehículos. Los vehículos de carga pertenecen, junto a los buses de transporte público y los taxis, al grupo de vehículos de uso intensivo en las ciudades, presentando valores elevados de kilómetros recorridos al año en comparación con los vehículos particulares.

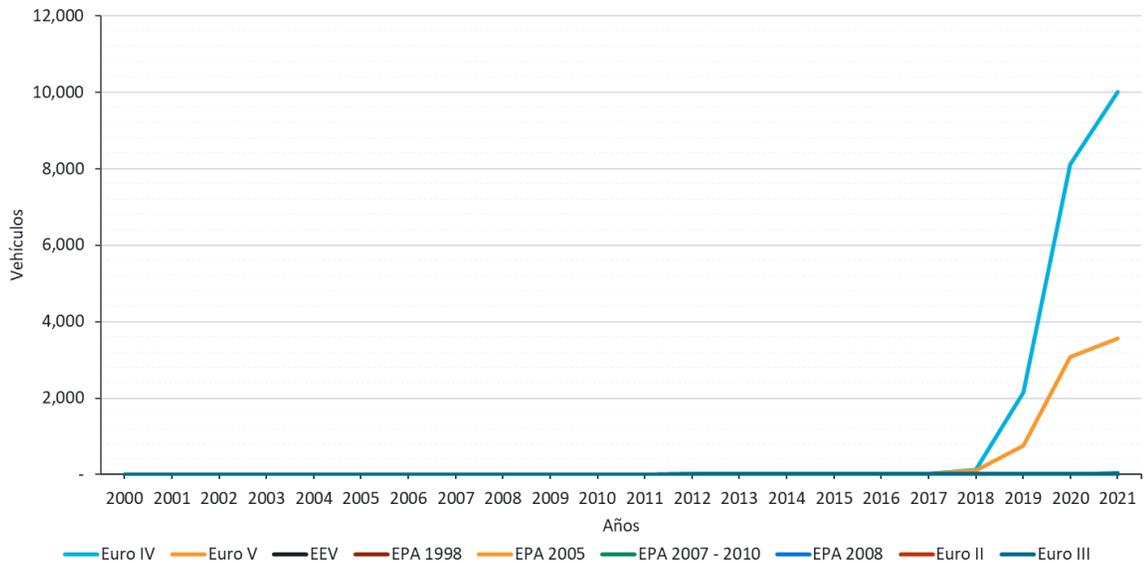
3.49 A pesar de que estos vehículos forman una pequeña parte del parque automotor nacional, un 2% como se evidenció anteriormente, son los responsables de gran cantidad de las emisiones atribuidas al sector transporte en general. Datos del International Council of Clean Transportation (ICCT) muestran que los vehículos de carga a pesar de corresponder solamente al 9% del parque

Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1

vehicular mundial son responsables de alrededor del 39% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero en el sector transporte, e incluso proporciones mayores de otros contaminantes (ICCT, 2017)

- 3.50 La Ley 1972 del 18 de Julio de 2019 decreta que a partir de enero de 2023 todos los vehículos Diesel importados, fabricados o ensamblados en territorio nacional deberán cumplir con la normativa de emisiones Euro VI o equivalente. De igual forma, establece que en enero de 2035 todos los vehículos Diesel que circulen por el territorio nacional deberán cumplir con este mismo requisito. Estos avances normativos incitarán a la introducción de vehículos de carga más eficientes y con nuevas tecnologías de emisiones al país.
- 3.51 En la actualidad las normativas más exigentes no han entrado en vigor, con lo cual la conformación del parque automotor de carga no presenta una gran cantidad de vehículos que cumplan con las normativas Euro, o equivalentes, vigentes. En el análisis realizado se encontró que solamente alrededor del 4% de los vehículos de carga registrados, 14.866 vehículos, cuentan con información en este campo, esto principalmente debido a que este campo comenzó a reportarse en el RUNT dentro de los últimos cinco años.
- 3.52 A continuación, la figura 3.13 presenta el incremento sustancial en los últimos años con respecto al registro de vehículos de carga con normativas de emisiones.

Figura 3.15: Historia del registro del campo de normativas de emisiones en el Parque automotor de carga

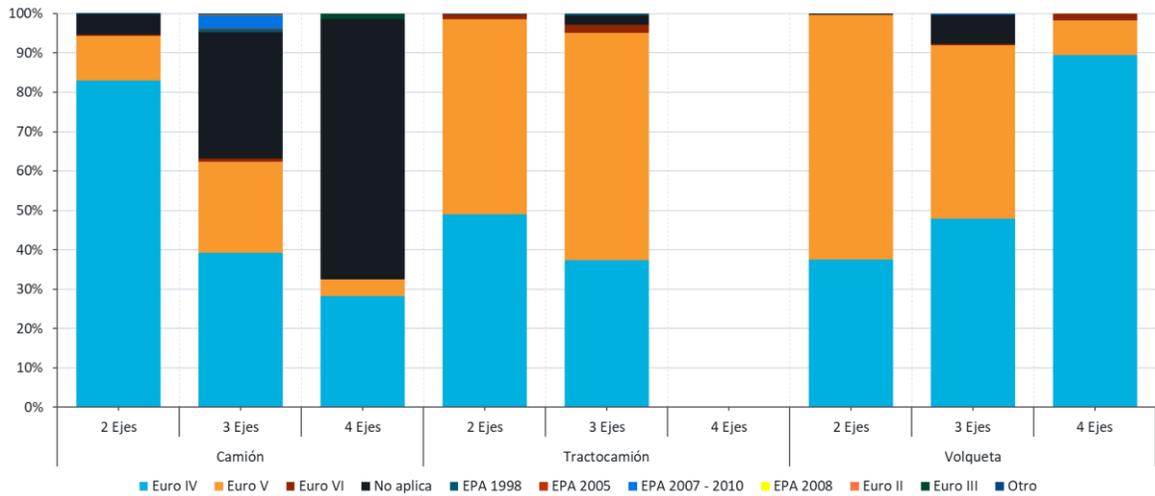


Fuente: Steer, 2020. A partir de flota oficial 2020 del RUNT (agosto 2020).

La Figura 3.14 presenta los resultados disponibles en cuanto a las normativas de emisiones en el Parque automotor de carga nacional, discriminado por categoría y cantidad de ejes.

Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1

Figura 3.14: Normativa de emisiones en el parque automotor de carga



Fuente: Steer, 2020. A partir de flota oficial 2020 del RUNT (agosto 2020).

3.53 Debido a la baja proporción del parque automotor de carga que posee información en cuanto a la normatividad de sus emisiones⁶ se puede concluir que la gran mayoría de los vehículos de carga en el país no cumplen con los principales estándares internacionales de emisiones. Sin embargo, en la Figura 3.14 se puede observar que, dentro del pequeño universo de vehículos de carga que cumplen con estándares de emisiones internacionales, existe una elevada presencia de vehículos Euro IV y Euro V. Esto evidencia la introducción de vehículos menos contaminantes y con nuevas tecnologías al mercado nacional, producto de la adopción de normativas por el país para limitar la cantidad futura de emisiones permitidas.

3.3.9 Tipo de Motor

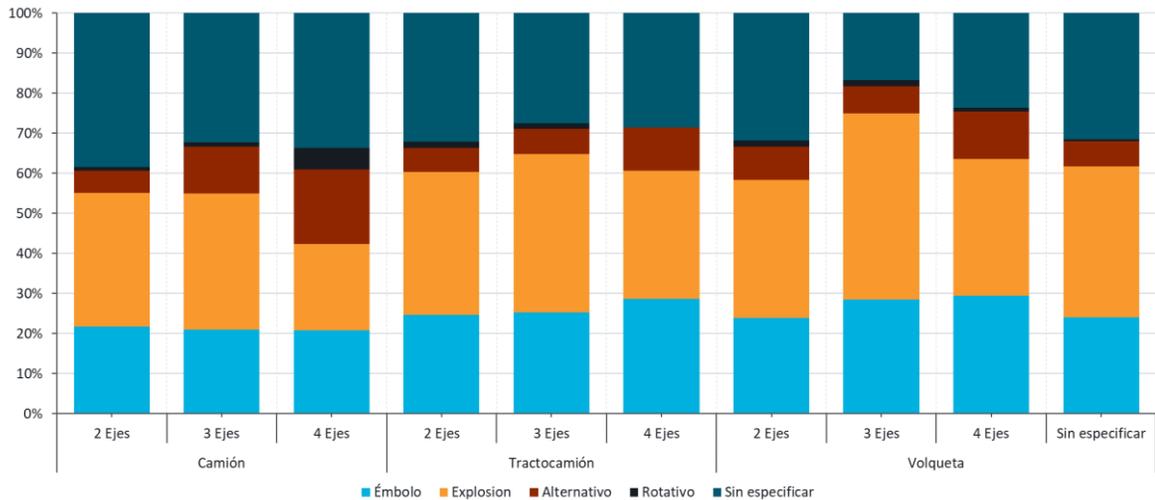
3.54 El tipo de motor de un vehículo corresponde directamente al tipo de tecnologías utilizadas y al tipo de combustible a utilizar, los diferentes avances tecnológicos han permitido la utilización de nuevos mecanismos e innovaciones en los motores de los vehículos de carga, al igual que mejores y más eficientes sistemas de control de emisiones.

3.55 A continuación, la Figura 3.14 presenta los diferentes tipos de motor encontrados en el parque automotor de carga.

1.1 ⁶ Se encontró que solamente alrededor del 4% de los vehículos de carga registrados, 14.866 vehículos, cuentan con información en este campo, esto principalmente debido a que este campo comenzó a reportarse en el RUNT dentro de los últimos cinco años.

Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1

Figura 3.16: Tipos de motor en el Parque automotor de carga



Fuente: Steer, 2020. A partir de flota oficial 2020 del RUNT (agosto 2020).

3.56 Se destacan dentro de los tipos de motores más frecuentes en el Parque automotor vehicular de carga los motores de tipo émbolo y de explosión, la combinación de estos dos tipos de motor corresponde a más del 50% en la mayoría de las categorías. Se resalta igualmente la elevada cantidad de vehículos que no presentaron información en cuanto al tipo de motor en su registro vehicular, presentando valores de hasta 40% en una de las categorías analizadas.

3.3.10 Capacidad de carga

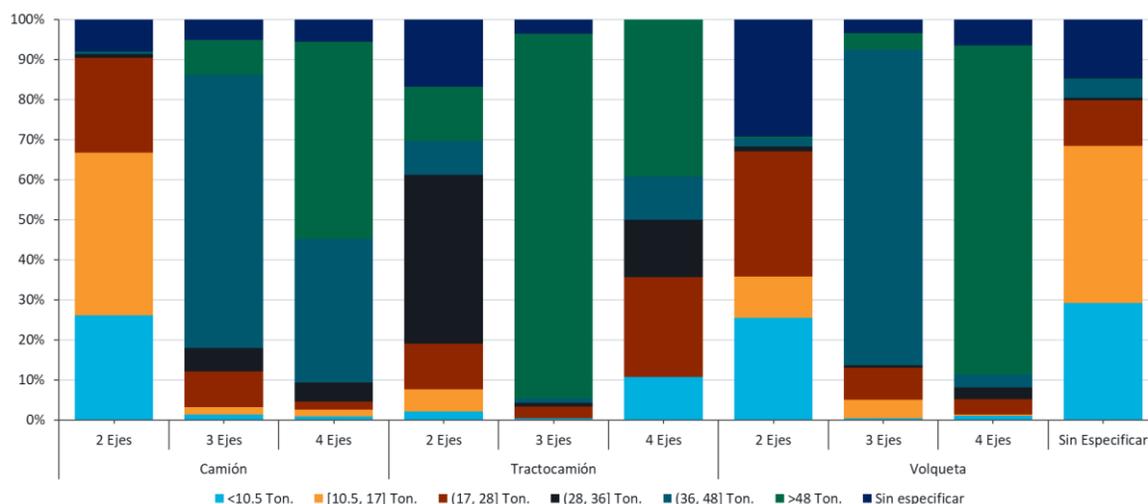
3.57 La capacidad de carga de los vehículos se encuentra ligada directamente a otros aspectos operacionales como el tipo de motor, el cilindraje o el tipo de combustible, igualmente se encuentra ligada a aspectos propios del chasis y la carrocería del vehículo como peso y dimensiones. La capacidad de carga es un indicador que permite conocer el posible uso de un vehículo; una baja capacidad de carga estaría ligada al transporte de carga más liviana y de recorridos cortos, condiciones propias del movimiento de carga urbana, mientras un camión con capacidad de carga mayor prestaría mayormente sus servicios al transporte de cargas pesadas a mayores distancias, propias del transporte interurbano.

3.58 Sin embargo, cabe destacar que esta descripción es un indicativo del comportamiento normal o estándar de este tipo de camiones, no significa que bajo esta característica se pueda agrupar o categorizar de manera directa un vehículo como transporte de carga urbana o interurbana.

3.59 A continuación, se presentan los diferentes niveles de capacidad de carga en el parque automotor de carga colombiano.

Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1

Figura 3.17: Niveles de capacidad de carga en el parque automotor de carga



Fuente: Steer, 2020. A partir de flota oficial 2020 del RUNT (agosto 2020).

3.60 La caracterización por capacidad de carga presenta un comportamiento variado. El comportamiento presentado en la figura 3.18 parece relacionar más el nivel de capacidad de carga con el número de ejes que con la categoría del vehículo, por lo cual se observan amplias variaciones incluso dentro de los vehículos de la misma categoría vehicular. Las categorías de camión y volqueta presentan un comportamiento relativamente similar, en los camiones de dos ejes presentan como capacidad de carga predominante las inferiores a las 17 toneladas, mientras que los vehículos de tres y cuatro ejes se encuentran conformados en su mayoría por vehículos de alta capacidad de carga, por encima de las 36 toneladas.

3.61 Los tractocamiones presentan un comportamiento levemente diferente a las demás categorías. Los vehículos de tres ejes dentro de esta categoría corresponden con gran diferencia a vehículos de carga muy pesada, encima de las 48 toneladas, mientras que los camiones de dos y cuatro ejes presentan proporciones más equilibradas de carga entre las 17 y 36 toneladas. Se destaca igualmente en esta categoría la baja cantidad de vehículos con poca capacidad de carga, menores a 17 toneladas.

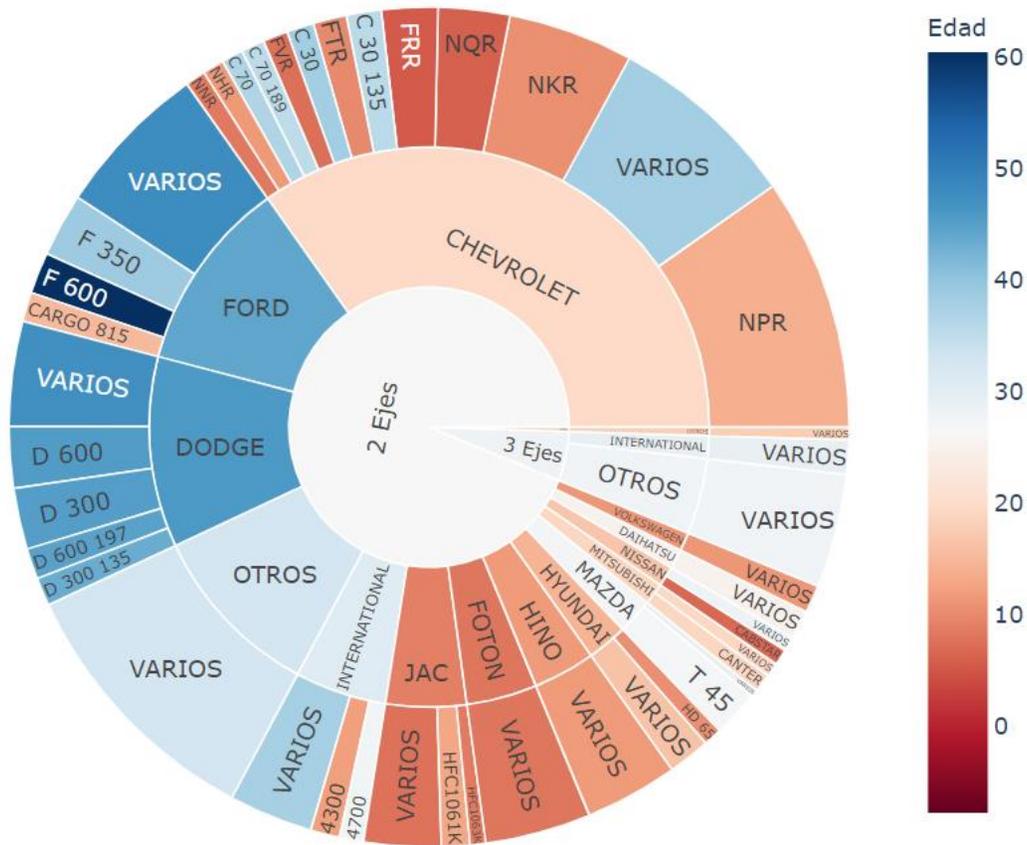
3.3.11 Marca y línea

3.62 La proporción de marcas dentro del parque automotor carretero de carga puede brindar una idea en cuanto a la composición, los rendimientos y las tecnologías dentro del parque vehicular. La elevada frecuencia de una marca o línea de vehículo en específico puede ayudar a entender cuáles son las necesidades y las tendencias que ha marcado el mercado carretero de carga y como las diferentes marcas han sabido adaptarse y suplir estas dentro del mercado colombiano.

Las Figuras 3.19 – 3.21 presenta la proporción de las principales marcas y líneas de vehículos dentro del parque automotor carretero de carga nacional discriminada por categoría vehicular.

Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1

Figura 3.18: Proporción de marcas y líneas en el parque automotor de carga - Camión

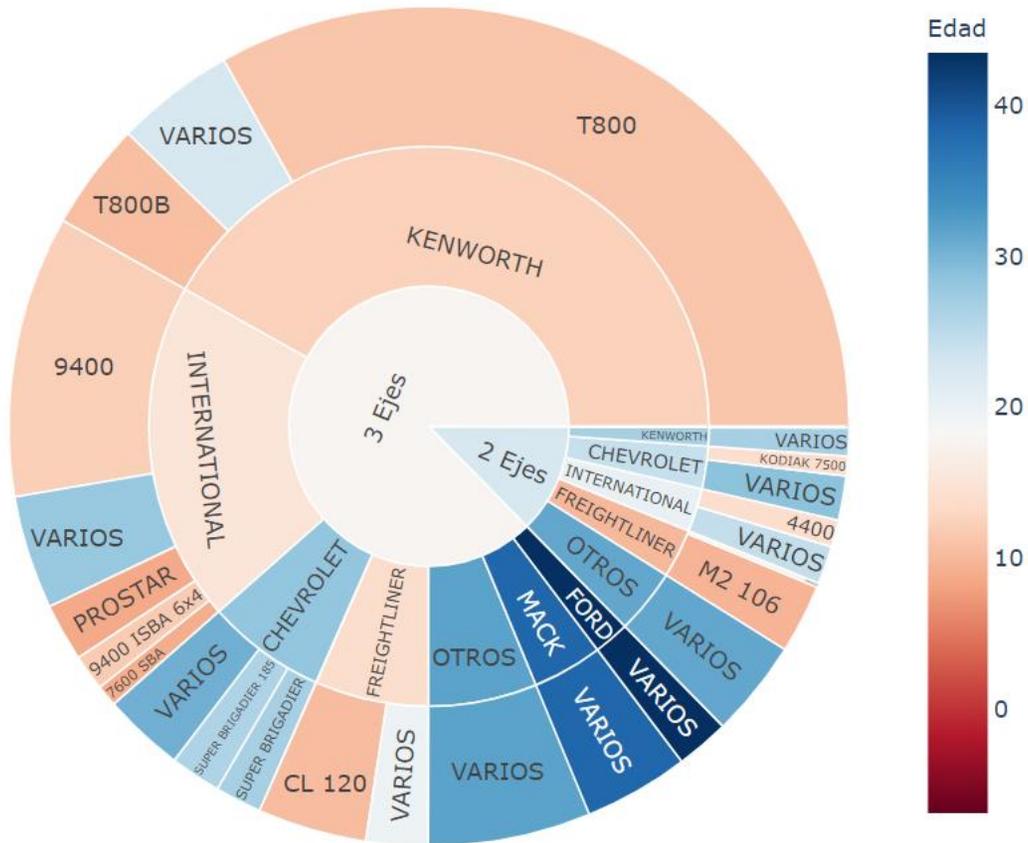


Fuente: Steer, 2020. A partir de flota oficial 2020 del RUNT (agosto 2020).

- 3.63 Se puede observar dentro del comportamiento de marcas y líneas de la categoría de camiones que la marca Chevrolet posee una gran parte del mercado, especialmente de los vehículos de dos ejes. Además, con el código de colores se puede observar que esta proporción de vehículos presenta un rango de antigüedad relativamente joven. Se aprecia igualmente que entre los vehículos más recientes de esta categoría se encuentran los vehículos de las marcas JAC, FOTON, Hino, Hyundai los cuales han aumentado su participación en el parque automotor de carga del país con la introducción de nuevos productos, especialmente en esta categoría de vehículo de dos ejes.
- 3.64 Se puede observar que los vehículos de marca Ford y Dodge presentan las edades más elevadas el parque automotor de esta categoría, presentando antigüedades cerca de los 60 años en el caso de la línea F600 de la marca Ford.

Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1

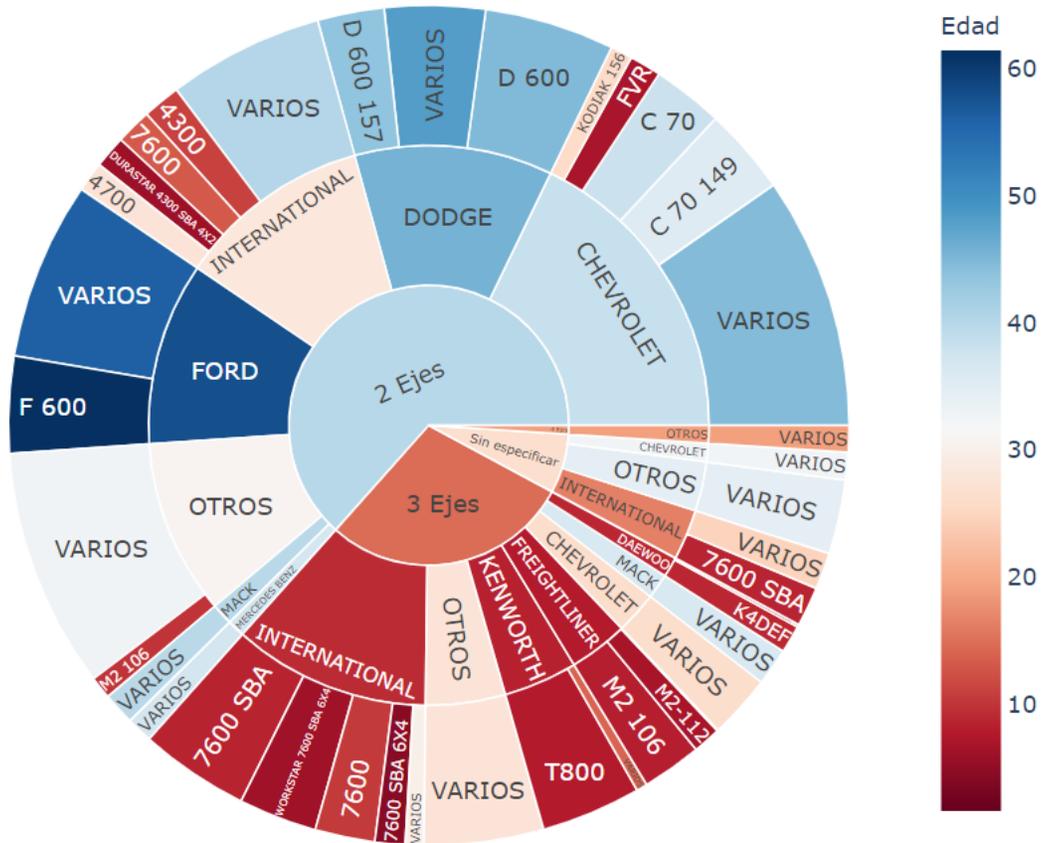
Figura 3.19: Proporción de marcas y líneas en el parque automotor de carga – Tractocamión



Fuente: Steer, 2020. A partir de flota oficial 2020 del RUNT (agosto 2020).

- 3.65 Los tractocamiones presentan una elevada proporción de vehículos Kenworth e International, abarcando entre estas dos marcas alrededor del 70% de los vehículos de tres ejes dentro de esta categoría. Se observa a su vez que los vehículos de estas marcas presentan antigüedades relativamente bajas, alrededor de los 10-15 años, cónsono con el hecho de que esta categoría vehicular es la más moderna del parque automotor de carga nacional. Se presenta que las marcas Chevrolet, Ford y Mack presentan los valores de antigüedad más elevados de esta categoría con antigüedades alrededor de los 40 años.
- 3.66 Los vehículos de dos ejes dentro de esta categoría presentan un comportamiento variado, siendo la marca Freightliner la que posee los vehículos más modernos en este sector. Mientras que los vehículos Kenworth, Chevrolet, y la agrupación de otras marcas presentan los valores más elevados de antigüedad con edades medias entre 25 y 35 años.

Figura 3.20: Proporción de marcas y líneas en el parque automotor de carga – Volqueta



3.67 En esta categoría vehicular no se presenta una gran concentración de vehículos de una marca en específico, de hecho, se presenta un equilibrio significativo y una elevada participación de diferentes marcas en la composición del total del parque vehicular. Se hace evidente la composición de los vehículos de tres ejes dentro de esta categoría, los cuales, compuestos por marcas como International, Kenworth, Freightliner, entre otras, presentan edades promedio menores a los diez años.

3.68 El comportamiento de los vehículos de dos ejes presenta una composición pareja por actores como Ford, Dodge, International y Chevrolet. Las antigüedades promedio de los vehículos comprendidos dentro de esta cantidad de ejes se encuentra generalmente por encima de los 30 años, sin embargo, se resalta la presencia de las líneas 4300 y DuraStar 4300 de la marca International y la línea FVR de la marca Chevrolet las cuales presentan edades promedio inferiores a los quince años.

4 Caracterización de transporte carretero interurbano de carga

- 4.1 El objetivo de este capítulo es presentar a partir de la información relacionada con la operación del transporte terrestre automotor de carga en el país, centralizada por el Ministerio de Transporte en el Registro Nacional de Transporte de carga, la caracterización del transporte carretero interurbano de carga a partir de las variables publicadas en las bases de datos tales como: tipo de vehículo, origen y destino de los viajes, tipo, naturaleza y cantidad de mercancía, cantidad de viajes, kilómetros recorridos que permiten caracterizar.
- 4.2 El Ministerio de Transporte a través de la Resolución 00003777 del 15 de febrero de 2013 adoptó e implementó el Registro Nacional de Despachos de carga -RNDC para realizar el registro, seguimiento y control de las operaciones y despachos de carga del país aplicado al transporte público terrestre automotor de carga.
- 4.3 Para este fin, el Ministerio dispone de un portal web en el cual las empresas legalmente constituidas y habilitadas para la prestación del servicio, consolidan información sobre las citas, ordenes de carga, remesas, tiempos de cargue-descargue y los manifiestos de carga. Este último corresponde al documento que ampara el transporte de mercancías ante las diferentes autoridades cuando se movilizan en vehículos de servicio público y aunque según el Decreto 173 de 2001 debe ser portado por el conductor del vehículo, también debe existir un registro en el RNDC, en el cual se consolida una base de información de las operaciones de transporte de carga en el país.
- 4.4 Sin embargo, de acuerdo con lo estipulado en el Decreto 2044 de 1988, existen disposiciones especiales para el acarreo de algunos productos que se listan a continuación, para los que se puede realizar una contratación directa de su transporte entre el dueño de la carga y el dueño del vehículo, por lo que no estaría obligado a generar un manifiesto de carga:
- Animales: ganado menor, aves vivas y peces
 - Productos de origen animal: Huevos, leche cruda o pasteurizada y lácteos en general
 - Empaques y recipientes usados: envases huacales, tambores vacíos
 - Productos elaborados: cerveza, gaseosa y panela
 - Productos del agro: aquellos cuyo origen se de en el campo con destinación a un centro urbano, excepto el café y productos procesados
 - Materiales de construcción: ladrillo, teja de barro, piedra, grava, arena, tierra, yeso, balasto, mármol y madera
 - Derivados del petróleo: gas propano, kerosene, cocinol, carbones minerales, vegetales envasados y empacados para la venta directa al consumidor

Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1

- 4.5 Así mismo, los movimientos de carga que no se realicen por vías públicas o que se hagan dentro de un mismo municipio no requieren manifiesto de carga, por lo que no se registran en el RNDC y se escapan del presente análisis.
- 4.6 La información del RNDC se encuentra pública en el mismo portal del Ministerio y fue descargada y consultada en septiembre de 2020 para realizar la caracterización de los movimientos de carga interurbanos del país en términos de tipos de vehículos utilizados, cantidad de viajes al año, kilómetros recorridos y naturaleza de la carga transportada.
- 4.7 Es importante resaltar que, si bien el RNDC empezó registrar las operaciones del transporte de carga desde 2015, para los análisis aquí presentados se tuvieron en cuenta solo los datos de las bases de 2017 a 2019 teniendo en cuenta al inicio de la implementación tuvo un período de posicionamiento en el cual se le dio a las empresas la posibilidad voluntaria de llevar a cabo la transición tecnológica para el registro de la información.
- 4.8 Adicional al RNDC, para este análisis se utilizó información del Sistema de Información de Costos Eficientes para el Transporte de carga SICE-TAC, específicamente para validar y complementar la información referente a los kilómetros recorridos e indicadores de uso para los viajes registrados.
- 4.9 El SICE-TAC 2.0 funciona como herramienta de información de los costos operativos del transporte de carga por carretera y fue creado a partir de la vigencia de la Resolución 2502 de 2015. En dicho portal es posible realizar consultas de los costos asociados a un viaje a partir de criterios de entrada como: configuración del vehículo, tipo de carga, unidad de transporte origen y destino del viaje, tiempos de cargue y descargue. Los resultados de la búsqueda incluyen costos operativos económicos y en tiempo, parámetros de distancia y combustible, peajes, gastos de llantas, lubricantes, filtros mantenimientos y reparaciones, lavados y engrases. Para los fines particulares de este estudio se utilizan solo los resultados de distancias que se incorporaron al análisis del RNDC para el cálculo de indicadores de uso de los vehículos en el transporte interurbano de carga.

4.2 Metodología

- 4.10 La base de datos pública del RNDC que se consultó para este análisis cuenta con los campos que se muestran a continuación. Se calcularon indicadores de viajes, naturalezas de carga y kilómetros recorridos.

Tabla 4.1: Campos de la base de datos pública del RNDC

Campo	Descripción
ANO	Año del registro
COD_CONFIG_VEHICULO	Código del tipo de vehículo
CONFIG_VEHICULO	Tipo de vehículo
CODOPERACIONTRANSPORTE	Código de operación de transporte
OPERACIONTRANSPORTE	Operación de transporte
CODTIPOCONTENEDOR	Código tipo de contenedor
TIPOCONTENEDOR	Tipo de contenedor
CODMUNICIPIOORIGEN	Código municipio de origen

Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1

Campo	Descripción
CODMUNICIPIODESTINO	Código municipio de destino
MUNICIPIOORIGEN	Municipio de origen
DEPARTAMENTOORIGEN	Departamento de origen
MUNICIPIODESTINO	Municipio de destino
DEPARTAMENTODESTINO	Departamento de destino
CODMERCANCIA	Código mercancía
MERCANCIA	Mercancía
CODNATURALEZACARGA	Código Naturaleza de la carga
NATURALEZACARGA	Naturaleza de la carga
VIAJESTOTALES	Viajes totales
KILOGRAMOS	Kilogramos transportados
GALONES	Galones transportados
VIAJESLIQUIDOS	Viajes líquidos
VIAJESVALORCERO	Viajes valor cero (flota propia)
VALORESPAGADOS	Valor de viajes pagados
KILOGRAMOSFLOTAPROPIA	Kilogramos transportados en flota propia
GALONESFLOTAPROPIA	Galones transportados en flota propia
KILOMETROS	Kilómetros recorridos reportados por el usuario
PAROD*	Par origen destino
Km estándar*	Km Par origen destino validada con el SICE-TAC
Km Total*	Km Par origen destino * Viajes Totales

*Campos agregados por Steer para el análisis
Fuente: Steer, con base en RNDC (septiembre 2020)

- 4.11 Dado que en los registros de la base pública del RNDC no se cuenta con información de detalle del vehículo, no es posible caracterizar los movimientos interurbanos en términos de modelos de los vehículos, combustible o capacidad de carga. Los indicadores presentados se calcularon con base en la cantidad de viajes y los kilómetros recorridos por viaje.
- 4.12 Teniendo en cuenta que la información del RNDC en gran parte es alimentada por usuarios en medio de la generación del manifiesto de carga, datos como las distancias por viaje tienen cierto grado de incertidumbre y error, por lo que se realizó un proceso de validación y complemento con las cantidades estandarizadas por el ministerio a través del SICE-TAC.
- 4.13 Para el análisis se consideraron las siguientes categorías vehiculares:

Tabla 4.2: Categorías vehiculares

Categoría	Descripción	Tipología
2	Camión rígido de dos ejes	Camión

Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1

Categoría	Descripción	Tipología
2S1	Camión de 2 ejes y remolque de un eje	Tractocamión
2S2	Camión de 2 ejes y remolque de 2 ejes	Tractocamión
2S3	Camión de 2 ejes y remolque de 3 ejes	Tractocamión
3	Camión rígido de 3 ejes	Camión
3S1	Camión de 3 ejes y remolque de un eje	Tractocamión
3S2	Camión de 3 ejes y remolque de 2 ejes	Tractocamión
3S3	Camión de 3 ejes y remolque de 3 ejes	Tractocamión
3S4	Camión de 3 ejes y remolque de 4 ejes	Tractocamión
4	Camión rígido de 4 ejes	Camión
4S1	Camión de 4 ejes y remolque de un eje	Tractocamión
4S2	Camión de 4 ejes y remolque de 2 ejes	Tractocamión
4S3	Camión de 4 ejes y remolque de 3 ejes	Tractocamión
4S4	Camión de 4 ejes y remolque de 4 ejes	Tractocamión
Camioneta	Camioneta	Camioneta
Motocarro	Motocarro	Motocarro
Volqueta	Volquetas de 2 y 3 ejes	Volqueta
Sin identificar	Camiones sin categoría identificada	Sin identificar

Fuente: Steer, con base en RNDC (septiembre 2020).

A continuación, se presentan las tipologías de carga que se tuvieron en cuenta para el análisis y caracterización de los datos de la base del RNDC

- Carga extra dimensionada
- Carga extrapesada
- Carga Normal
- Carga peligrosa
- Desechos peligrosos
- Refrigerada
- Semovientes
- No identificado

Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1

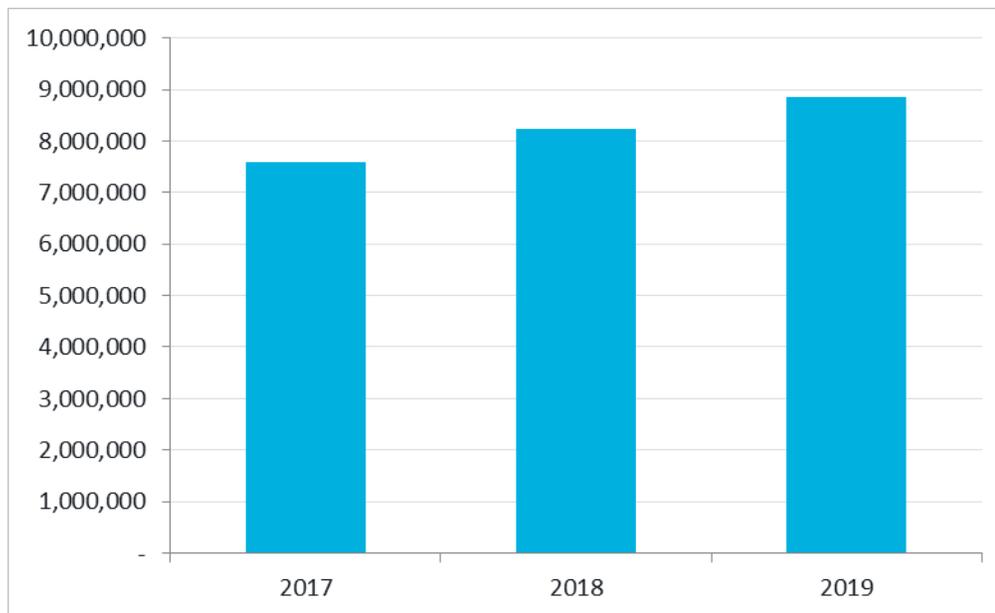
Por otro lado, se realizó también una identificación de los viajes y kilómetros recorridos en flota propia y flota no propia. Para el análisis de kilómetros recorridos se realizó la distribución de distancias calculando estadísticos como el promedio, promedio ponderado, media, moda y desviación estándar, los cuales se presentarán en los resultados.

4.3 Resultados

Viajes por año

4.14 Como se ve en la figura 4.1 la cantidad registros en el RNDC ha ido en aumento entre 2017 y 2019. Para el último año, se reportaron cerca de 9 millones de viajes interurbanos de transporte de carga por carretera, en este punto se resalta que estos registros corresponden a viajes que se dan en vehículos de transporte público.

Figura 4.1: Total de viajes por año



Fuente: Steer, con base en RNDC (septiembre 2020)

Partición modal

A continuación, se presenta la distribución de viajes por tipo de vehículo considerando la siguiente estructura general:

- Camión: rígidos de 2, 3 y 4 ejes
- Tractocamión: camiones rígidos con remolque: 2S1, 2S2, 2S3, 3S1, 3S2, 3S3, 3S4, 4S1, 4S2, 4S3 Y 4S4.
- Camioneta
- Motocarro
- Volqueta
- Sin identificar

Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1

Tabla 4.3: Distribución de los registros por tipo de vehículo de carga

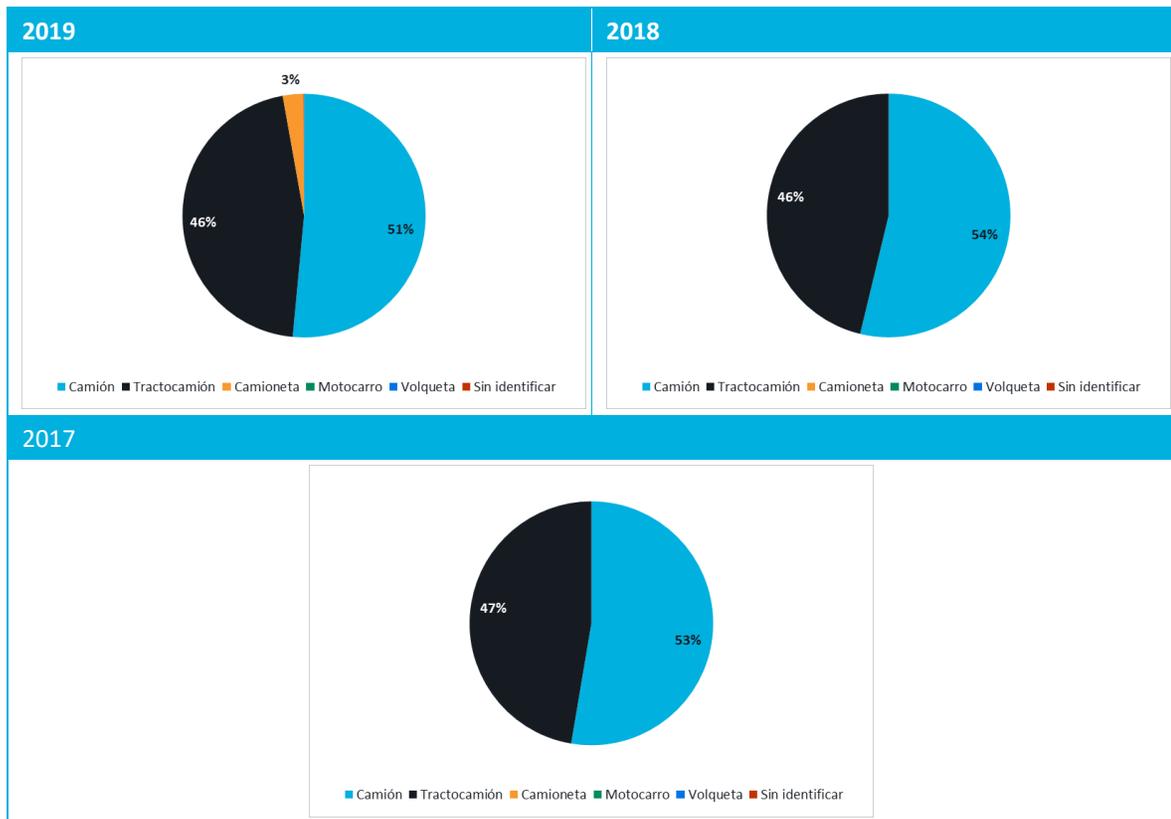
Tipología	2019	2018	2017
Camión	51.49%	53.77%	52.65%
Tractocamión	45.69%	46.23%	47.35%
Camioneta	2.73%	-	-
Motocarro	0.00%	0.00%	-
Volqueta	0.01%	-	-
Sin identificar	0.08%	-	-

Fuente: Steer, con base en RNDC (septiembre 2020)

4.15 De acuerdo con la tabla anterior, la partición modal del transporte de carga registrado en el RNDC está dominada por los camiones rígidos, cuya participación es superior al 51% en los tres años, seguido de tractocamión que al sumar todas las combinaciones de camiones y remolques alcanzan el 45% de los registros.

4.16 Se resalta que en 2019 la distribución se modificó al considerar tipologías de vehículos adicionales como camioneta motocarro y volqueta que en las bases de los años anteriores no se distinguían. Así mismo hay un porcentaje inferior al 1% en 2019 que no se logró clasificar en ninguna de las categorías previamente descritas.

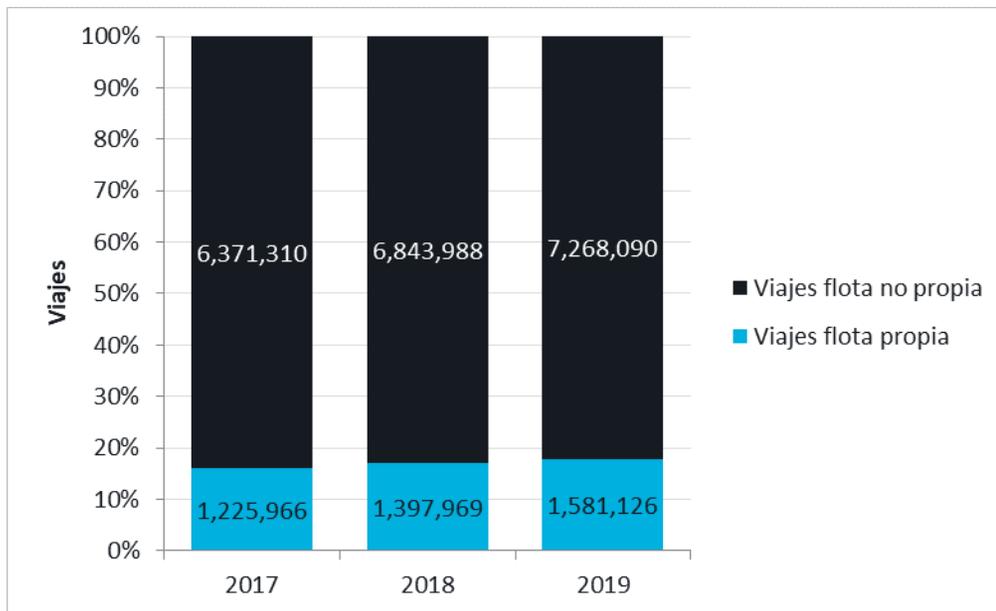
Tabla 4.4: Partición modal transporte de carga registrado en el RNDC



Viajes por tipo de flota por año

- 4.17 La base del RNDC permite identificar los viajes que no tienen costo de transporte asociado, es decir, aquellos que se realizan en flota que es de propiedad del generador/dueño de la carga o de la empresa de transporte.
- 4.18 En este indicador se evidencia que en proporción no más del 20% se hacen en flota propia, condición que se mantiene para los tres años analizados. Esto genera un precedente al identificar que en Colombia el 80% de los movimientos interurbanos de carga se realizan tercerizando su transporte.

Figura 4.2: Viajes por tipo de flota por año



Fuente: Steer, con base en RNDC (septiembre 2020)

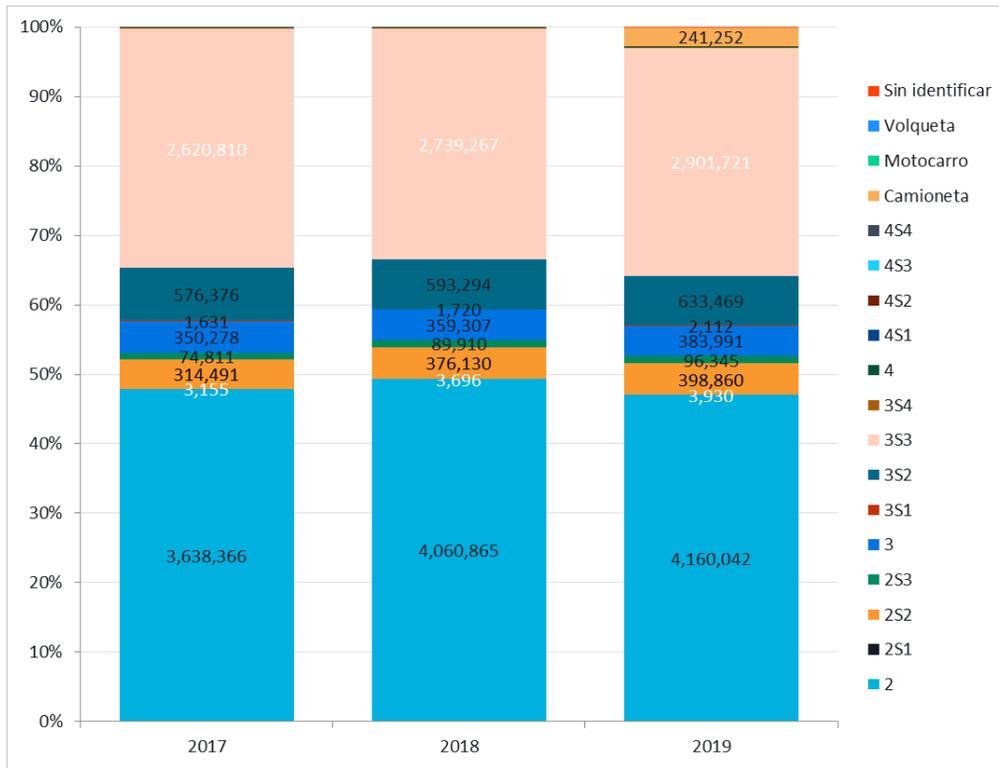
Viajes por categoría vehicular

La distribución por categoría vehicular se ha mantenido estable en los tres años analizados, presentando un claro dominio de los camiones rígidos de 2 ejes y los camiones de 3 ejes con remolques de tres ejes. En general, se ve una preferencia por los vehículos pequeños de 2 ejes y distintas configuraciones de remolque (2, 2S1, 2S2, y 2S3), categorías en las que se concentra cerca del 55% de los registros. Mientras que, en los camiones grandes, aunque hay más diversidad de combinación de cabezotes y remolques, la concentración se da principalmente en las categorías 3S2 y 3S3.

Se resalta que en 2019 las camionetas tienen una participación que no se observa en los años anteriores, esto debido a que para el último año se incorporaron nuevas opciones de clasificación vehicular al sistema entre las que se encuentra esta categoría, que en comparación con las demás representa del 3% de los registros del RNDC para ese año.

Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1

Figura 4.3: Viajes anuales por categoría vehicular



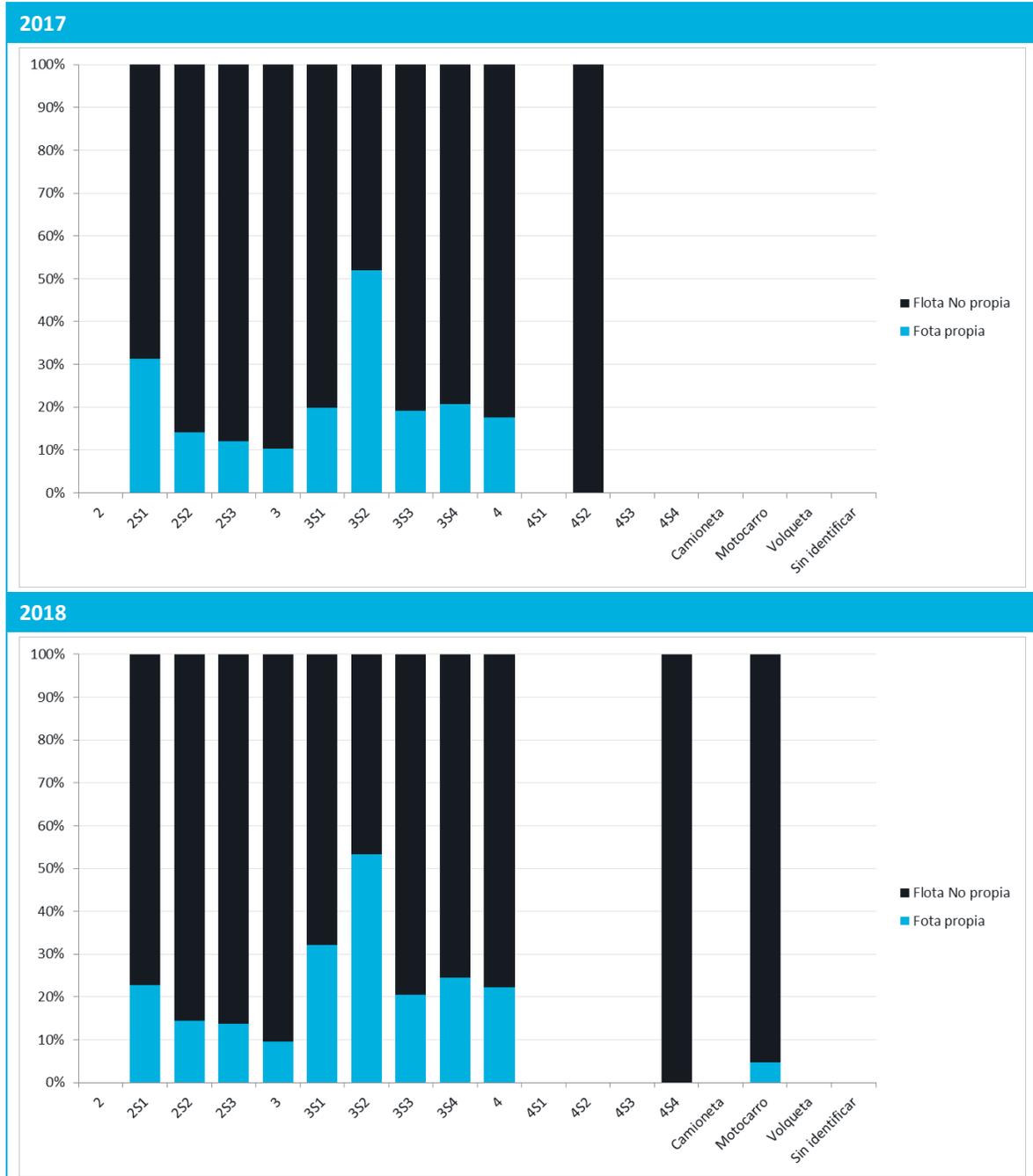
Fuente: Steer, con base en RNDC (septiembre 2020) Viajes por tipo de flota

Como se había mencionado antes el transporte de mercancías a escala interurbana tiene una tendencia a la tercerización cercana al 80%, sin embargo, al revisarlo por categoría vehicular, se evidencia que hay categorías en las que todos los viajes se realizan en flota no propia, esto se da en los camiones más grandes. En contraste, la categoría “Motocarro” registra todos sus viajes en flota propia.

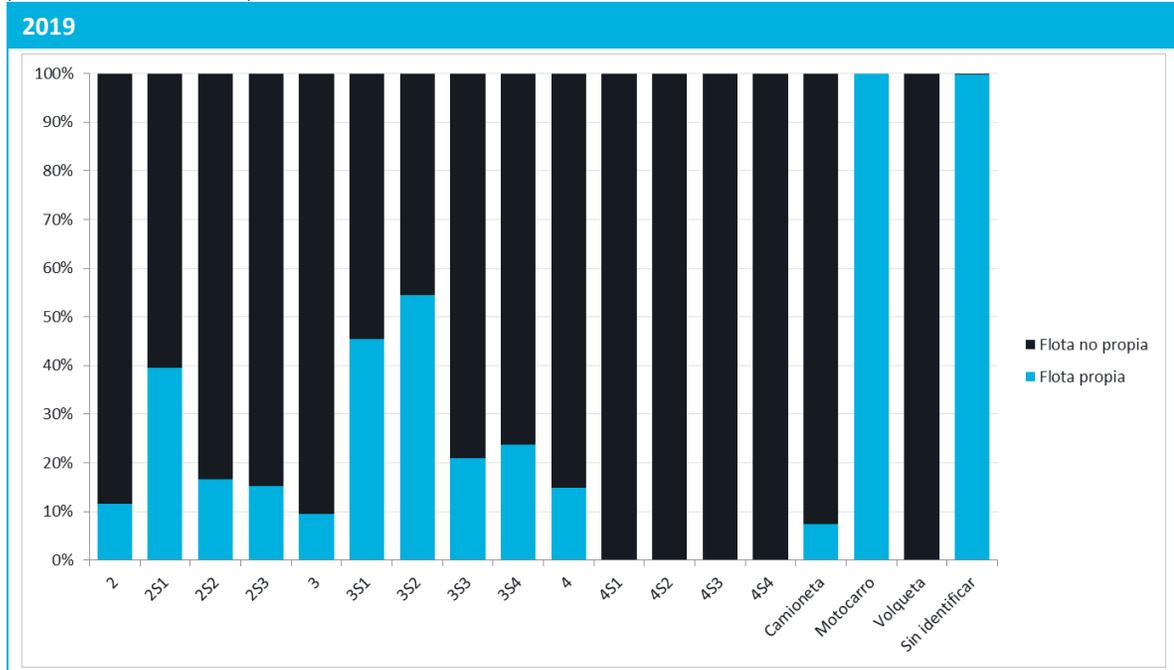
En la categoría 3S2 se ve un balance entre los dos tipos de flota mientras que en las demás el dominio de la flota no propia.

Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1

Tabla 4.5: Viajes por categoría vehicular y tipo de flota



Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1



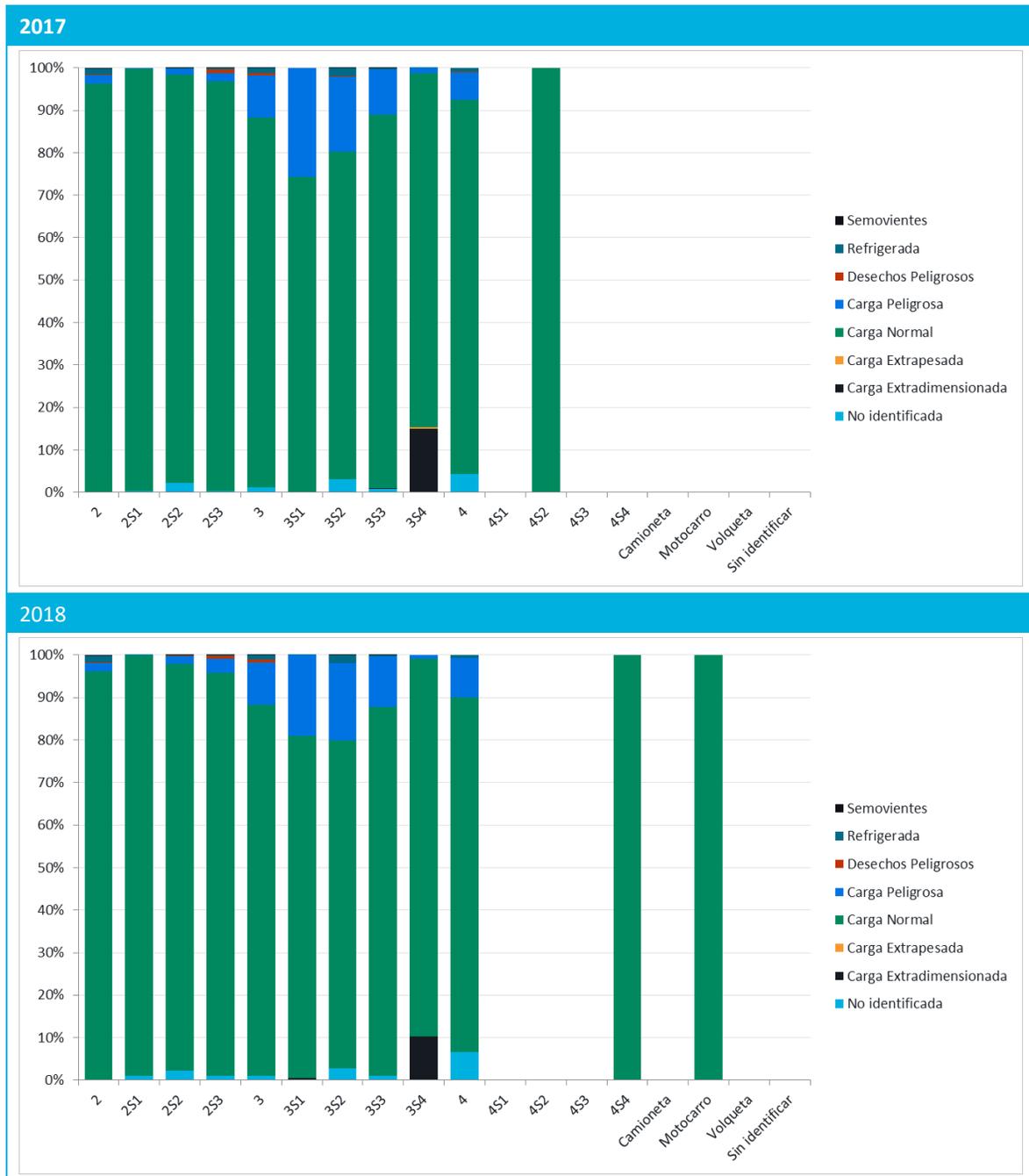
Fuente: Steer, con base en RND (septiembre 2020)

Viajes por categoría vehicular y naturaleza de carga

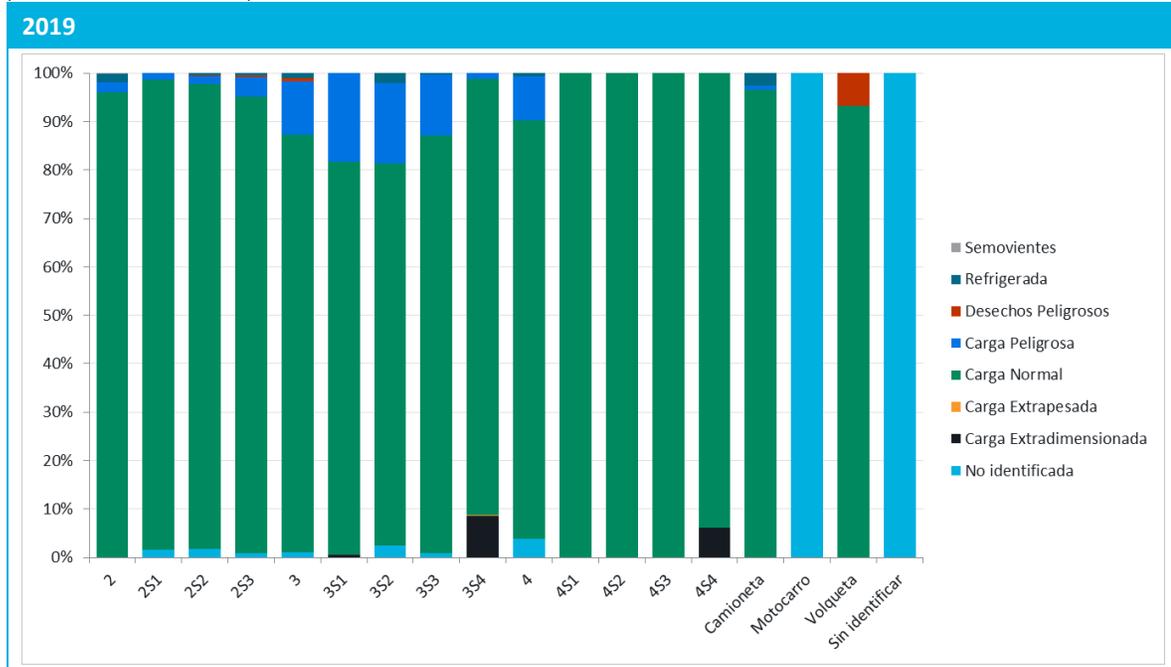
De acuerdo con las distribuciones, la mayoría de los viajes se realizan con carga normal, aunque la participación de la carga peligrosa es significativa en camiones grandes, es decir aquellos con tres o más ejes, esta naturaleza hace referencia a productos combustibles e inflamables. De igual manera se identifica que los semovientes se movilizan casi únicamente en camiones de tres y cuatro ejes.

Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1

Tabla 4.6: Viajes por categoría vehicular y naturaleza de carga



Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1



Fuente: Steer, con base en RNDC (septiembre 2020)

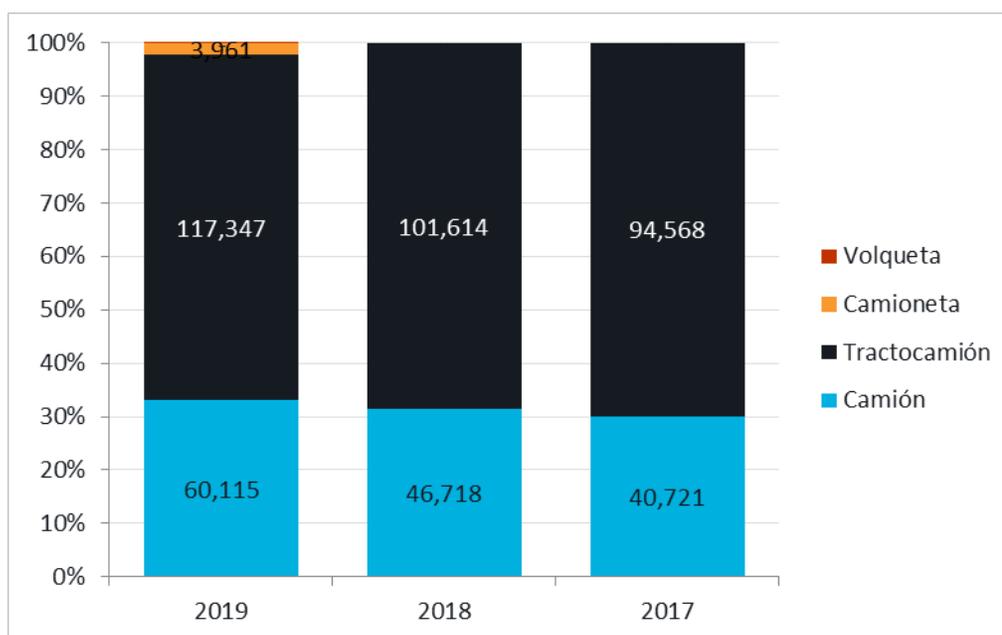
Viajes con el contenedor vacío

En el campo “Mercancía” de la base del RNDC se detallan los productos transportados, una de las categorías hace referencia a los contenedores vacíos, a continuación, se presenta la cantidad de viajes en vacío realizado por tipo de vehículo por año que se reportan en el registro, sin embargo se debe tener en cuenta que cuando los viajes no llevan mercancía no es obligatorio realizar el registro por lo que la cantidad de viajes con contenedor vacío no va a representar el total de los viajes interurbanos en vacío que se hacen en el país.

De acuerdo con la figura, la mayoría de los viajes que se hacen con contenedor vacío se realizan en tractocamión, condición que se mantiene en los tres años de análisis. Es decir, de los viajes que se realizan con el contenedor vacío una proporción de entre el 65% y 70% se realizan en tractocamiones, y el restante 40% (para 2017 y 2018) se hacen en camión rígido.

Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1

Figura 4.4: Viajes con contenedor vacío por tipo de vehículo



Fuente: Steer, con base en RNDC (septiembre 2020)

Kilómetros recorridos por categoría vehicular

Los kilómetros totales recorridos se calcularon con base en la información de orígenes y destinos por viaje del RNDC y las distancias estandarizadas del SICE-TAC, en la siguiente tabla se presenta el top 10 de los principales pares origen-destino y su distancia estándar empleada para el análisis.

Tabla 4.7: Top 10 de orígenes-destino

Par	Viajes anuales			Distancia (km)
	2019	2018	2017	
Funza Cundinamarca- Bogota D. C.	121,328	94,316	63,285	25
Yumbo Valle del Cauca-Cali Valle del Cauca	96,156	91,776	78,030	20
Buenaventura Valle del Cauca- Bogota D. C.	94,066	93,768	90,499	526
Cartagena Bolívar- Bogota D. C.	82,709	78,874	78,307	978
Barranquilla Atlántico-Cartagena Bolívar	68,366	70,707	68,367	112
Bogotá D. C.-Medellín Antioquia	64,964	62,564	58,870	350
Tocancipá Cundinamarca- Bogota D. C.	55,360	43,176	37,660	50
Buenaventura Valle del Cauca-Cali Valle del Cauca	53,374	55,226	56,047	164
Bogotá D. C.-Cali Valle del Cauca	52,580	52,255	50,210	468
Cota Cundinamarca-Bogota D. C.	46,580	45,496	43,073	29

Fuente: Steer, con base en RNDC (septiembre 2020) y SICE-TAC

4.19

Los números presentados corresponden a la suma total de kilómetros por cantidad de viajes para cada categoría en los tres años de análisis. Dicho esto, se evidencia que las categorías con mayores longitudes recorridas registradas son camión de 2 ejes y de 3 ejes con remolque de 3 ejes. Como se mencionó antes, la cantidad de viajes se concentra en los viajes de hasta tres ejes, sin embargo, se resalta también que en 2019 la participación de camioneta es similar a camión de 2 ejes con remolque de res ejes.

Tabla 4.8: Kilómetros recorridos anuales por categoría vehicular

Categoría	2019	2018	2017
2	1,014,929,267	978,629,056	898,417,399
2S1	1,825,214	1,728,404	1,379,429
2S2	196,178,909	187,090,153	157,220,020
2S3	39,477,214	40,153,414	35,882,532
3	70,506,920	66,603,992	67,094,841
3S1	496,182	527,868	517,555
3S2	212,864,626	200,533,706	199,537,530
3S3	1,154,336,436	1,109,733,121	1,041,136,742
3S4	2,107,610	2,145,509	1,821,945
4	2,604,833	2,250,510	2,247,335
4S1	1,122	-	-
4S2	29,227	-	3,026
4S3	4,442	-	-
4S4	9,160	11,119	-
Camioneta	31,814,439	-	-
Motocarro	53	860	-
Volqueta	153,801	-	-
Sin identificar	1,461,187	-	-

Fuente: Steer, con base en RNDC (septiembre 2020)

Promedio ponderado de Kilómetros por viaje recorridos por categoría vehicular

Se evidencia una relación proporcional entre el tamaño de los vehículos y las distancias recorridas, de manera que un vehículo de 4 ejes de cabezote y 3 ejes de remolque en promedio recorre 740 km en un viaje mientras que un camión pequeño de 2 ejes rígido recorre solo 244 km en promedio por viaje.

Se aclara que este indicador se calcula ponderando las distancias recorridas por la cantidad de viajes para dar más peso a la cantidad de viajes que a la distancia en sí y así tener un dato más cercano a la realidad de los viajes en el país. Al realizar el promedio ponderado de todas las categorías se encuentra que el dato oscila alrededor de los 300 km por viaje y que ha aumentado al pasar de 199km en 2017, 212 km en 2018 a 330 km en 2019.

Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1

Tabla 4.9: Promedio ponderado de Kilómetros recorridos por viaje por categoría vehicular

Categoría	2019	2018	2017
2	244	241	247
2S1	464	468	437
2S2	492	497	500
2S3	410	447	480
3	184	185	192
3S1	235	307	317
3S2	336	338	346
3S3	398	405	397
3S4	319	333	317
4	203	200	194
4S1	561	-	-
4S2	464	-	159
4S3	740	-	-
4S4	278	347	-
Camioneta	132	-	-
Motocarro	53	41	-
Volqueta	232	-	-
Sin identificar	199	-	-

Fuente: Steer, con base en RNDC (septiembre 2020)

A continuación, se presentan los principales hallazgos de la caracterización del transporte de carga interurbano:

- El 80% de los viajes registrados en el RNDC se realizan en flota no propia
- La categoría vehicular más utilizada es camión rígido de 2 ejes, en ella se realizan cerca del 53% de los viajes que se registraron por año en la plataforma. En segundo lugar, se encuentra el camión rígido de 3 ejes con remolque de 3 ejes con una participación del 30%
- La mayoría de los viajes movilizan carga normal, seguido de carga peligrosa en la que figuran mercancías como combustibles, líquidos o gases inflamables
- En general, los vehículos más grandes son empleados para cubrir viajes de larga distancia y los pequeños para menores recorridos, los promedios por categoría oscilan entre los 300 y los 400 km.
- Al revisar las distancias por frecuencia de registro, se encontró que la mayoría de los reportes para todas las categorías muestran distancias cercanas a los 500 km.
- En promedio un 2% de los viajes que se registran en el RNDC se realizan con el contenedor vacío, sin embargo, dado que el manifiesto de carga no es requisito para la movilización de camiones vacíos lo que se registra en el RNDC es apenas un subregistro del total de viajes sin carga en el país.

Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1

- Dada la configuración de la base de datos del RNDC en la cual se acumulan los registros que cumplen con criterios de tipología de vehículo, carga transportada y pares origen-destino, no es posible obtener indicadores a cortes temporales específicos como hora o día, por lo que las estimaciones aquí presentadas son a viaje y su agrupación a año.

5 Caracterización de transporte carretero urbano de carga

- 5.1 El objetivo de este capítulo es presentar una caracterización del transporte carretero urbano de carga atendiendo a la revisión de la clasificación y operativa en cada una de las categorías de los vehículos de carga urbana identificados.
- 5.2 Teniendo en cuenta que el mercado de transporte de carga urbano es muy complejo de caracterizar debido a la ausencia de una base de información consolidada por ciudad, como parte de este estudio se tomó la decisión de realizar toma de información primaria en campo a modo de encuestas de interceptación en vía con el fin de realizar un pequeño muestreo y a partir de allí, caracterizar las principales características de este modo.
- 5.3 Esta información fue tomada en 12 ciudades del país, durante el mes de octubre del 2020, atendiendo a los diferentes tipos de ciudad. La toma de información fue tomada durante un día hábil en un periodo de ocho horas.
- 5.4 Adicionalmente se analizaron las matrices de carga de tres ciudades: Bogotá (2019), Cali (2015) y Pereira (2017), para estimar indicadores como: cantidad de viajes, kilómetros recorridos totales y promedio ponderado de kilómetros recorridos en una hora, al día y al año.
- 5.5 A continuación, se presentan los análisis realizados.

5.2 Caracterización del transporte urbano de carga a partir de toma de información primaria

- 5.6 Con el objetivo de conocer algunas características del transporte de carga urbano, se decidió realizar una campaña de trabajo de campo que comprendió:
- **Aforos vehiculares:** Entre el 6 de octubre y 10 de octubre del 2020, ocho horas, día hábil, un punto por ciudad.
 - **Encuestas origen – destino (OD):** Entre el 6 de octubre y 10 de octubre del 2020, ocho horas, día hábil, un punto por ciudad, solo a camiones.
- 5.7 La toma de información se dividió en cuatro grupos de ciudades, esta clasificación se realizó teniendo en cuenta el tamaño de la ciudad y su respectivo movimiento de carga urbano. En la Tabla 5.1 se muestra la clasificación determinada.

Tabla 5.1: Categorías determinadas para la toma de información

Categorías determinadas	Ciudades de toma de información
Bogotá	Bogotá
Ciudades grandes	Barranquilla, Cali y Medellín
Ciudades medianas	Armenia, Ibagué, Santa Marta y Villavicencio
Ciudades pequeñas	Girardot, Sincelejo, Tunja y Yopal

Fuente: Steer, 2020

- 5.8 En total se recolectaron un total de 668 encuestas a conductores de camiones que realizaban recorridos urbanos (origen y destino en el mismo municipio) al momento de la toma de información. La idea es que la muestra recolectada sea representativa a la distancia media diaria de los recorridos urbanos de los camiones pequeños (C2). Teniendo en cuenta que la toma de información realizada tiene las características de un muestreo aleatorio simple, se calculó el error muestral para un nivel de confianza del 90% y unos coeficientes de variación basadas en la información recolectada.

Tabla 5.2: Cálculo del error para las encuestas recolectadas en cada categoría de ciudad

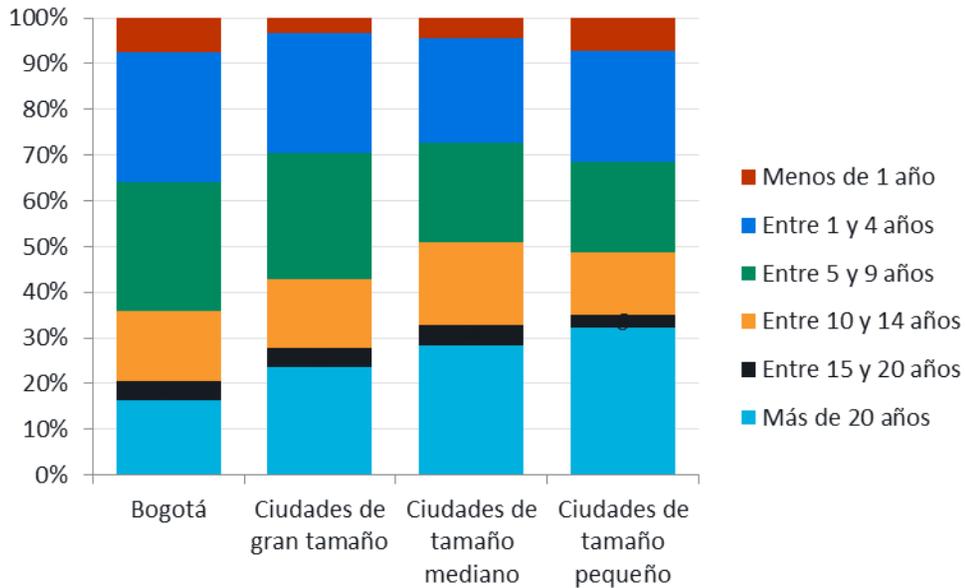
Categoría	Aforo	Encuestas	Distancia de recorrido media diaria camiones C2 (km)	Coficiente de variación	Nivel de confianza	Error
Bogotá	1815	92	79.5	0.688	1.645	12%
Ciudades grandes	6131	173	82.5	0.642	1.645	8%
Ciudades medianas	3059	261	74.5	0.831	1.645	8%
Ciudades pequeñas	2212	142	90.1	0.916	1.645	13%

Fuente: Steer, 2020

- 5.9 Como se puede observar el error calculado se encuentra entre el 8 % y el 13% para un nivel de confianza del 90%. Es importante resaltar que las encuestas fueron realizadas a conductores de camiones pequeños (C2) por representar la mayor proporción dentro de los recorridos de carga a nivel urbano.
- 5.10 La Figura 5.1 muestra la distribución de la edad de los camiones por categoría de ciudad. Se observa que hay una relación directa entre la edad de los camiones y la categoría de la ciudad, las ciudades más grandes poseen una flota de camiones urbanos más nuevos en comparación con las ciudades pequeñas. Aproximadamente entre el 35% y 50% de la flota de camiones tienen una edad superior a los 10 años.

Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1

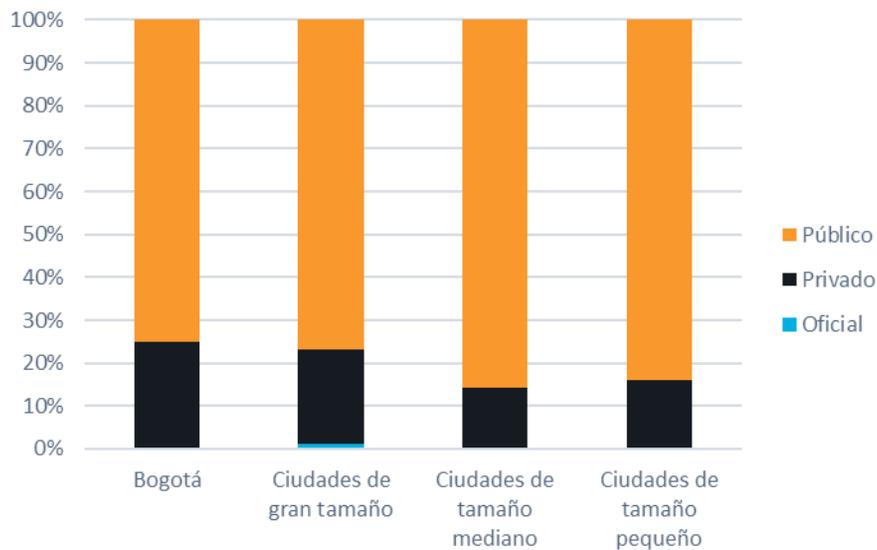
Figura 5.1: Edad de los camiones por categoría de ciudad



Fuente: Steer, 2020.

5.11 En cuanto al tipo de servicio se encontró que en promedio el 80% corresponden a vehículos de servicio público.

Figura 5.2:



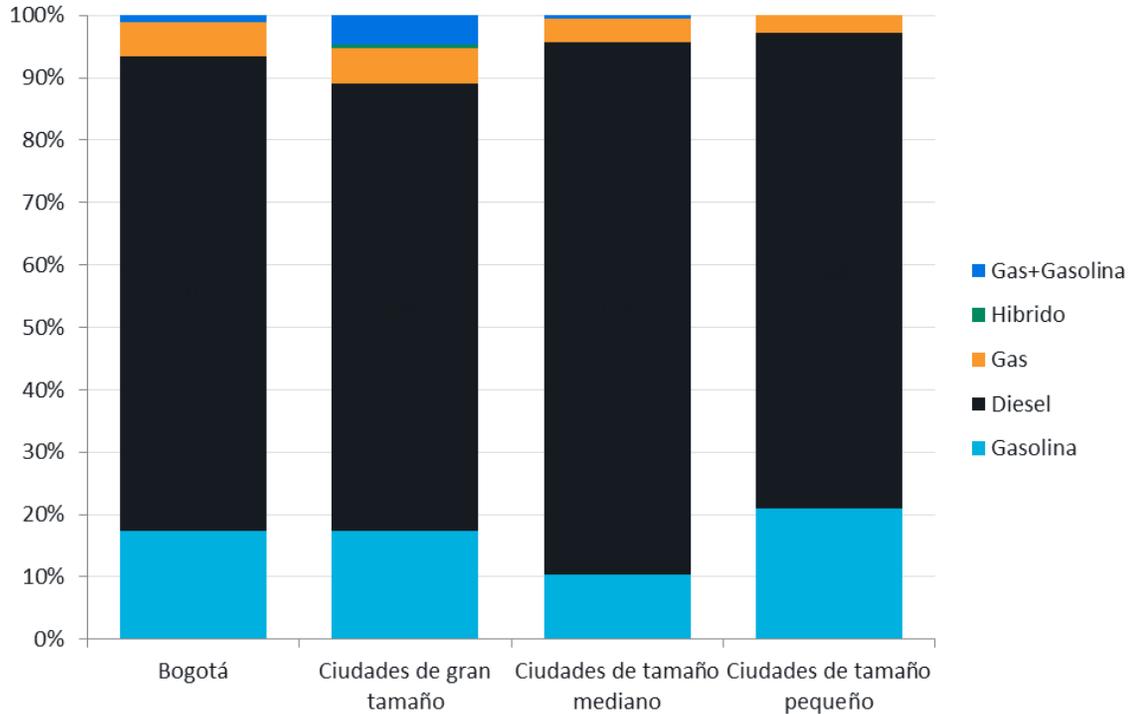
Fuente: Steer, 2020.

5.12 En la Figura 5.3 se observa que aproximadamente el 80% de la flota de camiones de 2 ejes son Diesel, el 15% son de gasolina y el 5% restante son de otro tipo de combustión. Esta grafica resalta la importancia que tiene el combustible Diesel ya que la mayoría de los camiones urbanos se

Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1

concentran en esta categoría, lo cual debe ser tomado en cuenta para futuros análisis de un proceso de renovación de flota.

Figura 5.3: Tipo de combustible por categoría de ciudad

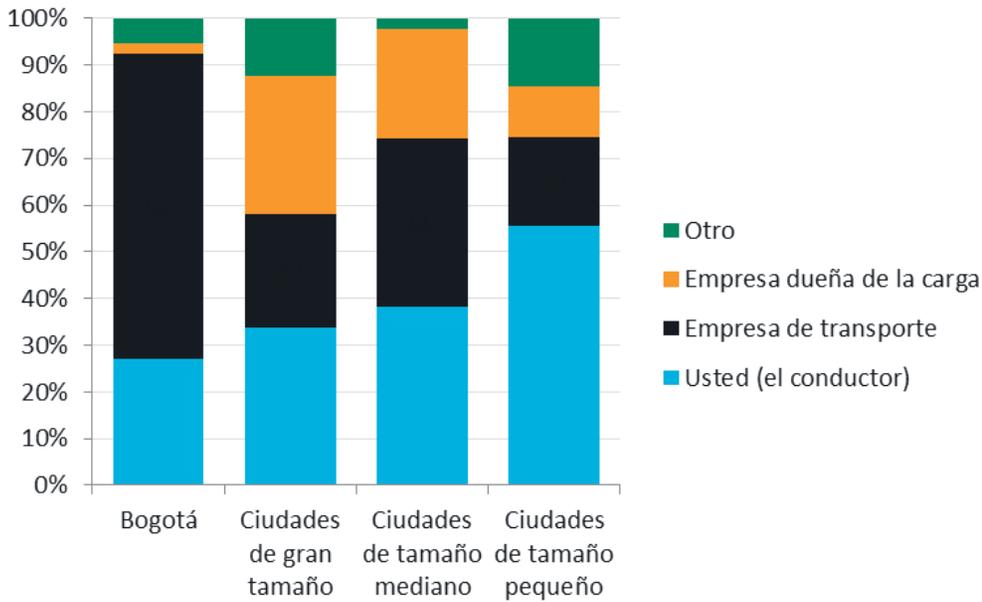


Fuente: Steer, 2020

5.13 En la Figura 5.4 se observa como varía la propiedad del vehículo dependiendo de la categoría de la ciudad. Una de las características más importantes que se encontró es que hay mayor probabilidad de encontrar camiones de propiedad del conductor encuestado en ciudades pequeñas que en ciudades grandes, lo que refleja en cierta manera la mayor existencia de pequeños propietarios. Esto toma una alta importancia al pensar en una renovación de flota ya que esta característica tiene influencia en la capacidad financiera.

Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1

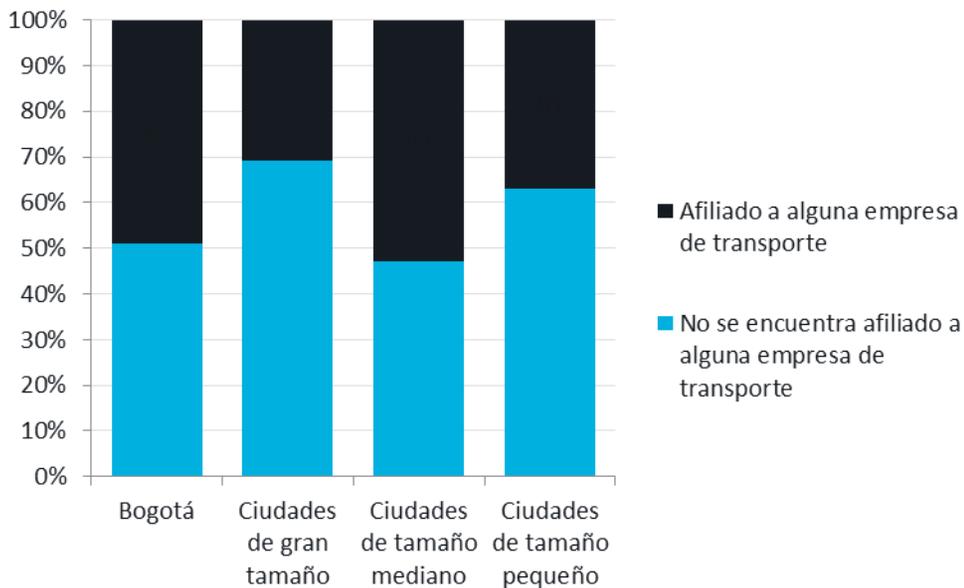
Figura 5.4: Propiedad del vehículo por categoría de ciudad



Fuente: Steer, 2020

5.14 En la encuesta también se interrogó si la persona se encontraba afiliado a alguna empresa de transporte (Ver Figura 5.6). Aproximadamente entre el 50 y el 70% de la muestra no se encuentra afiliada a alguna empresa de transporte.

Figura 5.5: Afiliación a alguna empresa de transporte por categoría de ciudad

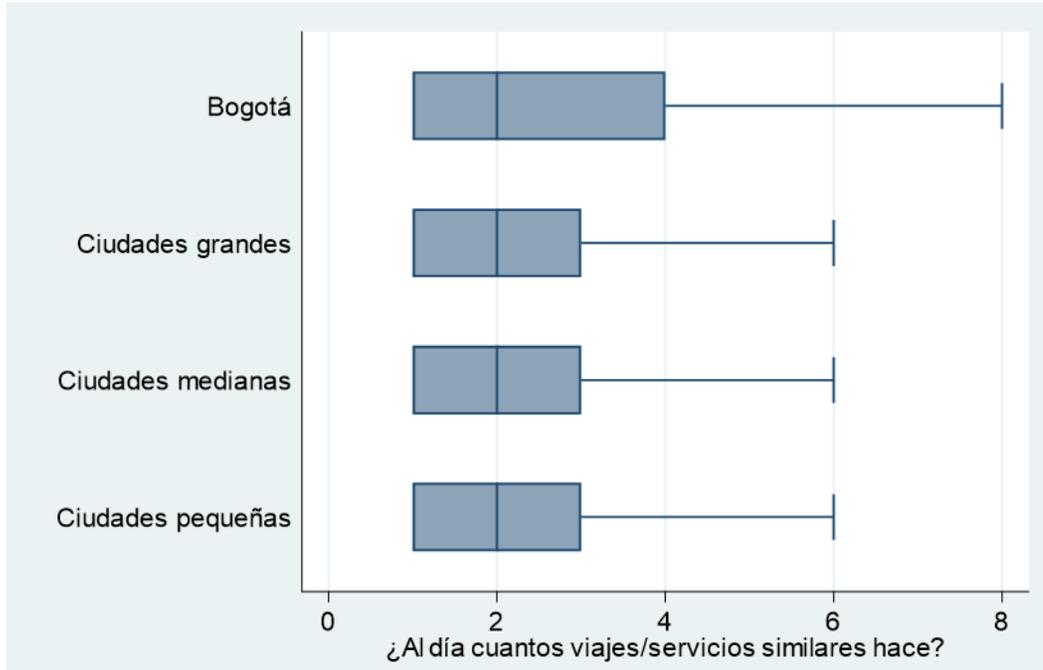


Fuente: Steer, 2020

Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1

- 5.15 En la Figura 5.6 se observa que la mediana de viajes que realiza un camión en un día es de 2 viajes, independientemente de la categoría de la ciudad. Los datos se encuentran concentrados entre uno y ocho viajes al día. Sin embargo, es importante resaltar que el número de viajes varía dependiendo del servicio que realizan los camiones, es muy probable que si realizan servicios de distribución el número de viajes al día aumentaría.

Figura 5.6: Box plot de viajes realizados por categoría

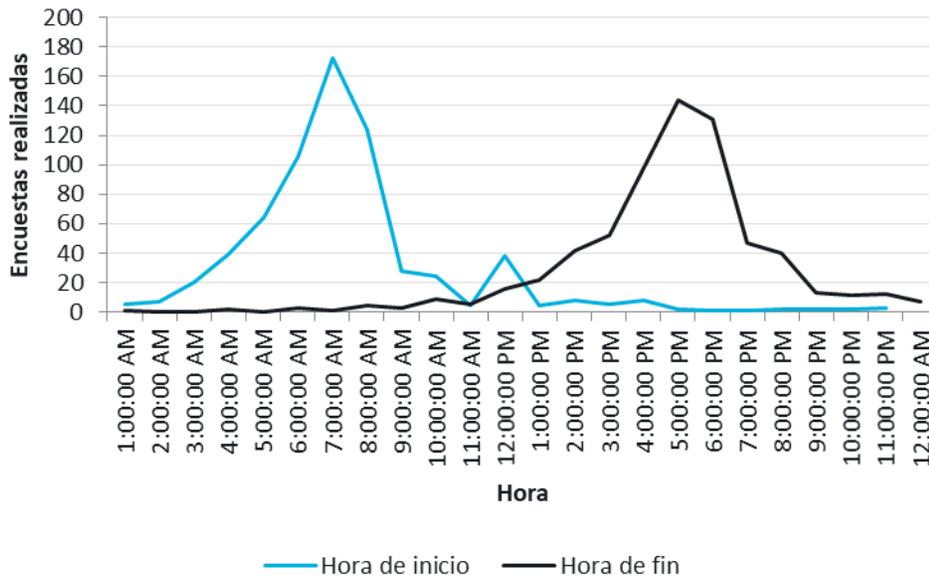


Fuente: Steer, 2020.

- 5.16 En la Figura 5.7 se observa una tendencia muy marcada en la hora de inicio y fin de los recorridos de carga urbana que se realizan en un día. La hora pico de inicio de los recorridos es a las 7 am y la hora de fin es a las 5 pm. El tiempo de operación en un día ronda entre las 9 y 10 horas en un día.

Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1

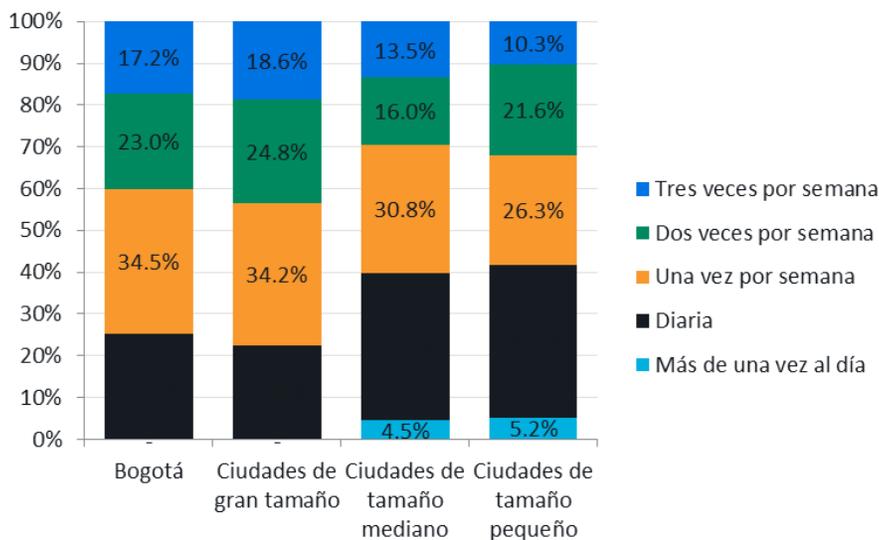
Figura 5.7: Hora de inicio y fin de operación



Fuente: Steer, 2020

5.17 Los transportistas de carga urbana tienen una alta frecuencia de cargue de combustible de sus vehículos como se observa en la Figura 5.8. Aproximadamente entre el 40 y el 50% de los camiones cargan combustible 3 o más veces a la semana. Para ciudades de gran tamaño, la mayoría de los encuestados declararon que los camiones se cargan una vez por semana, en cambio para ciudades medianas y pequeñas, la frecuencia de cargue de combustible del vehículo más común es la “Diaria”.

Figura 5.8: Frecuencia de cargue de combustible por categoría de ciudad

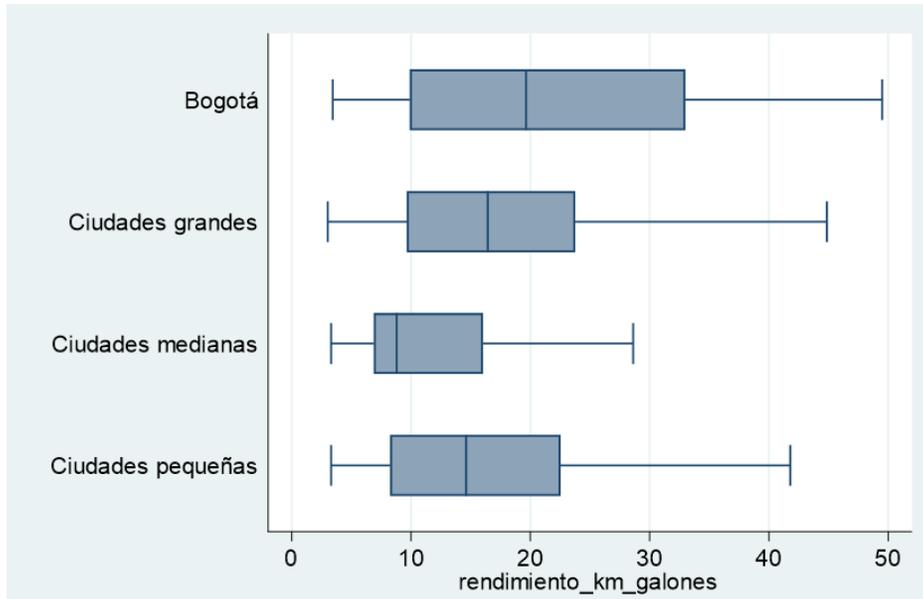


Fuente: Steer, 2020

Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1

- 5.18 En la Figura 5.9 se observa el valor declarado por los conductores de los camiones con respecto al rendimiento de kilómetros por galón. Se observa que el valor varía entre 9 kilómetros/ galón para ciudades pequeñas y 20 kilómetros/ galón para Bogotá. Es importante resaltar que este es un valor declarado de los rendimientos de acuerdo con las respuestas obtenidas de los conductores. No obstante, se espera que puedan ser confirmados durante la consulta a las empresas en la siguiente fase del presente estudio.

Figura 5.9: Rendimiento declarado de kilómetros por galón

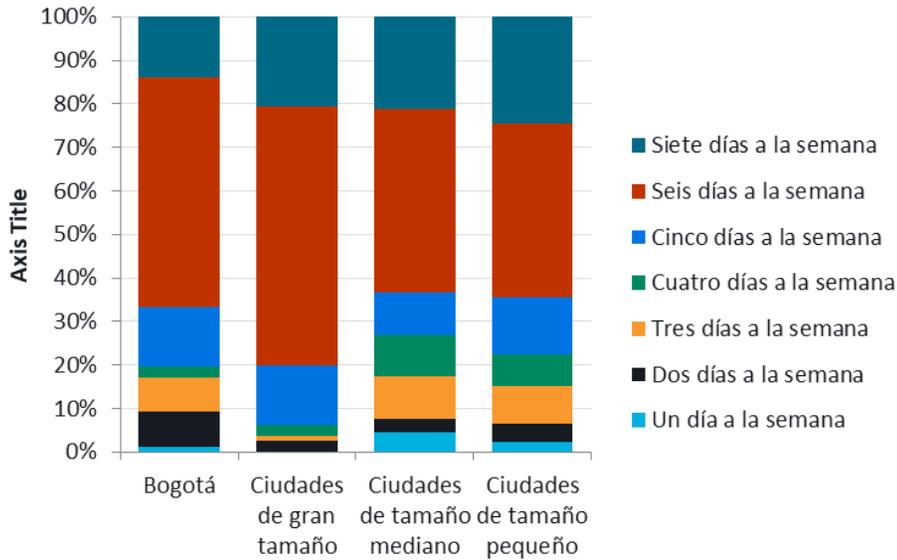


Fuente: Steer, 2020

- 5.19 En la Figura 5.10 se observa que hay una tendencia con respecto a la operación de los camiones, donde se identifica que estos operan en su gran mayoría seis días a la semana independientemente del tamaño de la ciudad. Entre el 80 y 90% de los camiones encuestados operan 5 o más días a la semana.

Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1

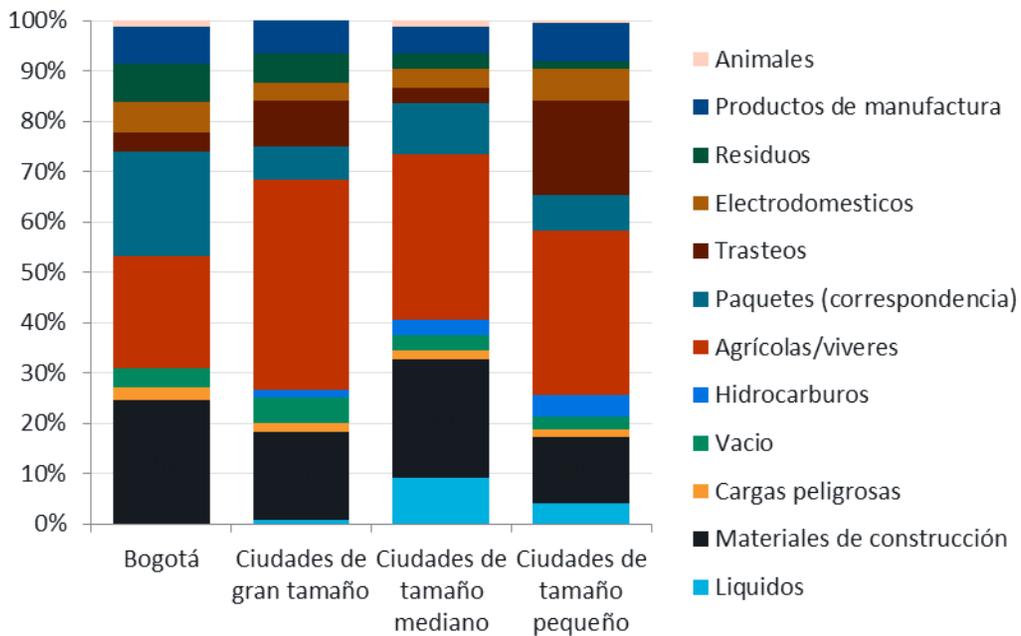
Figura 5.10: Días a la semana que opera por categoría de ciudad



Fuente: Steer, 2020

5.20 Con respecto al tipo de carga transportada en las ciudades, se identificó que la que tiene mayor representación es la relacionada con productos agrícolas y víveres, seguida por materiales de construcción y paqueteo. En ciudades pequeñas se encontró una importante participación de trasteos.

Figura 5.11: Tipo de carga por categoría de ciudad

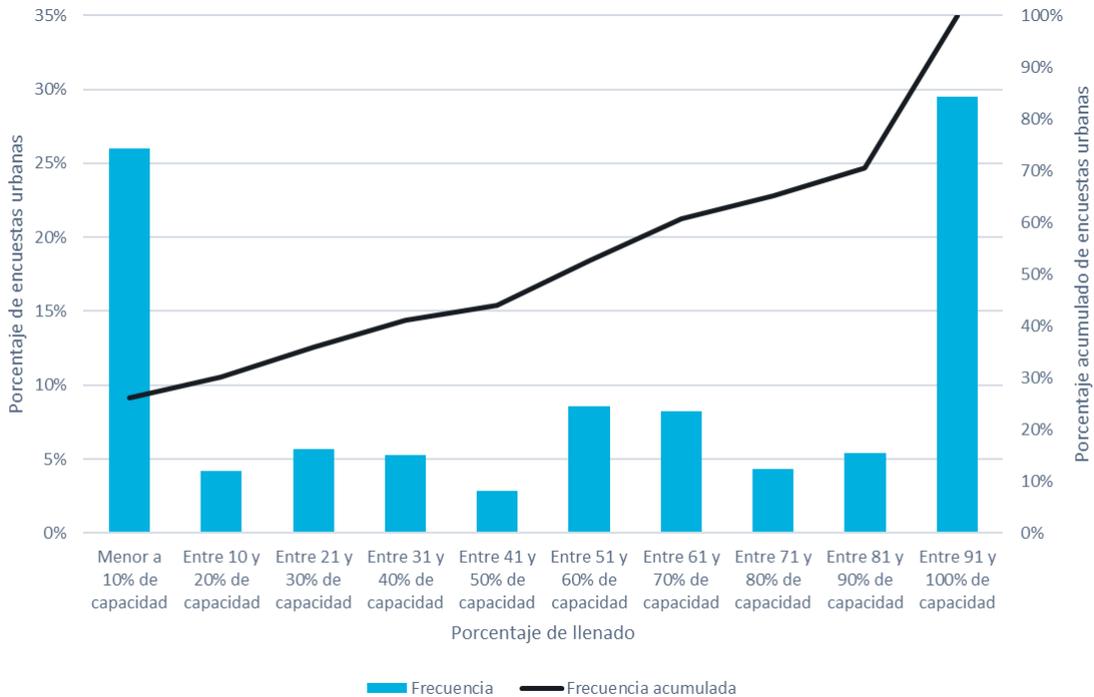


Fuente: Steer, 2020.

Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1

5.21 Por último, se consultó por la cantidad y la capacidad de carga que llevaba el camión de la persona encuestada. De aquí se calculó el porcentaje de llenado del camión. Se observa que aproximadamente el 30% de los camiones van prácticamente vacíos (Menor al 10% de la capacidad), el 30% van llenos (Mayor a 90% de la capacidad) y el 40% restante se encuentra en categorías intermedias.

Figura 5.12: Porcentaje de la capacidad utilizada



Fuente: Steer, 2020

5.3 Matrices de carga

5.22 A partir de las matrices de modelación de tres ciudades de diferentes escalas se realizó una caracterización de las dinámicas de transporte carretero urbano de carga. Para este análisis se utilizó la información disponible de los modelos de transporte de Bogotá (2019), Cali (2015) y Pereira (2017)⁷. de los cuales se tomaron las matrices de demanda y distancia de camiones pequeños y camiones grandes.

5.23 Con la información de cada ciudad, se realizó un primer análisis de matriz para identificar únicamente los viajes urbanos que se presentaban dentro de la matriz, es decir, se excluyó del análisis los viajes que tuvieran el origen o el destino en una zona externa a la ciudad. A partir de esto, se estimó la cantidad de viajes, kilómetros recorridos y promedio ponderado de los

⁷Tomado de los estudios realizados para: Encuesta de Movilidad de Bogotá 2019 y la Matriz de Carga de Bogotá 2015, Encuesta de Movilidad de Cali 2015 y Plan de Movilidad y Plan maestro de parqueaderos de Pereira 2017

Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1

kilómetros recorridos en los periodos de modelación de cada ciudad (hora pico y hora valle, según corresponda).

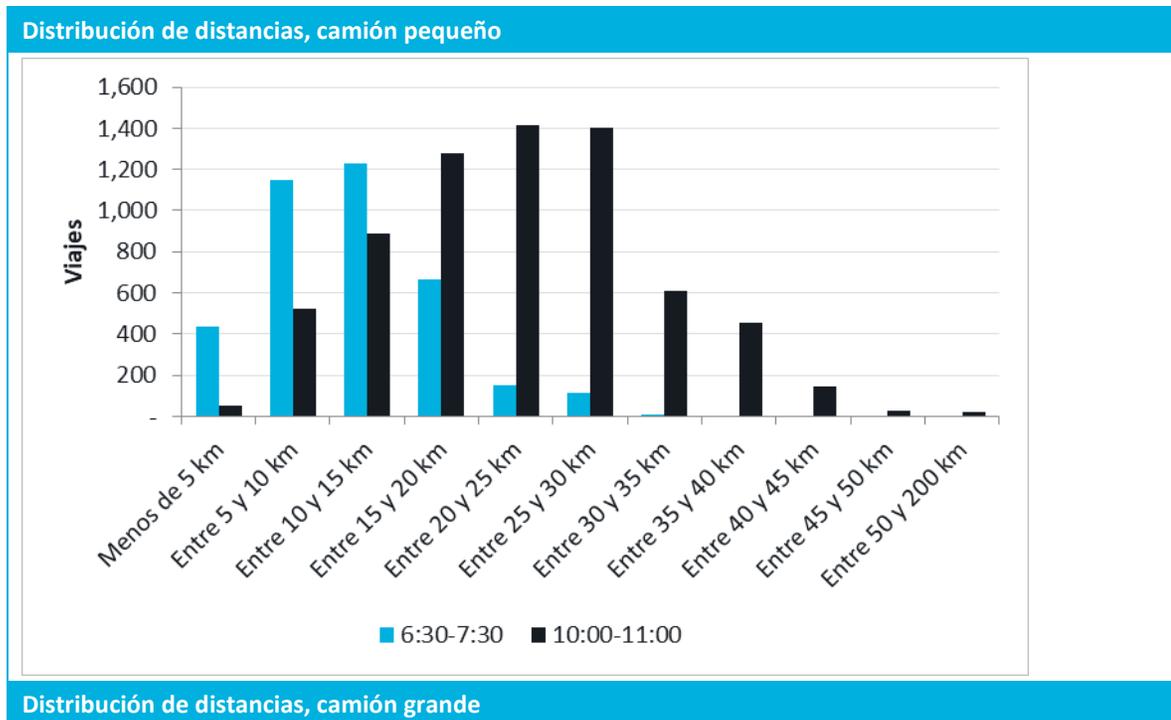
5.24 Adicionalmente se realizó un ejercicio de expansión para obtener las estimaciones para el día y el año. Esta expansión, parte de la comparación de los periodos de modelación respecto a la distribución horaria lo largo de un día típico y esté respecto al total de año en días laborales.

5.25 A continuación, se presentan los periodos analizados por ciudad, los respectivos histogramas diarios y los resultados de la expansión para los indicadores estimados.

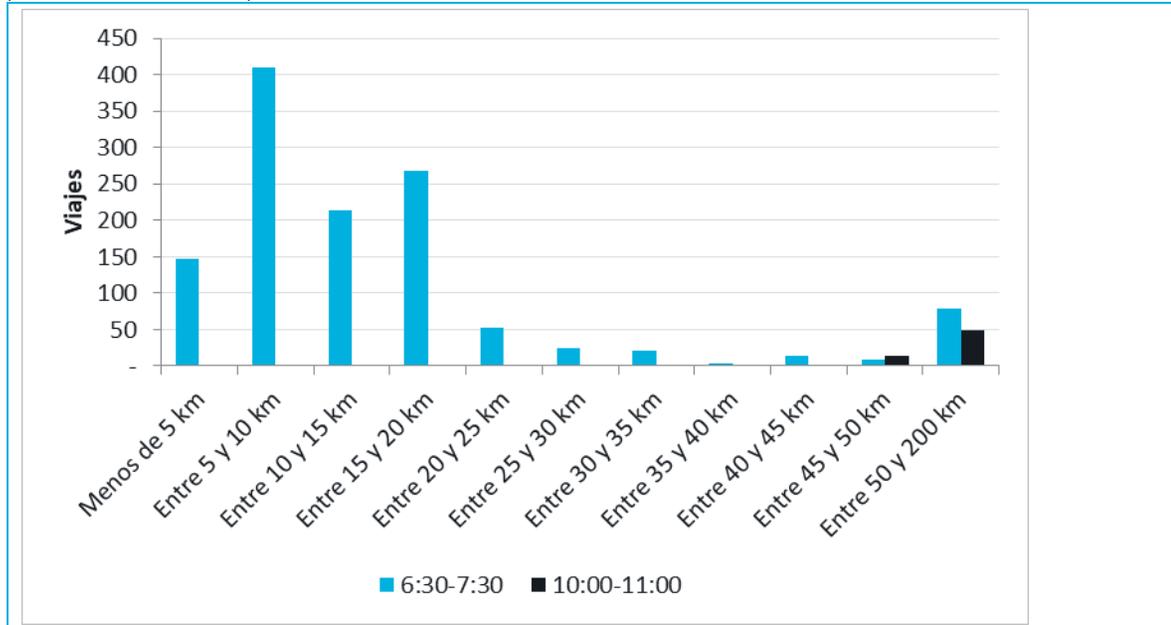
5.3.2 Bogotá

En el actual modelo de Bogotá existen dos periodos de modelación, el de la hora pico de la mañana que comprende la hora entre las 6:30-7:30 y la hora valle de la mañana entre las 10:00-11:00, en las siguientes figuras se muestran las distribuciones por distancia de los viajes realizados en dichos periodos en camiones pequeños y camiones grandes y la distribución horaria a lo largo del día para estas tipologías vehiculares.

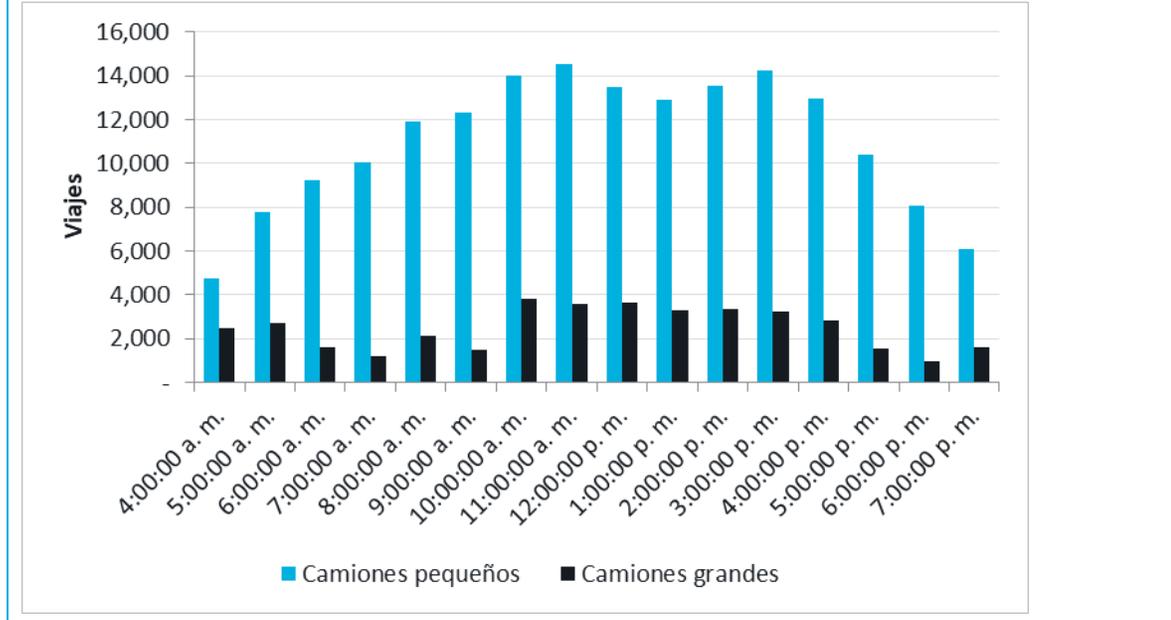
Tabla 5.3: Distribuciones de distancias recorridas y de viajes, Bogotá



Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1



Distribución horaria de viajes en el día



Fuente: Steer, con base en Encuesta de Movilidad Bogota 2019 y Matriz de carga Bogotá 2015

5.26 De la tabla anterior se resalta que para las dos tipologías vehiculares en el periodo entre 6:30-7:30 la mayoría de los viajes recorren distancias de hasta 20 km, sin embargo, entre las 10:00-11:00, la distancia recorrida aumenta hasta los 30 km para camiones pequeños y a más de 50km para los camiones grandes. En cuanto al histograma horario se evidencia que el flujo de camiones pequeños es significativamente mayor al de camiones grandes lo cual respalda la teoría de que en las dinámicas urbanas existe una mayor operación de los vehículos de menores dimensiones y que el comportamiento pico de la carga se desfasa hacia el mediodía.

Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1

- 5.27 Una vez analizados los comportamientos horarios se realiza la expansión a periodos superiores, día y año, cuyos resultados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 5.4: Viajes y kilómetros recorridos a la hora, día y año en Bogotá

Tipo de vehículo	Categoría	Viajes totales	Km total	Km promedio ponderado
Camión pequeño	6:30-7:30	3,742	43,113	12
	10:00-11:00	6,823	155,765	23
	Día	176,245	3,528,953	20
	Año	43,356,250	868,122,540	-
Camión grande	6:30-7:30	1,241	21,550	17
	10:00-11:00	64	3,198	50
	Día	39,362	1,637,419	42
	Año	9,683,174	402,805,070	-

Fuente: Steer, con base en matriz de carga modelo de transporte de Bogotá 2019.

- 5.28 De acuerdo con las expansiones realizadas, en un año, en Bogotá, se realizan aproximadamente 43.3 millones de viajes en camión pequeño y 9.6 millones en camión grande, recorriendo distancias promedio de 20 y 42 km por día respectivamente lo que, al año, genera un promedio de 4,926 km para el vehículo pequeño y 10,233 km para el camión grande.

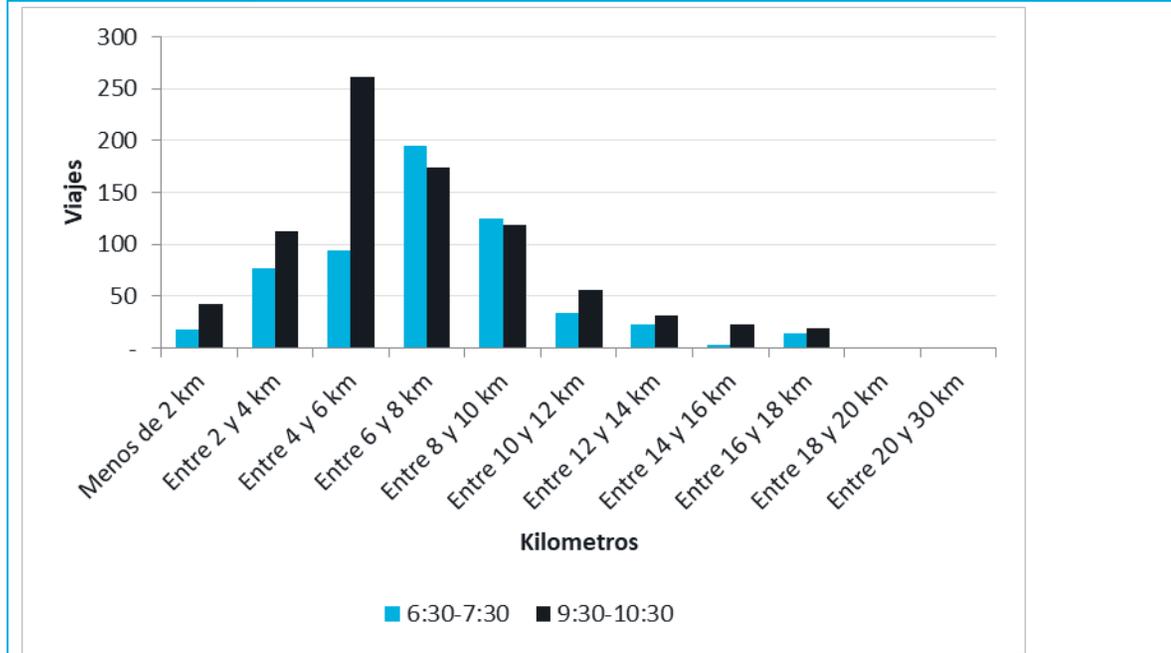
5.3.3 Cali

El modelo de la ciudad consideró dos periodos de modelación, 6:30-7:30 y 9:30-10:30, sin embargo, el análisis se llevó solo a medio día debido a la disponibilidad de información del aforo diario, por lo que la expansión al día considerará el supuesto que las dinámicas de los flujos entre las 6:00 y las 12:00 se replican entre las 12:00 y las 18:00. Es importante tener en cuenta que en Cali la circulación de camiones grandes se encuentra restringida, por lo que el análisis de los viajes dentro del perímetro urbano de la ciudad se acotó a camiones pequeños. A continuación, las distribuciones de distancias y viajes estimadas a partir de las matrices disponibles del modelo de Cali 2015.

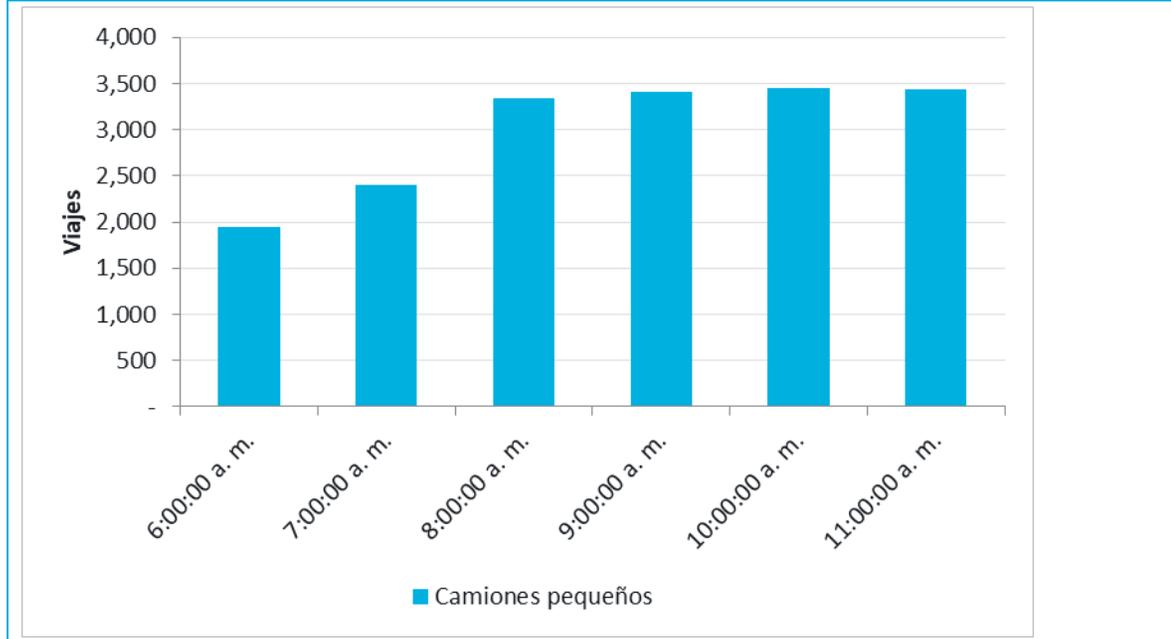
Tabla 5.5: Distribuciones de distancias recorridas y viajes, Cali

Distribución de distancias, camión pequeño

Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1



Distribución de horaria de viajes durante el periodo AM



Fuente: Steer, con base en la matriz de carga disponible del modelo de transporte de Cali 2015.

5.29 En cuanto a la distribución de distancias recorridas se ve que no hay marcadas diferencias entre los dos periodos de modelación, aunque entre las 9:30-10:30 aumentan los viajes de entre 6 y 4 km; sin embargo, la distribución se mantiene entre 2 y 18 km en ambos periodos. Por otro lado, al revisar el histograma de viajes, se evidencia una tendencia creciente alrededor del periodo pico de modelación (6:30-7:30) y luego de las ocho de la mañana una estabilización de cerca de los 3,500 viajes por hora hasta el mediodía.

Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1

Tabla 5.6: Viajes y kilómetros recorridos a la hora, día y año en Cali

Tipo de vehículo	Categoría	Viajes totales	Km total	Km promedio ponderado
Camión pequeño	6:30-7:30	582	4,136	7
	9:30-10:30	837	5,655	7
	Día	35,967	246,003	7
	Año	8,847,947	60,516,757	-

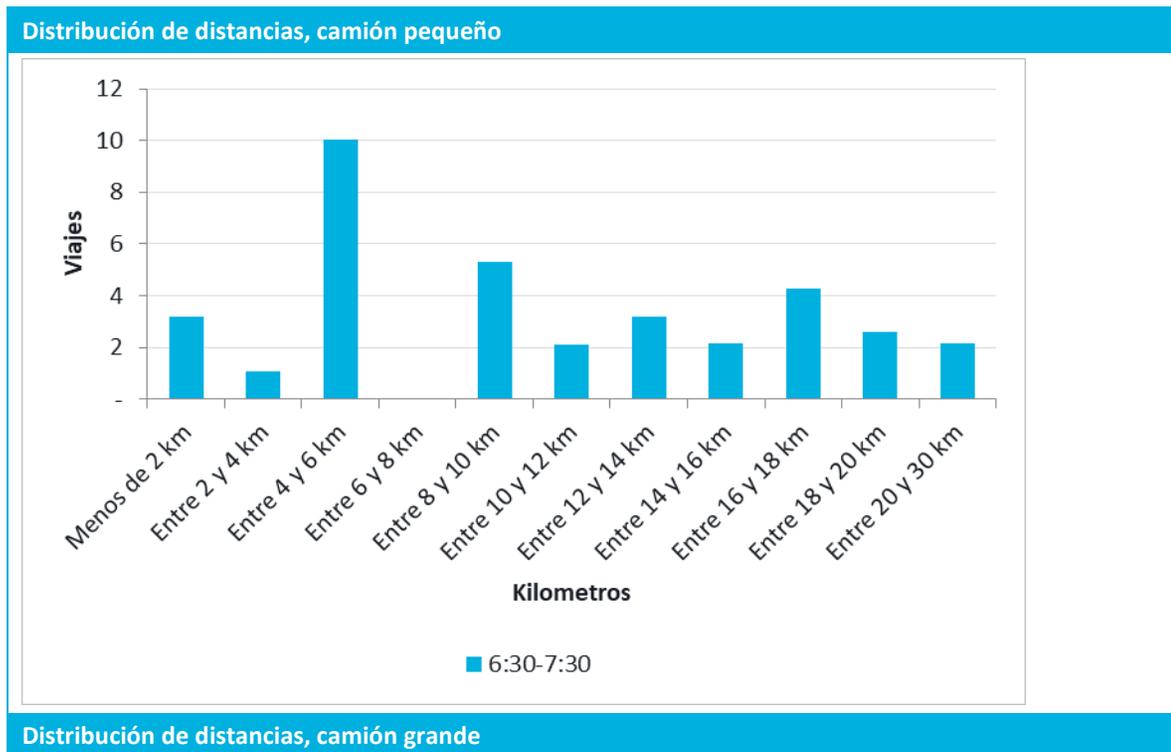
Fuente: Steer, con base en la matriz de carga disponible del modelo de transporte de Cali 2015.

5.30 En Cali la cantidad de viajes al año en camión pequeño es cercana a los 8.8 millones es decir una quinta parte de los realizados en Bogotá. El promedio de distancia recorrido se mantiene en 7 km en todos los periodos de análisis, estando por debajo de la distancia reportada para la capital del país, dato que guarda relación con la proporción de los tamaños de las ciudades. Por otro lado, el promedio anual de kilómetros recorridos (ponderado) es de 1,683 km que comparado con Bogotá es significativamente menor.

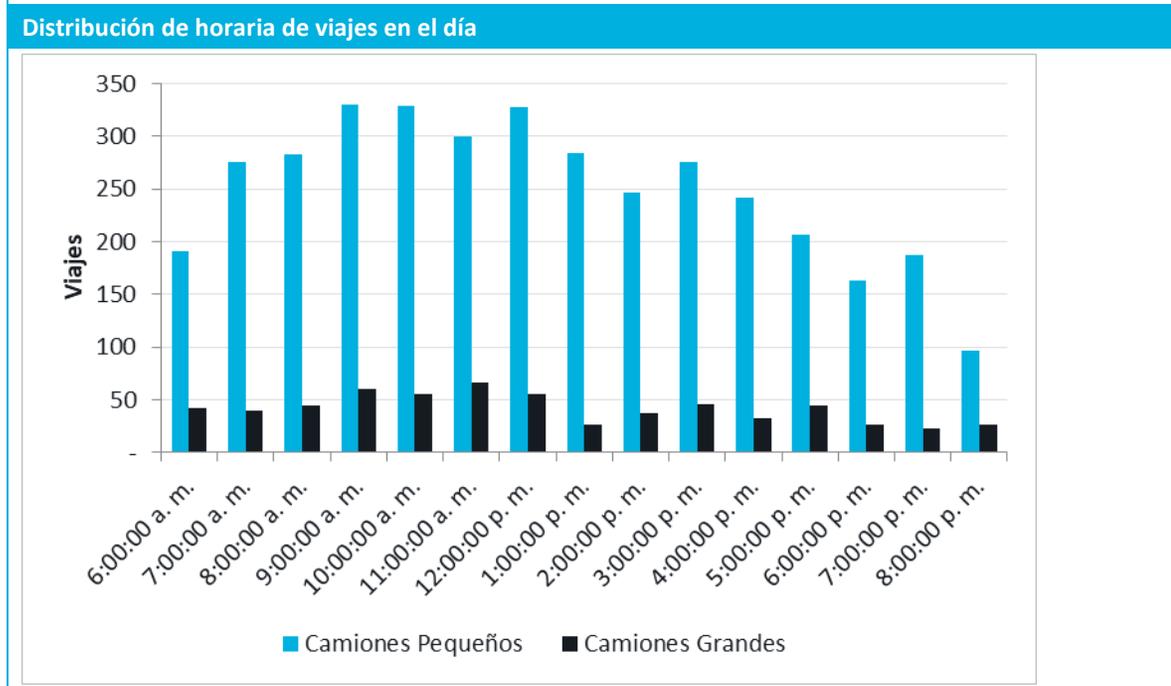
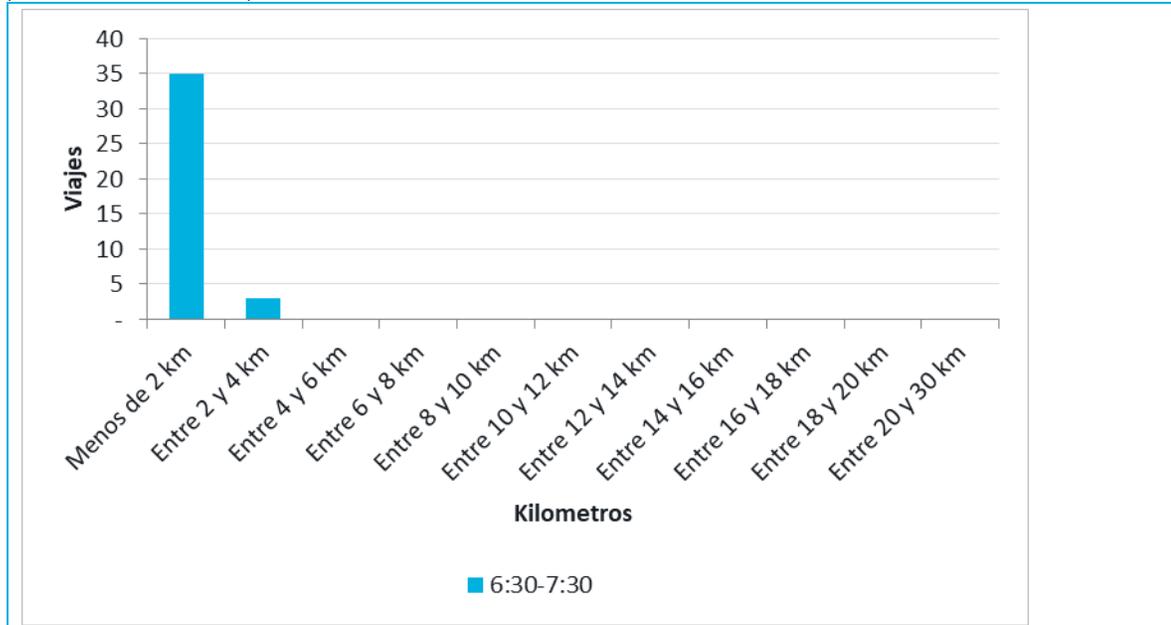
5.3.4 Pereira

5.31 Contrario a las dos ciudades previamente analizadas, en el modelo de Pereira solo se contempló un periodo de modelación, entre las 6:30-7:30 y el análisis de los flujos se consideró entre las 6:00 y las 20:00. Al igual que en Bogotá, en esta ciudad se tuvieron en cuenta las dos tipologías de camiones como se ve en las siguientes figuras.

Tabla 5.7: Distribuciones de distancias recorridas y viajes, Pereira



Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1



Fuente: Steer, con base en la matriz de carga del modelo de transporte de Pereira 2017

5.32 Según las figuras anteriores, la mayoría de los camiones pequeños recorren distancias de entre 4 y 10 km en el periodo pico de la ciudad, mientras que los camiones grandes no superan los 4 km. El flujo de los camiones pequeños es superior que el de camiones grandes y en general se evidencia una dinámica estable a lo largo del día para ambas tipologías, aunque se marca unos picos alrededor de las 9:00 y las 12:00 para camiones pequeños y grandes.

Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1

Tabla 5.8: Viajes y kilómetros recorridos a la hora, día y año en Pereira

Tipo de vehículo	Categoría	Viajes totales	Km total	Km promedio ponderado
Camión pequeño	6:30-7:30	36	365	10
	Día	3,737	84,566	23
	Año	919,343	20,803,130	-
Camión grande	6:30-7:30	38	139	4
	Día	628	52,688	84
	Año	154,494	12,961,338	-

Fuente: Steer, con base en la matriz de carga del modelo de transporte de Pereira 2017

- 5.33 Respecto a Cali, Pereira reporta una décima parte de los viajes totales al año para camión pequeño, aunque el promedio de distancia recorrida por día aumenta a 23 kilómetros, que resulta ser el más alto de las tres ciudades analizadas, por lo que los promedios anuales resultan superiores para ambos tipos de camión respecto a las otras ciudades, alcanzando valores de más de 5,000 km para el camión pequeño y 20,000 para el grande.

6 Revisión documental valores de referencia para los factores de consumo de energéticos en transporte de carga

6.1 La realización de esta revisión documental tiene como principal objetivo la obtención de información reciente y la consulta sobre posibles experiencias tanto nacionales como internacionales en cuanto a factores de consumo energéticos en el transporte carretero de carga. Con esta revisión se busca encontrar investigaciones o documentos que hayan presentado resultados que resulten útiles y aplicables al contexto colombiano.

6.2 Metodología

6.2 Para el desarrollo de esta revisión se realizó una investigación de diferentes referencias académicas, gubernamentales y/o internacionales en la cual se buscaron datos que se consideraran útiles y aplicables para el contexto de esta investigación. En esta revisión fueron tomados en cuenta documentos nacionales e internacionales de instituciones y centros de enseñanza reconocidos que procuraran presentar resultados basados en conclusiones científicas propias de procesos de investigación claros y repetibles.

6.3 Los resultados encontrados en el desarrollo de esta revisión son presentados a continuación como los principales productos de este capítulo.

6.3 Factores por rendimiento por vehículo por tipología

6.4 Para la revisión de factores de rendimiento se consultaron distintas fuentes en las cuales se encontraron diferentes rendimientos categorizados según su tipo de energético y la tipología del vehículo. La fuente de estos factores de rendimiento encontrados abarca desde estudios en los cuales se realizaron mediciones en campo con diferentes tipos de camiones en diferentes condiciones de terreno hasta estimaciones realizadas en laboratorios por la empresa concesionaria o algún tercero interesado en la información.

6.5 De esta revisión se han extraído, y presentado, datos directamente calculados/estimados en el contexto nacional, así como igualmente se presentan valores internacionales. La presentación de ambos permite generar cierto modo de comparación, reconociendo siempre las diferencias entre las condiciones físicas, ambientales y tecnológicas propias de cada lugar.

6.6 Cabe aclarar que, los rendimientos que se presentan como resultados de este capítulo se encuentran basados en las condiciones propias de cada uno de los estudios en los cuales fueron

Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1

obtenidos. Los valores de rendimiento pueden variar de manera considerable por diversos factores tales como la elevación, velocidad de operación, clima, niveles de congestión, carga, mantenimiento del motor, eficiencia del motor, velocidad, estilo de manejo del conductor, entre otros (Bal & Jaap, 2017). Estos factores son difíciles de controlar y homogenizar, en algunos casos, factores como la elevación, clima y niveles de congestión son propios o característicos de la operación de una ciudad, con lo cual sus rendimientos no pueden ser estrictamente comparados con otros en los cuales no se presenten estas condiciones.

6.7 A continuación, se presentan los resultados encontrados discriminados por tipo de energético utilizado, se decidió orientar la investigación a los tres energéticos más utilizados en el parque automotor de carga, Diesel, gasolina y GNV.

6.3.2 Diesel

6.8 En capítulos anteriores se caracterizó el parque automotor de carga nacional y se señaló la predominante tendencia de vehículos impulsados por combustible Diesel sobre los impulsados por otros energéticos en el país. Este comportamiento también es similar en otras partes del mundo, en las cuales también se ha buscado dimensionar los factores de rendimientos de este tipo de vehículos bajo sus contextos regionales.

6.9 Para el contexto colombiano se consultó el realizado por la Gerencia de Logística, Transporte e Infraestructura de la Asociación Nacional de Empresarios (ANDI) en el año 2018. Este estudio recolectó datos provenientes de los reportes de viajes de carga del SICETAC 2.0 para diez rutas diferentes dentro del país, generando así un perfil de las diferentes rutas con el que se calcularon consumos estándares en km/galón por tipo de terreno y por tipología vehicular (ANDI, 2018).

6.10 A continuación, se muestran por tipo de vehículo y por condición del terreno los resultados encontrados como parte de este estudio.

Tabla 6.1: Rendimientos en Km/galón por tipología de vehículo de carga - Colombia

Tipo de terreno	Camión	Tractocamión		Volqueta
	2 Ejes	2 Ejes	3 Ejes	2 Ejes
Terreno Plano	12,70	8,76	6,64	8,06
Terreno Ondulado	10,01	6,76	4,92	6,22
Terreno Montañoso	7,81	5,07	3,34	4,66

Fuente: ANDI, 2018.

6.11 Los valores resultados de este estudio presentan niveles similares a los rendimientos promedio del año 2015 plasmados en el Primer Balance de Energía Útil realizado por la UPME en el año 2018 (UPME, 2018), especialmente si se comparan con los valores promedios nacionales.

6.12 Otros estudios en la región han plasmado cifras similares, el estudio realizado por (Vergara, Fenhann, & Schletz, 2015) presenta un resumen de datos de rendimientos energéticos de vehículos Diesel en países como Argentina y Ecuador, provenientes de los estudios de (Barbero, 2014) y (CEPROEC, 2015) respectivamente. Este resumen de los datos de rendimiento se encuentra expresado en Km/galón en la tabla 6.2.

Tabla 6.2: Resumen de rendimientos en Km/galón por tipología de vehículo de carga – Argentina & Ecuador

Tipo de vehículo	Rendimiento (Km/galón)
Capacidad de carga baja	12,09
Capacidad de carga intermedia	10,20
Capacidad de carga alta	9,45

Fuente: Vergara et al, 2015.

- 6.13 Los datos plasmados en este estudio poseen una tipología diferente, sin embargo, esta tipología depende principalmente de la capacidad de carga del vehículo, con lo cual se puede establecer una equivalencia aproximada que permitiría comparar los datos con los obtenidos previamente por (ANDI, 2018). Se nota que los vehículos de carga liviana presentan un comportamiento similar de rendimiento con los camiones pequeños de dos ejes del estudio anterior, con un rendimiento alrededor de los 12 kilómetros por galón, mientras que las otras categorías presentan valores más oscilantes entre los 6 y 10 kilómetros por galón.
- 6.14 Se puede agregar a esta comparación el resultado encontrado por (Aresti, Tanco, Jurburg, Moratorio, & Villalobos, 2016) en Uruguay, los cuales realizaron estudios del rendimiento de algunos camiones de carga pesada encontrando rendimientos alrededor de los 8.27 kilómetros por galón en vehículos cuyo peso total bruto era de 45 toneladas, equivalentes a un tractocamión de tres ejes en el contexto colombiano.
- 6.15 Fuera de la región se encuentran los valores calculados por el Ministerio de Fomento español como parte del Observatorio de costes del transporte de mercancías por carretera actualizado en 2018 (Ministerio de Fomento, 2018). Este estudio presenta una ficha técnica generalizada por tipo de vehículo de carga que presta el servicio de carga en España en la cual presenta un rendimiento medio aproximado por tipología. A continuación, la tabla 6.3 presenta los valores de rendimiento medio presentados en este estudio.

Tabla 6.3: Rendimientos en Km/galón por tipología de vehículo de carga - España

2 Ejes - Distribución	Vehículo Rígido		Vehículo Articulado
	2 Ejes	3 Ejes	3 Ejes
19,90	15,12	14,00	10.81

Fuente: Ministerio de Fomento, 2018.

- 6.16 Los rendimientos encontrados en (Ministerio de Fomento, 2018) pueden ser trasladados a una comparación directa con los valores colombianos, los vehículos rígidos corresponden a los camiones de la tipología colombiana, mientras que los articulados corresponderían a los tractocamiones. Basado en esta equivalencia los valores de rendimiento de los vehículos de carga en España se encuentran por encima de los encontrados en el contexto nacional, esto puede deberse a las condiciones del terreno y de la infraestructura, las cuales brindan a los vehículos de carga mejores condiciones que permiten mejores valores de rendimiento.
- 6.17 La ICCT presentó en el año 2018 un estudio comparativo entre los vehículos de carga pesada de los Estados Unidos y la Unión Europea, el objetivo de esta comparación era ver como las

Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1

diferentes normativas de pesos y emisiones influían en el desempeño de los diferentes vehículos de carga en estas dos regiones (ICCT, 2018). Debido a ciertas limitaciones con respecto a la disponibilidad los camiones utilizados correspondieron a los toques de gama con respecto al año 2015, uno de cada mercado, el Europeo y el Americano. Este estudio realizó las pruebas por medio de un dinamómetro en un laboratorio con condiciones de manejo y rodaje especialmente controladas. El estudio arrojó, entre varias otras conclusiones, que el rendimiento promedio del vehículo de la Unión Europea fue de 12.5 kilómetros por galón, mientras que el americano situó su rendimiento alrededor de los 12.6 kilómetros por galón, prácticamente idénticos.

- 6.18 Los vehículos utilizados en este estudio equivaldrían a un tractocamión de tres ejes en la tipología colombiana, por lo cual se resalta la amplia diferencia en cuanto a rendimiento que se observa entre el valor de 12.5 kilómetros por galón encontrado en este estudio y los 6.64 kilómetros por galón encontrados en las circunstancias nacionales. Cabe destacar que el primer rendimiento viene directamente de un valor de laboratorio, el cual posee condiciones controladas que pudieran permitir mejores consumos en comparación con el valor de rendimiento obtenido de valores reales de consumo en diferentes rutas de carga dentro del país.
- 6.19 Para permitir una comparación más globalizada se revisó el documento realizado por el Global Fuel Economy Initiative en el año 2016. Este documento realizó una estimación en cuanto a los niveles de eficiencia energética de los vehículos de carga pesada en algunos de los mercados más grandes alrededor del mundo como lo son Brasil, China, Europa, India y los Estados Unidos (GFEI, 2016). Dentro del marco de este estudio se desarrollaron diferentes actividades, entre las cuales se realizaron estimaciones de los rendimientos de los vehículos de carga en estos diferentes mercados mediante la implementación de modelos matemáticos que contemplaran las condiciones propias de cada uno de estos lugares. Estas estimaciones se realizaron para tractocamiones o trailers y para vehículos rígidos. A continuación, se presentan los rendimientos en kilómetros por galón base encontrados en este documento.

Tabla 6.4: Rendimientos en Km/galón por tipología de vehículo de carga – Brasil, China, Europa, India & USA

País o Región	Tractocamiones	Vehículos Rígidos
Brasil	9,49	15,94
China	9,09	17,83
Europa	11,25	16,43
India	6,90	15,18
Estados Unidos	9,36	13,69

Fuente: GFEI, 2016.

- 6.20 De estos últimos datos se hace evidente que en la categoría de tractocamiones la unión europea presenta mejores condiciones las cuales permiten que el transporte de carga a largas distancias, propio de este tipo de vehículos, sea más eficiente y permita mejores rendimientos. Se hace evidente igualmente que India presenta bajos niveles de rendimiento, muy por debajo del promedio de las diferentes regiones. El transporte en vehículos rígidos, o camiones en la tipología nacional, presenta valores de rendimiento más equiparados, siendo China el que presenta el mejor rendimiento de este conjunto de países/regiones.

6.21 En comparación con los valores de rendimientos colombianos estos se encuentran generalmente por encima de los encontrados en el país, igualmente se aclara que estos fueron obtenidos mediante modelos matemáticos que buscan representar la realidad mientras que los valores en contexto colombiano fueron tomados de situaciones reales de campo.

6.3.3 Gasolina

6.22 Producto de la revisión realizada no se encontraron muchas referencias relevantes en cuanto al cálculo o estimación de factores de rendimiento para vehículos de carga impulsados por gasolina. Se hace notorio que tanto a nivel nacional como internacional los estudios y demás documentos de investigación se enfocan principalmente en los vehículos impulsados por combustible Diesel y en nuevas energéticos de bajas o cero emisiones.

6.23 La principal referencia revisada que presentó factores de rendimiento para los vehículos de carga impulsados por gasolina es el Primer Balance de Energía Útil realizado por la UPME en el año 2018 (UPME, 2018). En este documento se recolectaron rendimientos de diferentes fuentes, los cuales fueron presentados por tipo de energético y ciudad. A continuación, se presentan los factores de rendimiento para vehículos de carga impulsados por gasolina encontrados en este estudio.

Tabla 6.5: Rendimientos en Km/galón por tipología de vehículo de carga – Colombia

Ciudad	Camión	Tractocamión
Bogotá	11,0	7,0
Barranquilla	5,0	4,0
Medellín	11,0	7,0
Cali	11,0	6,0
Promedio nacional	10,0	6,0

Fuente: UPME, 2018.

6.24 Se destacan de estos rendimientos que se encuentran levemente por debajo de los obtenidos por los vehículos Diesel para estudios similares como el de (ANDI, 2018). Igualmente cabe resaltar el alto impacto que tienen las condiciones de Barranquilla en el rendimiento de los vehículos, presentando valores hasta de 50% menos que el promedio nacional.

6.3.4 GNV

6.25 A pesar de los esfuerzos realizados en los últimos años por parte del país para impulsar la demanda de Gas Natural Vehicular (GNV) dentro del parque automotor de carga los crecimientos no han sido los esperados (MinTransporte, 2019). Aun así, esta tecnología ha presentado grandes crecimientos en los últimos años, incluso entrando en grandes mercados en el país como es el transporte público, sin embargo, en el movimiento de carga aún se encuentra muy por debajo en comparación con los energéticos tradicionales, el Diesel y la gasolina.

6.26 A las limitaciones de este energético se suma la baja oferta del mercado para este tipo de energético en específico, son pocas las marcas que han decidido sacar productos de este tipo al mercado. Empresas como IVECO, Kenworth, Scania y FAW son de las pocas que ofrecen este tipo de solución, y no todas presentan disponibles estas soluciones para el mercado colombiano.

6.27 En el documento de (MinTransporte, 2019) se presenta un pequeño ejercicio en el cual se realizó el estudio del rendimiento de un tractocamión impulsado por GNV comprimido, los resultados arrojaron que en promedio este tipo de vehículo posee un rendimiento de 6,05 kilómetros por galón equivalente de Diesel, esto corresponde a un 16% más de rendimiento en comparación con un vehículo Diesel de las mismas dimensiones y categoría.

6.3.5 Rendimientos BAT

6.28 Para la estimación de los rendimientos BAT (Best Available Technology) se revisaron principalmente dos tecnologías, los vehículos híbridos, que presentan esa transición entre los combustibles fósiles y los eléctricos, y los vehículos puramente eléctricos, que hoy en día presentan los rendimientos más atractivos del mercado, y por lo tanto son la mejor tecnología disponible al momento.

6.29 Dentro del contexto colombiano se presentan los resultados de un proyecto piloto llevado a cabo por la empresa Praco Didacol en el cual se utilizaron vehículos de carga liviana, inferiores a diez toneladas, tanto híbridos como Diesel tradicional en rutas de transporte preestablecidas de empresas como Bimbo, Redetrans y Nutresa para realizar la comparación entre ambas tecnologías. Los detalles y resultados de este estudio son presentados en el análisis de Mercado y Tecnologías Vehiculares en el Transporte de Carga realizado por el Ministerio de Transporte en el año 2019 (MinTransporte, 2019). Estos resultados se encuentran presentados en la tabla 6.5.

Tabla 6.5: Rendimientos en Km/Galón para vehículos de carga liviana, inferiores a 10 toneladas

Rendimiento Km/galón	Nutresa	Bimbo	Redetrans
Rendimiento vehículo Diesel	19,3	23,1	26,4
Rendimiento vehículo Híbrido (Diesel – Eléctrico)	26,8	30,6	31,6
Mejora	39%	32%	28%

Fuente: MinTransporte, 2019.

6.30 Se puede observar como parte de estos resultados que los vehículos híbridos presentan en promedio de rendimiento una mejora alrededor del 30% en comparación con vehículos impulsados por combustible Diesel. Cabe aclarar que estos vehículos fueron probados en rutas previamente utilizadas por cada una de las empresas participantes del proyecto piloto, las cuales principalmente se trataban de carga urbana de productos. Estas condiciones benefician considerablemente el rendimiento de un vehículo híbrido el cual aprovecha la congestión típica de las ciudades y los elevados tiempos en ralentí y frenado para cargar sus baterías y generar más energía que lo permite ser a la larga más eficiente en cuanto a consumo.

6.31 Para el caso de los vehículos de carga eléctricos se consultaron fuentes internacionales ya que la participación de este tipo de vehículos dentro del parque automotor de carga nacional es muy baja, igualmente no se encontraron, producto de la revisión, fuentes de información de rendimientos de este tipo de vehículos adaptadas al contexto nacional.

6.32 Entre las fuentes internacionales revisadas se encontró que (Liimatainen, van Vliet, & Aplyn, 2019) presentó un análisis de mercado completo con respecto al tema de vehículos eléctricos de carga. Cabe destacar que parte de los vehículos que componen este análisis de mercado aún no se

Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1

encuentran operativos, como es el caso del Tesla Semi, de igual manera, gran parte de los rendimientos presentados corresponden a pruebas de laboratorio elaboradas por los mismos concesionarios y no a pruebas en condiciones reales de uso y condiciones.

6.33 A continuación, se presentan los rendimientos aproximados de los diferentes vehículos eléctricos a nivel internacional distinguidos por tipología.

Tabla 6.6: Rendimientos en KWh/km para vehículos de carga eléctricos

Marca	Línea	Tipología	Peso máximo de carga (Ton)	Capacidad de batería (kWh)	Autonomía (km)	Rendimiento energético (KJ/km)
Mitsubishi	eCanter	Camión	7,5	82,8	120	2.484
BYD	T7	Camión	11	175	200	3.168
Freightliner	eM2 106	Camión	12	325	370	3.168
Volvo	FL Electric	Camión	16	100–300	100–300	3.600
Renault	D Z.E.	Camión	16	200–300	300	3.600
eMoss	EMS18	Camión	18	120–240	100–250	3.600
Mercedes-Benz	-	Camión	26	212	200	3.816
Renault	D WIDE Z.E.	Camión	26	200	200	3.600
Tesla	Semi	Tractocamión	36	-	480–800	4.500
BYD	T9	Tractocamión	36	350	200	6.300
Freightliner	eCascadia	Tractocamión	40	550	400	4.968

Fuente: Liimatainen et al., 2019. A través de datos provenientes de los fabricantes

6.34 Se puede observar que a nivel internacional existe una oferta interesante en cuando a los vehículos eléctricos de carga, con lo cual se espera que esta oferta de vehículos pueda ir en aumento dentro del parque automotor de carga nacional y regional. Se destaca que algunos de estos vehículos ya tienen presencia y experiencia en la región como es el caso de los BYD T7 y T9.

6.35 Asumiendo que el combustible Diesel posee una densidad energética de 10.7 kWh/litro (ABC Motor, 2020), equivalentes a 40.5 kWh/galón se puede realizar una comparación directa entre los rendimientos energéticos encontrados para los vehículos Diesel y los puramente eléctricos. Al realizar los cálculos y comparar vehículos de tamaños equivalentes se puede comparar que un vehículo Diesel de dos ejes, comparable con BYD T7 en la lista tabla anterior, presenta un rendimiento de 11.466 KJ/km, basado en este consumo se puede asumir que en este caso el vehículo eléctrico puede recorrer la misma distancia con solo el 27% de energía.

6.36 Realizando el ejemplo para los tractocamiones se puede comparar el rendimiento de 6.64 km/galón obtenido en la tabla 6.1 para un tractocamión de tres ejes en el contexto colombiano, equivalente a 21.930 KJ/km con el rendimiento del BYD T9 de similar tamaño en la tabla anterior. La comparación de rendimiento de 21.930 KJ/km en el vehículo impulsado por Diesel con los 6.300 KJ/km del eléctrico denotan una eficiencia de rendimiento del 71% a favor del vehículo de carga eléctrico.

Referencias

- ABC Motor. (2 de Junio de 2020). *Eléctricos vs combustión: diferencias de consumo, rendimiento y coste por kilómetro*. Obtenido de https://www.abc.es/motor/reportajes/abci-electricos-combustion-diferencias-consumo-rendimiento-y-coste-kilometro-202006020150_noticia.html?ref=https:%2F%2Fwww.google.com%2F
- ANDI. (2018). *Manual Básico de Gestión de Transporte de Carga por Carretera - 2da Versión*. Obtenido de <http://www.andi.com.co/Uploads/Desarrollo%20de%20Herramientas%20Gerenciales%20para%20la%20optimizaci%C3%B3n%20del%20Transpor....pdf>
- Aresti, M., Tanco, M., Jurburg, D., Moratorio, D., & Villalobos, J. (Septiembre de 2016). *Evaluación de tecnologías para la eficiencia energética en vehículos de carga por carretera*. Obtenido de <http://revistas.um.edu.uy/index.php/ingenieria/article/view/334/404>
- Bal, F., & Jaap, V. (2017). The Impact of hybrid engines on fuel consumption and emissions of heavy-duty Trucks. *Transactions on Ecology and the Environment* (págs. 203-212). Sevilla: WIT Press.
- Barbero, J. (11 de Abril de 2014). *Transporte y energía: los desafíos del desarrollo sostenible*. Obtenido de <http://www.uncuyo.edu.ar/centrosasuntosglobales/upload/barbero-jose-transporte-y-energia-uncuyo-ceag-seminario-11-4-14.pdf>
- CEPROEC. (Mayo de 2015). *Estimación del consumo de combustibles en el transporte terrestre en Ecuador*. Obtenido de https://econpapers.repec.org/scripts/redir.pf?u=http%3A%2F%2Fceproec.iaen.edu.ec%2Fdownload%2Fwps%282%29%2F2015_05.pdf;h=repec:cpe:cpewps:2015_05
- Consejo Privado de Competitividad. (2020). *Informe Nacional de Competitividad 2019-2020: Infraestructura, Transporte y Logística*.
- Defencarga. (2018). *Estudio sobre el balance de oferta y demanda para el transporte carga, sus implicaciones y oportunidades*.
- DNP. (2019). *Encuesta Nacional Logística 2018*. Obtenido de DNP: <https://onl.dnp.gov.co/es/Publicaciones/Paginas/Encuesta-Nacional-Log%C3%ADstica-2018.aspx>
- GFEI. (2016). *Estimating the Fuel Efficiency Technology Potential of Heavy-Duty Trucks in Major Markets Around the World*. Obtenido de <https://www.globalfueleconomy.org/media/404893/gfei-wp14.pdf>

Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1

ICCT. (Septiembre de 2017). *Transitioning to zero-emission heavy-duty freight vehicles*. Obtenido de https://theicct.org/sites/default/files/publications/Zero-emission-freight-trucks_ICCT-white-paper_26092017_vF.pdf

ICCT. (Mayo de 2018). *Fuel consumption testing of tractortrailers in the European Union and the United States*. Obtenido de https://theicct.org/sites/default/files/publications/EU_HDV_Testing_BriefingPaper_20180515a.pdf

Liimatainen, H., van Vliet, O., & Aplyn, D. (2019). The potential of electric trucks – An international commodity-level analysis. *Applied Energy*, 804-814.

Ministerio de Fomento. (Octubre de 2018). *Observatorio de costes del transporte de mercancías por carretera*. Obtenido de https://www.mitma.gob.es/recursos_mfom/listado/recursos/observatorio_de_costesoctubre2018.pdf

Ministerio de Transporte de Colombia. (2015). *Caracterización del transporte*.

MinTransporte. (2018). *Transporte en Cifras 2018*. Obtenido de MinTransporte: [https://plc.mintransporte.gov.co/Portals/0/Estudios%20BID/Transporte%20en%20Cifras%20-%20Estadisticas%202018%20\(4\).pdf?ver=2019-11-19-142924-863×tamp=1574191787084](https://plc.mintransporte.gov.co/Portals/0/Estudios%20BID/Transporte%20en%20Cifras%20-%20Estadisticas%202018%20(4).pdf?ver=2019-11-19-142924-863×tamp=1574191787084)

MinTransporte. (2019). *Mercado y Tecnologías Vehiculares en el Transporte de Carga*. Obtenido de <https://plc.mintransporte.gov.co/Portals/0/Estudios%20BID/MercadoTecnologiasVehiculosCarga02-2019-NN.pdf?ver=2019-02-08-104157-287>

MinTransporte. (14 de Febrero de 2020). *Mintransporte trabaja para renovar el 47% de los vehículos de carga con más de 20 años en 5 años*. Obtenido de MinTransporte: <https://www.mintransporte.gov.co/publicaciones/8124/mintransporte-trabaja-para-renovar-el-47-de-los-vehiculos-de-carga-con-mas-de-20-anos-en-5-anos/>

Rodrigue, J.-P. (2020). *Freight transportation and value chains. In the geography of transport systems*.

UPME. (2016). *Plan de Acción Indicativo de eficiencia energética 2017 2022*. Bogotá D.C.

UPME. (2018). *Primer Balance de Energía Útil para Colombia y cuantificación de las pérdidas energéticas relacionadas y la brecha de eficiencia energética*. Bogotá D.C.

UPME. (2019). *Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica*. Bogotá D.C.

Vergara, W., Fenhann, J. V., & Schletz, M. (2 de Octubre de 2015). *Zero Carbon Latin America - A Pathway for Net Decarbonisation of the Regional Economy by mid-century*. Obtenido de <http://parlatino.org/pdf/eventos/zero-carbon-alatina.pdf>

Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE | Producto 1

HOJA DE CONTROL

Preparado por

Steer
Carrera 7 No.71-52 Torre A Oficina 904
Edificio Carrera Séptima
Bogotá D.C. Colombia
+57 1 322 1470
www.steergroup.com

Preparado para

Unidad de Planeación Minero-Energética - UPME
Avenida Calle 26 No 69 D – 91 Torre 1, Oficina 901.

Nº Proyecto/propuesta Steer

23925301

Referencia cliente/nº proyecto

[Click here to enter text.](#)

Autor

Steer

Revisor/autorizador

Director del proyecto- German Lleras

Otros colaboradores

Diana Martínez (Gerente de proyecto)
Laura Cogollo
Nataly Saenz
Jeandres Chu
Juan Guillermo Acosta
Rutty Ortiz
Jose Castro

Distribución

Cliente: V1 Steer:

Versión

Producto 1_Transporte de carga_UPME_V1

Fecha

29/10/2020

