

Estructurar las bases del programa de reemplazo tecnológico de la flota oficial del país, para acelerar la adquisición de vehículos de bajas y cero emisiones para entidades públicas de orden nacional y sus oficinas territoriales



Estructurar las bases del programa de reemplazo tecnológico de la flota oficial del país, para acelerar la adquisición de vehículos de bajas y cero emisiones para entidades públicas de orden nacional y sus oficinas territoriales

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.

23698401

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	10
1 Introducción	12
2 Bases para la construcción de la estrategia	14
2.1 Justificación de la estrategia	14
2.2 Inventario de flota oficial de orden nacional del RUNT 2019	24
2.3 Encuesta de entidades oficiales de nivel nacional	31
3 Recomendación de cambio de flota por uso.....	44
3.1 Determinación del potencial de reemplazo.....	44
3.2 Pilares para la construcción de las bases del programa de reemplazo tecnológico de la flota oficial de orden nacional y sus oficinas territoriales.....	59
3.3 Bases del programa de reemplazo tecnológico	65
4 Recomendación infraestructura mínima de carga para entidades oficiales.....	78
4.2 Sistemas y niveles de recarga.....	78
4.3 Costos de referencia infraestructura de carga.....	81
4.4 Desafíos.....	83
4.5 Estimación de equipos de carga para Vehículo Eléctrico (EVSE)	83
4.6 Recomendaciones para tener en cuenta en el momento de la implementación de los sistemas de carga	87
5 Evaluación financiera y económica que viabilice el reemplazo	89
5.1 Evaluación financiera	89
5.2 Evaluación económica.....	114
6 Diseño y propuesta del sistema MRV para el proyecto	126
6.1 Aspectos generales del MRV	126
6.2 Esquema de flujo para el diseño del sistema MRV	128
7 Conclusiones.....	135
Referencias	139

Figuras

Figura 2.1: Emisiones nacionales de Gases de Efecto Invernadero (GEI) para el año 2012 por sector	14
Figura 2.2: Consumo final de energía por sector-Colombia 2018 (unidades en PJ).....	15
Figura 2.3: Resumen de objetivos o metas de los compromisos internacionales y nacionales.....	16
Figura 2.4: Interpretación de la iniciativa pública de uso de vehículos eléctricos expuesta en el Artículo 8 de la Ley 1964 de 2019.....	23
Figura 2.5: Distribución vehicular de la flota oficial nacional (octubre 2019).....	27
Figura 2.6: Distribución vehicular del inventario de flota oficial nacional recolectado (55 entidades)	31
Figura 2.7: Cantidad de vehículos registrados en el inventario recolectado por sector de la entidad (55 entidades).....	32
Figura 2.8: Cantidad de vehículos según clasificación de entidades de campo u oficina de la flota oficial nacional del inventario recolectado (55 entidades)	39
Figura 3.1: Comparación torque de motocicletas eléctricas y motocicletas de combustión interna	46
Figura 3.2: Comparación potencia de motocicletas eléctricas y motocicletas de combustión interna	47
Figura 3.3: Cilindrada motocicletas potencialmente reemplazables	48
Figura 3.4: Comparación potencia de camionetas SUV eléctricas y camionetas SUV de combustión interna	49
Figura 3.5: Comparación torque de camionetas SUV eléctricas y camionetas SUV de combustión interna	50
Figura 3.6: Comparación potencia de automóviles eléctricos y automóviles de combustión interna	51
Figura 3.7: Comparación torque de automóviles eléctricos y automóviles de combustión interna	52
Figura 3.8: Distribución por tipo de vehículo de flota potencialmente reemplazable – Escenario Base.....	55
Figura 3.9: Distribución por tipo de vehículo de flota potencialmente reemplazable – Escenario Optimista	56
Figura 3.10: Participación por energético escenario base.....	57
Figura 3.11: Participación por energético escenario optimista.....	58

Figura 3.11: Pilares para la construcción de la estrategia	59
Figura 3.12: Fases del programa.....	66
Figura 3.13: Propuesta estratégica de gestión	68
Figura 4.1: Proyecciones vehículos eléctricos que requieren carga pública	84
Figura 4.2: Localización entidades líderes de la ENME.....	86
Figura 4.3: Fotografías instalación de carga vehículos eléctricos Minenergía	87
Figura 6.1: Enfoques del sistema MRV	128
Figura 6.2: Esquema de flujo para el diseño del sistema MRV.....	129
Figura 6.3: Primera aproximación a las preguntas clave para el entendimiento de objetivos y metas del programa	129
Figura 6.4: Lineamientos iniciales del sistema MRV.....	130
Figura 6.5: Fuentes de información del sistema MRV.....	131
Figura 6.6: Consideraciones dentro de los procesos del sistema MRV	133
Figura 7.1: Políticas que reducen el consumo de energía y las emisiones debido al sector transporte.....	137

Tablas

Tabla 2.1: Metas de ahorro de combustible y aumento en el consumo de combustible para el periodo 2017 – 2022, según el PROURE.....	17
Tabla 2.2: Objetivos y funciones de las Entidades líderes de la Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica (ENME)	17
Tabla 2.3: Comparación de beneficios en emisiones y eficiencia energética de vehículos a gas natural, híbridos y eléctricos con respecto a los convencionales	19
Tabla 2.4: Alternativas disponibles por tipología vehicular de tecnologías de bajas emisiones (gas natural e híbrido)	21
Tabla 2.5: Parámetros que caracterizan la flota vehicular en el RUNT	25
Tabla 2.6: Clasificación de las categorías de clase de vehículo del RUNT	26
Tabla 2.7: Caracterización de flota oficial (RUNT 2019)	28
Tabla 2.8: Caracterización de flota oficial nacional del inventario recolectado (55 entidades)	32

Tabla 2.9: Características generales de la flota oficial nacional del inventario recolectado (55 entidades)	35
Tabla 2.10: Caracterización de la contratación de servicios externos de transporte de la flota oficial nacional del inventario recolectado (55 entidades)	36
Tabla 2.11: Estadísticos de las variables operacionales de la flota oficial nacional del inventario recolectado (55 entidades)	40
Tabla 2.12: Histograma de variables analizadas de la flota oficial nacional del inventario recolectado (55 entidades)	41
Tabla 3.1: Agrupación de tipos de vehículos para la identificación de criterios de potencial de reemplazo	44
Tabla 3.2: Criterios de potencial de reemplazo por corte temporal en escenario Base y Optimista	54
Tabla 3.3: Diferencia consumo energético por tipo de vehículo y combustible	56
Tabla 3.4: Programa de reemplazo entidades oficiales líderes de la ENME	65
Tabla 3.5: Sustitución potencial por tipología a 2025.	66
Tabla 3.6: Consideraciones del MOU.....	67
Tabla 3.7: Plan de acción	74
Tabla 4.1: Tipos de sistema de recarga y sus niveles.....	79
Tabla 4.2: Referencias de costos por tipo de cargador	82
Tabla 4.3: Recomendación infraestructura de carga programa vehículos oficiales de orden Nacional	85
Tabla 5.1: Definición sensibilidades tipo de reemplazo	90
Tabla 5.2: Definición sensibilidades reemplazo de baterías.....	91
Tabla 5.3: Definición sensibilidades estaciones de recarga.....	92
Tabla 5.4: Escenarios de comparación del modelo financiero	93
Tabla 5.5: Costo unitario de adquisición de vehículos (2019), en pesos colombianos de 2019	95
Tabla 5.6: Costo unitario de implementación de infraestructura de recarga (2019), en pesos colombianos de 2019.....	97
Tabla 5.7: Costo unitario de baterías de reemplazo (2019), en pesos colombianos de 2019.....	98
Tabla 5.8: Costo unitario de consumo de combustible y energía por kilómetro recorrido (2019), en pesos colombianos de 2019	98
Tabla 5.9: Costo unitario de mantenimiento por kilómetro recorrido (2019), en pesos colombianos de 2019	100

Tabla 5.10: Costo unitario de operación y mantenimiento de las estaciones de recarga por unidad (2019), en pesos colombianos de 2019	101
Tabla 5.11: Cantidad total de vehículos adquiridos por tipo de vehículo y combustible (2020 – 2035).....	101
Tabla 5.12: Caracterización por tipo de vehículo y tipo de combustible de la flota adquirida	103
Tabla 5.13: Distribución temporal de la flota adquirida.....	104
Tabla 5.14: Cantidad total de seguros SOAT requeridos por tipo de vehículo y combustible (2020 – 2035).....	105
Tabla 5.15: Distribución temporal de la flota para SOAT	107
Tabla 5.16: Actividad total de vehículos de la flota analizada por tipo de vehículo y combustible (2020 – 2035).....	108
Tabla 5.17: Distribución temporal de la actividad de la flota analizada.....	109
Tabla 5.18: Resultados CAPEX casos analizados (2020 – 2035)	110
Tabla 5.19: Resultados OPEX casos analizados (2020 – 2035)	111
Tabla 5.20: Resultados flujo de caja casos analizados (2020 – 2045)	112
Tabla 5.21: Factores de actividad por tipo de vehículo y combustible (2020 – 2035).....	115
Tabla 5.22: Factores de emisión por tipo de vehículo y combustible para CO ₂ eq, PM, CO, SO _x y NO _x en g/km.....	117
Tabla 5.23: Rendimientos por tipo de vehículo y combustible en kJ/km.....	118
Tabla 5.24: Reducción en contaminantes atmosféricos por el reemplazo de la flota oficial por vehículos eléctricos en los casos analizados.....	119
Tabla 5.25: Comparación de participación por tipo de vehículo y tipo de combustible con y sin proyecto – CO ₂ eq	120
Tabla 5.26: Comparación de participación por tipo de vehículo y tipo de combustible con y sin proyecto – PM	121
Tabla 5.27: Comparación de participación por tipo de vehículo y tipo de combustible con y sin proyecto – CO	122
Tabla 5.28: Comparación de participación por tipo de vehículo y tipo de combustible con y sin proyecto – SO _x	123
Tabla 5.29: Comparación de participación por tipo de vehículo y tipo de combustible con y sin proyecto – NO _x	124
Tabla 5.30: Disminución del consumo energético por el reemplazo de la flota oficial por vehículos eléctricos en los casos analizados.....	124

Tabla 5.31: Comparación de participación por tipo de vehículo y tipo de combustible con y sin proyecto – Consumo energético 125

Tabla 6.1: Parámetros de monitoreo de la medida de “Reemplazo de la flota de combustión del sector oficial por vehículos” del sistema MRV del PROURE 131

Tabla 6.2: Indicadores específicos para el Programa de reemplazo tecnológico de la flota oficial de nivel nacional y sus territoriales 134

Lista de siglas y abreviaciones

Siglas/abreviación	Definición
AC	Corriente Alterna
BEU	Balance de Energía Útil
BECO	Balance Energético Colombiano
BEV	Vehículos eléctricos operados por batería, siglas en inglés de Battery Electric Vehicle
BRT	Autobús de tránsito rápido. Sigla en inglés de Bus Rapid Transit
CAPEX	Inversiones en bienes de capital, gastos en capital. Contracción en inglés de capital expenditure
CONPES	Consejo Nacional de Política Económica y Social
COP 21	Vigésima primera reunión de la Conferencia de las Partes
DNP	Departamento Nacional de Planeación
ENME	Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica
EPM	Empresa de Servicios Públicos de Medellín y Colombia
EVSE	Equipos de Carga para Vehículo Eléctrico
FCEV	Vehículos eléctricos de pila de combustible, siglas en inglés de Fuel Cell Electric Vehicle
FENOGÉ	Fondo de Energías No convencionales y Gestión Eficiente de la Energía
FNCE	Fuentes No Convencionales de Energía
FOON	Flota oficial de orden Nacional
GEI	Gases de Efecto Invernadero, refiriéndose principalmente al dióxido de carbono (CO ₂), Metano (CH ₄) y los óxidos de nitrógeno (NO _x)
GJ	Gigajulio
GNV	Gas Natural Vehicular
HEV	Vehículos híbridos, introducción de un motor eléctrico además del convencional. Sigla en inglés de Hybrid Electric Vehicles.
ICEV	Vehículo convencional de gasolina con motor de combustión interna. Sigla en inglés de internal combustion engine vehicle
IVE	Modelo internacional de emisiones vehiculares, sigla en inglés de International Vehicle Emissions model
INGEI	Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero
KJ	Kilojulio
km	Kilómetro
MHEV	Vehículos eléctricos semihíbridos, siglas en inglés de Mild Hybrid Electric Vehicle

Siglas/abreviación	Definición
Minambiente	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Minenergía	Ministerio de Minas y Energía
Minhacienda	Ministerio de Hacienda y Crédito Público
Mintransporte	Ministerio de Transporte
MP/PM	Material Particulado, en inglés Particulate matter
MRV	Monitoreo, Reporte y Verificación
MOU	Memorando de entendimiento, sigla en inglés de Memorandum of Understanding
NOx	Óxidos nitrosos
ODS	Objetivos de desarrollo sostenible
OGP	Oficina de gestión de proyecto
OPEX	Gastos de funcionamiento, operativos, u operacionales. Contracción en inglés de operational expenditure
PAI	Plan de Acción Indicativo
PHEV	Vehículo híbrido eléctrico enchufable, sigla en inglés de plug-in hybrid electric vehicle
PND	Plan Nacional de Desarrollo
PROURE	Programa de Uso Racional y Eficiente de Energía.
RUNT	Registro Único Nacional de Tránsito
SOx	Óxidos de azufre
SUV	Vehículos Utilitarios Deportivos, sigla en inglés de Sport Utilities Vehicles
UPME	Unidad de Planeación Minero-Energética
VE	Vehículos eléctricos
VPN	Valor presente neto

1 Introducción

- 1.1 Las políticas nacionales de Colombia se han enfocado en abordar una transición tecnológica teniendo en cuenta la mejora de la eficiencia energética y considerando el cambio climático, todo esto en el marco de los compromisos adquiridos en la COP 21¹. De acuerdo con el Balance de Energía Útil para Colombia, el sector transporte del país es uno de los principales consumidores de energía presentado además altas ineficiencias², por lo que se hace necesario tomar acciones oportunamente de acuerdo con lo que establece Ley 1844 de 2017³.
- 1.2 Considerando lo anterior, el marco establecido por el Plan de Acción Indicativo de Eficiencia Energética 2017-2022 (PAI PROURE), adoptado por el Ministerio de Minas y Energía (Minenergía) mediante Resolución 41286 del 30 de diciembre de 2016, definió como una de sus líneas de acción de eficiencia energética en el sector transporte, la promoción de la adopción de vehículos con tecnología eléctrica por parte de las entidades públicas para su flota oficial.
- 1.3 Así mismo, la ley 1964 del 2019 por medio de la cual “se promueve el uso de vehículos eléctricos en Colombia y se dictan otras disposiciones” presenta los esquemas de promoción al uso de vehículos eléctricos (VE) y de cero emisiones, con el fin de contribuir a la movilidad sostenible y a la reducción de emisiones contaminantes y de gases de efecto invernadero.
- 1.4 Por otro lado, a través de sinergias entre el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente), Ministerio de Minas y Energía (Minenergía), Ministerio de Transporte (Mintransporte), Departamento Nacional de Planeación (DNP) y la UPME, entre otros actores⁴, se consolidó en el 2019 la Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica (ENME) que tiene como objetivo definir las acciones que permitan acelerar la transición hacia la movilidad eléctrica, teniendo como meta la incorporación de 600.000 vehículos eléctricos a 2030.
- 1.5 En línea con lo anterior, el objeto de este estudio se convierte en el resultado de los segmentos priorizados para alcanzar esta meta, que atiende la penetración de tecnologías eléctricas en la primera línea de acción de la ENME, Instrumentos regulatorios y de política, y busca como resultado

¹ Vigésima primera reunión de la Conferencia de las Partes (COP 21) de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) desarrollado en París en el año 2015.

² Estas ineficiencias se refieren a nivel de consumo final, pues solo el 24 % de la energía usada se convierte en energía útil; en este sentido el sector transporte es el responsable del 53.86 % del total de las pérdidas en energía del país. BEU (UPME, 2018)

³ Ley 1844 de 2017 por medio de la cual se aprueba el “Acuerdo de París”.

⁴ Apoyaron ONU, medio ambiente y MOVE Movilidad eléctrica en Latinoamérica.

establecer las condiciones que viabilicen el programa de transición a través de la incorporación de vehículos oficiales más eficientes de cero y bajas emisiones de manera efectiva y eficiente.

1.6 Este informe responde al segundo entregable de la consultoría encomendada por la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME) a través del contrato C-034-2019 para la elaboración del estudio que tiene por objeto: *La estructuración de las bases del programa de reemplazo tecnológico de la flota oficial del país, para acelerar la adquisición de vehículos de bajas y cero emisiones para entidades públicas de orden nacional y sus oficinas territoriales.*

1.7 Los productos de este entregable corresponden a:

- Etapa 2:
 - b. Recomendación de cambio de flota por uso con porcentajes de participación por energético antes y después de implementada la estrategia con visión a cinco (5) y quince (15) años.
 - c. Recomendación infraestructura mínima de carga para entidades oficiales de acuerdo con la flota de cada entidad, identificando los costos asociados a esta infraestructura.
 - d. Evaluación económica y financiera que viabilice el reemplazo, teniendo en cuenta los requerimientos de infraestructura para la implementación del programa así como el impacto fiscal, la identificación de fuentes de financiación y/o análisis financiero (CAPEX y OPEX) que permitan materializar el reemplazo en flotas oficiales por vehículos de cero y bajas emisiones
- Etapa 3:
 - e. Diseño y propuesta del sistema Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) para el proyecto

1.8 Es así como el informe sigue la siguiente estructura después de esta introducción:

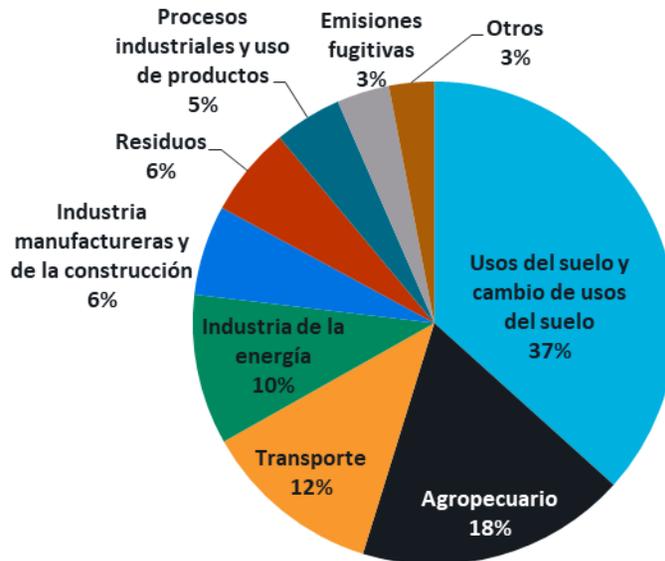
- Capítulo 2: Bases para la construcción de la estrategia. Este capítulo resume de manera muy general las condiciones de la información disponible base para el desarrollo de la estrategia y los supuestos sobre los cuales se parte.
- Capítulo 3: Recomendación de cambio de flota por uso con visión a cinco (5) y quince (15) años. Este capítulo demuestra el potencial de cambio en un plan de corto y largo plazo, de acuerdo con las condiciones de funcionamiento de los vehículos y las circunstancias realistas que ofrece y ofrecerá el mercado. De igual manera se presentan los principales hallazgos asociados a la investigación de los cinco pilares elegidos para tener en cuenta la construcción del programa de reemplazo. Así como las bases de la estrategia para la materialización del proyecto.
- Capítulo 4: Recomendaciones de infraestructura mínima de carga para entidades oficiales de acuerdo con la flota de cada entidad. En este capítulo se identifica los sistemas de carga y se describen los costos asociados a estos mismos.
- Capítulo 5: Este capítulo describe la metodología construida para realizar la evaluación económica y financiera que viabilice el reemplazo. Aquí se presentan los principales supuestos a considerar y tener en cuenta en el desarrollo del modelo financiero.
- Capítulo 6: Diseño y propuesta del sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación.
- Capítulo 7: Conclusiones

2 Bases para la construcción de la estrategia

2.1 Justificación de la estrategia

2.1 Al ser Colombia uno de los países de mayor biodiversidad y privilegiado por los recursos naturales, ha establecido como tema prioritario la necesidad de reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y contaminantes del aire que afectan la salud de la población. En este sentido, el sector transporte conlleva una responsabilidad relevante al participar con el 12 % del total de las emisiones del país en el año 2012 (29 millones de toneladas de CO₂ equivalente), las cuales se proyecta que para el año 2030 aumenten a 40 millones de toneladas de CO₂ equivalente (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, & Cancillería, 2016).

Figura 2.1: Emisiones nacionales de Gases de Efecto Invernadero (GEI) para el año 2012 por sector

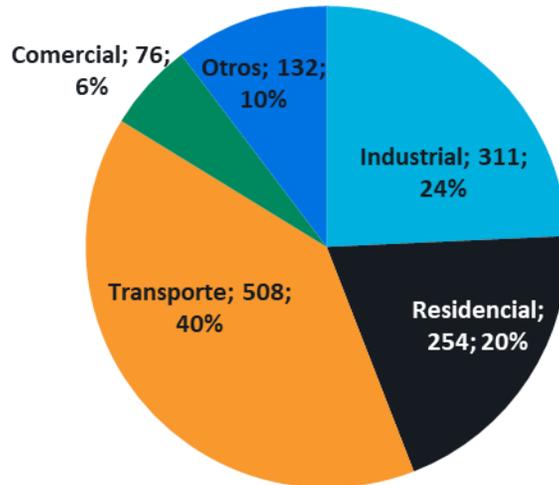


Fuente: Steer 2019, a partir del Inventario Nacional de emisiones 2016 (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, & Cancillería, 2016).

2.2 Adicional a esta problemática ambiental, de acuerdo con el Balance de Energía Útil para Colombia, el sector transporte del país es uno de los principales consumidores de energía con altas ineficiencias a nivel de consumo final, pues solo el 24 % de la energía usada se convierte en energía útil; en este sentido, el sector transporte es el responsable del 53.86 % del total de las pérdidas en

energía del país (UPME, 2018). Se ha proyectado que el potencial del sector puede aumentar entre 1.5 y 2.7 veces la energía útil y reducir los costos de dichas ineficiencias que se estiman entre 2,400 a 6,000 millones de dólares al año (UPME, 2018). Así, el sector transporte es aquel que presenta el mayor consumo de energía, donde el modo carretero es el más representativo entre los demás modos (88 %), además de generar una importante cantidad de emisiones de GEI y otros contaminantes.

Figura 2.2: Consumo final de energía por sector-Colombia 2018 (unidades en PJ)



Fuente: Steer 2019, a partir de BEU (UPME, 2018)

2.3

Considerando lo anterior, el Gobierno Nacional, ha incluido compromisos internacionales como los definidos en las Leyes 1844 de 2017⁵ y 1931 de 2018⁶, donde se adopta el “Acuerdo de París” y se establecen las directrices para la gestión del cambio climático. Respecto a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2018 – 2022 y los CONPES 3819⁷, CONPES 3934⁸ y CONPES 3943⁹ han definido metas específicas con relación a la inclusión de vehículos eléctricos para fomentar el transporte sostenible en el país, acompañado de programas y

⁵ Por medio de la cual se aprueba el “Acuerdo de París”, adoptado el 12 de diciembre de 2015, en París, Francia.

⁶ Por la cual se establecen directrices para la gestión del cambio climático.

⁷ Estrategia para la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en Colombia.

⁸ Política de crecimiento verde.

⁹ Política para el mejoramiento de la calidad del aire.

estrategias como el Programa de Uso Racional y Eficiente de Energía (PROURE)¹⁰ y la Estrategia Nacional Movilidad Eléctrica (ENME).

Figura 2.3: Resumen de objetivos o metas de los compromisos internacionales y nacionales

“Acuerdo de París” COP 21	Reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, en el contexto del desarrollo sostenible y de los esfuerzos por erradicar la pobreza	
Ley 1844 de 2017	Reducir sus emisiones de GEI en un 20 % con respecto a las emisiones proyectadas para el año 2030	
Ley 1931 de 2018	La promoción de las fuentes no convencionales de energía renovable y de eficiencia energética es una herramienta para la mitigación de GEI en la gestión del cambio climático.	
ODS 2030	Se debe reducir el número de muertes y enfermedades producidas por la contaminación del aire, facilitar el acceso a la investigación y las tecnologías energéticas no contaminantes	
PND 2018 - 2022	Aumentar el ingreso de vehículos limpios a través de la formulación e implementación de una estrategia que fomente el transporte sostenible. Al final del 2022: 6,600 vehículos eléctricos Meta acumulada de ahorro sector transporte a 2022: 5.49 % del consumo total de la energía nacional	PROURE
CONPES 3819 CONPES 3934 CONPES 3943	Promover la inversión en infraestructura energética y tecnologías limpias al año 2030. Meta año 2030: incorporación de 600,000 vehículos eléctricos	ENME
Ley 1964 de 2019	Promueve el uso de vehículos eléctricos en Colombia por medio de beneficios a sus propietarios	

Carácter internacional
 Carácter nacional
 Programas/estrategias

Fuente: Steer 2019, a partir de los documentos nombrados.

2.4 Aunque la anterior figura incluye metas de calidad del aire y eficiencia energética para el sector transporte en general, el marco establecido por el Plan de Acción Indicativo de Eficiencia Energética 2017-2022 (PAI PROURE), adoptado por el Ministerio de Minas y Energía mediante Resolución 41286 del 30 de diciembre de 2016, estableció las siguientes metas indicativas de eficiencia energética desagregadas para el sector transporte y por energético y definió la promoción de la adopción de vehículos con tecnología eléctrica por parte de las entidades públicas para su flota oficial como una de sus líneas de acción de eficiencia energética de dicho sector.

¹⁰ Adoptado por el Ministerio de Minas y Energía mediante Resolución 41286 del 30 de diciembre de 2016

Tabla 2.1: Metas de ahorro de combustible y aumento en el consumo de combustible para el periodo 2017 – 2022, según el PROURE

ACPM	Gasolina	GNV	Electricidad	GLP	GNL
BDC	BDC	MPCD	GWh	BDC	BDC
83,985.28	126,902.07	24.67	-48.72	-2,533.43	-2,712.84

ACPM	Gasolina	GNV	Electricidad	GLP	GNL	Ahorro neto de energía
TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ
188,580.91	236,094.29	8,815.05	-1,751.34	-3,704.52	-3,626.21	424,408

Fuente: (Ministerio de Minas y Energía; UPME, 2016).

Tabla 2.2: Objetivos y funciones de las Entidades líderes de la Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica (ENME)

Entidad líder	Objetivos y funciones
Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME)	<ul style="list-style-type: none"> • Planear en forma integral, indicativa, permanente y coordinada con los agentes del sector minero energético, el desarrollo y aprovechamiento de los recursos mineros y energéticos • Producir y divulgar la información requerida para la formulación de política y toma de decisiones • Apoyar al Ministerio de Minas y Energía en el logro de sus objetivos y metas
Ministerio de Minas y Energía	<ul style="list-style-type: none"> • Formular, adoptar, dirigir y coordinar las políticas, planes y programas del Sector de Minas y Energía • Formular, adoptar, dirigir y coordinar la política en materia de uso racional de energía y el desarrollo de fuentes alternativas de energía y promover, organizar y asegurar el desarrollo de los programas de uso racional y eficiente de energía
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente)	Organismo rector de la gestión del ambiente y de los recursos naturales renovables, encargado de orientar y regular el ordenamiento ambiental del territorio y de definir las políticas y regulaciones a las que se sujetarán la recuperación, conservación,

Entidad líder	Objetivos y funciones
	protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y del ambiente de la nación, a fin de asegurar el desarrollo sostenible , sin perjuicio de las funciones asignadas a otros sectores.
Departamento Nacional de Planeación (DNP)	<ul style="list-style-type: none"> • Coordinar la formulación del Plan Nacional de Desarrollo • Promover la efectividad de las políticas y proyectos de inversión pública a partir de su seguimiento y evaluación • Liderar la asignación y promover el uso efectivo de los recursos de inversión pública • Priorizar, de acuerdo con los objetivos y metas del Plan Nacional de Desarrollo los programas y proyectos del Plan Operativo Anual de Inversiones (POAI) para su incorporación en la Ley Anual del Presupuesto
Ministerio de Transporte (Mintransporte)	Organismo del Gobierno Nacional encargado de formular y adoptar las políticas, planes, programas, proyectos y regulación económica del transporte, el tránsito y la infraestructura, en los modos carretero, marítimo, fluvial, férreo y aéreo del país.

Fuente: Steer 2019, a partir de las páginas web y los decretos de creación de las entidades nombradas.

- 2.5 En línea con lo anterior, el objeto de este estudio atiende la penetración de tecnologías eléctricas en las entidades oficiales de nivel Nacional y sus oficinas territoriales, lo cual hace parte de la primera línea de acción de la ENME, Instrumentos regulatorios y de política, y busca como resultado establecer las condiciones que viabilicen el programa de transición a través de la incorporación de vehículos más eficientes de cero y bajas emisiones de manera efectiva y eficiente.
- 2.6 Se define como vehículo de cero emisiones a aquel que “no emite sustancias contaminantes a través del tubo de escape generadas por la fuente de propulsión del vehículo” (AAVEA, 2013), esta definición se refiere a las emisiones directas producidas por el vehículo (tubo de escape y procesos evaporativos) y no incluye a las emisiones asociadas al ciclo completo de producción del energético utilizado para impulsar el vehículo (C40 Cities climate leadership group, 2016). Por su parte, se entiende por vehículo de bajas emisiones al que emite significativamente menos niveles de emisiones que los vehículos del modelo promedio del año actual (Concerned Scientists, 2012).
- 2.7 Dentro de este último grupo se puede incluir una gran variedad de tipos de vehículos y tecnologías con diferentes niveles de emisión, incluyendo los biocombustibles, vehículos híbridos eléctrico enchufable (PHEV, por sus siglas en inglés), vehículos eléctricos semihíbridos (MHEV, por sus siglas en inglés), vehículos a Gas Natural, entre otros. Por su parte, pocas tecnologías se clasifican como de cero emisiones “puras” encontrando a los vehículos eléctricos operados por batería (BEV, por

sus siglas en inglés) y los vehículos eléctricos de pila de combustible (FCEV, por sus siglas en inglés) o también conocido como vehículos de hidrógeno (ICCT, 2019).

- 2.8 El uso de motores a gas en vehículos, así como el uso de vehículos híbridos que para su funcionamiento con motor eléctrico requieren además un motor térmico de combustión; son consideradas tecnologías de transición. Aunque esta tecnología es considerada de bajas emisiones, al igual que la gasolina y el diésel, los motores a Gas (GNV y GLP) son máquinas eminentemente térmicas con bajas eficiencias y siguen emitiendo Gases de efecto invernadero a lo largo de su vida útil.
- 2.9 La barrera más grande de los vehículos a Gas Natural en el momento en que se escribe este informe es la incertidumbre en el mediano y corto plazo sobre la provisión local del mismo a precios razonables para que el parque automotor pueda utilizarlo. Si se aumenta el consumo y no cambian las perspectivas de explotación se debe depender de una infraestructura de importación para contar con ese combustible (Alegre & Ibáñez, 2017). En el Balance de Gas Natural realizado por la UPME en el año 2017 se estima una relación reservas producción de gas para el año 2025 de 4 años y para el 2029 de tan solo un año; lo que indica que para el año 2030, si se mantiene el ritmo actual de las reservas, Colombia tendría que depender de la importación de este recurso (UPME, 2017). Esta situación no es una crítica directa a este tipo de energético ni a la tecnología vehicular correspondientes sino una reflexión sobre la sostenibilidad a mediano y largo plazo del consumo a precios razonables para lograr los efectos sobre la eficiencia energética y de emisiones buscadas por los planes y compromisos antes mencionados.
- 2.10 Respecto a los vehículos híbridos, estos requieren de un motor de combustión interna por lo que su eficiencia energética está entre 31 % y 49 % según el tipo de energético convencional que utilice. Así mismo, aporta emisiones y en particular gases de efecto invernadero – GEI en su proporción de aporte de potencia al movimiento del vehículo, así como a la generación de carga a las baterías según el ciclo en que este trabajando.

Tabla 2.3: Comparación de beneficios en emisiones y eficiencia energética de vehículos a gas natural, híbridos y eléctricos con respecto a los convencionales

Variable	Convencional	Gas natural	Híbrido	Vehículos eléctricos
CO ₂	100 % (porcentaje de comparación)	- 11 % ¹¹	- 23 % ¹²	-100 %

¹¹ (U.S. Department of energy, 2019)

¹² (Matt de Prez, 2019)

Variable	Convencional	Gas natural	Híbrido	Vehículos eléctricos
Eficiencia energética	14 % - 32 % ¹³	30 % ¹⁴	31 % - 49 % ¹⁵	60 % - 62 % ¹⁶
Riesgos por las reservas del energético	Depende de las reservas de petróleo a largo plazo.	Depende de las reservas de gas natural a largo plazo. Competiría con las necesidades de otros usos residenciales e industriales.	Depende de las reservas de los energéticos convencionales a largo plazo y de la capacidad de la matriz energética de Colombia.	Depende de la capacidad de la matriz energética de Colombia.

Fuente: Steer 2019, a partir de (U.S. Department of energy, 2019), (Matt de Prez, 2019) y (Endesa, 2018).

2.11 En resumen, aun cuando el costo de adquisición de vehículos eléctricos es alto, no existe una diferencia significativa con el precio de un híbrido o de bajas emisiones, y a pesar de esto, la eficiencia energética de estos últimos y la reducción de emisiones es menor, además de que no se observa beneficios en costos de operación debido a que sigue teniendo un motor a combustión. Otros documentos que fundamenta esto indican que:

- Los vehículos eléctricos, aunque son más costosos, tienen una eficiencia de casi cinco (5) veces mayor que la de un vehículo de combustión (60 % - 62 % vs. 14 % - 32 %) (Ministerio de Minas y Energía; UPME, 2016).
- Los motores a Gas (GNV y GLP), gasolina y diésel son máquinas eminentemente térmicas con eficiencias menores: “El vehículo convencional con motor de combustión interna, tiene una eficiencia global del 25%, desaprovechándose el 75% restante (por rozamientos dentro del motor o en la tracción o los propios factores termodinámicos limitadores del rendimiento en los motores de explosión).” (Energía y sociedad, 2019).
- El número de componentes de un motor eléctrico es muy inferior a los componentes y piezas en movimiento de un motor térmico de combustión interna: “(el motor de) un coche eléctrico es relativamente mucho más simple de construir que uno de combustión, pues únicamente cuenta con 20 piezas móviles frente a las 2.000 o más (de un motor de combustión interna)” (HYE, 2018).
- Los vehículos a gas siguen aportando gases de efecto invernadero (GEI): Un estudio de Transport & Environment (Transport & Environment, 2018) pone en serias dudas los beneficios del gas natural en el transporte como un medio eficaz para reducir las emisiones

¹³ (Ministerio de Minas y Energía; UPME, 2016)

¹⁴ (Endesa, 2018)

¹⁵ Según combustible convencional usado

¹⁶ Según origen de la electricidad (Ministerio de Minas y Energía; UPME, 2016).

de efecto invernadero. “Aunque por los tubos de escape salen menos contaminantes que usando gasóleo o gasolina, si se consideran las posibles fugas del metano desde que se extrae hasta que se quema, los beneficios del GNC/GNL son dudosos.”

- 2.12 Considerando lo anterior, aunque el objeto del proyecto incluya tanto tecnología de bajas emisiones como de cero, uno de los resultados de la investigación es que, bajo las problemáticas de emisiones y consumo de energía de Colombia, se hace necesario realizar el cambio tecnológico de manera inmediata a vehículos eléctricos y no iniciar con una transición desde vehículos de bajas emisiones, esto sujeto a la disponibilidad de vehículos de cero emisiones tal como ya lo considera la legislación vigente de referencia para este estudio (Ley 1964 de 2019). En todo caso es necesario mencionar que ante la ausencia de vehículos de cero emisiones y la necesidad de reemplazar flota basada en motores de combustión interna pura, las tecnologías de transición como pueden ser el GNV o algunos híbridos son preferibles que aquellas que no ofrecen mejoras en cuánto emisiones directas.
- 2.13 Una vez revisados los aspectos de eficiencias y de emisión de gases de efecto invernadero – GEI, como un soporte de guía, a continuación se presentan opciones a contemplar como reemplazo en caso de no optar por las tecnologías de vehículos eléctricos en las tipologías en las que existan aplicaciones y disponibilidad en el mercado.

Tabla 2.4: Alternativas disponibles por tipología vehicular de tecnologías de bajas emisiones (gas naturales e híbrido)

TIPO VEHÍCULO	CON ALTERNATIVA INMEDIATA A GAS	CON ALTERNATIVA INMEDIATA HIBRIDA	OBSERVACIÓN
Motocicleta	No	No	Hay prototipos híbrido
Camioneta	No	Si	Hay conversiones a gas
Campero	No	No	
Automóvil	No	Si	
Camión	Si	Si	
Volqueta	No	No	
Bus	Si	No	
Microbús	No	No	
Buseta	Si	No	
Tractocamión	Si	Si	Hay camiones a gas en prueba y prototipos híbridos
Cuatrimoto	No	No	

Fuente: Steer 2019, con base en análisis de mercado.

- 2.14 Por otro lado, a partir de información obtenida desde el Departamento Administrativo de la Función Pública, entidad del Gobierno Nacional que se encarga de la gestión de los servidores públicos y las instituciones en todo el territorio Nacional, se identificaron en total 279 entidades de orden Nacional activas. Es importante mencionar que en dicha base de datos recibida no se

presenta información respecto a las oficinas territoriales de las entidades de orden nacional; por lo anterior se realizó una investigación directa en los sitios web de cada una de las entidades para identificar sus oficinas asociadas en territorio. De este ejercicio resultó un número de 1,791 oficinas territoriales de orden nacional¹⁷.

- 2.15 Frente a esto, un primer esfuerzo importante desde el Gobierno Nacional fue la sanción de la Ley 1964 de 2019 por medio de la cual “se promueve el uso de vehículos eléctricos en Colombia y se dictan otras disposiciones” presenta los esquemas de promoción al uso de vehículos eléctricos (VE) y de cero emisiones, con el fin de contribuir a la movilidad sostenible y a la reducción de emisiones contaminantes y de gases de efecto invernadero. La meta definida en el Artículo 8. Iniciativa pública de uso de vehículos eléctricos es la siguiente:

“Dentro de los seis (6) años a la entrada en vigencia de la presente ley, el Gobierno Nacional en su conjunto, los municipios de categoría 1 y Especial exceptuando los de Tumaco y Buenaventura y los prestadores del servicio público de transporte deberán cumplir con una cuota mínima del treinta (30) por ciento de vehículos eléctricos en los vehículos que anualmente sean comprados o contratados para su uso, teniendo en cuenta las necesidades de cada entidad para el caso del Gobierno Nacional y la infraestructura con que cuenten.

Parágrafo 1: La anterior disposición sólo aplicará para los segmentos de vehículos eléctricos que para la fecha en que se compren o contraten, tengan una oferta comercial en Colombia.

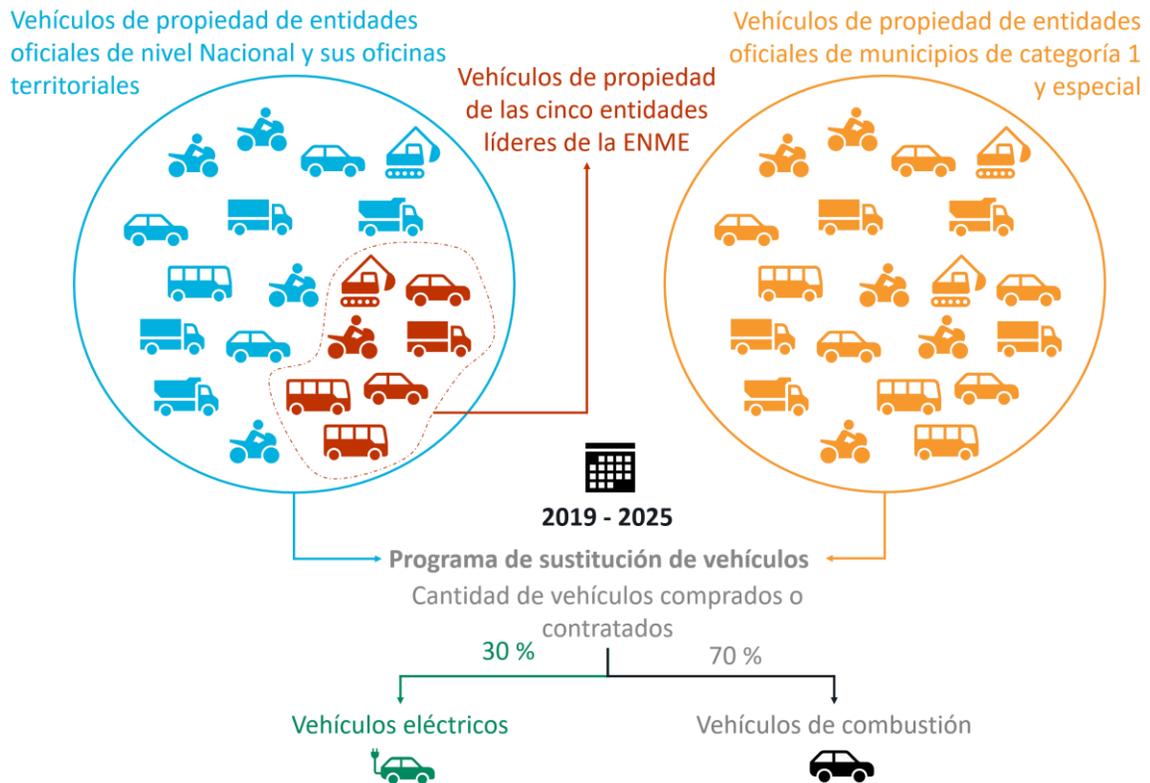
Parágrafo 2: La Contraloría General de la República será la entidad encargada de hacer seguimiento y control al cumplimiento del presente artículo (...)”

- 2.16 Respecto a la interpretación de esta meta cabe considerar lo siguiente:

- La vigencia de la iniciativa es desde el año 2019 hasta el 2025.
- Se incluye en un primer grupo al Gobierno Nacional, correspondiente a las entidades oficiales de nivel nacional y sus oficinas territoriales, el cual hace parte del objeto de este proyecto e incluye las cinco entidades líderes de la ENME.
- Un segundo grupo son los municipios de categoría 1 y especial, con algunas excepciones, que no hacen parte del objeto del presente proyecto, pero que tienen la oportunidad de adoptar la estrategia de reemplazo tecnológico de vehículos que resulte de este.
- El porcentaje de vehículos eléctricos se hace efectivo con relación a la cantidad de vehículos nuevos comprados o contratados, es decir, está sujeto a un plan de sustitución, que a la fecha no está definido ni considera ninguna obligación de realizarlo.

¹⁷ De las cuales 768 corresponden a sucursales del Banco Agrario.

Figura 2.4: Interpretación de la iniciativa pública de uso de vehículos eléctricos expuesta en el Artículo 8 de la Ley 1964 de 2019



Fuente: Steer 2019, a partir de Ley 1964 de 2019.

- 2.17 Sin embargo, no existe a la fecha, la formulación de un plan de sustitución de flota oficial, por lo que no se conoce la cantidad de vehículos que pueden adquirir o contratar las entidades, lo que impide que la meta expuesta en el artículo anterior sea definida en valores absolutos. Así mismo, el porcentaje de reemplazo definido como 30 % es una cuota mínima que incluso permite que no sea necesario cumplirla en dado caso de que las entidades no contratan ni reemplacen su flota en el periodo de seis años.
- 2.18 El presente proyecto resulta en la estructuración de las bases del programa de reemplazo tecnológico de la flota oficial del país, para acelerar la adquisición de vehículos de bajas y cero emisiones para entidades públicas de orden nacional y sus oficinas territoriales, para lo cual la metodología se basó en tres fases principales:
- 2.19 En la primera fase se contactó a las entidades para que diligenciaran una encuesta con características técnicas y operacionales de los vehículos de su propiedad, con una tasa de respuesta del 18 %, 55 entidades respondieron la encuesta diligenciada obteniendo un total de 1,171 vehículos inventariados. Por su parte, el RUNT con corte a junio de 2019 permitió estimar un total de vehículos oficiales de nivel nacional activos es de 71,401.
- 2.20 Se realizó un procesamiento comparativo entre estas dos bases de datos, identificando que:

- Las entidades se pueden clasificar según el uso prioritario de sus vehículos en: urbano (oficina), rural o zonas de difícil acceso (rural) y defensa, teniendo requerimientos de operación para sus vehículos específicas para cada grupo.
- El 47 % de las entidades que respondieron la encuesta contrata servicios externos de transporte.
- Los vehículos que utilizan las entidades oficiales de nivel nacional se componen de:
 - Vehículos que son de su propiedad registrados en el RUNT como servicio oficial
 - Vehículos que son de su propiedad registrados en el RUNT como servicio particular
 - Vehículos que contratan

Por esto, se concluye que la flota de uso oficial es mayor a la flota con categoría oficial reportada en el RUNT. Sin embargo, al no contar con información confiable que permita realizar los estimativos adicionales, el RUNT será la fuente para las siguientes estimaciones alertando sobre la necesidad de planificar acciones más allá de la compra para lograr los objetivos planteados.

2.21 Adicionalmente, se levantó información por medio de entrevistas con distribuidores de vehículos eléctricos para la definición de su mercado en el país y las condiciones para que un vehículo sea reemplazable, al mismo tiempo en el que se desarrollaba un taller con las entidades para identificar las barreras, oportunidades, necesidades y aspectos clave para el programa de reemplazo.

2.22 En la segunda fase se generó el análisis de la información con el fin de definir los lineamientos para el programa, el cual se fundamenta en un primer grupo de entidades que generarían el ejemplo del reemplazo tecnológico de su flota para el año 2020, enmarcado por las cinco entidades líderes de la ENME, las cuales según el inventario recolectado tienen un total de 127 vehículos, de los cuales 29 automóviles tienen potencial de reemplazo a vehículos eléctricos en el corto plazo, y con esto, se genera la oportunidad de aumentar la red de infraestructura destinada para su recarga.

2.23 Las bases para la construcción de la estrategia fueron:

- Inventario de flota oficial del orden Nacional RUNT 2019
- Encuesta de entidades oficiales de nivel nacional

2.2 Inventario de flota oficial de orden nacional del RUNT 2019

2.1 Con fines exclusivos para el desarrollo del presente proyecto se obtuvo la base de los vehículos de servicio oficial con la relación de propietarios activos que están registrados en el RUNT a corte del 07 de octubre de 2019¹⁸. Es importante reconocer que el concepto de vehículo oficial hace referencia a aquel que se utiliza en cualquier entidad pública y no identifica si esta es de orden Nacional, regional o local. Por lo anterior, para efectos del objeto del presente estudio fue necesario realizar el cruce con la base de entidades identificadas anteriormente para reconocer la flota de orden Nacional.

2.2 Ante esto, cabe resaltar que el campo de propietario de la base del RUNT no se encuentra homologado, lo que resulta en que una misma entidad se registre con diferentes nombres y

¹⁸ Radicado RUNT: R201918751.

Números de Identificación Tributaria (NIT), por lo que fue necesario realizar el procesamiento para homogenizar esta información. Adicionalmente, se encontró que existían vehículos a propiedad de entidades que ya no existen, por lo que se le asignó a la entidad que reemplazó sus funciones; sin embargo, en algunos casos no fue posible, debido a que se disolvió en más de una entidad y no hay registro del traspaso de sus bienes en los decretos de liquidación, modificación y/o creación.

2.3 Los parámetros que se incluyen en la base del RUNT que son útiles para el objeto de este proyecto son:

Tabla 2.5: Parámetros que caracterizan la flota vehicular en el RUNT

Parámetro	Descripción
Tipo de servicio	Oficial, no se incluyeron los demás.
Año de registro	Año
Estado del vehículo	Activo – Cancelado – Inconsistente
Ciudad	Ciudad donde está registrado el vehículo
Departamento	Departamento donde está registrado el vehículo
Placa	Placa del vehículo
Clase de vehículo	Automóvil, bus, buseta, camión, camioneta, campero, ciclomotor, cuadriciclo, cuatrimoto, microbús, motocarro, moto triciclo, motocicleta, maquinaria agrícola, maquinaria industrial, remolque, semirremolque, tractocamión, volqueta, sin clase
Línea	Línea del vehículo
Marca	Marca del vehículo
Ejes	Ejes del vehículo
Modalidad de servicio	Pasajeros, carga, mixto, especiales, sin información
Cilindraje	Expresado en centímetros cúbicos
Carrocería	Tipo de carrocería del vehículo
Chasis	Chasis del vehículo
Tipo de combustible	Gasolina, GNV, diésel, gasolina-gas, eléctrico, gasolina-eléctrico
Modelo	Año del modelo
Vehículo blindado	Sí/No
Nivel de blindaje	2-6
Pasajeros sentados	En cantidad
Capacidad de carga	En kilogramos
Nombre propietario	Nombre de la entidad propietaria
Número de documento	Número de identificación del propietario

Fuente: Steer 2019, a partir de RUNT 2019.

2.4 El análisis de este apartado agrupa las categorías vehiculares del RUNT de la siguiente manera:

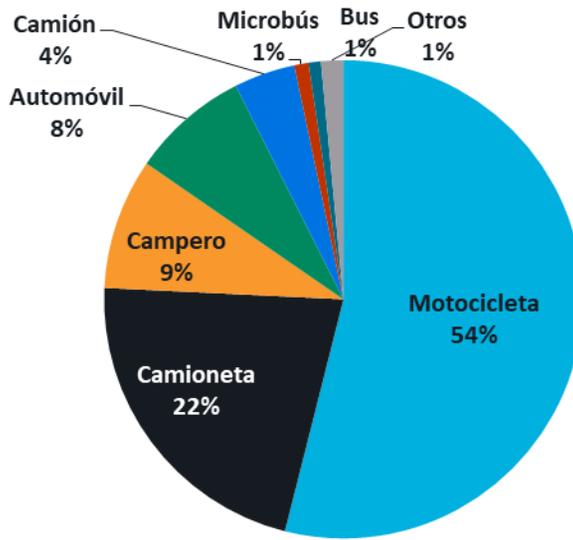
Tabla 2.6: Clasificación de las categorías de clase de vehículo del RUNT

Categoría vehicular	Clase de vehículo RUNT
Motocicleta	Motocicleta
Camioneta	Camioneta
Campero	Campero
Automóvil	Automóvil
Microbús	Microbús
Bus	Bus
Camión	Camión
Otros	Buseta
	Volqueta
	Cuatrimoto
	Tractocamión
	Motocarro
	Agrícola
	Industrial
	Moto triciclo
	Semirremolque
	Cisterna
	Grúa
	Camión carga extensa
	Ciclomotor
Sin clase	

Fuente: Steer 2019, a partir de RUNT 2019.

2.5 De acuerdo con la base procesada, la flota oficial del país a corte del 7 de octubre del 2019 se compone de 170,700 vehículos activos, de los cuales 71,401 pertenecen a entidades oficiales de nivel nacional que se distribuyen en 38,508 motocicletas, 15,589 camionetas, 6,321 camperos, 5,675 automóviles, 2,952 camiones, 689 microbuses, 595 buses y 1,072 de otros tipos; lo que refleja que más de la mitad de los vehículos objeto de este proyecto son motocicletas.

Figura 2.5: Distribución vehicular de la flota oficial nacional (octubre 2019)

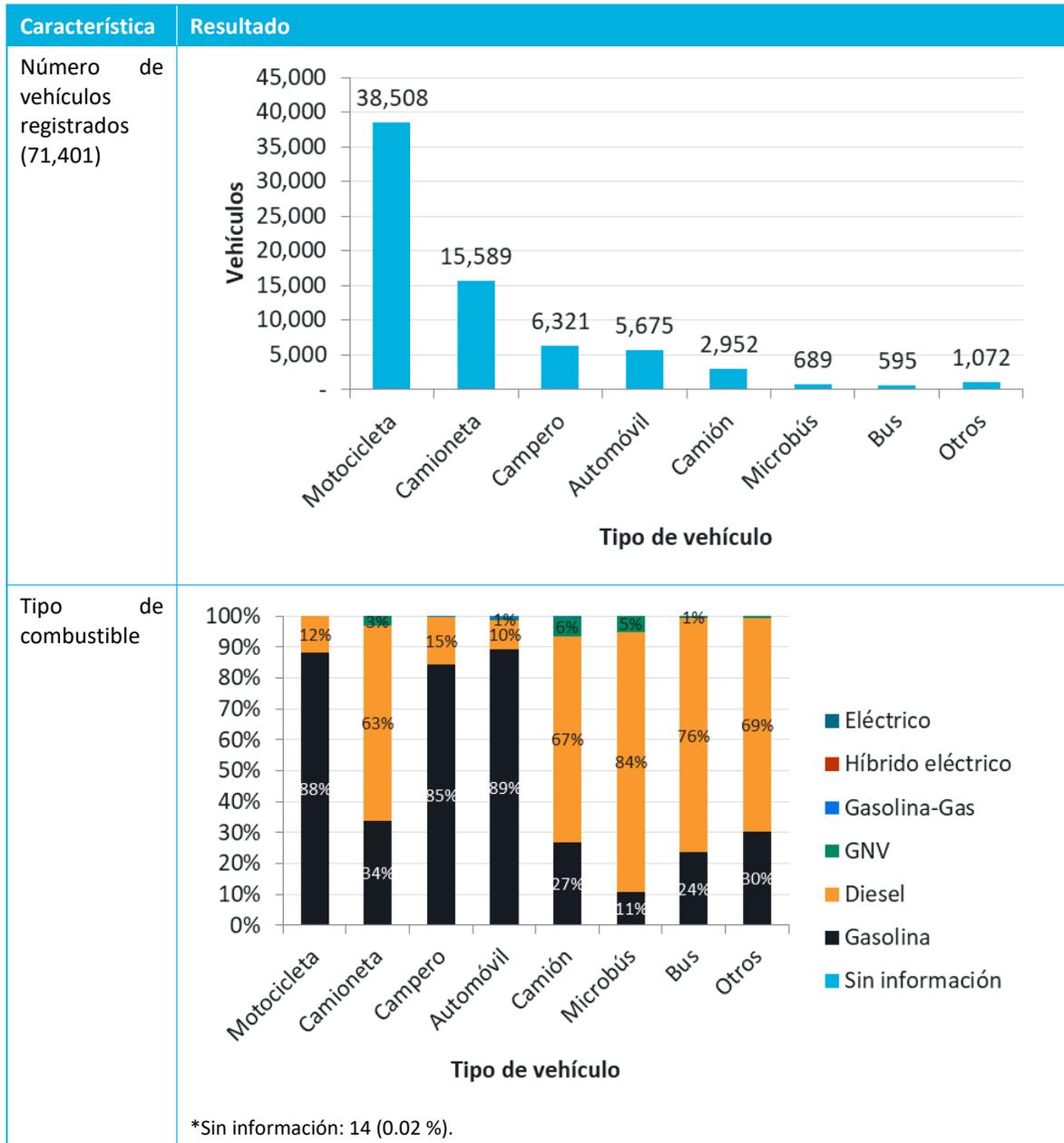


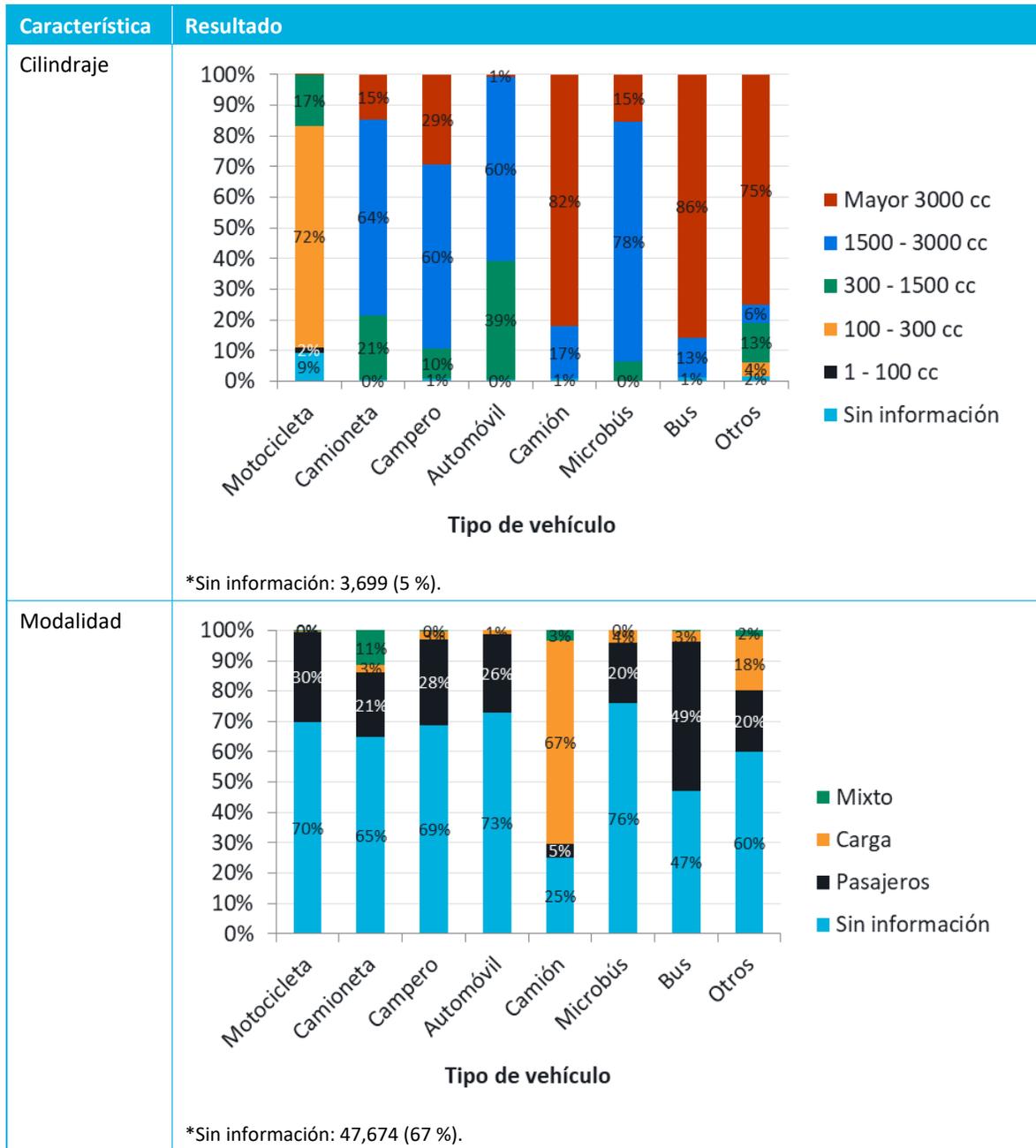
Fuente: Steer, 2019. A partir de flota oficial 2018 del RUNT.

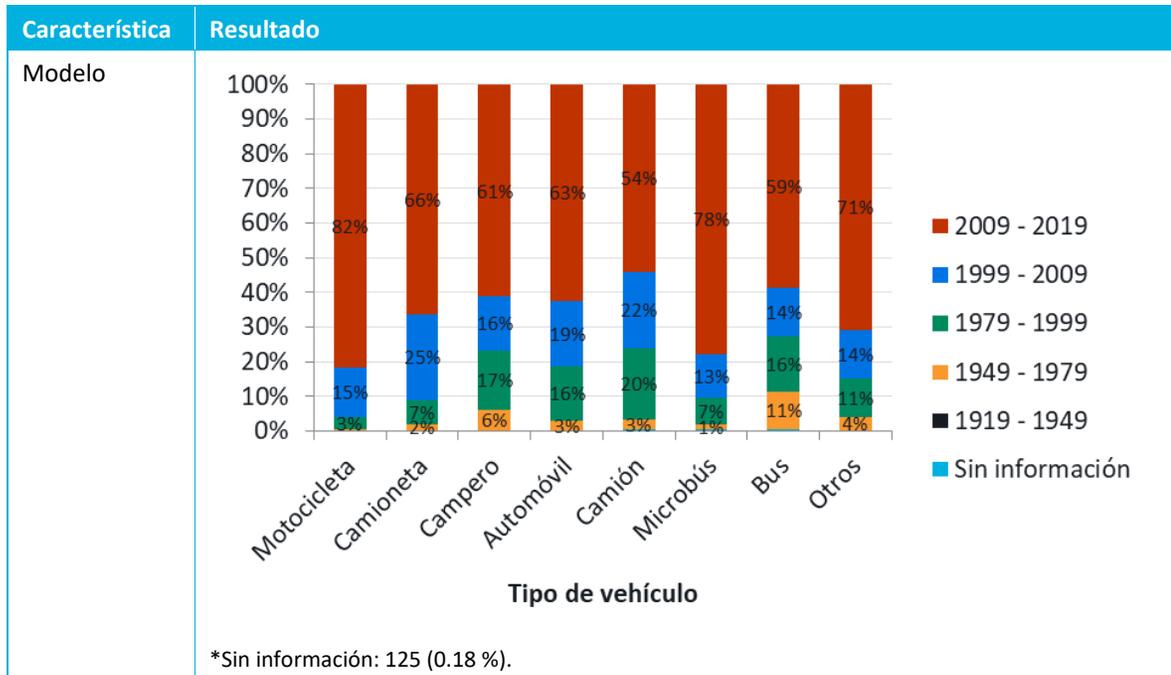
- 2.6 De acuerdo con estadísticas del RUNT presentadas en la página web de la entidad¹⁹, para septiembre de 2019 el parque automotor del país era de 15,107,211 vehículos registrados, lo que permite inferir que la flota oficial del país representa el 1.13% del total de vehículos registrados y el parque automotor oficial de la entidades del orden nacional es el 0.47%.
- 2.7 En la siguiente tabla (2.5) se presentan los resultados de las características de la flota oficial nacional a partir de la base de datos del RUNT con corte a octubre de 2019 referentes al número de vehículos registrados, tipo de combustible (energético que usan), cilindraje, modalidad o uso y al modelo del vehículo desagregando por tipo de vehículo con el fin de identificar las particularidades de cada uno.

¹⁹https://www.runt.com.co/cifras?field_grafica_value=5&field_fecha_de_la_norma_value%5Bvalue%5D%5Byear%5D=2019

Tabla 2.7: Caracterización de flota oficial (RUNT 2019)







Fuente: Steer, 2019. A partir de flota oficial nacional del RUNT 2019.

- 2.8 Se encontró que el 71.3 % de los vehículos oficiales a nivel nacional usan gasolina y 27.49 % usan diésel. Esta distribución mayoritaria por el uso de la gasolina se comparte en los siguientes tipos de vehículos: motocicleta, automóvil, campero, cuatrimoto, motocarro y moto-triciclo; mientras que para las camionetas, buses, camiones, microbuses, busetas, volquetas y tractocamiones el uso del diésel es mayor sobre la gasolina. Por su parte, respecto a tecnologías denominadas “limpias”, se encontraron 17 vehículos eléctricos.
- 2.9 En cuanto a cilindraje se encontró que los vehículos de menor cilindraje son principalmente motocicletas, moto-triciclos, motocarros y cuatrimotos; mientras que los de mayor cilindraje son buses, camiones y tractocamiones. Para los automóviles, camionetas, camperos y microbuses predominan los motores de entre 1,500 – 3,000 centímetros cúbicos.
- 2.10 Aunque un 67 % de los vehículos no registran información de modalidad en el RUNT, se refleja que la más habitual para la cual se usan los vehículos oficiales de nivel nacional es para transportar pasajeros. Entre los vehículos que se usan en mayor proporción para transportar pasajeros se encuentran las motocicletas, camionetas, camperos, automóviles, buses y microbuses. Los vehículos usados para transportar carga son típicamente camiones, camionetas, camperos y volquetas. Por su parte, los vehículos de uso mixto son principalmente camionetas y camiones.
- 2.11 La mayoría de los vehículos oficiales a nivel nacional (73.41 %) son de modelo 2009 o más reciente. No obstante, se encontró que 1,124 vehículos (1.57 %) son de modelos 1979 o más antiguos, entre los cuales los camperos son los vehículos más antiguos, seguido por las camionetas y los automóviles. Los vehículos más modernos son las motocicletas.

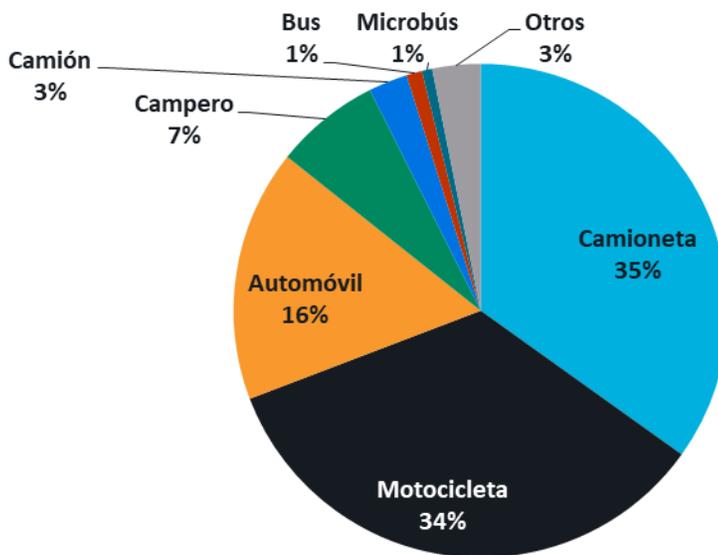
Adicional a la información anterior, se encontró que el 86% de los vehículos de la flota oficial se registraron en Bogotá, 2.9% en Cundinamarca, 1.7% en Valle del Cauca, 1.5% en Santander y 1.4% en Antioquia, concentrando en estos cinco departamentos más del 90% de la flota oficial nacional.

2.3 Encuesta de entidades oficiales de nivel nacional

2.12 Con el fin de validar la información del RUNT, en el presente proyecto se recolectó información para crear un inventario de vehículos pertenecientes a entidades oficiales de nivel nacional. La consecución de esta información se dio en el marco de un proceso de comunicación y participación directa de funcionarios de las entidades oficiales que enriquece el conocimiento respecto a factores que pueden alimentar la estrategia de reemplazo de la flota como los procesos de adquisición y la visión de la entidad. Los autores de este documento agradecen la colaboración prestada y la diligencia con la que respondieron a las solicitudes de información.

2.13 Al corte del 14 de noviembre de 2019 se recibieron 55 formularios diligenciados, lo que completa una cantidad de 1,175 vehículos en su propiedad, los cuales se distribuyen en 410 camionetas, 403 motocicletas, 194 automóviles, 81 camperos, 30 camiones, 12 buses, 8 microbuses y 37 otros (Busetas, volquetas, ambulancias, cuatrimotos, motocarros y maquinaria), encontrando que las tipologías más comunes son camioneta y motocicleta.

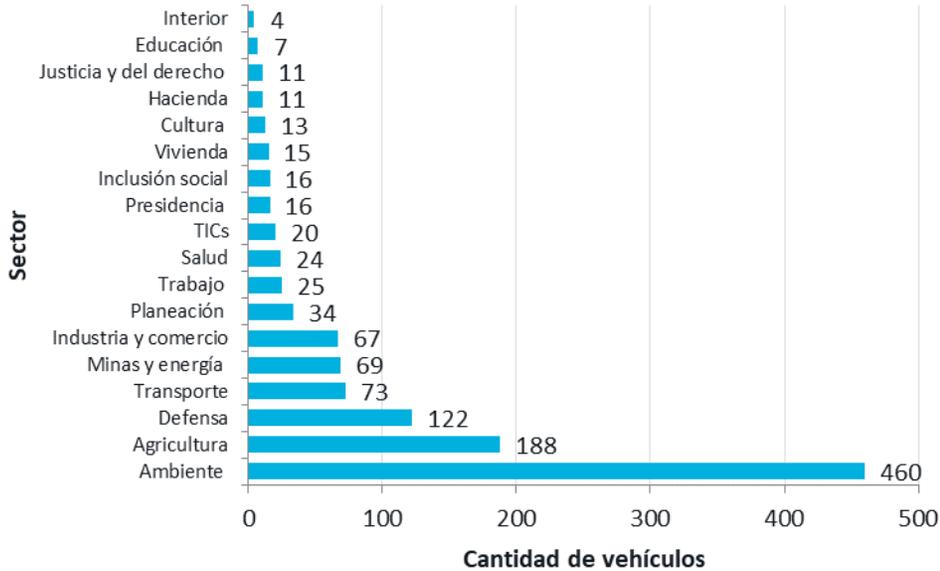
Figura 2.6: Distribución vehicular del inventario de flota oficial nacional recolectado (55 entidades)



Fuente: Steer, 2019. A partir del inventario de flota oficial nacional recolectado (55 entidades)

2.14 Segregando las 55 entidades en los sectores a los que corresponden, se encuentra que el sector ambiente es el que registró una mayor cantidad de vehículos, donde se incluyen entidades de alto requerimiento de vehículos como lo es Parques Nacionales Naturales de Colombia, seguido de este está el sector agricultura, defensa, transporte, minas y energía e industria y comercio, en orden descendente.

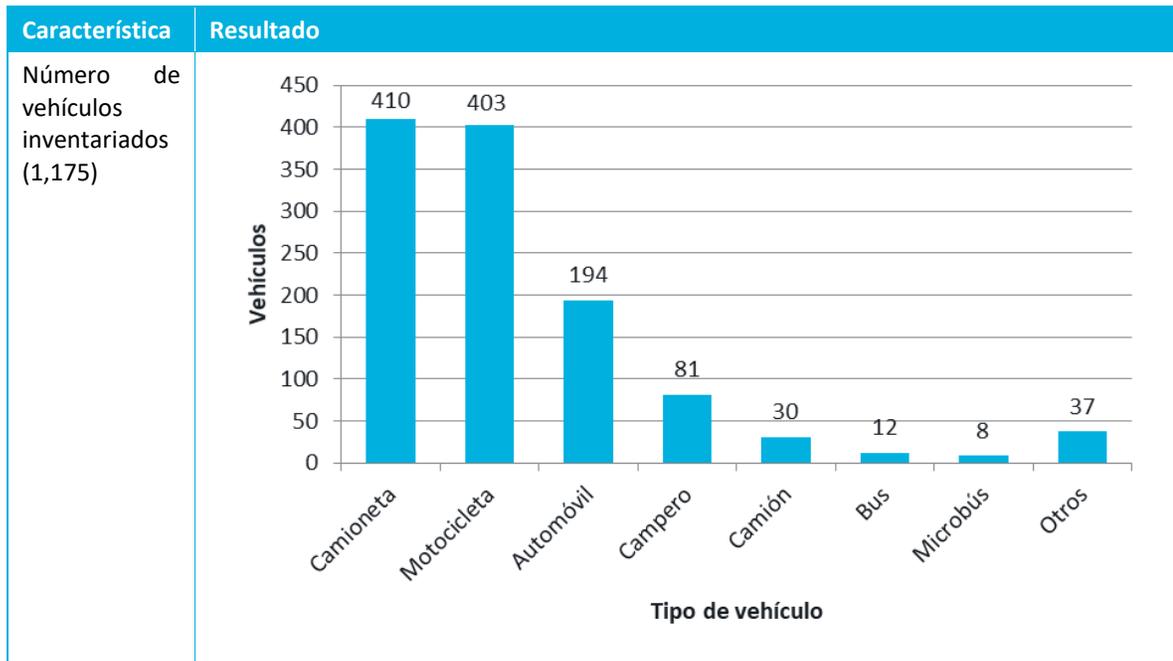
Figura 2.7: Cantidad de vehículos registrados en el inventario recolectado por sector de la entidad (55 entidades)

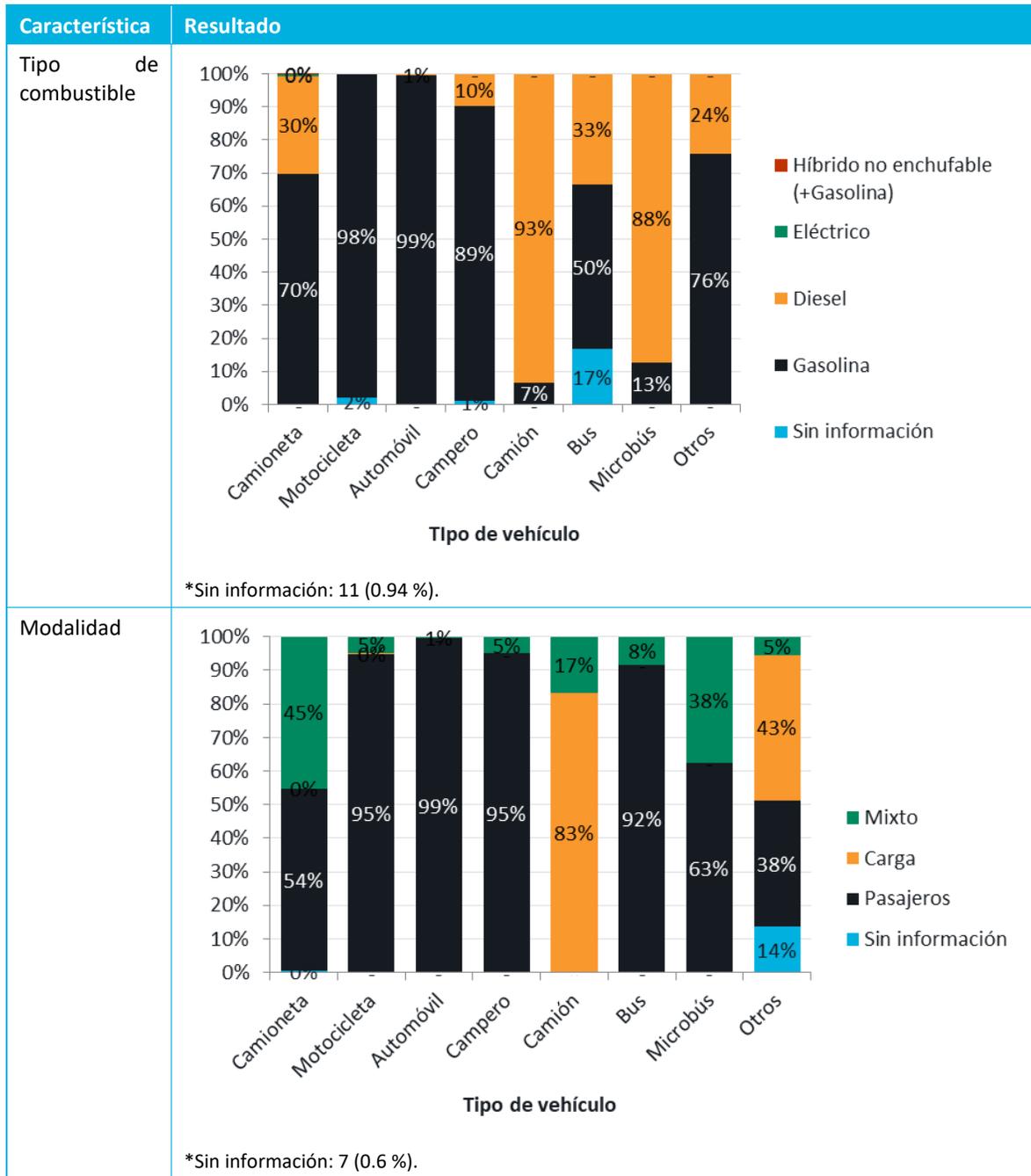


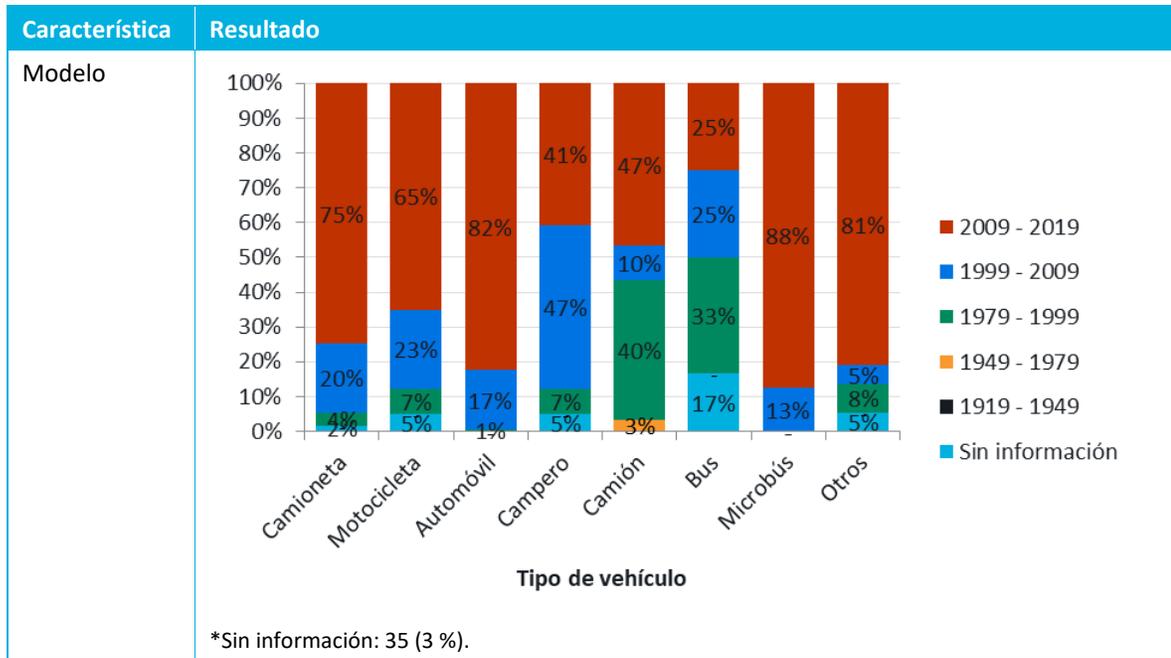
Fuente: Steer, 2019. A partir del inventario de flota oficial nacional recolectado (55 entidades).

2.15 Con el fin de comparar la información resultante del RUNT con la obtenida a partir del inventario recolectado de las 55 entidades que contestaron el llamado a diligenciar el formulario, se generan las siguientes gráficas referentes al número de vehículos registrados, tipo de combustible (energético que usan), cilindraje, modalidad o uso y al modelo del vehículo desagregando por tipología vehicular.

Tabla 2.8: Caracterización de flota oficial nacional del inventario recolectado (55 entidades)





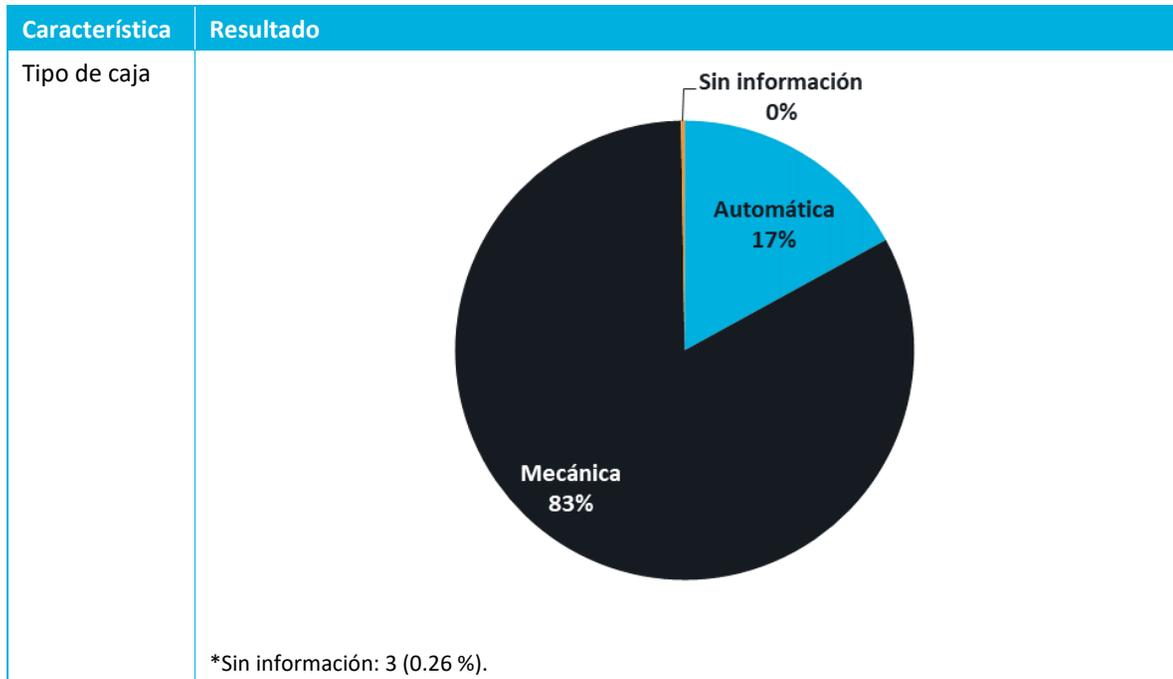


Fuente: Steer, 2019. A partir del inventario de flota oficial nacional recolectado (55 entidades)

- 2.16 Al igual que en el análisis de la información del RUNT 2019, la gasolina es el combustible de mayor uso entre los vehículos oficiales a nivel nacional correspondiente al 83 %, seguido del diésel con 15 % y un porcentaje de apenas el 0.3 % con tecnologías más limpias (1 vehículo híbrido no enchufable y 2 vehículos eléctricos). Los vehículos que más utilizan gasolina son las motocicletas, los automóviles, los camperos, las camionetas y los motocarros; por su parte, los que utilizan mayoritariamente diésel son los camiones y microbuses.
- 2.17 La modalidad más común de los vehículos oficiales de nivel nacional es para el transporte de pasajeros con un 77 % para lo cual se utilizan la mayoría de las tipologías a excepción de los camiones y los motocarros que tienen como uso habitual el transporte de carga.
- 2.18 Como se había encontrado en el RUNT 2019, la mayoría de los vehículos oficiales a nivel nacional (70 %) son de modelo 2009 o más reciente y tan solo el 6 % de los vehículos son de modelos más antiguos a 1999. Las tipologías más modernas son los microbuses, los automóviles, las camionetas y las motocicletas; mientras que las más antiguas son los camiones y los buses.
- 2.19 Adicional a la información anterior, se encontró que el 53 % de los vehículos se utilizan principalmente en terreno pavimentado; sin embargo, el 22 % se utiliza en terrenos destapados, 12% en mixto (destapado y pavimentado) y un 2 % (21 vehículos) sirven en zonas clasificadas como agreste. En relación con esto, el 45 % de los vehículos recorren pendientes menores a 15 % y el 34 % debe enfrentarse a carreteras con pendiente mayor a 15 %. Finalmente, respecto al tipo de caja que se prefiere en los vehículos de flota oficial a nivel nacional es la mecánica con un 83 %, mientras que la automática representa el 17 %.

Tabla 2.9: Características generales de la flota oficial nacional del inventario recolectado (55 entidades)

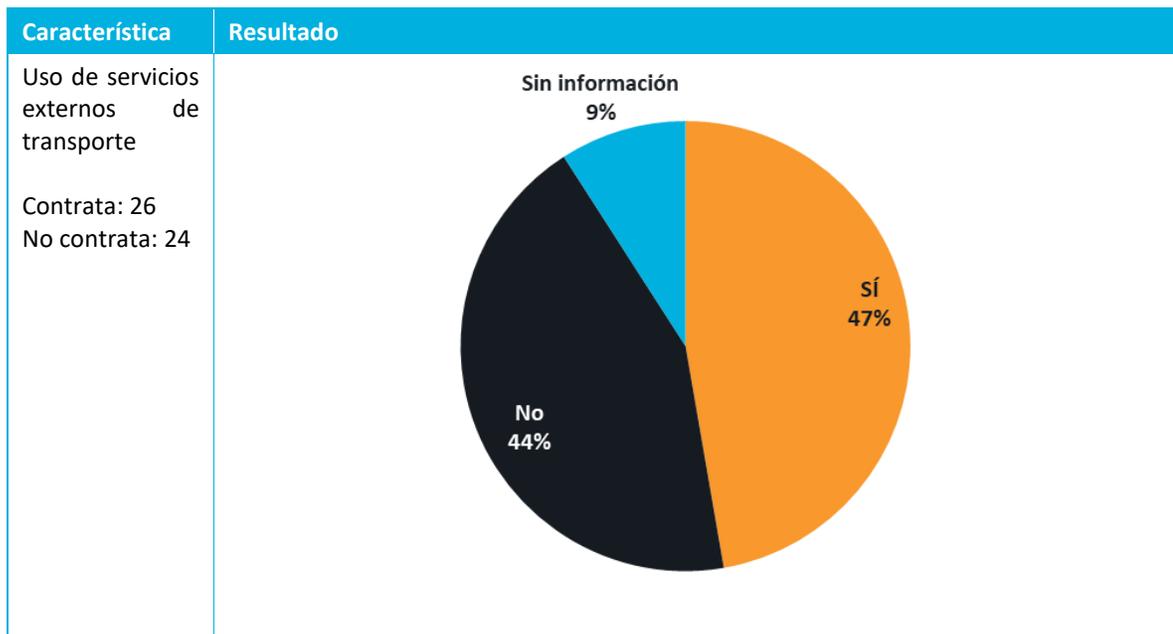
Característica	Resultado												
Tipo de terreno frecuentemente usado	<p>A pie chart illustrating the distribution of terrain types for the national official fleet. The largest segment is 'Pavimentado' at 53%, followed by 'Destapado' at 22%, 'Sin información' at 11%, 'Mixto' at 12%, and 'Agreste' at 2%.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de terreno</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pavimentado</td> <td>53%</td> </tr> <tr> <td>Destapado</td> <td>22%</td> </tr> <tr> <td>Sin información</td> <td>11%</td> </tr> <tr> <td>Mixto</td> <td>12%</td> </tr> <tr> <td>Agreste</td> <td>2%</td> </tr> </tbody> </table> <p>*Sin información: 130 (11 %).</p>	Tipo de terreno	Porcentaje	Pavimentado	53%	Destapado	22%	Sin información	11%	Mixto	12%	Agreste	2%
Tipo de terreno	Porcentaje												
Pavimentado	53%												
Destapado	22%												
Sin información	11%												
Mixto	12%												
Agreste	2%												
Pendiente máxima	<p>A pie chart illustrating the distribution of maximum slope categories. The largest segment is 'Menor a 15%' at 45%, followed by 'Mayor a 15%' at 34%, and 'Sin información' at 21%.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Categoría de pendiente</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Menor a 15%</td> <td>45%</td> </tr> <tr> <td>Mayor a 15%</td> <td>34%</td> </tr> <tr> <td>Sin información</td> <td>21%</td> </tr> </tbody> </table> <p>*Sin información: 246 (21 %).</p>	Categoría de pendiente	Porcentaje	Menor a 15%	45%	Mayor a 15%	34%	Sin información	21%				
Categoría de pendiente	Porcentaje												
Menor a 15%	45%												
Mayor a 15%	34%												
Sin información	21%												

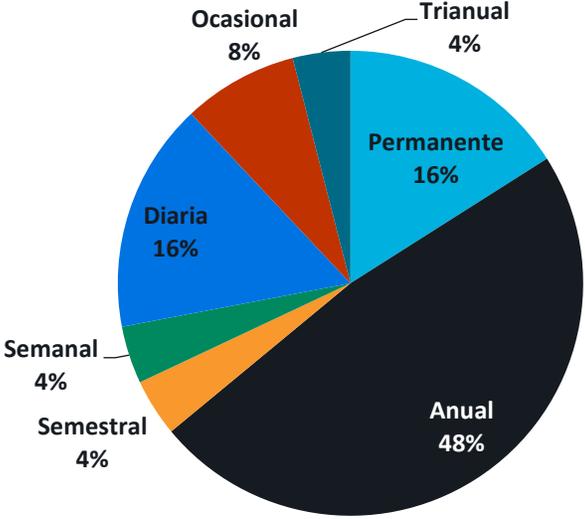
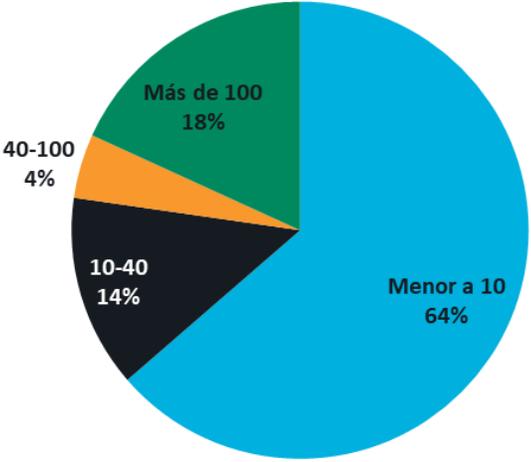


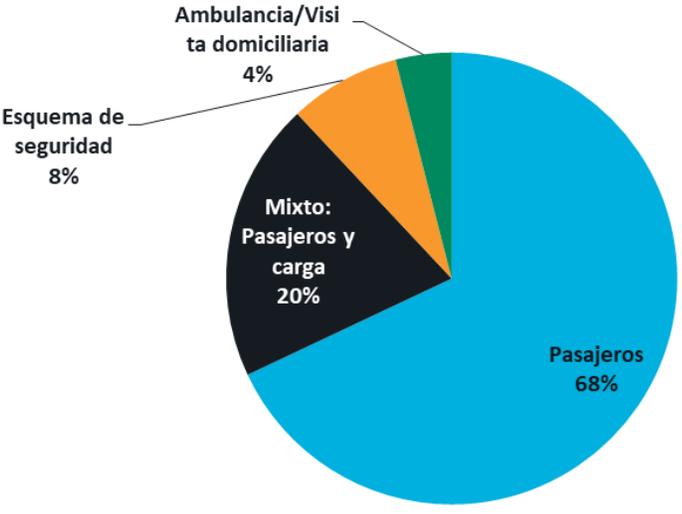
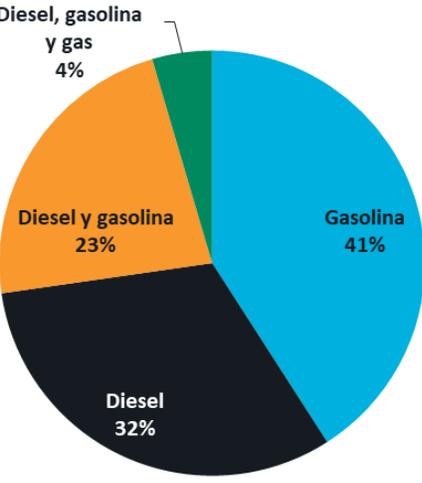
Fuente: Steer, 2019. A partir del inventario de flota oficial nacional recolectado (55 entidades)

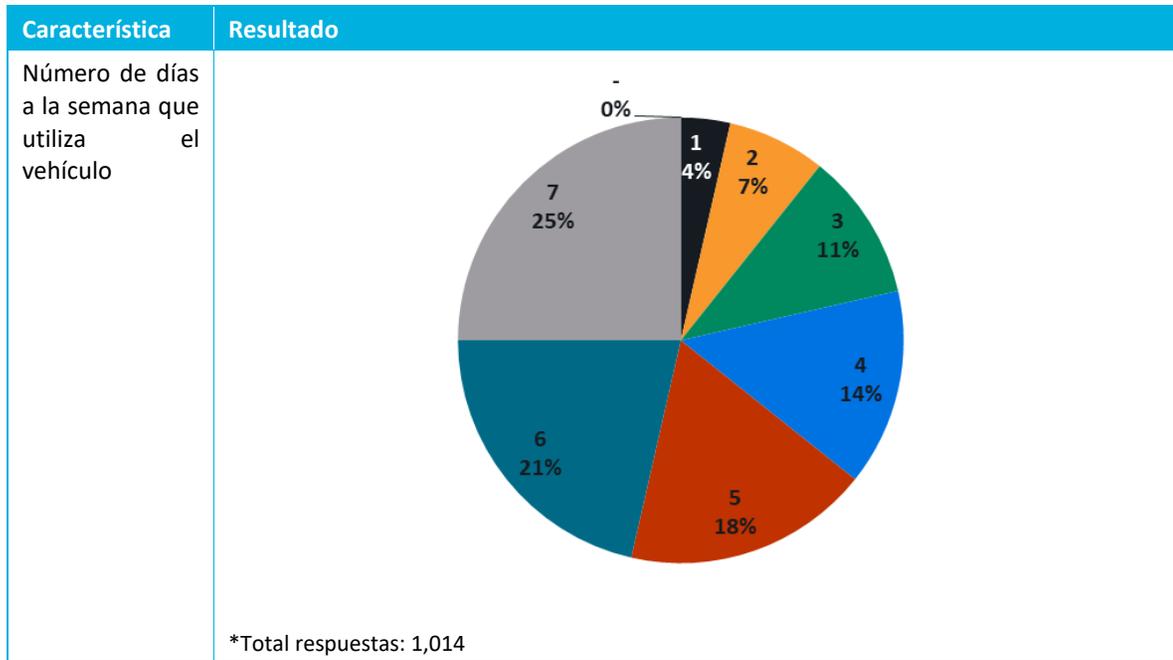
2.20 Considerando que dentro de los procesos de participación del proyecto se encontró que los esquemas de contratación de servicios de transporte externo resaltan como una forma de reducir tanto los costos como los riesgos asociados a esta actividad para las entidades, el formulario incluyó un módulo que permitiera caracterizar esta tendencia en la población de estudio. La caracterización de este fenómeno se presenta a continuación:

Tabla 2.10: Caracterización de la contratación de servicios externos de transporte de la flota oficial nacional del inventario recolectado (55 entidades)



Característica	Resultado																
<p>Frecuencia con la que contrata servicios externos del total que dijeron que sí contrataban (26)</p>	<p>*No responde: 5 (9 %).</p>  <table border="1"> <caption>Frecuencia con la que contrata servicios externos</caption> <thead> <tr> <th>Frecuencia</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Anual</td> <td>48%</td> </tr> <tr> <td>Diaria</td> <td>16%</td> </tr> <tr> <td>Permanente</td> <td>16%</td> </tr> <tr> <td>Ocasional</td> <td>8%</td> </tr> <tr> <td>Semanal</td> <td>4%</td> </tr> <tr> <td>Semestral</td> <td>4%</td> </tr> <tr> <td>Trianual</td> <td>4%</td> </tr> </tbody> </table> <p>*Total respuestas: 25</p>	Frecuencia	Porcentaje	Anual	48%	Diaria	16%	Permanente	16%	Ocasional	8%	Semanal	4%	Semestral	4%	Trianual	4%
Frecuencia	Porcentaje																
Anual	48%																
Diaria	16%																
Permanente	16%																
Ocasional	8%																
Semanal	4%																
Semestral	4%																
Trianual	4%																
<p>Cantidad de vehículos que contratan</p>	 <table border="1"> <caption>Cantidad de vehículos que contratan</caption> <thead> <tr> <th>Cantidad</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Menor a 10</td> <td>64%</td> </tr> <tr> <td>Más de 100</td> <td>18%</td> </tr> <tr> <td>10-40</td> <td>14%</td> </tr> <tr> <td>40-100</td> <td>4%</td> </tr> </tbody> </table> <p>*Total respuestas: 22</p>	Cantidad	Porcentaje	Menor a 10	64%	Más de 100	18%	10-40	14%	40-100	4%						
Cantidad	Porcentaje																
Menor a 10	64%																
Más de 100	18%																
10-40	14%																
40-100	4%																

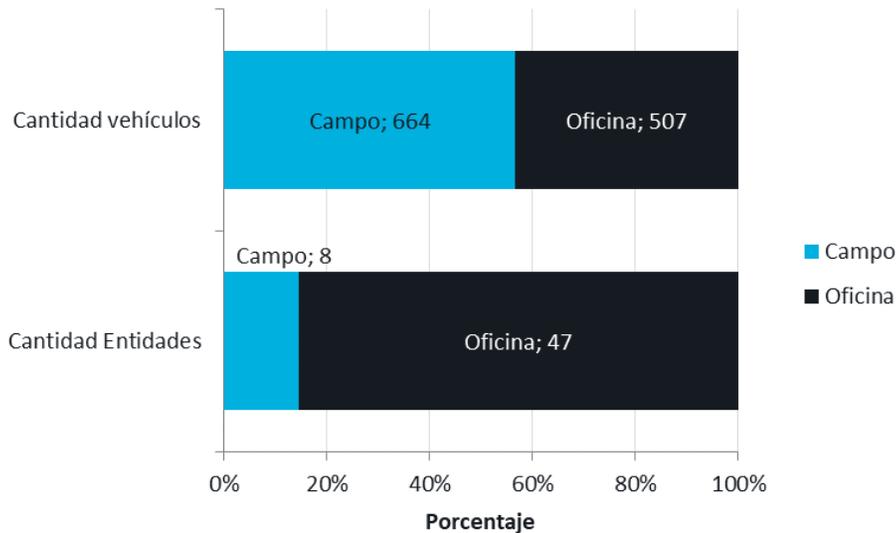
Característica	Resultado										
Actividades de los vehículos	 <p>A pie chart illustrating the distribution of vehicle activities. The largest segment is 'Pasajeros' at 68%, followed by 'Mixto: Pasajeros y carga' at 20%, 'Esquema de seguridad' at 8%, and 'Ambulancia/Visita domiciliaria' at 4%.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Actividad</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pasajeros</td> <td>68%</td> </tr> <tr> <td>Mixto: Pasajeros y carga</td> <td>20%</td> </tr> <tr> <td>Esquema de seguridad</td> <td>8%</td> </tr> <tr> <td>Ambulancia/Visita domiciliaria</td> <td>4%</td> </tr> </tbody> </table> <p>*Total respuestas: 25</p>	Actividad	Porcentaje	Pasajeros	68%	Mixto: Pasajeros y carga	20%	Esquema de seguridad	8%	Ambulancia/Visita domiciliaria	4%
Actividad	Porcentaje										
Pasajeros	68%										
Mixto: Pasajeros y carga	20%										
Esquema de seguridad	8%										
Ambulancia/Visita domiciliaria	4%										
Tipo de combustible	 <p>A pie chart illustrating the distribution of fuel types. The largest segment is 'Gasolina' at 41%, followed by 'Diesel' at 32%, 'Diesel y gasolina' at 23%, and 'Diesel, gasolina y gas' at 4%.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de combustible</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Gasolina</td> <td>41%</td> </tr> <tr> <td>Diesel</td> <td>32%</td> </tr> <tr> <td>Diesel y gasolina</td> <td>23%</td> </tr> <tr> <td>Diesel, gasolina y gas</td> <td>4%</td> </tr> </tbody> </table> <p>*Total respuestas: 22</p>	Tipo de combustible	Porcentaje	Gasolina	41%	Diesel	32%	Diesel y gasolina	23%	Diesel, gasolina y gas	4%
Tipo de combustible	Porcentaje										
Gasolina	41%										
Diesel	32%										
Diesel y gasolina	23%										
Diesel, gasolina y gas	4%										



Fuente: Steer, 2019. A partir del inventario de flota oficial nacional recolectado (55 entidades).

2.21 Un hallazgo relevante al clasificar las entidades según el uso de los vehículos bien sea mayoritariamente en campo o para funciones de oficina, se encontró que a pesar de que solo 8 de las 55 entidades se clasifican en el primer grupo, estas son propietarias del 57 % de los vehículos inventariados.

Figura 2.8: Cantidad de vehículos según clasificación de entidades de campo u oficina de la flota oficial nacional del inventario recolectado (55 entidades)



Fuente: Steer 2019. A partir del inventario de flota oficial nacional recolectado (55 entidades).

Análisis estadístico de variables operacionales

2.22 La operación de los vehículos se identifica a partir de características recolectadas en la encuesta como:

- Promedio de kilómetros recorridos desde que se obtuvo el vehículo hasta el presente año
- Promedio de kilómetros diarios en el último año
- Costo de combustible
- Costo de operación
- Costo de mantenimiento

2.23 A continuación se presentan los resultados obtenidos para las anteriores variables con un estadístico Z de 1.96, donde se muestra el promedio, la desviación estándar, la cantidad de respuestas, el error muestral y el intervalo de confianza. De estos resultados se observa que existe un alto error en el costo de operación, debido a que su intervalo de confianza incluye el cero, por lo que se debe concluir que pudo haber confusión en la respuesta de este aspecto, por lo que el rango de respuesta es muy grande.

Tabla 2.11: Estadísticos de las variables operacionales de la flota oficial nacional del inventario recolectado (55 entidades)

Estadístico/ Variable	km recorridos totales	Kilómetros diarios último años	Costo combustible (Miles)	Costo mantenimiento (Miles)	Costo operación (Miles)
Promedio	123,190	59	\$ 89,196.17	\$ 114,794.68	\$ 157,202.06
Desviación estándar	113,320	61	\$ 206,323.39	\$ 321,135.16	\$ 534,524.69
Respuestas	976	877	50	51	39
Error muestral	7,109	4	\$ 57,189.93	\$ 88,137.12	\$ 167,761.21
Intervalo de confianza	116,081 - 130,300	55 - 63	\$32,006 - \$146,386	\$26,657 - \$202,931	\$-10,559 - \$324,963

Fuente: Steer, 2019. A partir del inventario de flota oficial nacional recolectado (55 entidades).

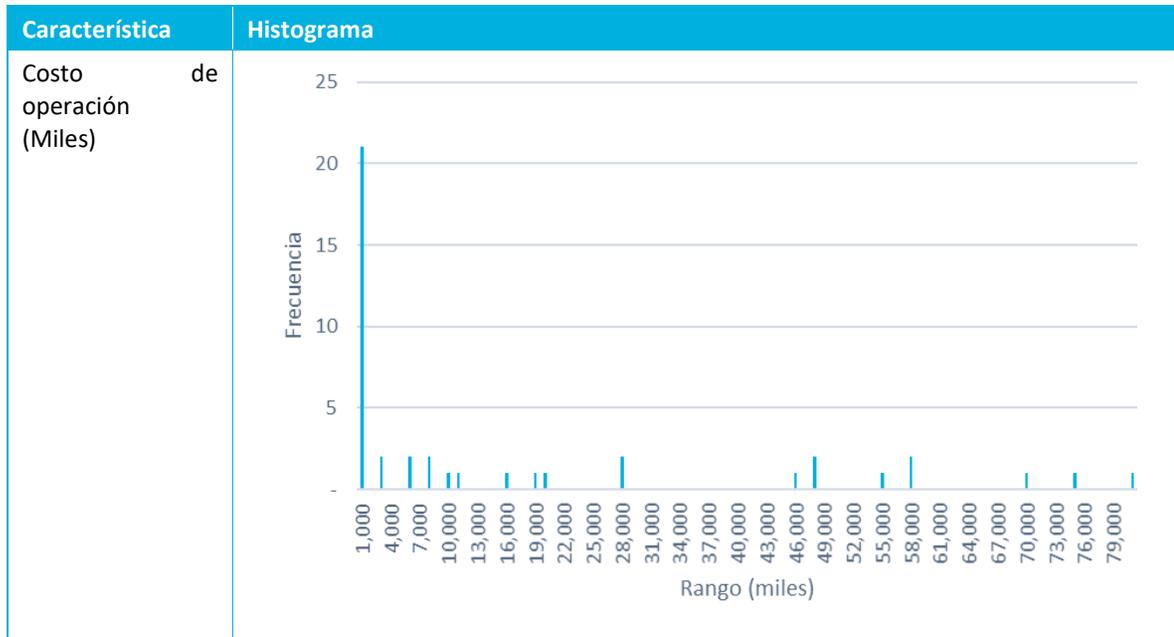
2.24 Finalmente, se presentan los histogramas para las variables analizadas, donde se muestran la cantidad de vehículos que están en un determinado rango, en lo que se observa que no parece haber una tendencia muy clara en los costos de operación y mantenimiento.

Tabla 2.12: Histograma de variables analizadas de la flota oficial nacional del inventario recolectado (55 entidades)

Característica	Histograma
<p>Promedio de kilómetros recorridos desde que se obtuvo el vehículo hasta el presente año</p>	
<p>Promedio de kilómetros diarios en el último año</p>	
<p>Costo de combustible (Miles)</p>	

Característica	Histograma
	<p>Detailed description: This histogram displays the frequency of vehicle ranges. The x-axis represents the range in miles, with major ticks every 16,000 miles from 4,000 to 316,000. The y-axis represents the frequency, ranging from 0 to 12. The data shows a very high concentration of vehicles with low ranges, with a peak frequency of 10 at the 4,000-mile mark. The frequency drops sharply as the range increases, with most bars having a frequency of 1 or 2, and a few outliers at higher ranges (around 268,000 and 280,000 miles) with a frequency of 1.</p>
<p>Costo de mantenimiento (Miles)</p>	<p>Detailed description: This histogram displays the frequency of maintenance costs. The x-axis represents the range in miles, with major ticks every 16,000 miles from 4,000 to 316,000. The y-axis represents the frequency, ranging from 0 to 16. The data shows a very high concentration of vehicles with low ranges, with a peak frequency of 14 at the 4,000-mile mark. The frequency drops sharply as the range increases, with most bars having a frequency of 1 or 2, and a few outliers at higher ranges (around 268,000 and 280,000 miles) with a frequency of 1.</p>

Estructurar las bases del programa de reemplazo tecnológico de la flota oficial del país, para acelerar la adquisición de vehículos de bajas y cero emisiones para entidades públicas de orden nacional y sus oficinas territoriales | Producto 2 y 3



Fuente: Steer, 2019. A partir del inventario de flota oficial nacional recolectado (55 entidades).

3 Recomendación de cambio de flota por uso

3.1 Determinación del potencial de reemplazo

- 3.1 Como parte de las actividades realizadas en el presente estudio de consultoría se realizó un estudio de mercado en Colombia y otras partes del mundo que tenía como objetivo identificar el estado de la tecnología de los vehículos eléctricos y los vehículos de combustión interna. La información usada para este fin fue principalmente fichas técnicas de diferentes tipos de vehículos, disponibles en medios digitales o entregadas por los mismos proveedores de estos vehículos.
- 3.2 Con base en la actividad descrita previamente se realizó la comparación de las especificaciones técnicas de los diferentes tipos de vehículos de combustión interna con vehículos eléctricos con el fin de identificar el potencial de reemplazo a corto, mediano y largo plazo a vehículos eléctricos.
- 3.3 Los tipos de vehículos evaluados fueron los identificados en la base del RUNT los cuales fueron agrupados de la siguiente manera para facilitar el análisis:

Tabla 3.1: Agrupación de tipos de vehículos para la identificación de criterios de potencial de reemplazo

Tipo de vehículo RUNT	Tipo de vehículo agrupado
Agrícola	Otro
Automóvil	Automóvil
Bus	Bus
Buseta	Bus
Camión	Camión
Camioneta	Camioneta
Campero	Campero
Cisterna	Camión
Cuatrimoto	Cuatrimoto
Grúa	Camión
Industrial	Otro
Microbús	Bus
Motocarro	Cuatrimoto
Motocicleta	Motocicleta
Mototriciclo	Cuatrimoto

Tipo de vehículo RUNT	Tipo de vehículo agrupado
Semirremolque	Camión
Tractocamión	Camión
Volqueta	Camión

Fuente: Steer, 2019

3.4 A continuación se presenta la descripción de los resultados de la comparación entre vehículos de combustión interna y vehículos eléctricos por tipo de vehículo:

3.1.2 Motocicleta

3.5 Se realizó un análisis comparativo entre motocicletas de combustión interna y motocicletas eléctricas, contando con la representación de 75 modelos motocicletas de combustión y con 20 motocicletas eléctricas. De estos modelos se compararon principalmente aspectos tales como la potencia, el torque, la velocidad máxima con un peso de pasajeros de 75 kg, y en el caso de las motocicletas eléctricas la autonomía.

3.6 Se encontró en resumen que a corto plazo no existen en el mercado local motocicletas eléctricas que puedan reemplazar motocicletas de combustión interna disponibles en el mercado en el 2019. El criterio determinante de esta situación es principalmente la potencia del vehículo, donde las motocicletas eléctricas se ven rebasadas por incluso las motocicletas de combustión interna de menor potencia.

3.7 Adicionalmente, con base en comunicaciones con los proveedores de motocicletas eléctricas, donde se destaca Auteco, se indicó que debido a la baja demanda en el mercado no se han traído motocicletas eléctricas de mayor potencia, pero que a nivel mundial se cuenta con motocicletas que podrían equiparar las necesidades de incluso las motos usadas para persecución y vigilancia usadas por las entidades de defensa.

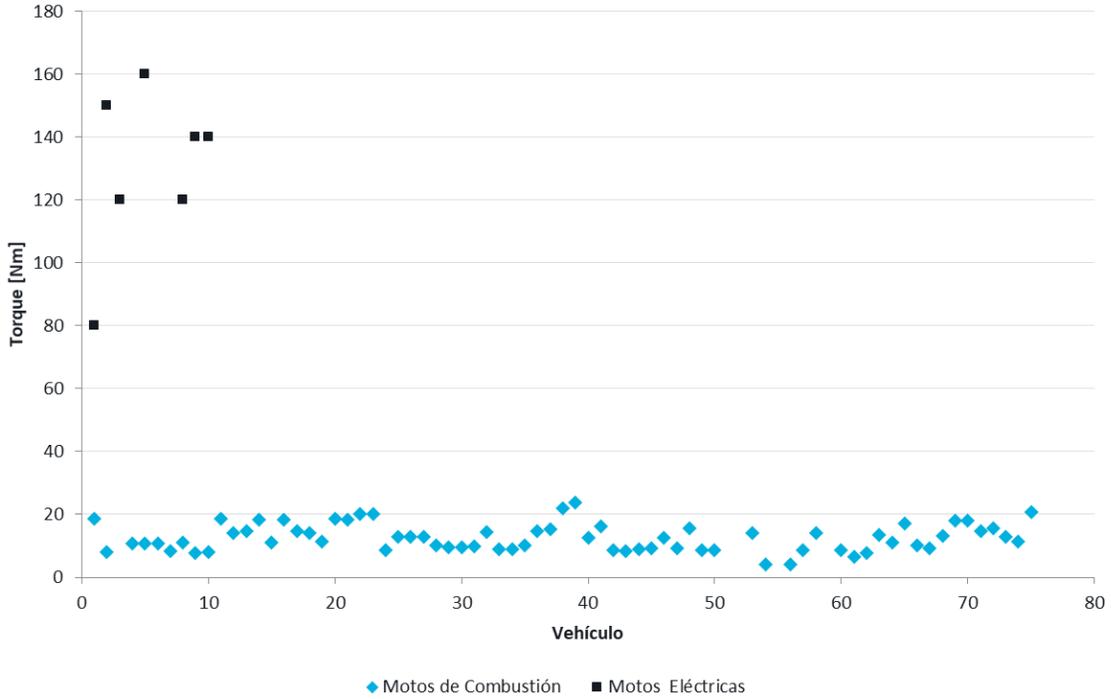
3.8 Con base en esta información se procedió a caracterizar los cortes temporales de los criterios disponibles en las diferentes fuentes de información de la siguiente manera:

- Corto plazo (2019 – 2020): No hay disponibilidad de motocicletas eléctricas que puedan sustituir los requerimientos de uso de las motocicletas oficiales de las entidades de orden nacional y oficinas territoriales.
- Mediano plazo (2020 – 2025): Es posible que el mercado ofrezca mejor tecnología en motocicletas que permita desarrollar actividades de reparto y transporte de personas en zonas urbanas de forma equiparable a las motocicletas de combustión interna de hasta 119 cc de cilindraje.
- Largo plazo (2025 – 2035): Se espera que para este momento exista una mayor oferta de motocicletas eléctricas con una potencia similar a las motocicletas de combustión interna de alto cilindraje. Esto permitiría reemplazar, de forma efectiva y sin comprometer la operación, las motocicletas usadas para persecución y vigilancia, por parte de las entidades de defensa.

3.9 A continuación se presenta el análisis detallado realizado para llegar a la definición de los rangos presentados previamente.

3.10 Iniciando con la comparación en el torque de las motocicletas de combustión interna y las motocicletas eléctricas se encontró que las motocicletas eléctricas son muy superiores en este aspecto. En la siguiente gráfica se presentan los resultados obtenidos de esta especificación.

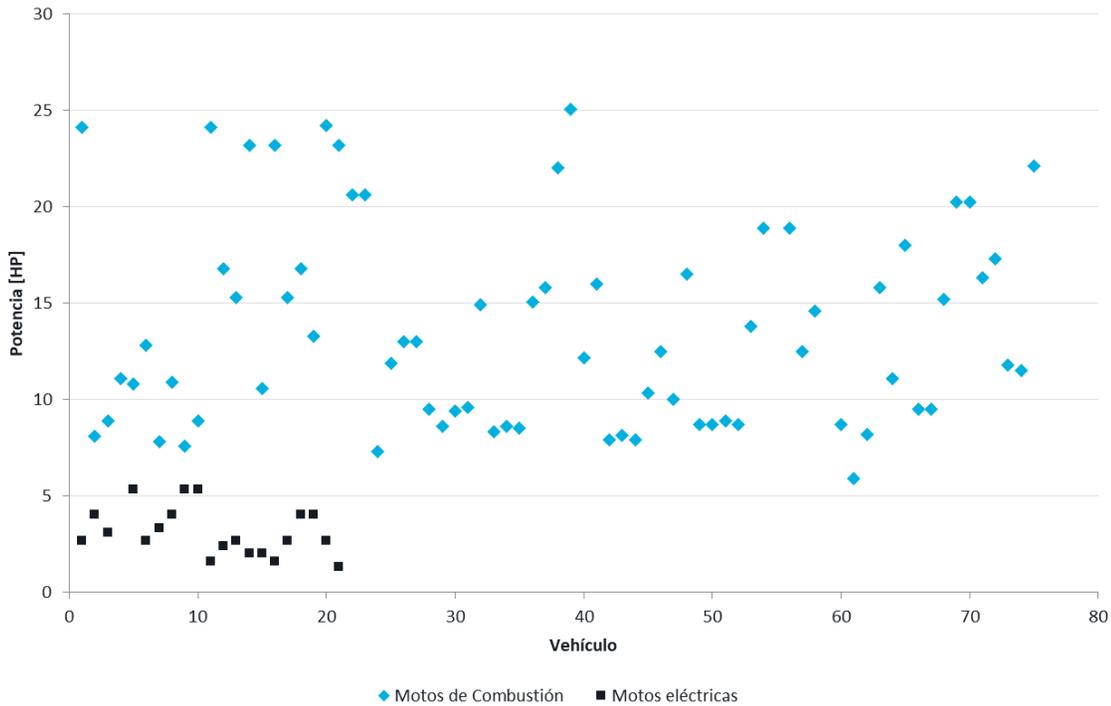
Figura 3.1: Comparación torque de motocicletas eléctricas y motocicletas de combustión interna



Fuente: Steer, 2019 a partir de investigación a través de fichas técnicas de vehículos disponibles en el mercado actual

3.11 No obstante, al comparar la potencia del vehículo entre los dos tipos de tecnologías se encontró que los vehículos eléctricos, bajo las especificaciones de los modelos disponibles en el mercado actual, no tienen la potencia suficiente para reemplazar las motocicletas que actualmente son usadas en la flota oficial de orden nacional y oficinas territoriales.

Figura 3.2: Comparación potencia de motocicletas eléctricas y motocicletas de combustión interna



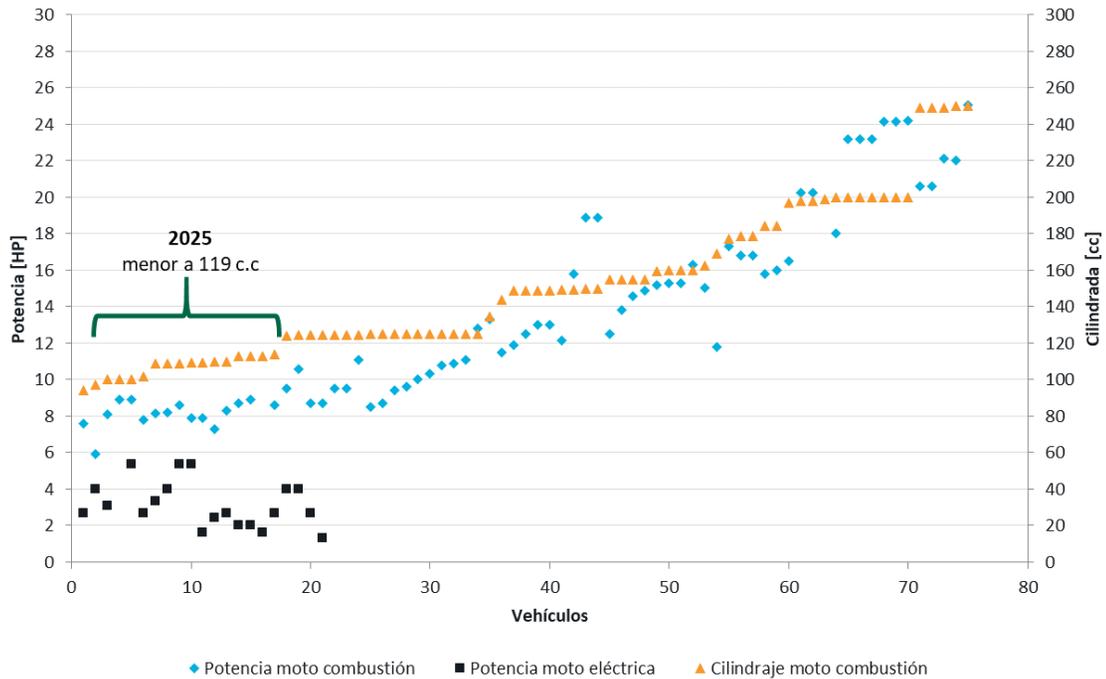
Fuente: Steer, 2019 a partir de investigación a través de fichas técnicas de vehículos disponibles en el mercado actual

- 3.12 Sin embargo, a partir de diferentes comunicaciones con proveedores de vehículos eléctricos y de combustión interna, entre los que se destaca una comunicación con un representante de Auteco Mobility, se identificó que a nivel mundial existen motocicletas actualmente con especificaciones que permitan sustituir algunas motocicletas de combustión interna por motocicletas eléctricas. Específicamente se habló de poder suministrar motocicletas eléctricas de hasta 12 HP de existir la demanda de mercado suficiente para traer estos vehículos premium.
- 3.13 La velocidad máxima de las motocicletas eléctricas disponibles en el mercado local es de cerca de 70 km/h. Esta característica podría ser considerada como una barrera para el uso de motocicletas de persecución o reacción inmediata que normalmente pueden transportar hasta a dos personas para realizar las actividades de vigilancia y seguridad.
- 3.14 En promedio se encontró que las motocicletas eléctricas disponibles en el mercado local cuentan con una autonomía cercana a los 65 km por carga. Lo cual podría ser una limitante en lugares adversos o donde no sea tan fácil contar con una estación de carga, así como una necesidad de uso continuado del vehículo a lo largo del día.
- 3.15 Por lo anterior, se estableció que teniendo en cuenta el estado del mercado actual a nivel local y global es posible contar con motocicletas eléctricas de hasta 12 HP para el 2025, puesto que actualmente no se cuenta con la oferta suficiente disponible. Estas motocicletas podrían ser suficientes para el desplazamiento de personas y mercancías que no requieran altas exigencias en capacidad de carga, velocidad de circulación o autonomía. En este sentido, en el corto plazo no se considera oportuno el reemplazo de motocicletas usadas en el sector de defensa que requieren

altos estándares en potencia, velocidad, autonomía y torque. Por lo tanto, se incluyó como plazo aceptable para el reemplazo de las motocicletas del sector defensa a vehículos eléctricos para el periodo que finaliza en el año 2035.

- 3.16 Comparando las características de cilindraje y torque de las motocicletas de combustión interna, debido a que es uno de los aspectos técnicos con los que se cuenta información disponible en la base de flota oficial trabajada, se encontró que para una potencia de 9 HP es posible reemplazar motocicletas con cilindraje inferior a los 119 cc, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 3.3: Cilindrada motocicletas potencialmente reemplazables



Fuente: Steer, 2019

- 3.17 Aun con lo anterior, es importante tener en cuenta que debido a la gran incertidumbre que pueda implicar la llegada de las motocicletas eléctricas con características suficientes para reemplazar gran parte de la flota oficial actual, Steer consideró recomendable analizar un escenario, denominado desde ahora como “escenario base”, en donde el reemplazo de motocicletas no se daría en el 2025.

3.1.3 Camioneta y campero

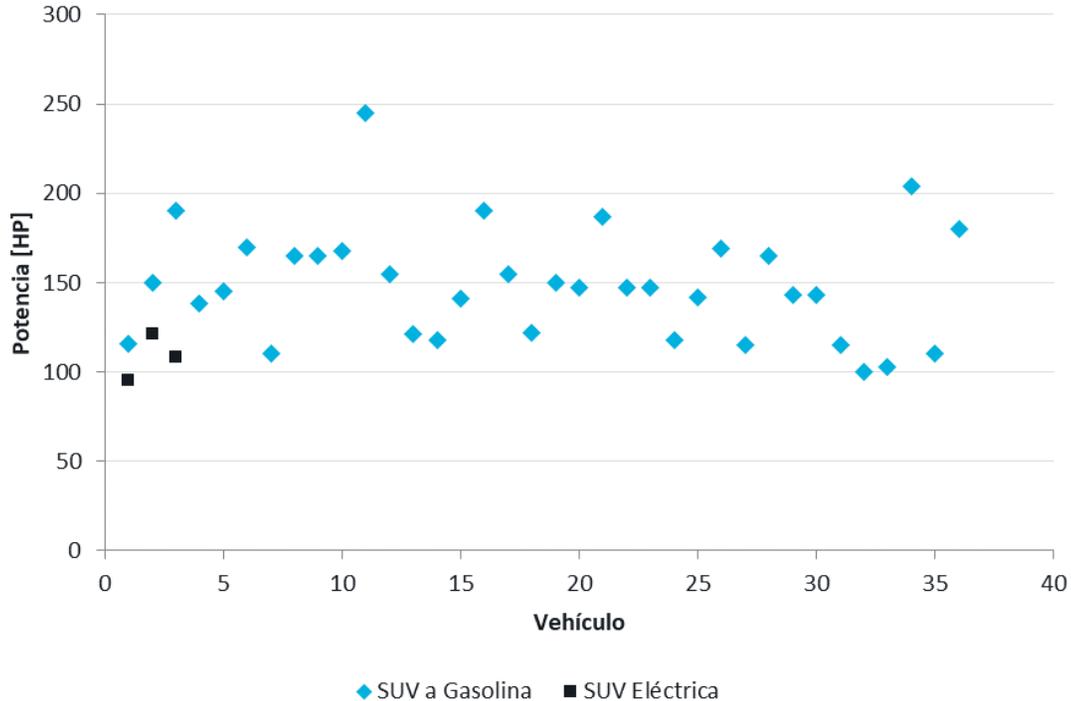
- 3.18 Se realizó un ejercicio similar al anterior para definir los criterios de potencial de reemplazo de las camionetas y camperos de la flota oficial de orden nacional y oficinas territoriales. En este caso se compararon 25 pick ups de combustión interna y 5 eléctricas, así como 36 camionetas SUV de combustión interna (*Sport Utilities Vehicles*) y 3 eléctricas.

- 3.19 Del análisis realizado, tanto con la información de las fichas técnicas de los vehículos como los comunicados con proveedores, se concluyó que para antes del 2035 no estarán en el mercado camperos eléctricos que permitan hacer recorridos por trocha y pasos por agua, lo que podría

limitar el cumplimiento de las funciones de algunas entidades que sustituyan sus vehículos por eléctricos. Por consiguiente, se considera que a la fecha de preparación de este documento los camperos no son potencialmente reemplazables en los análisis posteriores.

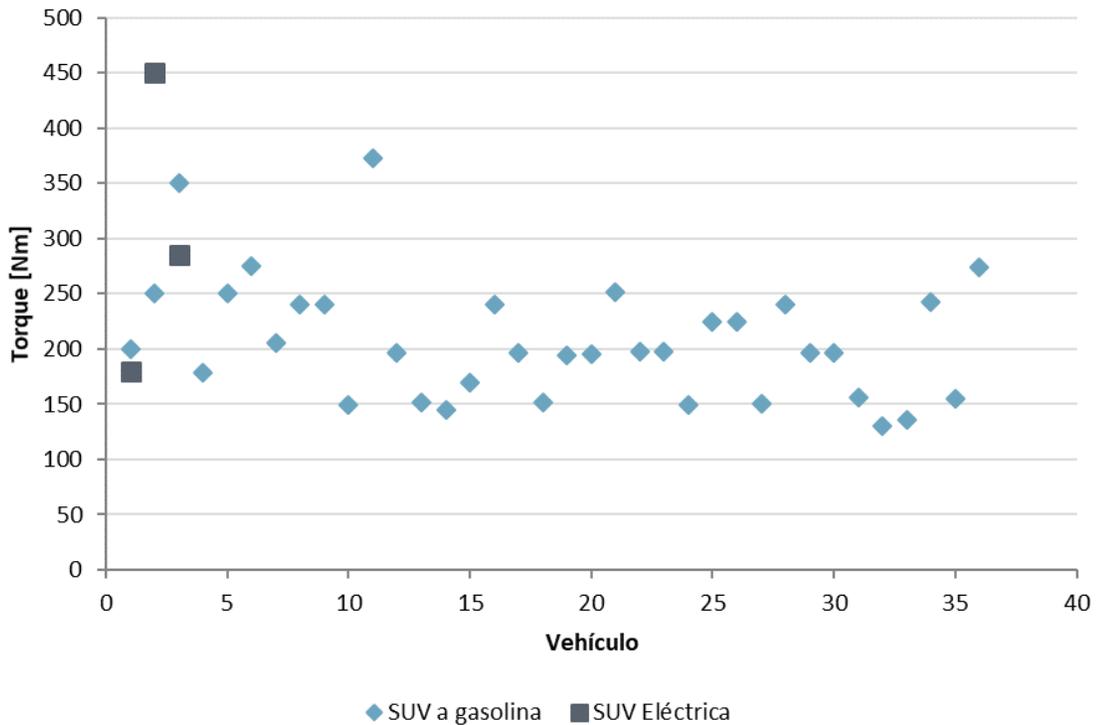
- 3.20 Por otro lado, se encontró que las camionetas, pick ups y SUV pueden ser reemplazadas paulatinamente en los diferentes periodos, de la siguiente forma:
- Corto plazo (2019 – 2020): Camionetas de combustión interna a gasolina de hasta 2,200 cc.
 - Mediano plazo (2020 – 2025): Camionetas de combustión interna a gasolina de hasta 3,500 cc y a diésel de hasta 3,000 cc.
 - Largo plazo (2025 – 2035): No se esperan cambios con respecto al plazo anterior.
- 3.21 Cuando se realizó la comparación en potencia de los vehículos disponibles en el mercado de combustión interna y eléctricos se encontró que actualmente camionetas SUV de combustión interna con un cilindraje de hasta 2,200 cc podrían ser reemplazados por vehículos SUV eléctricos. Actualmente la oferta de marcas que ofrecen estos vehículos es muy limitada, pero se espera que para el 2020 otras marcas lancen sus vehículos SUV eléctricos.
- 3.22 En las siguientes figuras se presentan los resultados de la comparación de torque y potencia de las camionetas SUV disponibles en el mercado tanto a combustión interna como eléctricas. Se puede observar que aun cuando algunas de las camionetas se pueden reemplazar bajo estas dos especificaciones, hay un rango bastante amplio que se ve superado por las camionetas de combustión interna, por potencia.

Figura 3.4: Comparación potencia de camionetas SUV eléctricas y camionetas SUV de combustión interna



Fuente: Steer, 2019 a partir de investigación a través de fichas técnicas de vehículos disponibles en el mercado actual

Figura 3.5: Comparación torque de camionetas SUV eléctricas y camionetas SUV de combustión interna



Fuente: Steer, 2019 a partir de investigación a través de fichas técnicas de vehículos disponibles en el mercado actual

- 3.23 Se encontró un límite a 185 HP de potencia lo cual implica un límite a corto plazo de 2,200 cc. Y se espera que para el 2025 estos valores aumenten hasta un valor equiparable a 3,500 cc de camionetas a gasolina y 3,000 cc de camionetas a diésel.
- 3.24 Al comparar los valores de autonomía se encontró que estos vehículos pueden tener una autonomía de entre 200 a 400 km por carga, lo cual podría ser más que suficiente para desplazamientos de personas y mercancías dentro de los centros urbanos.
- 3.25 Por su parte, no se pudo realizar el mismo ejercicio con las pick ups al mismo nivel de detalle, debido a que únicamente se contó con información de potencia y torque de dos de las 5 pick ups eléctricas analizadas, las cuales, según sus valores teóricos superaban tanto en torque como en potencia todos los valores disponibles de vehículos a combustión interna, lo que generaba un sesgo muy positivo para el reemplazo, que podría ser falso al no contar con suficiente muestra de comparación.
- 3.26 Adicionalmente, Steer sugiere que aun cuando en la actualidad las camionetas puedan usarse para realizar desplazamientos de directivos y funcionarios de la entidad, así como eventualmente realizar transporte de documentos y mercancías, es posible que puedan usarse para otros fines como desplazamientos fuera del centro urbano en terrenos que puedan requerir una mayor autonomía de la batería o mayores especificaciones en potencia, lo cual podría implicar limitaciones para desempeñar las funciones de la entidad, por lo tanto en el escenario base se descartó el potencial de reemplazo de camionetas en el corto y mediano plazo.

3.1.4 Automóvil

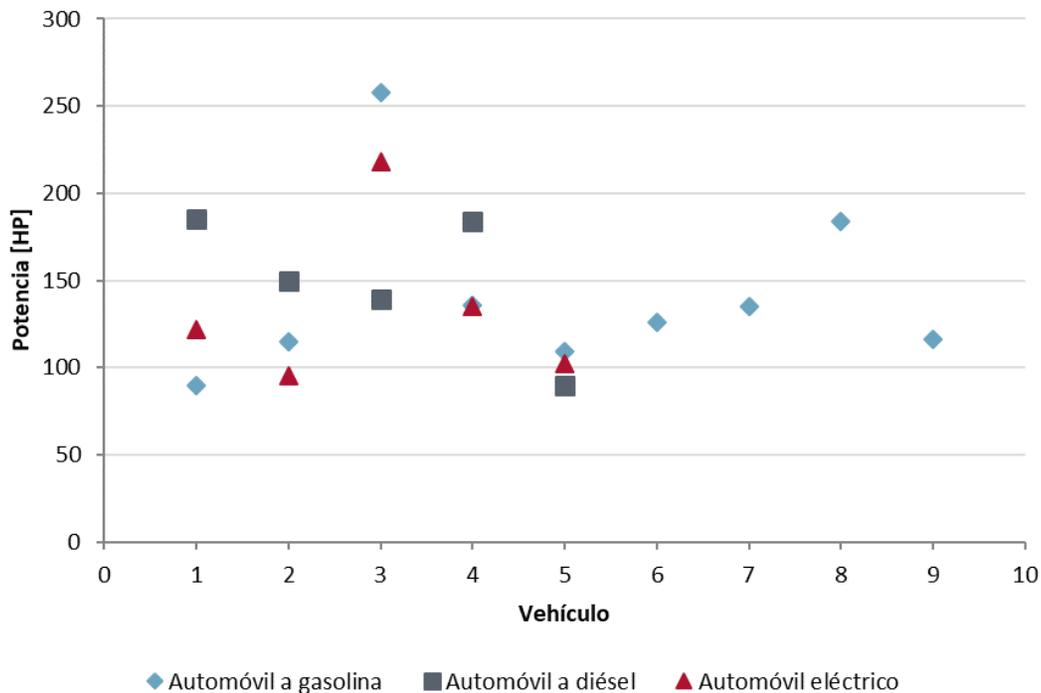
3.27 Del análisis comparativo realizado, se encontró que para el 2035 todos los automóviles que hacen parte de la flota oficial de orden nacional y oficinas territoriales son potencialmente reemplazables. Para llegar a ello se realizó una comparación 19 automóviles, de los cuales 9 son a gasolina, 5 diésel y otros 5 eléctricos.

3.28 Similar a los vehículos presentados previamente se encontró que los vehículos eléctricos disponibles pueden presentar mayor torque que los vehículos de combustión interna. No obstante, algunos vehículos a combustión interna, principalmente a gasolina, pueden presentar mayor potencia, lo que podría limitar a corto plazo la sustitución de algunos automóviles. A continuación se presentan los criterios establecidos del análisis realizado:

- Corto plazo (2019 – 2020): Automóviles con un cilindraje inferior a 2,300 cc
- Mediano plazo (2020 – 2025): Todos los automóviles de uso urbano, para desplazamientos de personas o transporte de mercancías.
- Largo plazo (2025 – 2035): Todos los automóviles de uso urbano, para desplazamientos de personas o transporte de mercancías.

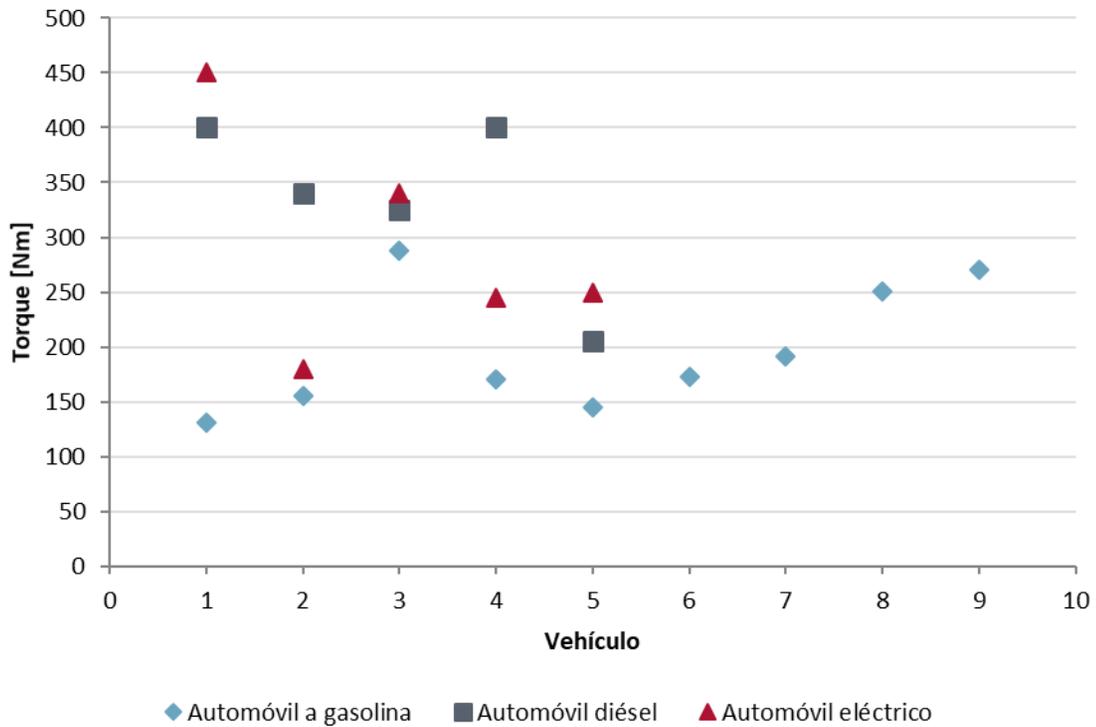
3.29 A continuación se presentan los resultados obtenidos de la comparación entre los diferentes combustibles de automóviles en torque y potencia. Se encontró que los vehículos eléctricos tienden a tener un mayor torque, como se ha visto en otros tipos de vehículos, pero pueden verse superados en potencia, lo cual implica poner a corto plazo un límite en la cilindrada de los vehículos con potencia comparable a la oferta de automóviles eléctricos en la actualidad.

Figura 3.6: Comparación potencia de automóviles eléctricos y automóviles de combustión interna



Fuente: Steer, 2019 a partir de investigación a través de fichas técnicas de vehículos disponibles en el mercado actual

Figura 3.7: Comparación torque de automóviles eléctricos y automóviles de combustión interna



Fuente: Steer, 2019 a partir de investigación a través de fichas técnicas de vehículos disponibles en el mercado actual

3.30 El límite de cilindrada al hacer el ejercicio comparativo se encontró que para el corto plazo los vehículos con un cilindraje igual o inferior a 2,300 cc (185 HP) son potencialmente reemplazables. Además, se espera que para el 2025 estas especificaciones alcancen a los valores de los automóviles de combustión interna.

3.31 Al evaluar la autonomía se encontró que los vehículos eléctricos tienen una autonomía entre 240 hasta 400 km. Esta distancia por carga es suficiente para todos los desplazamientos urbanos y algunos interurbanos, lo que podría favorecer la sustitución de los automóviles de la flota oficial de orden nacional y oficinas territoriales.

3.1.5 Camión

3.32 Los camiones son representados para fines del presente estudio consultoría como todos los vehículos de transporte de mercancía de gran tamaño y cilindraje. Entre este tipo de vehículo se encuentran los camiones pequeños, camiones grandes, grúas, carros cisterna, volquetas, entre otros que hacen uso de motores similares, pero en carrocerías específicas.

3.33 El ejercicio comparativo se realizó principalmente entre once vehículos de combustión interna, a diésel, y vehículos encontrados en la literatura pública y conversación con proveedores. A continuación se presentan los rangos de valores de los criterios de potencial de reemplazo:

- Corto plazo (2019 – 2020): Camiones con capacidad de carga entre 2.5 y 4 Ton.

- Mediano plazo (2020 – 2025): Camiones con capacidad de carga menor a 4 Ton y entre 15 y 20 Ton.
- Largo plazo (2025 – 2035): Camiones con capacidad de carga menor a 20 Ton

3.34 Los valores anteriores se tomaron teniendo como referencia el estado del mercado actual a nivel local y global, teniendo como referencia que los camiones de paqueteo de la ciudad son potencialmente reemplazables en la actualidad. Esta afirmación se da teniendo en cuenta que se dispone de un camión eléctrico de 4 toneladas de capacidad de carga en el país.

3.35 Adicionalmente, de acuerdo con noticias internacionales y comunicaciones con proveedores se identificó que para el 2025 se pueden obtener vehículos de menor capacidad de carga que permitirían reemplazar vehículos más pequeños, tipo Van. Así, como camiones de carga pesada de entre 15 y 20 toneladas.

3.36 Finalmente, se espera que para el 2035 el mercado de vehículos de carga cierre la brecha de capacidad de carga entre 4 y 15 toneladas.

3.1.6 Bus

3.37 Del análisis de mercado realizado para buses se establecieron los siguientes criterios de potencial de reemplazo a vehículos eléctricos:

- Corto plazo (2019 – 2020): Buses de más de 40 pasajeros
- Mediano plazo (2020 – 2025): Todos los buses siempre y cuando la red de carga y operación lo permita.
- Largo plazo (2025 – 2035): Todos los buses siempre y cuando la red de carga y operación lo permita.

3.38 Con base en fuentes y notas de prensa se encontró que en la actualidad se encuentran en el país en operación o en pruebas buses de más de 40 pasajeros eléctricos. Estos vehículos, cuyo ingreso fue muy reciente, operan en los sistemas de transporte masivo de Bogotá, Medellín y Cali. Por lo anterior, se estableció que los buses y busetas de más de 40 pasajeros son sujetos de ser reemplazados por vehículos eléctricos al corto plazo.

3.39 Adicionalmente, se espera que para el 2025 se encuentren en el mercado local o cercano vehículos de transporte de pasajeros de menor dimensión que permitan sustituir el resto de la flota de buses oficiales, tipo microbús.

3.1.7 Cuatrimotos

3.40 Dentro de las cuatrimotos se están considerando otro tipo de vehículos como motocarros, mototriciclos y ciclomotores, los cuales pueden usarse con los mismos propósitos y presentan características de los motores similares. Del estudio de mercado realizado se identificó que en el mercado ya existen diferentes tipos de vehículos eléctricos que pueden reemplazar los vehículos de la flota oficial actual. Por consiguiente se estableció que todas las cuatrimotos, motocarros, mototriciclos y ciclomotores son potencialmente reemplazables en el corto plazo. Sin embargo, es importante destacar que estos vehículos conforman únicamente el 0.2% del total de la flota oficial de orden nacional y sus oficinas territoriales.

3.1.8 Resumen criterios de potencial de sustitución a vehículos eléctricos

En la siguiente tabla se presentan los principales criterios considerados para determinar el potencial de sustitución a vehículos eléctricos, los cuales fueron presentados previamente con la adición de un criterio asociado con edad del vehículo que para atender la posibilidad de generar detrimentos patrimoniales, se estableció que debe ser mayor a 10 años. Este último elemento debe ser revisado en conjunto con entidades de control como la Contraloría General de la Nación y el Ministerio de Hacienda para evaluar una edad que pueda ser empleada de referencia para el plan de reemplazo. Este es un aspecto de la mayor importancia pues como se ilustró anteriormente la mayoría de los vehículos oficiales tienen menos de diez años de antigüedad.

Los criterios se establecieron tanto para el escenario base, el cual presenta un mayor grado de escepticismo a la apertura del mercado eléctrico en Colombia, para algunos tipos de vehículos, y el escenario optimista el cual presenta una mayor apertura de dicho mercado.

Tabla 3.2: Criterios de potencial de reemplazo por corte temporal en escenario Base y Optimista

Corte temporal	Base	Optimista
2019 – 2020	<ul style="list-style-type: none"> Vehículos de entidades líderes. Automóviles: < 2,300 cc Camiones: 2.5 – 4 Ton Buses: > 40 pasajeros Modelo 2010 o anterior 	<ul style="list-style-type: none"> Automóviles: < 2,300 cc Camiones: 2.5 – 4 Ton Buses: > 40 pasajeros Cuatrimotos: Todos Camionetas a gasolina: < 2,200 cc Modelo 2010 o anterior
2020 – 2025	<ul style="list-style-type: none"> Automóviles: < 3,000 cc Camiones: < 4 Ton & 15 – 20 Ton Buses: Todos urbanos Cuatrimotos: Todos Modelo 2015 o anterior 	<ul style="list-style-type: none"> Automóviles: Todos urbanos Camiones: < 4 Ton & 15 – 20 Ton Buses: Todos urbanos Cuatrimotos: Todos Camionetas a gasolina: < 3,500 cc Camionetas a diésel: < 3,000 cc Motocicletas: < 119 cc Cuatrimotos: Todos Modelo 2015 o anterior
2025 - 2035	<ul style="list-style-type: none"> Automóviles: Todos urbanos Camiones: Todos Buses: Todos urbanos Cuatrimotos: Todos Camionetas a gasolina: < 3,500 cc Camionetas a diésel: < 3,000 cc Motocicletas: Todas Modelo 2025 o anterior 	<ul style="list-style-type: none"> Automóviles: Todos urbanos Camiones: Todos Buses: Todos urbanos Cuatrimotos: Todos Camionetas a gasolina: < 3,500 cc Camionetas a diésel: < 3,000 cc Motocicletas: Todas Modelo 2025 o anterior

Fuente: Steer, 2019

3.1.9 Recomendación de cambio de flota por uso con porcentajes de participación por energético antes y después de implementada la estrategia con visión a cinco (5) y quince (15) años.

3.41 Aplicando los criterios anteriores en los diferentes periodos, tomando como base de información el inventario de vehículos de las entidades líderes de la estrategia obtenida por medio de la

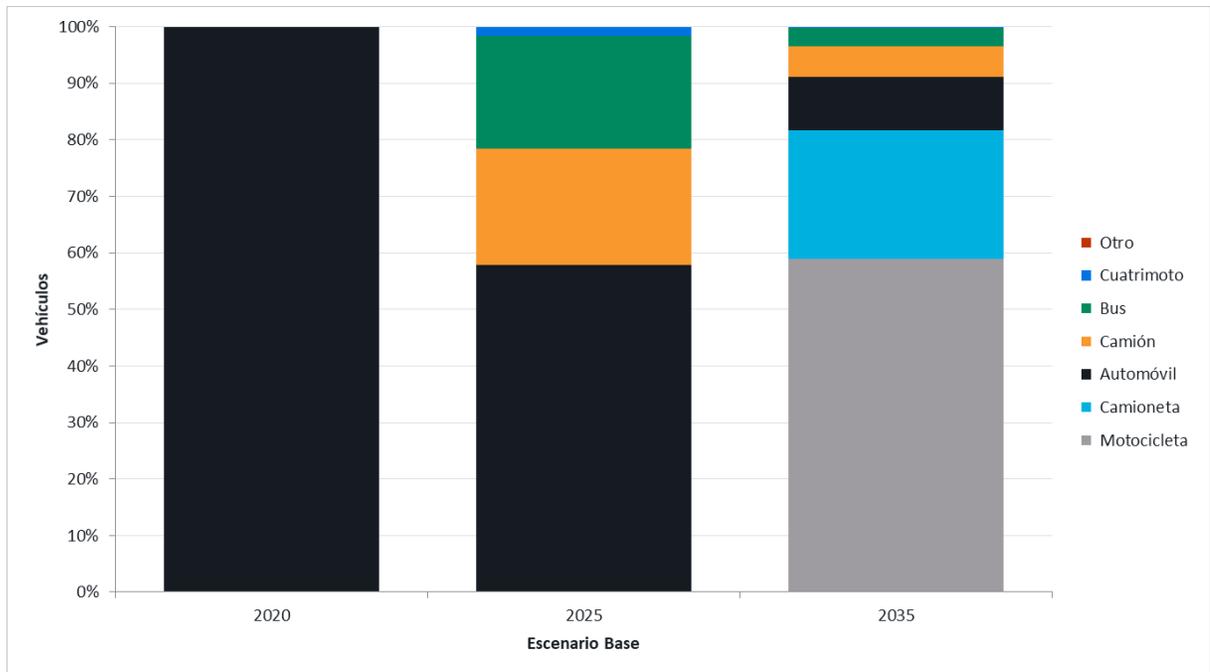
encuesta realizada por Steer, y la base de flota oficial del RUNT, se encontró para el escenario base y el escenario optimista los siguientes resultados en la magnitud y distribución por tipo de vehículo.

Tabla 3.3: Magnitud de vehículos potencialmente reemplazables con la aplicación de criterios definidos a 5 y 15 años

Escenario	2020	2025	2035
Base	29	8,470	59,365
Optimista	2,311	20,962	59,365

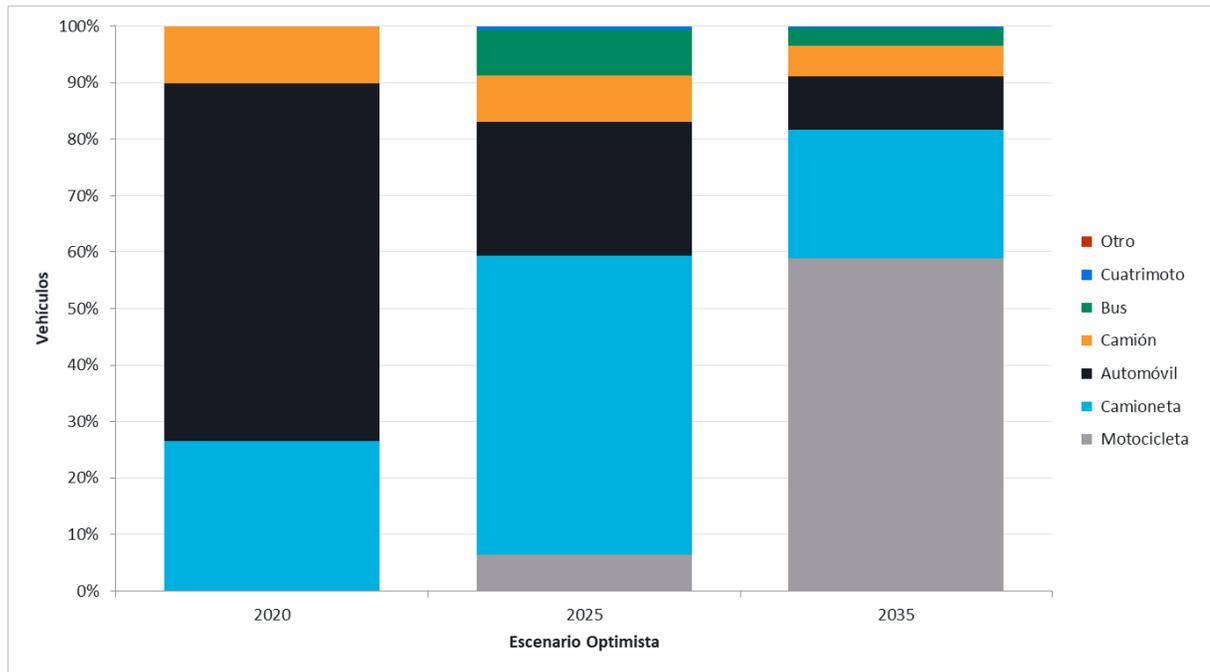
Fuente: Steer, 2019

Figura 3.8: Distribución por tipo de vehículo de flota potencialmente reemplazable – Escenario Base



Fuente: Steer, 2019

Figura 3.9: Distribución por tipo de vehículo de flota potencialmente reemplazable – Escenario Optimista



Fuente: Steer, 2019

3.42 Adicionalmente, en la siguiente tabla y figuras se presenta la diferencia en la participación de consumo energético antes y después del reemplazo en los diferentes años y escenarios analizados.

3.43 Los valores presentados en la tabla fueron calculados teniendo en cuenta la siguiente expresión:

$$\%Reducción = 1 - C_f/C_i$$

Donde,

%Reducción: Hace referencia al valor del porcentaje de reducción el caso analizado.

C_f : Consumo el escenario de reemplazo analizado.

C_i : Consumo en el escenario sin reemplazo.

Tabla 3.4: Diferencia consumo energético por tipo de vehículo y combustible

Tipo de vehículo	Combustible	Base	Optimista
Automóvil	Gasolina	-58%	-59%
Automóvil	Diésel	-69%	-69%
Automóvil	GNV	-69%	-69%
Automóvil	Eléctrico	> 100%	> 100%
Bus	Gasolina	-69%	-69%
Bus	Diésel	-60%	-60%
Bus	GNV	-69%	-69%
Bus	Eléctrico	> 100%	> 100%

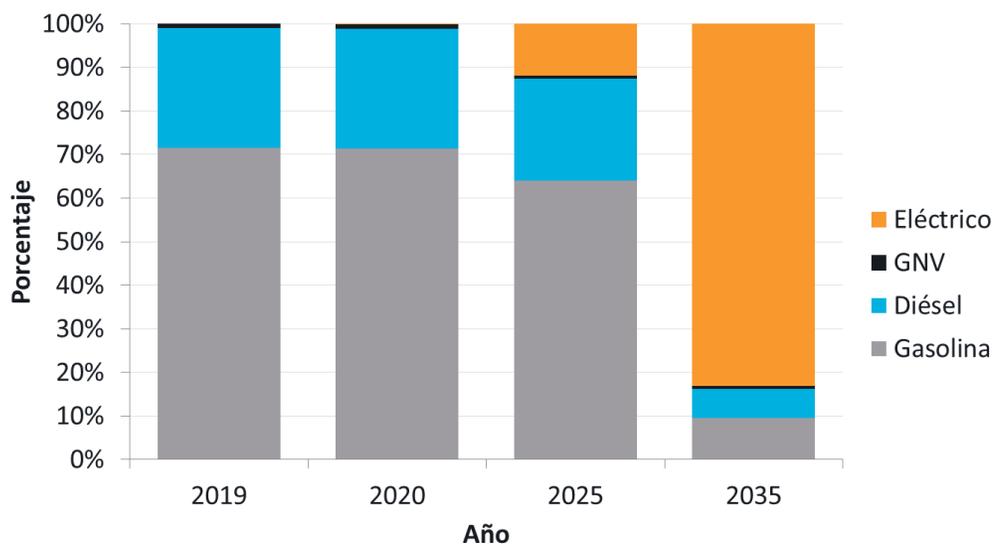
Estructurar las bases del programa de reemplazo tecnológico de la flota oficial del país, para acelerar la adquisición de vehículos de bajas y cero emisiones para entidades públicas de orden nacional y sus oficinas territoriales | Producto 2 y 3

Tipo de vehículo	Combustible	Base	Optimista
Camión	Gasolina	-41%	-41%
Camión	Diésel	-35%	-35%
Camión	GNV	-38%	-38%
Camión	Eléctrico	> 100%	> 100%
Camioneta	Gasolina	0%	-46%
Camioneta	Diésel	0%	-53%
Camioneta	GNV	0%	0%
Camioneta	Eléctrico	0%	> 100%
Campero	Gasolina	0%	0%
Campero	Diésel	0%	0%
Campero	GNV	0%	0%
Campero	Eléctrico	0%	0%
Cuatrimoto	Gasolina	-55%	-55%
Cuatrimoto	Diésel	-69%	-69%
Cuatrimoto	GNV	0%	0%
Cuatrimoto	Eléctrico	> 100%	> 100%
Motocicleta	Gasolina	0%	-3%
Motocicleta	Diésel	0%	0%
Motocicleta	GNV	0%	0%
Motocicleta	Eléctrico	> 100%	> 100%

Fuente: Steer, 2019

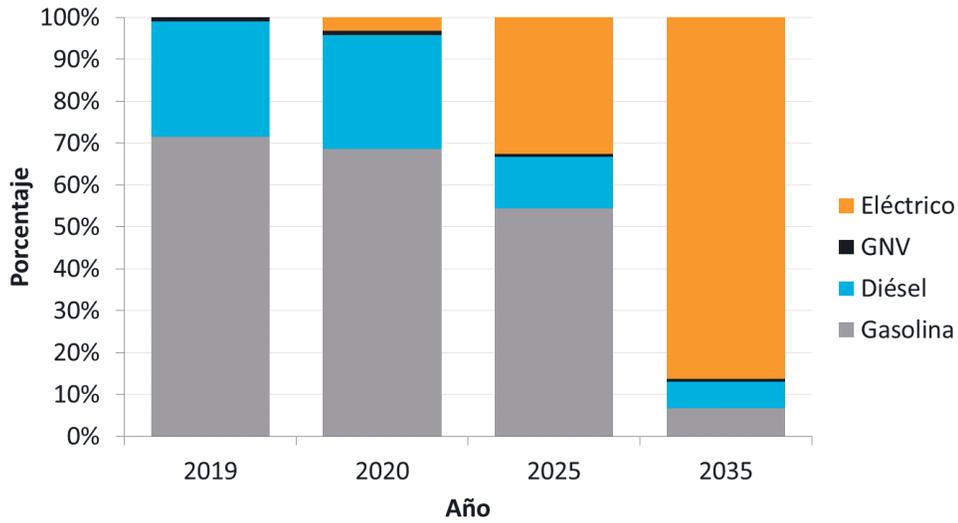
3.44 Se destaca en la tabla anterior que al realizar el reemplazo el consumo energético de los vehículos eléctricos aumenta porcentualmente debido a que actualmente la flota eléctrica de la flota oficial analizada es muy inferior al potencial de reemplazo analizado.

Figura 3.10: Participación por energético escenario base



Fuente: Steer, 2019

Figura 3.11: Participación por energético escenario optimista



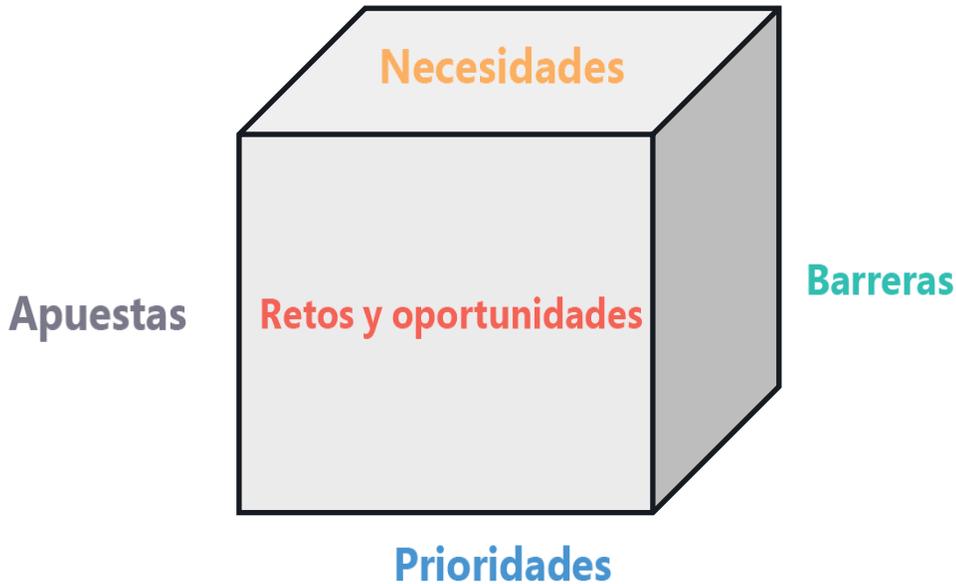
Fuente: Steer, 2019

3.45 En términos brutos, y comparando el consumo energético con y sin reemplazo por vehículos eléctricos en los años de potencial de reemplazo descritos, en un caso ideal, se encontró que en el escenario base se reduce un 7.8% de la energía consumida y en el escenario optimista este valor asciende a un 21.7%, teniendo en cuenta la actividad de los vehículos de la flota desde el 2020 hasta el 2035.

3.2 Pilares para la construcción de las bases del programa de reemplazo tecnológico de la flota oficial de orden nacional y sus oficinas territoriales

3.46 Se consultó sobre cinco pilares que permitieron identificar las condiciones base para la construcción de la estrategia a través de un taller de participación con las entidades líderes de la ENME así como con la participación de Parques Naturales y Agrosavia ²⁰. Los resultados fueron los siguientes:

Figura 3.12: Pilares para la construcción de la estrategia



Fuente: Steer, 2019

²⁰ Estas dos entidades fueron invitadas para conocer los pilares asociados a las necesidades y condiciones de la operación de vehículos en el desarrollo de la misión es estas entidades, las cuales representan las condiciones rurales.

3.2.2 Necesidades

¿Para qué y cómo se utilizan los vehículos actualmente en las entidades que representan?	¿Sería posible disminuir el número de vehículos actualmente utilizados?	¿Qué estrategias y/o programas se requerirían para disminuir la demanda por vehículos?
<ul style="list-style-type: none"> • Urbanos: transporte de personas (directivos y funcionarios), correspondencia/mensajería, • Defensa: entidades que utilizan los vehículos para la prestación de servicios de seguridad y respuesta inmediata. • Rurales/áreas protegidas de difícil acceso: zonas protegidas o centros de investigación agrícola. Generalmente usan los vehículos para el transporte de personas y carga. • Tercerización o subcontratación de vehículos 	<p>La mayoría de las entidades manifiestan que requieren realizar los viajes actuales y de hecho prevén una necesidad de una flota mayor para suplir todas las necesidades.</p> <p>Hay entidades que declararon su interés para optimizar el uso de la flota teniendo en cuenta que:</p> <ul style="list-style-type: none"> • En algunas entidades se asigna un vehículo a un directivo las 24 horas y no es posible utilizarlo para otras necesidades. • En la mayoría de las entidades no hay un mecanismo de planeación de los viajes que permita aprovechar un mismo viaje para cumplir con varias necesidades. • No hay herramientas tecnológicas en las entidades para evitar viajes, por ejemplo reuniones en teleconferencia. Esta opción es menos viable en zonas rurales. • Se utilizan los vehículos para mensajería varias veces al día sin optimizar su uso o evaluar si es posible utilizar otros recursos para ello. 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar los usos y requerimientos de flota por entidad, establecer el tamaño y tipo de flota necesaria para cumplir claramente con los objetivos misionales de la entidad. • Optimizar el uso de la flota por medio de procesos de control de uso, evitar los largos periodos de inactividad, fomentar la gestión de la demanda de transporte dentro de la entidad o entidades espacialmente cercanas empleando la flota existente. • Promover la disminución de viajes requeridos por la entidad sin comprometer las actividades requeridas, incluir aspectos como teleconferencias.

Fuente: Steer, 2019

3.2.3 Barreras

¿Qué obstáculos tienen para reemplazar la flota por vehículos de cero emisiones?	¿Podrían hacer el reemplazo de flota autónomamente en las entidades? ¿En qué condiciones?
<p>Barreras técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> No existen tecnología de vehículos eléctricos que cumplan condiciones técnicas similares para el reemplazo de vehículos de todas las tipologías Viajes que se realizan en zonas no interconectadas. Déficit de infraestructura de recarga y otros aspectos complementarios como reparaciones, repuestos, mantenimiento y otros procesos operativos con garantía. Desconocimiento y falta de capacitación para el manejo y adquisición de nuevas tecnologías. <p>Barreas legales:</p> <ul style="list-style-type: none"> Ley de austeridad del gasto que no permite adquisición de vehículos No hay gestión administrativa entre entidades, por lo que no es posible que una entidad le compre un vehículo a otra. Necesidad de justificar que no hay un detrimento patrimonial en la compra de vehículos eléctricos, debido a que son más costosos y hay un riesgo de direccionar la marca. Necesidad de mayores datos técnicos que respalden la posventa, tipo y disponibilidad de carga. <p>Barreras financieras:</p> <ul style="list-style-type: none"> Altos costos de pólizas de seguros. Costo de mantenimiento que puede ser alto, pues en algunos sectores aislados no existen talleres autorizados para no perder la garantía del vehículo. Disponibilidad presupuestal. La estructura de ejecución del presupuesto anualizada no permite que los beneficios a largo plazo sean evidentes en el año de adquisición del vehículo. 	<ul style="list-style-type: none"> No, por ley de presupuestos, se debe generar una excepción que lo facilite. Se puede realizar por medio de fondo centralizado como donaciones del exterior o incautación por estupefacientes. Se puede hacer por “renting” / contratación.

Fuente: Steer, 2019

3.2.4 Apuestas

¿Estaría dispuesta la entidad a hacer una inversión inicial asociado a nuevas tecnologías para los programas de cambio de flota?	¿Su entidad se vincularía a un programa nacional que permita consolidar la oferta y reducir costos?
<ul style="list-style-type: none"> Las entidades mostraron voluntad por generar mecanismos para invertir en el reemplazo tecnológico de la flota vehicular, especialmente acompañando por los líderes de la estrategia ENME, mientras existan lineamientos que eliminen las barreras identificadas anteriormente. Los ordenadores del gasto necesitarían directrices claras desde la nación para darles tranquilidad en los procesos de adquisición de flota de este tipo, disminuyendo los riesgos de investigaciones por detrimento patrimonial. Ven difícil priorizar el reemplazo de flota con beneficios ambientales y de consumo energético sin entrar en conflicto con los objetivos misionales de la entidad. La voluntad existe, siempre y cuando no se afecten los procesos y operación de la flota técnicamente y se blinden desde la nación a los tomadores de decisiones. 	<p>Sí, bajo los siguientes condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> Debe existir condiciones claras de la integración al programa para tomar decisiones. Dar tranquilidad para las firmas de contratos, pues existe el riesgo debido a que la inversión es muy alta y se puede direccionar a una marca específica. Como para del programa se debe incluir Minhacienda, la agencia nacional de contratación Colombia compra eficiente y entidades adscritas, para acompañar a las entidades públicas. Superar las barreras identificadas.

3.2.5 Retos y oportunidades

¿Cuáles cree que serían las ventajas y desventajas si se establece un esfuerzo centralizado desde el gobierno nacional para el reemplazo de la flota de las entidades de orden nacional?	
Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> Obligatoriedad para cumplir con la Ley de Electro-movilidad. Articulación de esfuerzos e iniciativas desde distintas entidades para tener beneficios de economía de escala y facilitar la toma de decisiones. Atracción de nuevos proveedores. Reducción de costos de mantenimiento y adquisición de repuestos. Aumento de infraestructura de soporte. Cumplimiento de acuerdos COP 21. Ventajas ambientales y ahorros de costos. 	<ul style="list-style-type: none"> Seguimiento y especialidad de la compra. En otras compras se han encontrado limitantes con el proceso de Colombia compra eficiente, pues no incluye todo el ciclo ni define los lineamientos de disposición de los vehículos y baterías al finalizar la vida útil. No está reglamentada la revisión técnico-mecánica. La estructuración de compra es difícil.

Discuta y compare los retos financieros, legales y administrativos para lograr hacer el reemplazo por flota eléctrica.	¿Cuáles cree que son los aspectos clave para tener éxito en un proceso de cambio de flota en su entidad?
<p>Retos financieros:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento del costo/beneficio de vehículos eléctricos sobre los de combustión. • Manejar un programa nacional de lotes que permita mejorar los precios de adquisición. <p>Retos y oportunidades legales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ajustar la ley de austeridad del presupuesto. • Articulación de las directrices presidenciales. • Aprovechamiento de normas y leyes que pueden fomentar el reemplazo de la flota. • Ley de electro-movilidad. • Pliegos tipo de compra que incluyan vehículo, batería, estación de carga y postventa. • Agilizar los incentivos tributarios en el marco. <p>Retos y oportunidades administrativos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluar los objetivos misionales de las entidades. • Necesidades operacionales específicas de los vehículos eléctricos que requieren de un conocimiento técnico especializado. • Coordinación y capacitación de los responsables de la adquisición y operación de los vehículos eléctricos. • Socializar con los jefes de planeación el cumplimiento de la ley • Estimular el uso de tecnologías alternativas para la recarga de los vehículos en zonas no interconectadas o de difícil acceso. • Optimizar el uso de la flota. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lineamiento del Gobierno Nacional para que el reemplazo de la flota oficial que sea de obligatorio cumplimiento. • Ajustar la ley de presupuestos. • Proyecto de inversión para adquirir vehículos eléctricos. • Recursos técnicos especializado en la compra de vehículos eléctricos bajo las condiciones que se propongan. • Capacitación de compradores, conductores, operadores para la adquisición, operación y mantenimiento de los vehículos. • Promover estrategias de recarga por segmentos de uso. • Trabajar con Minhacienda para transmitirles las ventajas de la adquisición de vehículos eléctricos. • Respaldo logístico en mantenimiento y negociación, especialmente en sectores alejados a los municipios. • Eliminación de barreras legales. • Ajustar procesos de Colombia Compra Eficiente.

Fuente: Steer, 2019

3.2.6 Prioridades

¿Qué aspectos se deben considerar para definir las prioridades para el reemplazo de la flota oficial del país a nuevas tecnologías?	Discuta la prioridad ambiental y energética frente a las prioridades de inversión pública con recursos limitados.
<ul style="list-style-type: none"> • Segmentación de las entidades para evaluar la pertinencia del reemplazo. • Auditorías energéticas por entidad y la disponibilidad de presupuesto para su realización. • Metas de proporción de la flota de tipo eléctrica y reducción energética. • Asignar recursos para la sustitución y optimización de la flota. • Realizar pilotos de proveedores en empresas interesadas para validar la efectividad de la flota. • Direccionar las directrices presidenciales. • Formas para aprovechar la economía de escala. • Compromisos internacionales. • Objetivos de desarrollo sostenible. • Reducir costos de adquisición y operación por parte del gobierno. • Crear guías de capacitación y conocimiento sobre los aspectos técnicos y análisis de costo beneficio. • Generar pliegos tipo para la compra y adquisición de vehículo. 	<p>Las entidades declararon que hay un sentimiento de que las prioridades financieras son más visibles y prioritarias que las ambientales o energéticas, por lo que cuesta transmitir las ventajas de proyectos como el reemplazo tecnológico de la flota. En esto es importante incluir al cambio y promoverlo en instrumentos como los planes de gestión y definir claramente el cómo se va a realizar el reemplazo para aprovechar las economías de escala.</p>

Fuente: Steer, 2019

3.3 Bases del programa de reemplazo tecnológico

3.3.1 Proyecto

3.47 Programa de reemplazo tecnológico de la flota oficial del país a vehículos cero emisiones para entidades públicas de orden nacional y sus oficinas territoriales. De acuerdo con la Ley 1964 de 2019 se entiende como vehículo cero emisiones al vehículo automotor impulsado por cualquier tecnología de motorización que en virtud de la generación de su energía para propulsión, no emite emisiones contaminantes al aire ni gases de efecto invernadero.

3.3.2 Objetivo

3.48 Acelerar la sustitución de la Flota Oficial de orden nacional y sus oficinas territoriales a vehículos cero emisiones.

3.3.3 Fases del proyecto

- Fase 1: Piloto de sustitución de la flota de las cinco entidades líderes de la ENME a vehículos cero emisiones (2020)

3.49 Se propone se realice en un escenario inmediato propuesto para 2020 el reemplazo de 29 vehículos, distribuidos por entidad de la siguiente manera:

Tabla 3.5: Programa de reemplazo entidades oficiales líderes de la ENME

Entidad	Vehículos actuales	Potencial vehículos eléctricos
Departamento Nacional de Planeación	25	15
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	23	6
Ministerio de Minas y Energía	13	3
Ministerio de Transporte	57	5
Unidad de Planeación Minero-Energética	2	0

Fuente: Steer, 2019

3.50 Se requerirá voluntad de las entidades para participar, el objetivo del piloto será realizar la adquisición inicial de los vehículos potenciales de cambio. Este piloto, aunque constituya un ensayo técnico, tiene como propósito principal identificar si la propuesta de gestión administrativa planteada para la implementación del programa es funcional y posteriormente hacer un seguimiento y monitoreo de esta tecnología vehicular para poder ampliar el programa a más entidades y una flota mayor. Más adelante se especifica esta propuesta.

- Fase 2: Sustitución de la flota oficial potencial de orden Nacional a vehículos cero emisiones al año 2025.

3.51 Se propone que para el año 2025 se desarrolle la sustitución de 8,740 vehículos oficiales de orden Nacional, distribuido en tipología de la siguiente manera:

Tabla 3.6: Sustitución potencial por tipología a 2025.

Vehículo agrupado	2025 Base	%
Automóvil	4,906	58%
Camión	1,739	21%
Bus	1,684	20%
Cuatrimoto	141	2%
Motocicleta	-	0%
Camioneta	-	0%
Campero	-	0%
Otro	-	0%
TOTAL	8,470	

Fuente: Steer, 2019

Figura 3.13: Fases del programa



Fuente: Steer, 2019

3.3.4 Memorando de entendimiento (MOU)

3.52 Como primer paso, se propone acordar un memorando de entendimiento liderado por la Presidencia de la Republica con el objetivo de articular las voluntades de las partes indispensables para que el programa de reemplazo de flota oficial de orden Nacional funcione, así como dejar los compromisos necesarios para que se pueda materializar el proyecto. Este memorando se traduce en una declaración de voluntades recíprocas para los participantes que lo suscriben, sin representar un efecto jurídico vinculante.

3.53 Para el memorando se proponen los siguientes actores:

- Partes: Serán las entidades líderes de la estrategia ENME las cuales se comprometerán a realizar la sustitución de sus vehículos a flota eléctrica.
 - Minenergía
 - Mintransporte
 - DNP
 - UPME
 - Minambiente
- Adherentes: Se propone considerar las siguientes entidades adherentes. Facilitan que el programa se pueda realizar.

Tabla 3.7: Consideraciones para la estructura del memorando de entendimiento

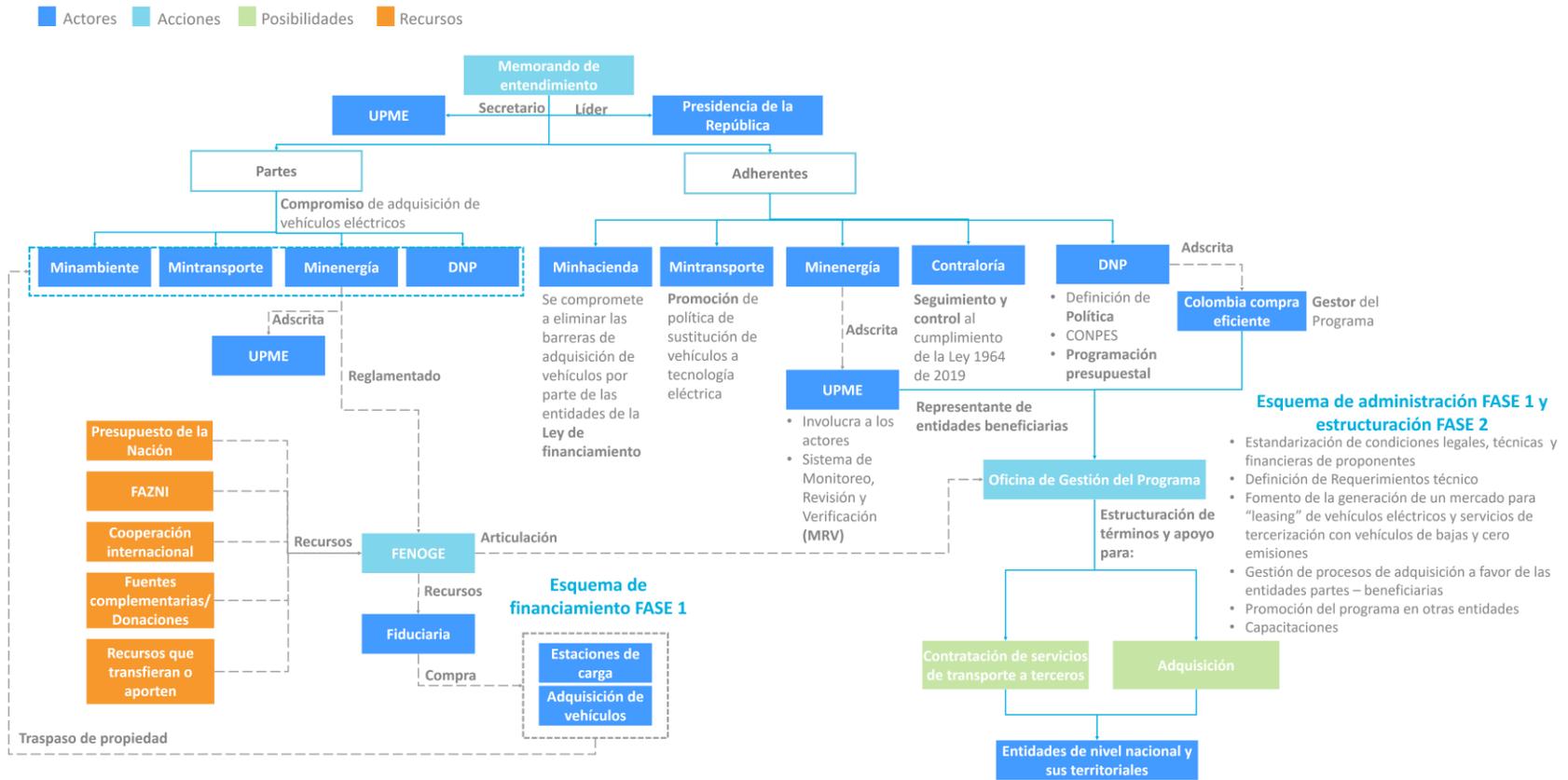
Entidad	Compromiso
Presidencia de la Republica	Líder del memorando de entendimiento
Minhacienda	Viabilidad a través de la ley de presupuesto para hacer compra de vehículos
Mintransporte	Promueve que la sustitución de FOON se direcciona a la compra de vehículos 100% eléctricos, bajo excepciones considerables asociadas a los funcionamientos o limitaciones operacionales de uso. De este modo se garantizará que los procesos de compra de vehículos se den a través de los procedimientos que se definan para el proyecto.
Contraloría General de la República	De acuerdo con la Ley de Movilidad Eléctrica, la Contraloría será la entidad encargada de hacer seguimiento y control al cumplimiento del Artículo 8. Iniciativa pública de uso de vehículos eléctricos.
DNP	Direccionamiento de política específica del programa a través de un CONPES. Así como la programación presupuestal.
Colombia Compra Eficiente	Se propone como entidad gestora, la cual se enmarcada en las políticas y normas de la Ley Nacional para la contratación y garantiza los procesos de forma transparente.
Ministerio de Minas y Energía-UPME	Involucra a los actores como líder del programa, será el secretario de MOU y se encargará del monitoreo y seguimiento del proyecto. Será un coordinador y facilitador integral

Fuente: Steer, 2019

3.54 A partir del memorando se propone la siguiente estrategia para la gestión del programa.

Estructurar las bases del programa de reemplazo tecnológico de la flota oficial del país, para acelerar la adquisición de vehículos de bajas y cero emisiones para entidades públicas de orden nacional y sus oficinas territoriales | Producto 2 y 3

Figura 3.14: Propuesta estratégica de gestión



Fuente: Steer, 2019

3.3.6 Propuesta para la administración y gestión del proyecto

3.55 Posteriormente al desarrollo del memorando, se hace necesario que para el desarrollo del proyecto se encargue a un directo responsable de la administración y gestión del proyecto el cual tendrá los siguientes objetivos :

- Estructurar detalladamente el proyecto de reemplazo de FOON
- Darle seguimiento a las acciones necesarias para la materialización del proyecto
- Proveer transparencia y confianza a los tomadores de decisiones en los procesos de adquisición.
- Establecer las directrices y procedimientos para la vinculación al programa y la adquisición de la FOON.
- Estandarizar de los términos y condiciones, con los estándares técnicos para cumplir con el programa de reemplazo de FOON.
- Capacitaciones técnicas, de beneficios y costo efectividad a las entidades públicas para lograr involucrarlas al programa de migración hacia vehículos eléctricos, brindando la confiabilidad y conocimiento para esto.

3.56 Para lo anterior se propone el montaje de una oficina de gestión de programa (OGP), con la colaboración de Colombia Compra Eficiente²¹ entidad adscrita al DNP.

3.57 Su función es de capacidad ejecutora y su propósito estará enfocado en los procesos de adquisición de vehículos oficiales, contratación de servicios de transporte a terceros, así como programas y proyectos de capacitaciones a entidades nacionales en la migración a flota eléctrica.

3.58 Las actividades que se desarrollen a través de la OGP estarán enmarcadas en las políticas y normas de la Ley Nacional para la contratación pública, garantizando transparencia los procesos de adquisición.

3.59 Se propone que esta OGP se conforme de un equipo de trabajo técnico y administrativo que gestione y administre la compra a través de un proceso de contratación estándar con la definición unificada de las condiciones y procedimientos.

3.60 Considerando que este proyecto es para la adquisición rápida de la flota eléctrica para las entidades oficiales de orden nacional, las ventajas se dan en una administración estándar que establece unos pliegos tipo, bajo unas condiciones técnicas dirigidas por el programa para todas las entidades. Lo anterior impide que las entidades centralicen especificaciones independientes, ya que será labor de la OGP centralizarlas y además apoyar en la ejecución de presupuesto con ellas. De este modo se garantizará que los procesos de compra de vehículos se den a través de los procedimientos que se definan para la OGP, bajo el marco legal y estándares de la agencia de contratación dando las garantías de transparencia necesarias para el proceso y la toma de decisiones.

²¹ Colombia Compra Eficiente es una Entidad descentralizada de la rama ejecutiva del orden nacional, con personería jurídica, patrimonio propio y autonomía administrativa y financiera, adscrita al Departamento Nacional de Planeación (DNP) que es el rector del Sistema de Compra Pública de Colombia.

- 3.61 Se recomienda que para la adecuada implementación de la OGP se contrate un proyecto de asesoría y montaje financiado a través de recursos de cooperación técnica que realice la estructuración detallada de la unidad y sus funciones, así como la estructuración en detalle el plan de reemplazo de FOON a cero emisiones que deberá contemplar:
- Inventario detallado de la FOON de todas las entidades públicas.
 - Identificación del interés de las entidades para hacer parte del programa. Como conclusión de este estudio se identificó que dependiendo de la naturaleza de la entidad, pueden ser viables o no de incorporarse al programa. Por ejemplo, algunas entidades de economía mixta reportaron que nos reciben fondos nacionales y que por ende no estarían interesados en el programa (Ejemplo: Ecopetrol y Central de abastecimiento del Valle del Cauca)
- 3.62 Considerando la evolución de las tecnologías y la variación de los precios en el tiempo se propone que el plazo de la duración de los acuerdos que se realicen a través de la OGP sea de tres años.
- 3.63 Se identificó igualmente, que en algunas ocasiones la entidades prefieren no ser dueñas de activos y proceden a procesos de subcontratación, para esto también se propone que los procesos de subcontratación de servicios de transporte a terceros se den a través de la OGP, la cual dirigirá las condiciones de los subcontratistas con oferta de flota eléctrica. De este modo se promoverá articuladamente la aceleración a flota eléctrica por parte de las entidades oficiales de orden Nacional. Desde la OGP se darán las bases, el diseño, implementación y lineamientos para que la contratación de servicios de transporte a terceros sea bien concebida.
- 3.64 Para el desarrollo de la Fase 2 es necesario que la OGP o a través de terceros contratados para tal razón realice un monitoreo detallado de los vehículos adquiridos en la Fase 1 de tal forma que analice los indicadores de rendimientos, funcionamiento y los costos detallados para estructurar el proceso de compra bajo parámetros confiables.

3.3.7 Financiamiento

- 3.65 Considerando que la puesta en marcha del programa se propone en dos fases, la recomendación para el financiamiento del mismo se propone de igual manera. Para la Fase 1, en dónde se espera desarrollar el piloto de reemplazo de las entidades líderes de la ENME, se propone un camino de financiamiento a través del Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía (FENOGE). De acuerdo con el decreto reglamentario de este fondo Decreto 1543 de 2017 ²² y su manual operativo Resolución 41407 de 2017 ²³ se establece que:

²² Decreto 1543 de 2017 - "Por la cual se reglamenta el Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía, FENOGE, adicionando una Sección 5 al Capítulo 3 del Título III de la Parte 2 del Libro 2 del Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía 1073 de 2015."

²³ Resolución 41407 de 2017 - "Por la cual se expide el Manual Operativo del FENOGE y se dictan otras disposiciones."

- *“... El FENOGE tendrá como objetivo financiar programas de Fuentes No Convencionales de Energía (FNCE) y gestión eficiente de la energía, a través de su fomento, promoción, estímulo e incentivo.”²⁴*
- *“... Los recursos que alimentarán el patrimonio autónomo podrán ser, entre otros, las sumas establecidas en el artículo 190 de la Ley 1753 de 2015, partidas que se le asignen en el Presupuesto General de la Nación y demás recursos que transfieran o aporten el Gobierno Nacional, entidades públicas, entidades privadas, organismos de carácter multilateral e internacional, donaciones y demás recursos que se obtenga o se le asignen a cualquier título. El FENOGE, a través del patrimonio autónomo, podrá suscribir contratos o convenios para cumplir con su objeto”²⁵.*
- *“...Propiedad y destinación de los activos. La Nación Ministerio de Minas y Energía será titular, en proporción a su aporte, de la infraestructura que se financie con recursos del FENOGE...En todo caso, previa aprobación del Ministerio de Minas y Energía, el FENOGE podrá transferir la propiedad de los bienes que sean financiados con sus recursos, en los términos del artículo 39.3 de la Ley 142 de 1994”.²⁶*

Las funciones del Comité Directivo del FENOGE son²⁷:

“1. Aprobar, objetar e impartir instrucciones y recomendaciones sobre los planes, programas o proyectos a ser financiados con cargo a los recursos del FENOGE, así como sobre las actividades de fomento, promoción, estímulo e incentivo.

2. Aprobar el presupuesto del FENOGE.

3. Definir las políticas generales de inversión de los recursos que ingresen al FENOGE y velar por su seguridad y adecuado manejo.

4. Impartir al patrimonio autónomo que constituya la Entidad Fiduciaria las instrucciones que correspondan para el cumplimiento del objeto del FENOGE.

5. Adoptar criterios para la evaluación, clasificación y aprobación de los diversos planes, programas o proyectos a ser financiados por el FENOGE.

6. Estudiar y aprobar los diferentes informes elaborados por el patrimonio autónomo que constituya la Entidad Fiduciaria para el efecto.

7. Autorizar la conformación y contratación de un Equipo Ejecutor para la coordinación, interacción administrativa, técnica, operativa, de control y seguimiento de las actividades del FENOGE.

8. Las demás que se requieran para el cabal cumplimiento del objeto del FENOGE.

...

²⁴ ARTÍCULO 1°. Adiciónese una Sección al Capítulo 3 del Título III del Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía 1073 de 2015

²⁵ Ibidem

²⁶ Ibidem ARTÍCULO 2.2.3.3.5.7.

²⁷ Ibidem ARTÍCULO 2.2.3.3.5.5.

PARÁGRAFO 2°. En todo caso los proyectos a financiar con recursos del FENOGE deberán cumplir evaluaciones costo-beneficio que comparen el costo del proyecto con los ahorros económicos o ingresos producidos.”

3.66 De acuerdo con el Manual Operativo del FENOGE, las acciones previstas para lograr los objetivos del Fondo consideran en parte las siguientes acciones:

- Financiar planes, proyectos y/o programas que promuevan, estimulen o fomenten la gestión Eficiente de Energía, mejorando la eficiencia energética y desarrollando mecanismos de respuesta de la demanda.
- Promover y maximizar la eficiencia energética, a través de buenas prácticas y reconversión tecnológica o sustitución de combustibles en cualquier actividad de producción, transformación, transporte, distribución y consumo de las diferentes formas de energía, cumpliendo la normatividad relacionada con el uso, manejo y aprovechamiento de los recursos naturales y asociados al medio ambiente.
- Lograr la interacción de actores del sector público, privado, la academia, los gremios, la banca local, banca internacional, banca multilateral y los organismos internacionales, en términos de financiación, cooperación, asistencia técnica y de aporte de recursos, entre otros.
- Financiar otros propósito tales como auditorías energéticas, estudios, administración durante la ejecución de los planes, programas o proyectos, interventoría, sistemas de información, sistemas de monitoreo, proyectos de investigación, transferencia tecnología, capacitación, centros de eficiencia energética, esquemas empresariales para procesos productivos y disposición final de equipos sustituidos.
- Realizar seguimiento a los planes programas y proyectos implementados.

3.67 Las fuentes de financiación del FONAGE son:

- Recursos del Fondo de Apoyo Financiero para la Energización de las Zonas No Interconectadas (FANZAI) de que trata el artículo 190 de la Ley 1753 de 2015 que realiza el administrador del Sistema de Intercambio Comerciales (ASIC). Estos recursos y sus rendimientos son la fuente inicial de capitalización del Fondo.
- Recursos del presupuesto general de la nación
- Recursos que transfiera o aporte a cualquier título
 - El Gobierno Nacional
 - Las Entidades públicas o privadas
 - Organismos de carácter multilateral e internacional
 - Empresas mixtas nacionales o extranjeras
 - Patrimonios autónomos, fondos de capital privado, fondos de inversión o cualquier otro tipo de fondo, público, mixto o privado nacional o extranjero.
- Recursos de cooperación internacional. Esta fuente de financiación incluye Gobiernos extranjeros, agencias de cooperación, los bancos y Organismos Multilaterales, Bilaterales, Regionales e Internacionales.
- Donaciones
- Fuentes complementarias

3.68 La destinación de los recursos del FENOGE se utilizarán para financiar total o parcialmente de forma reembolsable o no reembolsable parte de los siguientes:

- Planes, programas o proyectos destinados a la implementación de medidas de gestión eficiente de la energía, dirigidos, entre otros, a los sectores público, comercial, de servicios, de transporte, industrial y sector residencial principalmente de estratos 1,2 y 3, mediante los siguientes mecanismos:
 - Promoción de buenas prácticas para el uso eficiente de la energía
 - Cambio de equipos de uso final de energía y la aplicación de tecnologías eficientes en sistemas y procesos de producción, iluminación, fuerza motriz, aire acondicionado, refrigeración, combustión, generación de calor y vapor, entre otros, incluyendo la disposición final de equipos sustituidos.
 - Implementación de iniciativas para promover e incentivar la respuesta de la demanda
 - Renovaciones, adecuaciones y modificaciones de instalaciones internas y externas de energía eléctrica y térmica que genere ahorros en el consumo energético.
 - Diseño e implementación de materiales, equipos y sistemas que fomentan la gestión eficiente de la energía eléctrica y termina en edificaciones.
- Estudio técnicos, auditorías, interventorías y costos de administración que se requieran para llevar a cabo la implementación de los planes, programas y proyectos a los que se refiere el Manual.

3.69 Es importante que se desarrolle para el inicio de la Fase 1 la estructuración jurídica y financiera que permita realizar la incorporación del programa como parte del fondo bajo las condiciones previstas por la Ley y el Manual de operación, del mismo modo que se especifiquen las condiciones y tiempos de tenencia y transferencia de los bienes a las entidades, por ejemplo bajo una figura como el comodato.

3.70 Para la Fase 2 de reemplazo del potencial de la FOON, y bajo el supuesto que el programa seguirá de acuerdo con lo propuesto, se recomienda que la OCG realice la estructuración de un mecanismo de financiamiento, a través de un Fondo para el reemplazo la flota oficial por vehículos eléctricos (FR-FOVE) que será una cuenta con patrimonio autónomo y personería jurídica, con el cual las entidades suscriben para acceder al programa de reemplazo de FOON a vehículos de cero emisiones. La OGP en su proceso de estructuración definirá quién deberá ser administrador del fondo, el contrato de administración y bajo qué figura se dispondrán los recursos desde el Gobierno Nacional²⁸ para el funcionamiento para el objetivo planteado, así como todos los términos y condiciones necesarias y obligaciones que se deben adquirir para ser beneficiario del fondo.

²⁸ Las entidades públicas manejan dos tipos de presupuesto:

- Inversión: El Presupuesto de Inversiones representa todo aquello en donde la entidad debe “Invertir” para un propósito de misión que va más allá del ejercicio económico de un año. Este presupuesto lo maneja DNP y cualquier cambio está sujeto a su aprobación. Los proyectos deben estar por tanto registrados en el Banco de Programas y Proyectos de Inversión Nacional Proyectos (BPIN).

3.71 Las ventajas de esta figura en la fase 2 del programa de reemplazo de la FOON a vehículos eléctricos permite:

- Esta dado para que se logre la transición acelerada a vehículos de cero emisiones con adquisición o subcontratación de servicios de transporte.
- Facilidad desde las entidades públicas de orden Nacional de tener acceso al programa de reemplazo
- Administración en su gasto
- Lograr economías de escala
- Uniformidad de condiciones técnicas para vehículos
- Estandarización y optimización
- Transparencia para la compra, tratamiento contable y adquisición de garantías

3.72 Igualmente para el desarrollo de la Fase 2 se deberán evaluar los esquemas de renting y/o leasing de vehículos, o esquemas de tercerización que habilite una posibilidad financiera mucho más rentable para los beneficiarios, en este caso el Gobierno Nacional.

3.3.8 Plan de acción

3.73 A continuación se presentan de manera resumida las acciones a desarrollar en el corto plazo (2020) para llevar a cabo el programa de reemplazo de la FOON a vehículo cero emisiones:

Tabla 3.8: Plan de acción

ID	Acción	Objetivo	Objetivos específicos	Duración
1	Memorando de entendimiento	Articular las voluntades de las partes indispensables para que el programa de reemplazo de flota oficial de orden Nacional funcione	<ul style="list-style-type: none"> • Involucrar a las partes (Minenergía, Mintransporte, DNP, UPME, Minambiente) • Involucrar a los adherentes (Presidencia, Minhacienda, Mintransporte, Contraloría, DNP, Colombia Compra, Minenergía y UPME) • Establecer los compromisos necesarios para que se pueda materializar el proyecto 	3 meses

- **Funcionamiento:** El presupuesto de funcionamiento está destinado a cubrir los gastos para el funcionamiento de la entidad en el transcurso de un año (12 meses). Corresponde a los medios necesarios para que la entidad funcione. Este presupuesto lo genera, lo administra y lo opera el ministerio de hacienda, con base en las necesidades de las entidades

Se recomienda considerar en la estructuración que el presupuesto destinado para la adquisición de los vehículos deberá provenir del presupuesto funcionamiento por el cual se deberá direccionar desde Minhacienda este presupuesto al fondo de tal forma que las entidades sean receptoras del beneficio a través del fondo.

ID	Acción	Objetivo	Objetivos específicos	Duración
2	Viabilidad jurídica y financiera para incorporar en el FENOGE el programa de reemplazo de la FOON a vehículos eléctricos	Estructurar jurídica y financieramente la incorporación del programa al FENOGE bajo las condiciones previstas por la Ley y el Manual de operación.	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis y viabilidad jurídica para que el FENOGE incorpore dentro de sus destinaciones el programa FOON al menos en su Fase 1. • Viabilidad financiera que permita realizar la incorporación del programa como parte del fondo bajo las condiciones previstas por la Ley y el Manual de operación. • Estrategias para incorporación de nuevas fuentes de financiación por otros recursos para el apoyo del programa FOON. • Determinación de las condiciones de compra y tiempos de tenencia y transferencia de los bienes a las entidades de orden nacional. 	3 meses
3	Creación de la oficina de gestión del programa OGP	Estructuración técnica, legal y financiera de la oficina de gestión del programa OGP para el reemplazo de la FOON a vehículos eléctricos.	<ul style="list-style-type: none"> • Definición de objeto, misión y visión. • Definición de funciones técnicas, administrativas, legales. • Viabilidad legal para el adecuado funcionamiento, dentro de un marco de competencias desde las entidades cabeza que le permita desarrollar el objeto y visión. • Definición de organigrama de funcionamiento • Definición del plan de ejecución para llevar a cabo el reemplazo de la FOON a vehículos eléctricos en su Fase 1 y 2 • Estrategia de articulación para el financiamiento del programa con el FENOGE y/u otro fondo. • Estructura de costos de funcionamiento • Determinación de indicadores de seguimiento y gestión. • Determinación de los mecanismos para el acercamiento e involucramiento de las entidades públicas de orden nacional al programa 	6 meses
4	Plan de gestión de demanda que optimice la movilidad y el transporte de	Desarrollar el estudios técnicos de las estrategias encaminadas a la gestión de demanda y	<ul style="list-style-type: none"> • Definición de estrategias para: <ul style="list-style-type: none"> – Reducir viajes motorizados – Reducir kilómetros en modos motorizados 	6 meses

ID	Acción	Objetivo	Objetivos específicos	Duración
	las entidades oficiales del orden Nacional	optimización de flota en la entidades públicas de orden Nacional que impacten en las políticas de reducción de emisiones y consumo de energía de la flota oficial nacional	<ul style="list-style-type: none"> – Mejorar eficiencia energética y ambiental de los vehículos de la FOON • Desarrollar medidas de gestión de demanda para lograr eficiencia de los recursos a través de la optimización de los viajes • Procurar usos compartidos • Realizar la metodología para desarrollar el plan de uso de los vehículos con el objetivo de hacer buen uso de los recursos disponibles • Recomendaciones complementarias y viables para disminuir la necesidad de movilidad de los funcionarios de las EON • Evaluar mecanismos alternativos para lectura remota o atención distribuida de necesidades de ciertas entidades que operan en territorios rurales o en algunas zonas urbanas (p.e. lectura de dispositivos climáticos o similares) 	
5	Plan de desintegración de la flota oficial de orden nacional ²⁹	Estructurar el plan de desintegración de la flota oficial de orden nacional de los vehículos que salen de funcionamiento para ser reemplazados por eléctricos.	<ul style="list-style-type: none"> • Definir las condiciones técnicas para determinar que un vehículo oficial pueda ser desintegrado en el marco del programa. • Evaluar la viabilidad jurídica para incorporar el proceso de desintegración de vehículos oficiales como parte de la normatividad nacional que le de soporte jurídico al programa. • Determinar el impacto económico y financiero de realizar el programa de desintegración de vehículos oficiales con el objetivo disminuir el impacto 	9 meses

²⁹ La ENME hace referencia en la línea de acción sobre técnicos y tecnológicos a la definición de los lineamientos para la disposición final del vehículo eléctrico y sus componentes. Allí, define que Minambiente y Mintransporte deberán generar los lineamientos y propuestas normativas necesarias para la desintegración de vehículos eléctricos y sus componentes, no obstante lo anterior, no se identifica una referencia asociada a la desintegración de la flota oficial reemplazada de otras tecnologías, garantizando así y solo así la reducción de los impactos ambientales y energéticos esperados por el reemplazo a vehículos eléctricos.

Estructurar las bases del programa de reemplazo tecnológico de la flota oficial del país, para acelerar la adquisición de vehículos de bajas y cero emisiones para entidades públicas de orden nacional y sus oficinas territoriales | Producto 2 y 3

ID	Acción	Objetivo	Objetivos específicos	Duración
			<p>en contaminación y energéticos, al salir de circulación.</p> <ul style="list-style-type: none">Definir condiciones y procedimientos para involucrarse al plan de desintegración.	

4 Recomendación infraestructura mínima de carga para entidades oficiales

- 4.1 Este capítulo se enfoca en presentar la recomendación de infraestructura mínima de carga para las entidades oficiales identificando los aspectos más importantes a considerar en la implementación.
- 4.2 Para el desarrollo de este componente es importante mencionar que se utilizó como base el estudio que se está ejecutando de manera paralela a este proyecto, que tiene por objeto “Establecer recomendaciones en materia de infraestructura de recarga para la movilidad eléctrica en Colombia para los diferentes segmentos (buses, motos, taxis, BRT, etc.)”. (UPME, USAENE-SUMATORIA, 2019). Lo anterior, con el propósito de articular de manera coordinada los lineamientos y condiciones para el despliegue de infraestructura de carga de vehículos eléctricos para Colombia que se está desarrollando.

4.2 Sistemas y niveles de recarga

- 4.3 Existen varios tipos de sistema de recarga y varios niveles, lo anterior depende del tipo de conexión entre el equipo de recarga (red de distribución) y el vehículo eléctrico.

Tabla 4.1: Tipos de sistema de recarga y sus niveles

Modo de carga	Características modo de carga	Nivel de carga	voltaje	potencia típica	Autonomía VE por hora de carga	Ubicación
Modo 1	Carga mediante conexión a toma estándar de uso no exclusivo. El VE se conecta a la red de Corriente Alterna (AC) de Baja Tensión a través de un tomacorriente estándar. La base de toma de corriente es normalmente 16 A por fase y la tensión inferior a 250V monofásica o 480V trifásica. Tiene potencias entre 3.7 kW hasta 11 kW.	Nivel 1	120 V AC	3.7 kW AC	4.8-6.4 km	Principalmente en hogares o instalaciones de trabajo
Modo 2	Conexión a toma de corriente estándar de uso no exclusivo con sistema de protección incluido en el cable. El VE se conecta a la red principal de AC de Baja Tensión a través de un conector estándar, siendo la base de toma de corriente de 32 A por fase y tensión inferior a 250V monofásica o 480V trifásica. El cable incorpora, además, una función piloto y un sistema de protección diferencial. La potencia se encuentra entre 3,7 kW y 22 kW.	Nivel 2	208 V-240 V AC	7.7-22 kW AC	16-32 km	Hogares, instalaciones de trabajo y zonas públicas
Modo 3	Conexión a tomacorriente especial para uso exclusivo de recarga del vehículo eléctrico. El VE se conecta a la red principal de AC de Baja Tensión con un conector y un tomacorriente específico (hasta 70A/250V en monofásico y hasta 63A/480V en trifásico) a través de un circuito de uso exclusivo. Las funciones de control y	Nivel 3	400-1,000 V DC	22 kW-43.5 kW AC/>50 kW (DC)	240 km-1,600 km	Pública, frecuentemente entre ciudades

Estructurar las bases del programa de reemplazo tecnológico de la flota oficial del país, para acelerar la adquisición de vehículos de bajas y cero emisiones para entidades públicas de orden nacional y sus oficinas territoriales | Producto 2 y 3

Modo de carga	Características modo de carga	Nivel de carga	voltaje	potencia típica	Autonomía VE por hora de carga	Ubicación
	protección están al lado de la instalación fija de forma permanente. La potencia se encuentra entre 22 kW y 43.5 kW.					
Modo 4	Conexión Corriente Directa DC. El VE se conecta a la red principal de Baja Tensión a través de un cargador externo que realiza la conversión AC/DC en la instalación fija. Las funciones de control y protección, así como el cable de recarga, están instalados del lado de la pared de forma permanente. Este modo está pensado para carga rápida con potencias mayores a 50 kW.					

Fuente: Steer, 2019 a partir de (UPME, USAENE-SUMATORIA, 2019)

4.4 Así mismo y asociado a los sistemas de carga se pueden encontrar diferentes modos de comunicación, que representan la inteligencia para el uso más eficiente entre el vehículo eléctrico y la infraestructura de recarga, por tanto el control que se puede tener del proceso de carga es estado y programación de inicio/detención. Estos son:

- Modo 1. Sin comunicación con la red. Corresponde al que se aplica a una toma de corriente convencional.
- Modo 2. Grado bajo de comunicación con la red. El cable cuenta con un dispositivo intermedio de control piloto que sirve para verificar la correcta conexión del vehículo a la red de recarga.
- Modo 3. Grado elevado de comunicación con la red. Los dispositivos de control y protecciones se encuentran dentro del propio punto de recarga y el cable incluye hilo piloto de comunicación integrado.
- Modo 4. Grado elevado de comunicación con la red. Hay un conversor a corriente continua y solo se aplica a recarga rápida.

4.5 Las configuraciones de recarga se pueden dar de la siguiente manera:

Cargadores privados	Cargadores públicos
Considerados para la recarga de vehículos eléctricos con acceso restringido a terceros. Para este caso, la instalación de cargadores típicamente lentos (4 - 8 h de carga) en construcciones residenciales y oficinas no representa mayores exigencias a las redes eléctricas internas. En casos en que se requiera carga semirápida o carga rápida, la red eléctrica interna debe contar con un suministro de energía de mayor capacidad.	Cargadores típicamente semirápidos que se instalan en espacio público y/o en estacionamientos públicos estando en capacidad de eventualmente dar acceso a terceros. Estos son considerados electrolinerías (vehículos eléctricos privados) y dependiente de la cantidad de cargadores exigen obras de infraestructura eléctrica adicionales para garantizar el suministro y la confiabilidad.

Fuente: Steer, 2019 con base en (UPME, USAENE-SUMATORIA, 2019)

4.6 Es importante considerar que la concentración de cargadores exige líneas de confiabilidad de suministro de energía eléctrica, esto representa algunas exigencias para garantizar la calidad y la confiabilidad del suministro eléctrico. Se deberá tener en cuenta algunos aspectos que determinan la facilidad o no de la instalación, tales como: propiedad de la vivienda/establecimiento, restricciones de propiedad horizontal o capacidad de la red, entre otros.

4.7 La tendencia indica que la mayoría de los usuarios dependerá de estaciones de carga privadas mientras que la construcción de la infraestructura de recarga pública mejora la predisposición para la adquisición de VE considerando distancias de recorrido, disposición geográfica y acceso para usuarios que no pueden adquirir sistemas de carga privados.

4.3 Costos de referencia infraestructura de carga

4.8 A continuación se presenta un listado de referencia de costos, asociado al tipo de cargador y nivel de comunicaciones. Los ítems principales para determinar el costo de una unidad de carga son tres: potencia del cargador en kW, si requiere o no pedestal y si requiere de algún sistema de comunicación o sistema de pago.

Tabla 4.2: Referencias de costos por tipo de cargador

Nivel	Tipo	Cargadores por pedestal	Costo de cargador (USD)
Nivel 1	Sistema de comunicación básico	Uno	\$ 813
		Dos	\$ 569
Nivel 2	Sistema de comunicación básico	Uno	\$ 1,182
		Dos	\$ 938
Nivel 2	Sistema de comunicación complejo (Con sistema de cobro)	Uno	\$ 3,127
		Dos	\$ 2,793
Carga rápida DC	Sistema de comunicación complejo (Con sistema de cobro) 50 kW	Uno	\$ 28,401
	Sistema de comunicación complejo (Con sistema de cobro) 150 kW	Uno	\$ 75,000
	Sistema de comunicación complejo (Con sistema de cobro) 350 kW	Uno	\$ 140,000

Fuente: Steer, 2019 con base en (UPME, USAENE-SUMATORIA, 2019)

- 4.9 En la medida en que el sistema de comunicación es más complejo y por ende completo³⁰ el cargador se vuelve más costoso. Igualmente, si hay más cargadores por pedestal los costos disminuyen por unidad de carga, lo anterior directamente relacionado con que disminuyen los costos unitarios de instalación.
- 4.10 El costo promedio de referencia estadounidense para una instalación de carga nivel 2, en instalaciones de trabajo es de \$3,000 USD, considerando dos cargadores por sitio. Este costo de instalación incluye: Mano de obra, materiales, permisos, impuestos y mejoras a la red eléctrica³¹.
- 4.11 Dentro de estos costos no se incluye costos adicionales externos a la instalación como terrenos, equipos de seguridad, iluminación, comunicaciones, señalización entre otros.

³⁰ Estos sistemas de comunicación permiten la comunicación de los cargadores vía wifi o celular para así reportar uso, número de usuarios y recolectar información de métodos de pago

³¹ (UPME, USAENE-SUMATORIA, 2019)

4.4 Desafíos

4.12 Como parte del estudio “Establecer recomendaciones en materia de infraestructura de recarga para la movilidad eléctrica en Colombia para los diferentes segmentos (buses, motos, taxis, BRT, etc.), se identificaron algunos desafíos relacionadas con la infraestructura de carga que es importante considerar, estas son:

- Barreras regulatorias en las estaciones de servicio: Vacío normativo frente a la definición de servicio mixtas prevista en el Decreto 1073 de 2015. Esta definición sólo hace alusión a los servicios de distribución de combustibles, por lo cual no hay claridad si es posible instalar puntos de carga para vehículos eléctricos. En la medida en que este vacío normativo se aclare, se podría facilitar la instalación de puntos de carga rápida para vehículos eléctricos en la amplia infraestructura de las estaciones de servicio.
- Restricciones asociadas a la instalación de puntos de recarga en copropiedad: Existe el desafío de las instalaciones de carga eléctrica en las copropiedades (edificios residenciales y comerciales) construidas o con licencia aprobada. Aunque la Ley 1964 de 2019 marcó un hito relacionado con el futuro de la instalación de puntos de recarga en edificios de uso residencial y comercial, para edificios nuevos en donde se obliga a tener acometidas de electricidad para carga o el repostaje de vehículos eléctricos, se debe revisar las condiciones de los reglamentos de copropiedad para lograr hacer la instalación en un área común de los edificios existentes sin necesidad de llevar la decisión a la asamblea de copropietarios.
- Restricciones a tratamiento de usuario del servicio de energía eléctrica: El marco regulatorio del servicio de energía eléctrica clasifica a los usuarios en regulados y no regulados. Los usuarios de energía eléctrica se clasifican en residenciales, comerciales e industriales y sus tarifas se ven afectadas por los conceptos de solidaridad y subsidios. Es así como el régimen regulatorio deberá pensar en un nuevo tipo de usuario “usuario de Recarga Eléctrica” y establecer un marco específico en el que se no sujeto de sobre cargas ni subsidios.

4.13 Adicionalmente y considerando las condiciones actuales para la adquisición de VE e instalación de un sistema de carga se encontraron las siguientes barreras:

1. No se cuenta con condiciones propicias para asumir la inversión del cargador
2. La propiedad de la residencia u oficina es determinante (no tener propiedad se convierte en barrera)
3. En propiedad horizontal no es fácil tener acceso a la instalación de una unidad de carga

4.5 Estimación de equipos de carga para Vehículo Eléctrico (EVSE)

4.14 De acuerdo con el estudio “Establecer recomendaciones en materia de infraestructura de recarga para la movilidad eléctrica en Colombia para los diferentes segmentos (buses, motos, taxis, BRT, etc.)” (UPME, USAENE-SUMATORIA, 2019), la experiencia internacional señala que la participación de carga de vehículos eléctricos se da principalmente de la siguiente manera:

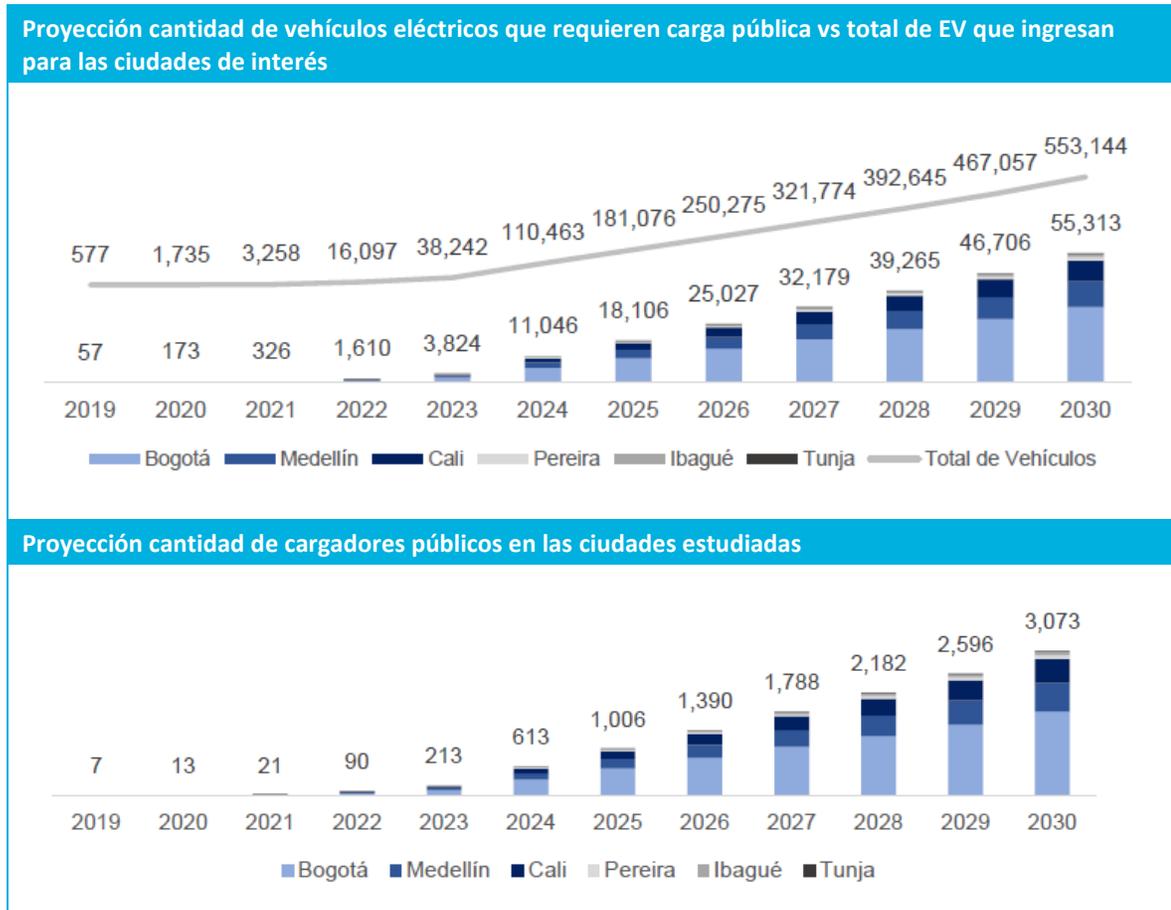
- 10% de los vehículos eléctricos se carga en estaciones públicas
- 90% restante se hace en instalaciones o sistemas privados.

4.15 A partir de la metodología para el cálculo de la cantidad de cargadores del estudio (UPME, USAENE-SUMATORIA, 2019) donde se establece que la relación promedio de estaciones de carga pública respecto a la cantidad de vehículos eléctricos es 1 EVSE por cada 18 VE. Este será el valor

de referencia utilizado para calcular la cantidad de estaciones de carga requerida ante las proyecciones vehicular estimadas del programa oficial.

- 4.16 Las siguientes gráficas representan la proyección de vehículos eléctricos para Colombia, frente a los vehículos que requerirán carga pública eléctrica, correspondiente al 10 % y los equipos de carga previstos en el horizonte de 10 años hasta el 2030.

Figura 4.1: Proyecciones vehículos eléctricos que requieren carga pública



Fuente: (UPME, USAENE-SUMATORIA, 2019)

- 4.17 Se puede observar en la gráfica anterior que a partir del año 2024 se da un salto importante en la movilidad eléctrica, por lo que el crecimiento frente a 2023 de vehículos eléctricos y por ende de cargadores representa aproximadamente el 200%. A partir de lo anterior, se puede concluir que antes del 2024 cualquier iniciativa de reemplazo a vehículos eléctricos deberá ser suplida en su mayoría en instalaciones de carga privadas.
- 4.18 De acuerdo con lo anterior se propone el siguiente plan de infraestructura de carga para el programa de reemplazo de vehículos eléctricos para la flota oficial de orden Nacional del país.

Tabla 4.3: Recomendación infraestructura de carga programa vehículos oficiales de orden Nacional

Horizonte	Potencial	Cargadores públicos	Cargadores privados
2020	29*	0	5
2025	8,470	471	

Fuente: Steer, 2019. *A 2020 se plantea la Fase 1 para el reemplazo de la FOON de las cinco entidades líderes de la ENME.

4.19 Para la fase 1 del programa (2020), se propone un reemplazo de aproximadamente 29 vehículos, por lo anterior y considerando que no se prevé oferta de carga pública en el plazo inmediato, se recomienda que las instalaciones de carga sean de uso privado y se localicen en cada una de las entidades, si se logran traspasar las barreas asociadas a:

- Inversión
- Propiedad del establecimiento dónde se localiza la entidad
- Permisos propiedad horizontal

4.20 Tras un análisis preliminar de las condiciones, a través de llamadas e investigación con información pública, se tiene el siguiente panorama:

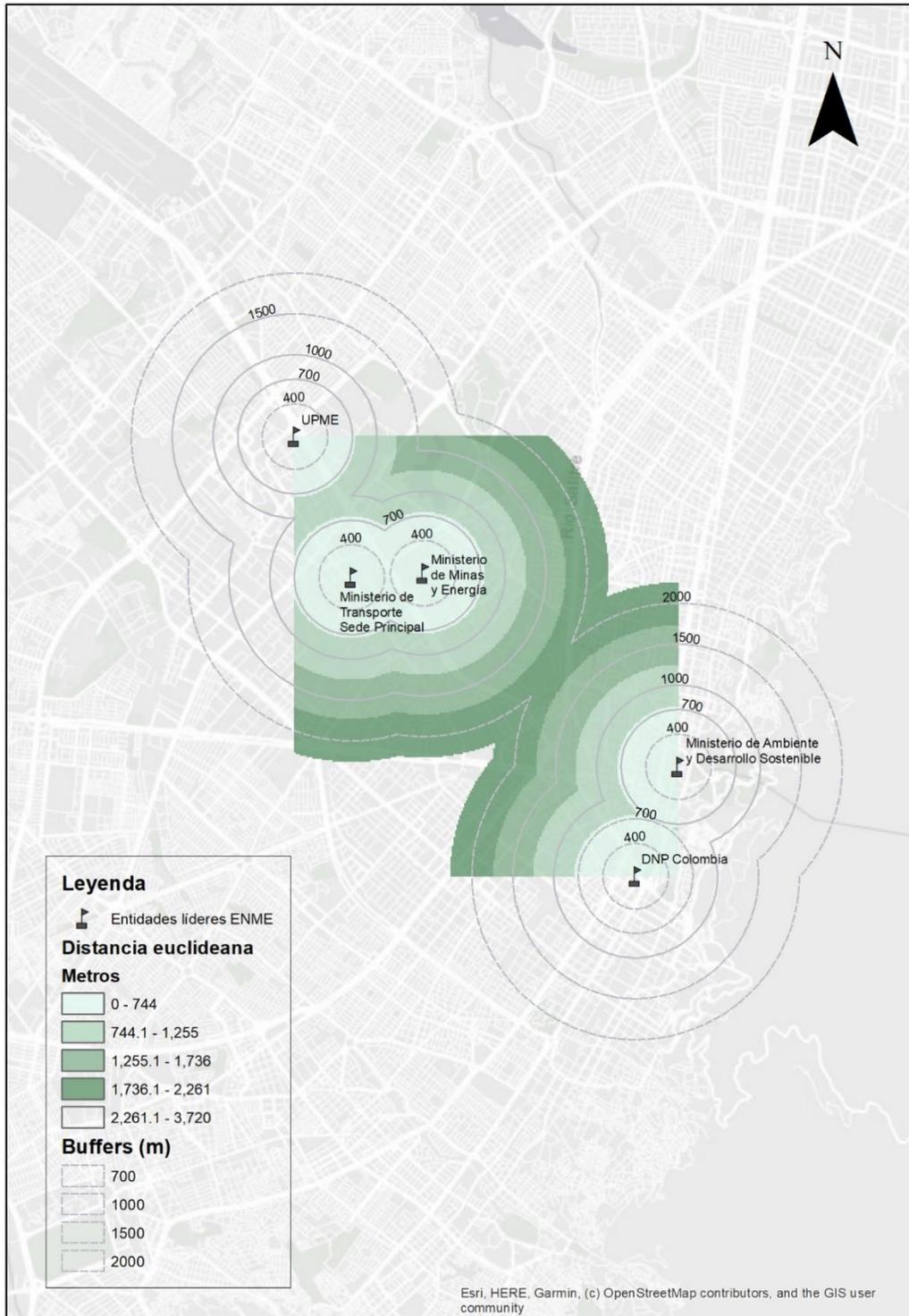
Entidad	Tipo Propiedad	Involucra propiedad horizontal	Facilidad actual de carga eléctrica
Departamento Nacional de Planeación	Propio	SI	NO
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Propio	NO	SI
Ministerio de Minas y Energía	Propio	NO	SI
Ministerio de Transporte	Arrendado	SI	NO
Unidad de Planeación Minero-Energética	Propio	SI	NO

Fuente: Steer, 2019 a partir de cuestionamiento directo a la entidad e información pública. Revisar Anexo

4.21 Es así como en la primera fase las entidades deberán invertir para hacer instalación de carga en sus instalaciones, y generar a partir de esto el debido proceso de seguimiento de costos y consumos de energía, lo que será útil para la Fase 2 del programa.

4.22 Por lo anterior revisando la ubicación geográfica de las entidades, y la disposición actual de cargadores de las entidades que a la fecha cuentan con estos (Minenergía y Minambiente) se tiene una cobertura por entidad de aproximadamente 1 km, lo que quiere decir que bajo algún convenio en el marco del memorando podrían facilitarse la carga, mientras se logra la instalación propia en cada una de las entidades.

Figura 4.2: Localización entidades líderes de la ENME



Fuente: Steer

4.23 A continuación se presenta el sistema de carga del Ministerio de Minas y Energía el cual obtuvo una estación de carga por medio de una donación de la empresa Haceb.

Figura 4.3: Fotografías instalación de carga vehículos eléctricos Minenergía



Fuente: Steer, 2019

4.24 Para la Fase 2, y de acuerdo con la evolución del número de estaciones de recarga pública que se vayan instalando en las diferentes ciudades del país a partir de lo proyectado por (UPME, USAENE-SUMATORIA, 2019), se recomienda revisar la necesidad de incorporación de estaciones privadas adicionales, al no contar con suficiente oferta de estaciones públicas. No obstante, se espera que la carga pueda ser suplida a través de estaciones públicas para este escenario.

4.6 Recomendaciones para tener en cuenta en el momento de la implementación de los sistemas de carga

- Fase 1: Disposición de infraestructura privada de carga ya que en el corto plazo la oferta de infraestructura pública no se prevé.
- Se recomienda que se busque implementar desde el principio estaciones de carga con un sistema de comunicación semi-inteligente, lo cual ayudará a tener un mejor control de los costos y consumos, y así mejorar y optimizar la estrategia para la fase 2 del programa.
- Para la fase 2 (2025), se propone el uso de estaciones públicas localizadas acorde con la propuesta de carga pública prevista en (UPME, USAENE-SUMATORIA, 2019), garantizando condiciones de seguridad y confiabilidad en la movilidad con una cobertura geográfica mayor.
- Se deberá implementar sistemas de carga que atiendan las necesidades de las entidades públicas en los que se cuente con unidades de carga que garanticen un parque disponible y confiable para la operación de los vehículos.
- Se deberá contar con sitios propios de estacionamiento en los que puedan instalar estaciones de carga que alimenten sus vehículos, con una adecuada señalización e instrucciones de operación de la estación.

Estructurar las bases del programa de reemplazo tecnológico de la flota oficial del país, para acelerar la adquisición de vehículos de bajas y cero emisiones para entidades públicas de orden nacional y sus oficinas territoriales | Producto 2 y 3

- Se deberá contar con un sistema de comunicación que permita optimizar el uso y funcionamiento de la estación y adecuado funcionamiento de la operación de la flota de cada entidad.
- Las estaciones de carga son muy importantes porque de ellas depende la seguridad y confiabilidad en la movilidad eléctrica.

5 Evaluación financiera y económica que viabilice el reemplazo

5.1 Evaluación financiera

5.1.1 Proceso metodológico

5.1 Mediante un análisis comparativo entre un caso con proyecto y otro sin proyecto se trazó un esquema para evaluar la viabilidad financiera del reemplazo de la Flota oficial de orden Nacional (FOON) a vehículos de cero emisiones. El ejercicio consistió en construir un modelo de costos (análisis financiero) en una hoja de cálculo empleando la plataforma Microsoft Excel que permite representar diferentes escenarios probables de los esquemas del reemplazo y operación de la flota. En este modelo se calculan los costos CAPEX y OPEX de un escenario analizado para el horizonte de análisis del proyecto correspondiente a 15 años y se realizan los cálculos del Valor Presente Neto (VPN), de dichos costos incurridos.

5.2 El modelo financiero fue construido bajo los siguientes supuestos:

- El periodo de análisis es de 15 años comprendidos entre el 2020 y el 2035, algunos ahorros se extienden hasta la vida útil de los vehículos reemplazados
- CAPEX: Adquisición vehículos nuevos (precio + IVA + matrícula), estaciones de recarga y reemplazo de baterías.
- OPEX: Consumo de combustible y energía, mantenimiento de vehículos, SOAT anual y mantenimiento de estaciones.
- Se supone una red de estaciones de recarga pública con suficiente cobertura a partir del 2025.
- Tasa de oportunidad (descuento) de 12%
- El modelo calcula los costos en COP de 2019.
- No considera proyecciones de la tasa de cambio COP – USD, se utiliza una tasa de COP 3450 por dólar.
- No considera proyecciones de precios de combustibles y energía.
- Se asume una reducción anual del precio de los EV de 4%.
- La actividad de los vehículos, medida en kilómetros recorridos, se mantiene constante en todos los años. Para un año se tiene que la flota oficial de las entidades de orden nacional y oficinas territoriales recorren 874,258,208 kilómetros.
- El tamaño de la FOON se mantiene igual a lo largo del periodo de análisis. La flota analizada consta de 71,401 vehículos.

- El modelo no detalla temas contables, como depreciación ni simula estados de pérdidas y ganancias o balances generales de las entidades involucradas únicamente es un ejercicio concentrado en costos.

5.3 El modelo financiero es una herramienta que permite realizar análisis de distintos escenarios, los cuales difieren entre sí, principalmente en la magnitud de la FOON a ser reemplazada por vehículos eléctricos. Los escenarios analizados se definen de la siguiente manera:

- Escenario sin proyecto, *Do Nothing (E0)*: Este escenario representa la opción de no hacer nada, es decir no contempla un reemplazo a vehículos eléctricos. Asume que el comportamiento de la flota actual, en distancia promedio diaria, y la distribución por tipo de vehículo y tipo de combustible se mantienen constantes a lo largo de todo el periodo de análisis (15 años).
- Escenario más probable, *Base (E1)*: Este escenario considera el estado del mercado actual y estimado probable para el 2025 y contempla la opción de que algunos vehículos de la flota actual pueden ser reemplazados por vehículos eléctricos, y otros como motocicletas, camionetas, camperos y otros, no podrán ser reemplazados en el horizonte analizado. La actividad de los vehículos reemplazados se mantiene en valores brutos, pero se traslada a otra tecnología más limpia. Para mayor detalle de la flota contemplada como potencialmente reemplazable en el escenario Base ver sección 3.1 Determinación del potencial de reemplazo.
- Escenario ideal, *Optimista (E2)*: Este escenario considera el estado del mercado actual y la estimación optimista de un amplio mercado eléctrico para el 2025 de las diferentes tipologías de vehículos, por lo que asume que la mayoría de los tipos de vehículos de la FOON actual pueden ser reemplazados por vehículos eléctricos. La actividad de los vehículos reemplazados se mantiene en valores brutos, pero se traslada a otra tecnología más limpia. Para mayor detalle de la flota contemplada como potencialmente reemplazable en el escenario Optimista ver sección 3.1 Determinación del potencial de reemplazo.

5.4 Bajo los escenarios presentados anteriormente la herramienta financiera tiene la capacidad de medir sensibilidades asociadas a: Tipo de reemplazo, reemplazo de baterías y tipo de estación de carga.

Tipo de reemplazo.

5.5 En cuanto al tipo de reemplazo se contemplaron tres posibles sensibilidades las cuales difieren en la cantidad de los vehículos a ser sustituidos y los momentos en que dicha sustitución se da en el tiempo.

Tabla 5.1: Definición sensibilidades tipo de reemplazo

Código	Nombre	Definición
S1	Reemplazo puntual únicamente a vehículos eléctricos*	Considera únicamente los reemplazos de los vehículos potenciales a vehículos eléctricos. Esta sustitución se da puntualmente en el 2020 y en el 2025 de acuerdo con criterios descritos en la sección 3.1

Código	Nombre	Definición
S2	Reemplazo y actualización puntual de la flota oficial**	Considera además del reemplazo a vehículos eléctricos de la flota potencial una actualización de vehículos de más de 10 años de servicio a la misma tecnología. La sustitución a vehículos eléctricos continúa bajo lo expresado en la sección 3.1 y los vehículos de la misma tecnología en el 2025.
S3	Reemplazo y actualización distribuida de la flota oficial**	Considera un reemplazo y actualización de la flota oficial pero distribuida en dos periodos. En un primer periodo (2020 – 2025) contempla el reemplazo a vehículos eléctricos de los vehículos identificados como potenciales para el 2020. En el segundo periodo (2025 – 2035) contempla un reemplazo y actualización del resto de la flota antigua.

* Se considera para cada uno de los tres escenarios analizados únicamente el reemplazo a vehículos eléctricos y no la actualización a vehículos de la misma tipología y combustible empleado en la actualidad

** Se contempla la actualización de vehículos de combustión de más de 10 años de servicio. Para el caso de vehículos eléctricos, vehículos con más de 20 años de vida útil teórica.

Fuente: Steer, 2019

Reemplazo de baterías

5.6 Dentro de los hallazgos del estudio de mercado realizado para identificar el potencial de reemplazo de los vehículos de flota oficial de las entidades de orden nacional y sus oficinas territoriales, se encontró que en la actualidad los vehículos eléctricos se están vendiendo con una garantía de las baterías de 8 años. Por otro lado, en conversaciones con los proveedores y otras fuentes se expresó la tendencia de ampliar el periodo de garantía con los avances tecnológicos de las baterías ampliando el plazo de la garantía hasta 15 años. Por lo anterior, el modelo permite las siguientes dos sensibilidades al respecto.

Tabla 5.2: Definición sensibilidades reemplazo de baterías

Código	Nombre	Definición
B0	No aplica	Para el escenario <i>Do Nothing</i> , que no contempla el reemplazo a vehículos eléctricos, no aplica el reemplazo de baterías.
B1	Reemplazo de baterías a 8 años	Contempla que todos los vehículos eléctricos adquiridos deben reemplazar

Código	Nombre	Definición
		sus baterías después de cumplir los 8 años de operación
B2	Reemplazo de baterías a 15 años	Contempla que todos los vehículos eléctricos adquiridos deben reemplazar sus baterías después de cumplir los 15 años de operación

Fuente: Steer, 2019

Tipo de estaciones de recarga

- 5.7 Teniendo como referencia lo presentado en el capítulo 4 del presente documento, se contempló la opción de adquirir e implementar las estaciones de recarga necesarias para garantizar la operación de los vehículos eléctricos reemplazados. Teniendo en cuenta los diferentes tipos de estaciones de recarga, así como los niveles de tecnología se evaluó la opción de contar con estaciones de carga lenta o carga rápida con el fin de evaluar la variación en los costos finales. Se asumió, tomando como referencia el estudio de consultoría de (UPME, USAENE-SUMATORIA, 2019), que a partir del 2025 se proyecta una apertura importante de la red pública de recarga. Las sensibilidades permiten analizar las siguientes condiciones:

Tabla 5.3: Definición sensibilidades estaciones de recarga

Código	Nombre	Definición
R0	No aplica	Para el escenario <i>Do Nothing</i> , que no contempla la implementación de estaciones de recarga.
R1	Implementación de estaciones de carga lenta nivel 2 con dos cargadores	Asume que se adquieren todas las estaciones de recarga de carga lenta nivel 2 con dos cargadores que garanticen la operación y funcionamiento de todos los vehículos eléctricos nuevos adquiridos.
R2	Implementación de estaciones de carga rápida nivel 1	Asume que se adquieren todas las estaciones de recarga de carga rápida nivel 1 que garanticen la operación y funcionamiento de todos los vehículos eléctricos nuevos adquiridos.

Fuente: Steer, 2019

- 5.8 Con los escenarios y variaciones descritos anteriormente el modelo permite analizar hasta 27 casos posibles.

Escenario Recomendado

- 5.9 Después de analizar las diferentes opciones, el escenario recomendado para el análisis financiero tiene las siguientes características:

Tabla 5.4: Escenarios de comparación del modelo financiero

Código	Escenario	Escenario analizado
EOS3B0R0	<i>Sin proyecto</i>	<i>Do Nothing</i> , no hay ningún tipo de reemplazo a vehículos eléctricos. Solo asume una adquisición distribuida para actualización de la flota actual. Se contempla la actualización de vehículos de combustión de más de 10 años de servicio a vehículos más modernos.
E1S3B2R2	<i>Con proyecto Base</i>	Considera el reemplazo a eléctricos en un escenario probable (<i>base</i>) y una actualización de la flota actual de forma distribuida, con reemplazo de baterías a 15 años e implementación de estaciones de recarga de carga rápida nivel 1.

Fuente: Steer, 2019

- 5.10 Se optó por comparar estos dos escenarios, Sin proyecto (*Do Nothing*) y Con proyecto *Base* debido a que este último implica una visión más cercana a las condiciones del mercado de vehículos eléctricos a corto plazo. Adicionalmente, se compara la sensibilidad de adquisición de vehículos distribuida debido a que en esta se aborda de forma más realista la modernización de la flota, tanto en el escenario *Do Nothing* como en el *base*, apuntándole a vehículos cada vez de menos emisiones y, en el escenario con proyecto, de cero emisiones. El supuesto que implica que la flota oficial se actualice implica que a futuro los vehículos serán más eficientes en el consumo de energía y generaran menos emisiones, implicando que estos vehículos serán de bajas emisiones en comparación con el mercado actual.
- 5.11 Adicionalmente, en el escenario Con proyecto *Base* se consideró que con un reemplazo distribuido será más fácil llegar a adquirir vehículos con un mayor tiempo de garantía en la batería, lo que implicaría tener que reemplazar este elemento a 15 años. Así mismo, se contempla que para la primera fase de reemplazo, encabezada por las entidades líderes de la ENME, se requerirá estaciones de carga privada en las cinco entidades.

Cálculos

- 5.12 Los cálculos requeridos para comparar el valor real de la implementación del proyecto son, por un lado, el cálculo del CAPEX y OPEX y por otro el cálculo del VPN de los escenarios analizados. Posteriormente, se calcula la diferencia entre los VPN del escenario con y sin proyecto y se determina el costo de la inversión a realizar para implementar el reemplazo y sustitución de los vehículos de la flota oficial de las entidades de orden nacional y oficinas territoriales.
- 5.13 Los costos de CAPEX y OPEX para un año determinado se calculan mediante la siguiente expresión:

$$\text{CAPEX, OPEX} = \sum_{i=1}^n \text{UP}_i \cdot \text{Cant}_i$$

Donde,

CAPEX, OPEX: Costo del CAPEX o del OPEX para un año determinado.

UP_i : Precio unitario del rubro i

Cant_i : Cantidad del rubro i para un año determinado.

5.14 Por otra parte el cálculo del VPN se calcula como se indica a continuación:

$$\text{VPN} = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t}$$

Donde,

VPN: Valor presente neto del escenario analizado

I_0 : Inversión inicial, típicamente hace referencia a una inversión en el año cero, relacionado con el CAPEX. No obstante, dado que el proyecto solo contempla gastos I_0 hace referencia al costo del año 0 (2020).

F_t : Flujo de caja del año t . Hace referencia a la sumatoria del CAPEX y del OPEX del año t .

k : Tasa de descuento, o tasa de oportunidad. Se asumió para el proyecto 12%.

5.15 Finalmente, una vez se calculen los VPN de los dos escenarios analizados se procede a calcular el costo de implementación del proyecto, mediante la siguiente expresión:

$$\text{Valor del proyecto} = \text{VPN}_P - \text{VPN}_S$$

Donde,

Valor del proyecto: hace referencia al valor, o inversión, requerida para realizar el reemplazo de la flota oficial a vehículos eléctricos.

VPN_P : Valor presente neto del escenario con proyecto.

VPN_S : Valor presente neto del escenario sin proyecto.

5.1.2 Insumos

5.16 Los insumos necesarios para realizar los cálculos de los costos de implementación del proyecto se dividen principalmente en dos grupos: uno enfocado en los costos unitarios de los rubros analizados; y otro, referente a las cantidades de dichos rubros. Para el caso de los costos unitarios se usaron valores de referencia obtenidos del análisis de mercado y por medio de fuentes de información secundaria como costos de referencia en proyectos similares. Por su parte, las cantidades fueron resultado del potencial de reemplazo analizado, así como la actividad de la flota

actual. Aquí se encuentra el número de vehículos adquiridos, número de estaciones, actividad de los vehículos, cantidad de vehículos y condiciones operativas de los vehículos³².

- 5.17 Los rubros considerados se dividieron en costos incurridos por CAPEX, gastos de capital, y por OPEX, gasto operativo, como se presenta a continuación:
- CAPEX: En los costos de capital, que indican gastos por inversión y adquisición de activos, se incluyen los siguientes rubros:
 - Adquisición de vehículos
 - Reemplazo de baterías
 - Estaciones de recarga
 - OPEX: Para los costos operativos, o costos recurrentes a lo largo de la operación de los activos disponibles, se consideraron los siguientes rubros:
 - Consumo de combustible y energía
 - Mantenimiento de los vehículos
 - SOAT anual
 - Mantenimiento de las estaciones de recarga implementadas

- 5.18 Los valores de impuestos, aranceles y otros costos fiscales dado que no representa un aspecto determinante para viabilizar el proyecto al ser una iniciativa estatal se omiten en el análisis. Teniendo en cuenta lo anterior, a continuación se presentan los valores empleados para el cálculo de los costos de implementación del proyecto en el horizonte de análisis de 15 años.

Costo unitario por rubro

- 5.19 Los costos unitarios por rubro se obtuvieron del análisis de mercado realizado en este estudio de consultoría, así como revisión bibliográfica y proyecciones económicas.

- 5.20 En la siguiente tabla se presentan los costos unitarios, por unidad, presentados por cada par tipo de vehículo y combustible empleado. Se incluyen los costos unitarios de vehículos con uso de otros combustibles teniendo en cuenta una opción de estimar los costos del proyecto reemplazando la flota antigua manteniendo la tecnología, ya sea esta de combustión interna o eléctrica. El costo presentado incluye el valor de mercado del vehículo con IVA y el costo de la matriculación; el costo del SOAT inicial se incluyó como un costo por OPEX incluso para el primer año.

Tabla 5.5: Costo unitario de adquisición de vehículos (2019), en pesos colombianos de 2019

Tipo de vehículo	Combustible	Referencia	Costo unitario por vehículo COP 2019
Automóvil	Gasolina	NISSAN TIIDA	\$36,684,700
Automóvil	Diésel	AUDI A6	\$80,594,700
Automóvil	Eléctrico	NISSAN ZOE	\$110,184,700
Bus	Diésel	OF 917 35-37 PASAJEROS 2020	\$127,694,700

³² Estos resultaron de los análisis de las encuestas realizadas a las entidades públicas de orden nacional.

Tipo de vehículo	Combustible	Referencia	Costo unitario por vehículo COP 2019
Bus	Gasolina	BUS FRR HASTA 40 PASAJEROS	\$164,194,700
Bus	GNV	YUTONG	\$200,694,700
Bus	Eléctrico	YUTONG ZK6119BEVQH 12M 80 PAX	\$438,006,100
Camión	Diésel	CHEVROLET 4T NQR - 5,2L	\$134,694,700
Camión	Gasolina	HYUNDAI HD78 CHASIS CABINADO 5 TONELADAS	\$101,684,700
Camión	GNV	IVECO	\$200,694,700
Camión	Eléctrico	AUTECO STARK 4T	\$210,694,700
Camioneta	Diésel	TOYOTA SAHARA L200 EXECUTIVE LOUNGE	\$87,394,700
Camioneta	Gasolina	RENAULT DUSTER	\$50,684,700
Camioneta	Eléctrico	BYD SUV YUAN	\$94,694,700
Campero	Gasolina	PICK UP NISSAN	\$88,684,700
Campero	Diésel	NISSAN FRONTIER DIESEL	\$96,684,700
Cuatrimoto	Gasolina	CUATRIMOTO 250CC PRO-RAPTOR 2020	\$10,256,100
Cuatrimoto	Eléctrico	RENAULT TWIZY	\$40,246,200
Motocicleta	Gasolina	BOXER CT 100	\$3,955,200
Motocicleta	Eléctrico	ENERGY MOTION FOREST 4000 W	\$12,846,200

Nota 1: Para el caso de vehículos eléctricos se asumió que estos costos de adquisición se reducen a una tasa de hasta el 4% anual debido a que se proyecta que el costo de la batería en vehículos nuevos se reduzca considerablemente, bajando el valor del vehículo (Lutsey & Nicholas, 2019).

Nota 2: Los vehículos oficiales están exentos al pago de impuestos como el impuesto de rodamiento.

Fuente: Steer, 2019

- 5.21 El cálculo realizado para la estimación de la tasa de reducción del precio de adquisición de los vehículos eléctricos consistió en tomar los valores presentados en la figura 4 del documento de *Update on electric Vehicle costs in the United States through 2030* para los vehículos analizados y calcular la tasa de variación del precio multianual y posteriormente estimara el valor de la tasa promedio para el periodo comprendido entre el 2020 y 2030, disponible en el documento (The International Council On Clean Transportation, 2019). La fórmula usada para el cálculo de la tasa de reducción anual se presenta a continuación:

$$i = \left[\frac{V_f}{V_i} \right]^{\frac{1}{t_f - t_i}} - 1$$

Donde,

i : Tasa de crecimiento anual.

V_f : Valor final del vehículo eléctrico analizado

V_i : Valor inicial del vehículo eléctrico analizado

t_f : Año final del periodo analizado

t_i : Año inicial del periodo analizado

5.22 Con lo anterior se encontró que en promedio los vehículos eléctricos entre el 2020 y el 2022 se reducen del orden de 5.0%, entre el 2022 y el 2024 a una tasa de 4.1%, entre el 2024 y el 2026 de 4.3% y del 2026 al 2030 de 3.0%. Realizando la estimación para el periodo comprendido entre el 2020 y el 2030 se encontró que en promedio la tasa de cambio del precio de los vehículos eléctricos es del 4%.

5.23 En la siguiente tabla se presentan los costos unitarios por las estaciones de recarga de vehículos eléctricos, considerando diferentes niveles y tipos, de acuerdo con lo descrito en el capítulo 4 de este documento.

Tabla 5.6: Costo unitario de implementación de infraestructura de recarga (2019), en pesos colombianos de 2019

Nivel	Tipo	Cargadores por pedestal	Costo unitario por estación* COP 2019
Nivel 1	Sistema de comunicación básico	Uno	\$13,154,850
		Dos	\$14,276,100
Nivel 2	Sistema de comunicación básico	Uno	\$14,427,900
		Dos	\$16,822,200
Nivel 3	Sistema de comunicación complejo (Con sistema de cobro)	Uno	\$21,138,150
		Dos	\$29,621,700
Carga rápida DC Nivel 1	Sistema de comunicación complejo (Con sistema de cobro) 50 kW	Uno	\$167,620,000
Nivel 2	Sistema de comunicación complejo (Con sistema de cobro) 150 kW	Uno	\$269,100,000
Nivel 3	Sistema de comunicación complejo	Uno	\$493,350,000

Nivel	Tipo	Cargadores por pedestal	Costo unitario por estación* COP 2019
	(Con sistema de cobro) 350 kW		

* El costo incluye el valor de instalación que consta de: Mano de obra, materiales, permisos, impuestos y mejoras a la red eléctrica.

Nota: Se tomó una tasa de cambio de \$3,450

Fuente: Steer, 2019 a partir de valores de referencia de (UPME, USAENE-SUMATORIA, 2019)

5.24 Para el caso del valor unitario de las baterías se usó como referencia que el valor futuro de la batería será el 75% del valor original de dicha batería. A continuación, se presentan los valores usados.

Tabla 5.7: Costo unitario de baterías de reemplazo (2019), en pesos colombianos de 2019

Tipo de vehículo	Combustible	Costo unitario batería COP 2019
Automóvil	Eléctrico	\$24,635,250
Bus	Eléctrico	\$98,395,065
Camión	Eléctrico	\$88,555,559
Camioneta	Eléctrico	\$21,150,000
Cuatrimoto	Eléctrico	\$8,997,750
Motocicleta	Eléctrico	\$2,832,750

Se asumió que el valor de la batería de reemplazo es igual al 75% del valor de la batería del vehículo adquirido sin SOAT ni costos de matrícula. El valor de la batería según algunos artículos es cercano a 30% del valor del vehículo en la actualidad (Lutsey & Nicholas, 2019).

Fuente: Steer, 2019

5.25 En la siguiente tabla se presentan los costos unitarios por consumo de combustible y energía por kilómetro recorrido para los diferentes pares de tipo de vehículo y combustible analizados. Para construir esta tabla se tomaron los rendimientos de los diferentes vehículos tomados como referencia, o en caso de no encontrar información, mediante la búsqueda de información secundaria y comunicación con proveedores. Además, se asignó un valor constante del valor de los combustibles publicados por (MinEnergía, 2019), (Grupo Vanti, 2019) y (Dinero, 2019). En algunos casos se realizaron estimaciones por proporcionalidad al no contar con la información suficiente para hacer el cálculo.

Tabla 5.8: Costo unitario de consumo de combustible y energía por kilómetro recorrido (2019), en pesos colombianos de 2019

Tipo de vehículo	Combustible	Costo unitario por kilómetro recorrido COP 2019
Automóvil	Gasolina	\$260

Tipo de vehículo	Combustible	Costo unitario por kilómetro recorrido COP 2019
Automóvil	Diésel	\$118
Automóvil	GNV	\$260
Automóvil	Eléctrico	\$103
Bus	Diésel	\$615
Bus	Gasolina	\$1,353
Bus	GNV	\$385
Bus	Eléctrico	\$145
Camión	Diésel	\$401
Camión	Gasolina	\$882
Camión	GNV	\$385
Camión	Eléctrico	\$100
Camioneta	Diésel	\$341
Camioneta	Gasolina	\$752
Camioneta	Eléctrico	\$298
Campero	Gasolina	\$609
Campero	Diésel	\$276
Cuatrimoto	Gasolina	\$71
Cuatrimoto	Eléctrico	\$16
Motocicleta	Gasolina	\$59
Motocicleta	Eléctrico	\$14

Fuente: Steer, 2019 con base en el estudio de mercado realizado y costos de consumo de (MinEnergía, 2019), (Grupo Vanti, 2019) y (Dinero, 2019)

5.26 En la siguiente tabla se presentan los costos unitarios por mantenimiento por kilómetro de los diferentes tipos de vehículo. Estos costos implican los mantenimientos de 5,000, 10,000, 20,000 y 30,000 km de los vehículos. Los vehículos eléctricos requieren menores costos de mantenimiento debido a que estos tienen menos componentes móviles, presentan menores vibraciones y no están expuestos a altas temperaturas. La fuente de información principal fue el estudio de mercado³³.

³³ Este estudio de mercado se presentó en el informe 1 de la consultoría, y se complementa con entrevistas y solicitudes de información a proveedores y otros.

Tabla 5.9: Costo unitario de mantenimiento por kilómetro recorrido (2019), en pesos colombianos de 2019

Tipo de vehículo	Combustible	Costo unitario por kilómetro recorrido COP 2019
Automóvil	Gasolina	\$78
Automóvil	Diésel	\$85
Automóvil	GNV	\$78
Automóvil	Eléctrico	\$39
Bus	Diésel	\$735
Bus	Gasolina	\$662
Bus	GNV	\$809
Bus	Eléctrico	\$441
Camión	Diésel	\$155
Camión	Gasolina	\$140
Camión	GNV	\$171
Camión	Eléctrico	\$397
Camioneta	Diésel	\$22
Camioneta	Gasolina	\$20
Camioneta	Eléctrico	\$11
Campero	Gasolina	\$99
Campero	Diésel	\$108
Cuatrimoto	Gasolina	\$13
Cuatrimoto	Eléctrico	\$3
Motocicleta	Gasolina	\$11
Motocicleta	Eléctrico	\$2

Fuente: Steer, 2019

- 5.27 Los costos de SOAT, en 2019, dependen del tipo de vehículo y su clasificación. Para los vehículos de la flota oficial el valor unitario del SOAT es de \$895,550. No obstante, para el caso de vehículos eléctricos este valor se reduce con un descuento del 10%, siendo para los vehículos eléctricos de \$805,995.
- 5.28 Por su parte, los costos unitarios de la operación y mantenimiento de las estaciones de recarga se obtuvieron del estudio de consultoría (UPME, USAENE-SUMATORIA, 2019). En la siguiente tabla se presentan los costos unitarios de la operación y mantenimiento de las estaciones de recarga:

Tabla 5.10: Costo unitario de operación y mantenimiento de las estaciones de recarga por unidad (2019), en pesos colombianos de 2019

Tipo de carga	Nivel	Costo unitario de operación y mantenimiento de las estaciones de recarga COP 2019
Lenta	Nivel 1-1	\$1,632,323
Lenta	Nivel 1-2	\$1,649,142
Lenta	Nivel 2-1	\$1,651,419
Lenta	Nivel 2-2	\$1,687,333
Lenta	Nivel 3-1	\$1,752,072
Lenta	Nivel 3-2	\$1,879,326
Rápida	Nivel 1	\$3,949,300
Rápida	Nivel 2	\$5,471,500
Rápida	Nivel 3	\$8,835,250

Fuente: Steer, 2019 a partir de valores de referencia de (UPME, USAENE-SUMATORIA, 2019)

Cantidad

- 5.29 Como se describió en el proceso metodológico, las cantidades determinan cuáles son los costos a los que se incurre en cuanto al CAPEX y OPEX de los escenarios analizados. En esta sección se presentan las cantidades de los casos analizados para el caso sin proyecto y el caso con proyecto de forma comparativa.
- 5.30 A continuación se listan las cantidades para estimar los costos de CAPEX del caso con y sin proyecto:
- Adquisición de vehículos
- 5.31 Partiendo de la adquisición de vehículos se tiene que para el caso sin proyecto se contempla una actualización de la flota manteniendo el mismo tipo de vehículo y mismo tipo de combustible. Este cambio considerado implica mejorar la tecnología mejorando la eficiencia del consumo de combustible, así como la reducción de emisiones. Por su parte, la adquisición de vehículos en el caso con proyecto implica, además de la actualización de los vehículos por tecnologías más modernas, el reemplazo de aquellos vehículos que por las condiciones del mercado podrían ser vehículos eléctricos sin comprometer las funciones de la entidad o los usos que se le den al vehículo. La siguiente tabla resume el total de vehículos por tipo de vehículo y tipo de combustible que se adquieren en cada caso en el periodo comprendido entre el 2020 y el 2035.

Tabla 5.11: Cantidad total de vehículos adquiridos por tipo de vehículo y combustible (2020 – 2035)

Tipo de vehículo	Combustible	Vehículos adquiridos Sin Proyecto	Vehículos adquiridos Con Proyecto
Automóvil	Gasolina	4,388	64
Automóvil	Diésel	549	1

Estructurar las bases del programa de reemplazo tecnológico de la flota oficial del país, para acelerar la adquisición de vehículos de bajas y cero emisiones para entidades públicas de orden nacional y sus oficinas territoriales | Producto 2 y 3

Tipo de vehículo	Combustible	Vehículos adquiridos Sin Proyecto	Vehículos adquiridos Con Proyecto
Automóvil	Gasolina	34	-
Automóvil	Eléctrico	-	4,906
Bus	Diésel	334	-
Bus	Gasolina	1,307	-
Bus	GNV	43	-
Bus	Eléctrico	-	1,684
Camión	Diésel	836	341
Camión	Gasolina	1,722	578
Camión	GNV	180	80
Camión	Eléctrico	-	1,739
Camioneta	Diésel	4,805	4,805
Camioneta	Gasolina	7,796	7,796
Camioneta	GNV	-	-
Camioneta	Eléctrico	-	-
Campero	Gasolina	4,908	4,908
Campero	Diésel	801	801
Campero	GNV	-	-
Campero	Eléctrico	-	-
Cuatrimoto	Gasolina	126	-
Cuatrimoto	Diésel	15	-
Cuatrimoto	GNV	-	-
Cuatrimoto	Eléctrico	-	141
Motocicleta	Gasolina	25,938	25,938
Motocicleta	Diésel	4,542	4,542
Motocicleta	GNV	-	-
Motocicleta	Eléctrico	-	-
Otro	Gasolina	-	-
Otro	Diésel	-	-
Otro	GNV	-	-
Otro	Eléctrico	-	-
Total	Total	58,324	58,324

Fuente: Steer, 2019

5.32 De modo similar, en la siguiente tabla se presentan las variaciones por tipo de vehículo y tipo de combustible de la flota adquirida en el periodo comprendido entre el 2020 y el 2035.

Tabla 5.12: Caracterización por tipo de vehículo y tipo de combustible de la flota adquirida

Caracterización	Sin proyecto	Con proyecto
Tipo de vehículo Total flota adquirida	58,324 	58,324
Tipo de vehículo Flota eléctrica adquirida	No aplica	8,470
Tipo de combustible Total flota adquirida	58,324 	58,324

Fuente: Steer, 2019

- 5.33 La distribución realizada tanto para el caso sin proyecto como para el caso con proyecto fue una distribución progresiva donde la mayor cantidad de vehículos adquiridos se obtienen hacia el futuro del periodo de análisis. Esta distribución contempla un proceso de aprendizaje en el ejercicio de adquisición de los vehículos, así como reducir los costos de adquisición de vehículos eléctricos los cuales, de acuerdo con el *The International Council On Clean Transportation* (2019), para el 2030 serán más económicos que los vehículos de combustión.
- 5.34 La expresión realizada para generar la distribución se presenta a continuación:

$$V_i = \frac{V_T - \sum_{x=t_0}^{i-1} V_x}{t_f - t_i + 1} \cdot (t_i - t_0 + 1) \cdot 10\%$$

Donde,

V_i : Vehículos reemplazados en el año i

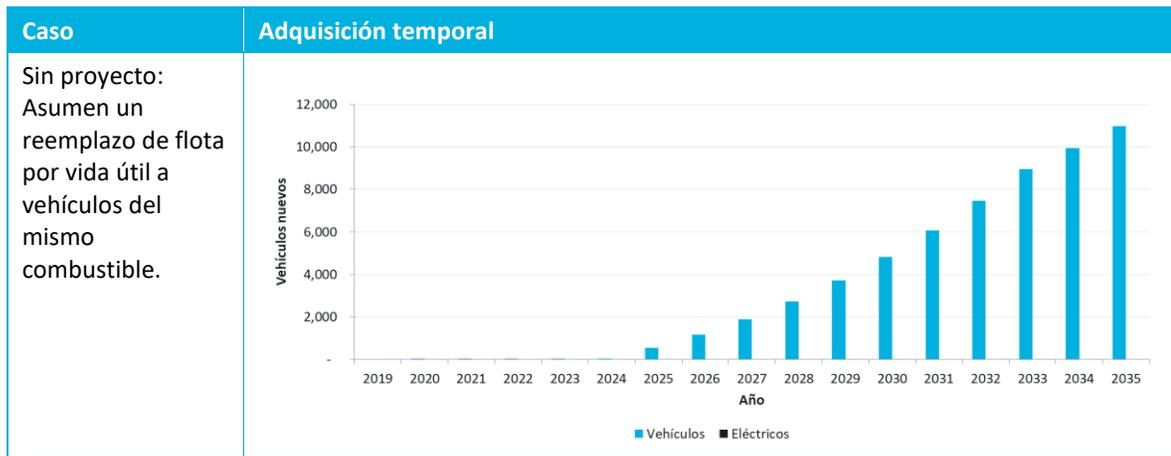
V_T : Vehículos totales reemplazables en el periodo de distribución progresiva (2025 – 2035)

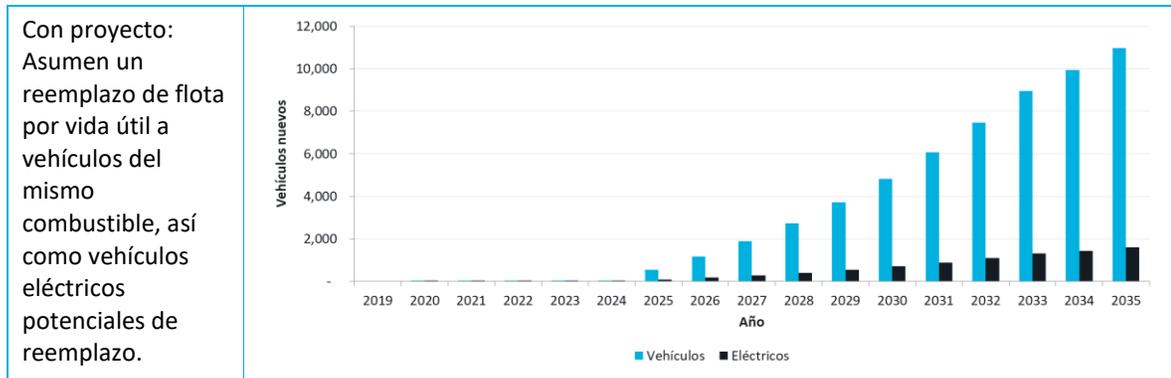
t_0 : Año inicial de la distribución progresiva, 2025

t_f : Año final de la distribución progresiva, 2035

- 5.35 En la siguiente tabla se presenta la adquisición anual y la cantidad de vehículos eléctricos para el caso con y sin proyecto.

Tabla 5.13: Distribución temporal de la flota adquirida





Fuente: Steer, 2019

- Reemplazo de baterías

5.36 En los casos analizados no se requiere el reemplazo de baterías en el periodo analizado. El caso sin proyecto puesto que no contempla la adquisición de vehículos eléctricos no requiere reemplazo de baterías; mientras que el caso con proyecto debido a que considera un reemplazo de baterías a 15 años requeriría un reemplazo teórico de las baterías después del 2035, saliéndose del periodo de análisis considerado de 2020 a 2035. Por consiguiente, las cantidades de baterías reemplazadas se mantiene en cero (0) en el periodo de análisis.

- Implementación de estaciones de recarga

5.37 La implementación de estaciones de recarga únicamente aplica para el caso con proyecto, debido a que el caso sin proyecto no contempla la adquisición de ningún vehículo eléctrico nuevo. En el caso con proyecto considerado se requiere un total de cinco (5) estaciones de recarga implementadas a partir del 2020, una por cada una de las entidades líderes de la ENME. Las estaciones consideradas para la implementación en el caso con proyecto fueron estaciones de carga rápida de nivel 1. No se incluyen estaciones posterior al 2024 debido a que de acuerdo con UPME & USAENE-SUMATORIA (2019) para el 2025 se espera que la red pública de estaciones de recarga sea suficientemente amplia para suplir las necesidades de recarga de la flota oficial.

5.38 De modo similar, a continuación se presentan las cantidades para calcular los costos de OPEX del caso con y sin proyecto:

- Cantidad de vehículos

5.39 La cantidad de vehículos determina la cantidad de seguros SOAT que deben adquirirse anualmente, ya sea para el caso con proyecto o el caso sin proyecto. Se asumió que el tamaño de la flota actual analizada, de 71,401 vehículos, se mantendría igual en todo el periodo de análisis en ambos casos de estudio. En la siguiente tabla se presenta la cantidad de seguros que se deben adquirir en el periodo de análisis total.

Tabla 5.14: Cantidad total de seguros SOAT requeridos por tipo de vehículo y combustible (2020 – 2035)

Tipo de vehículo	Combustible	Seguros SOAT requeridos Sin Proyecto	Seguros SOAT requeridos Con Proyecto
Automóvil	Gasolina	81,440	64,161

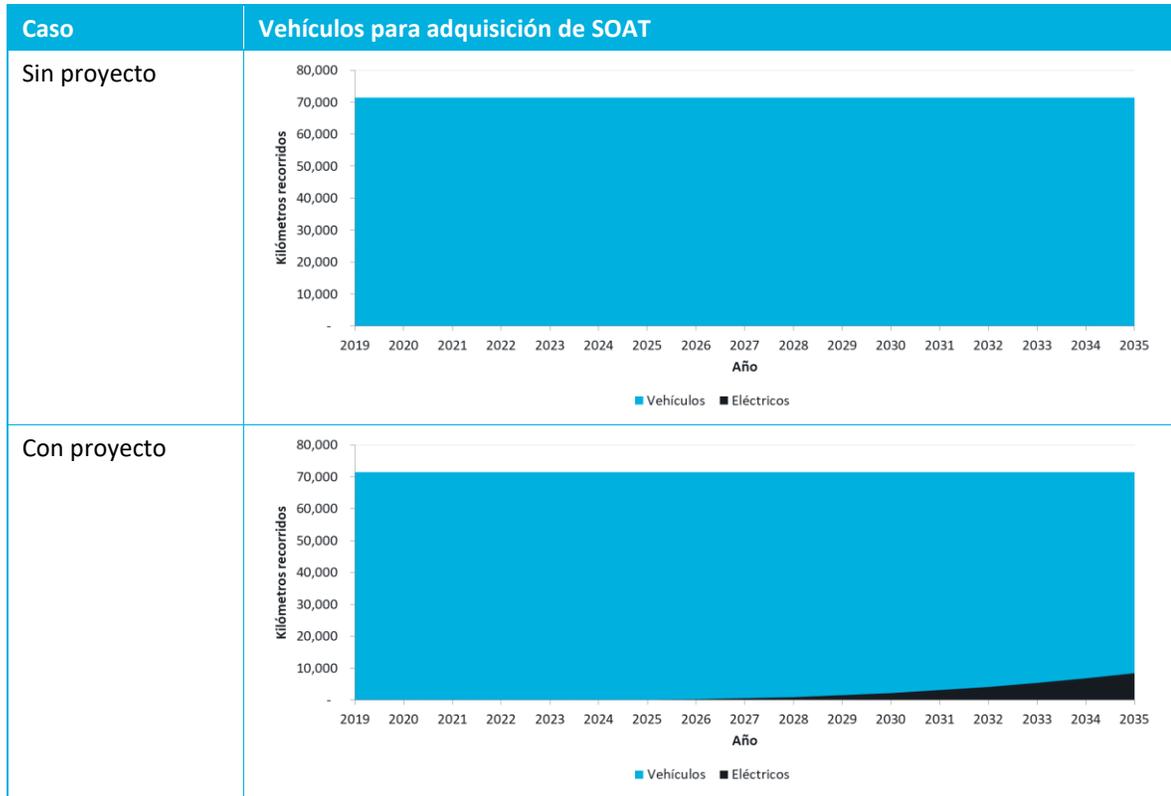
Estructurar las bases del programa de reemplazo tecnológico de la flota oficial del país, para acelerar la adquisición de vehículos de bajas y cero emisiones para entidades públicas de orden nacional y sus oficinas territoriales | Producto 2 y 3

Tipo de vehículo	Combustible	Seguros SOAT requeridos Sin Proyecto	Seguros SOAT requeridos Con Proyecto
Automóvil	Diésel	8,784	6,601
Automóvil	Gasolina	544	408
Automóvil	Eléctrico	32	19,630
Bus	Diésel	5,344	4,023
Bus	Gasolina	24,016	18,877
Bus	GNV	688	521
Bus	Eléctrico	16	6,643
Camión	Diésel	13,376	11,422
Camión	Gasolina	35,648	31,146
Camión	GNV	2,880	2,487
Camión	Eléctrico	-	6,849
Camioneta	Diésel	84,592	84,592
Camioneta	Gasolina	157,408	157,408
Camioneta	GNV	7,200	7,200
Camioneta	Eléctrico	224	224
Campero	Gasolina	85,648	85,648
Campero	Diésel	15,408	15,408
Campero	GNV	80	80
Campero	Eléctrico	-	-
Cuatrimoto	Gasolina	2,528	2,032
Cuatrimoto	Diésel	240	179
Cuatrimoto	GNV	-	-
Cuatrimoto	Eléctrico	-	557
Motocicleta	Gasolina	543,440	543,440
Motocicleta	Diésel	72,672	72,672
Motocicleta	GNV	16	16
Motocicleta	Eléctrico	-	-
Otro	Gasolina	128	128
Otro	Diésel	64	64
Otro	GNV	-	-
Otro	Eléctrico	-	-
Total	Total	1,142,416	1,142,416

Fuente: Steer, 2019

5.40 La distribución temporal de la cantidad de vehículos que requieren los seguros SOAT se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 5.15: Distribución temporal de la flota para SOAT



Fuente: Steer, 2019

- Actividad de la flota

5.41 La actividad de la flota analizada, medida en kilómetros recorridos, determina las cantidades de los costos de consumo de combustible y mantenimiento de los vehículos en el caso con y el caso sin proyecto.

5.42 Con base en la cantidad de vehículos presentada previamente en el periodo de análisis se cuantificó la actividad, en kilómetros recorridos por año, con base en los resultados obtenidos de la encuesta realizada en este estudio a las entidades públicas de nivel nacional, sobre la flota existente. Esta encuesta fue distribuida a las entidades de orden nacional y sus oficinas territoriales, donde 55 de ellas respondieron. Con la información suministrada se pudo estimar la distancia diaria promedio por tipo de vehículo y combustible y el factor de expansión de día a año. Se calculó inicialmente la actividad de la flota existente para el 2019 y se asumió que esta actividad se mantenía constante, teniendo como principio que el uso de los vehículos será similar a lo largo del periodo de análisis.

5.43 En la siguiente tabla se presenta los resultados del procesamiento de la información obtenida en la encuesta realizada, en cuanto a la distancia diaria promedio por tipo de vehículo y combustible y la distancia anual estimada con un factor de expansión de 244 días/año. Adicionalmente, se

presenta la sumatoria de la distancia recorrida por tipo de vehículo y combustible para el periodo de análisis, tomando la distancia anual estimada y multiplicando el valor por la cantidad de vehículos de ese tipo para cada año, como se presenta en la siguiente expresión:

$$\text{Distancia Total} = \sum_{t=1}^n d_p \cdot T_E \cdot C_t$$

Donde,

Distancia Total: Distancia total recorrida por el par tipo de vehículo y combustible en el periodo de análisis.

t: Año de análisis

d_p : Distancia promedio diaria por tipo de vehículo y combustible.

T_E : Tasa de expansión de día a año, estimada de 244 días/año.

C_t : Cantidad de vehículos del tipo y combustible analizado para el año de análisis t.

Tabla 5.16: Actividad total de vehículos de la flota analizada por tipo de vehículo y combustible (2020 – 2035)

Tipo de vehículo	Combustible	Distancia promedio diaria [km]	Distancia anual [km]	Actividad acumulada [km] Sin proyecto	Actividad acumulada [km] Con proyecto
Automóvil	Gasolina	64.03	15,622.12	1,272,265,504	1,002,330,882
Automóvil	Diésel	45.22	11,032.87	96,912,701	72,827,953
Automóvil	GNV	54.62	13,327.49	7,250,157	5,437,617
Automóvil	Eléctrico	54.62	13,327.49	426,480	296,258,389
Bus	Diésel	38.27	9,338.44	49,904,602	37,568,528
Bus	Gasolina	48.71	11,884.51	285,418,325	224,343,843
Bus	GNV	43.49	10,611.47	7,300,692	5,528,577
Bus	Eléctrico	43.49	10,611.47	169,784	75,352,456
Camión	Diésel	50.60	12,347.58	165,161,183	141,034,019
Camión	Gasolina	50.60	12,347.58	440,166,407	384,577,618
Camión	GNV	50.60	12,347.58	35,561,020	30,708,423
Camión	Eléctrico	50.60	12,347.58	-	84,568,551
Camioneta	Diésel	74.44	18,163.36	1,536,475,223	1,536,475,223
Camioneta	Gasolina	96.39	23,520.32	3,702,286,717	3,702,286,717
Camioneta	GNV	72.28	17,635.93	126,978,689	126,978,689
Camioneta	Eléctrico	46.00	11,224.10	2,514,199	2,514,199
Campero	Gasolina	47.88	11,683.01	1,000,626,688	1,000,626,688
Campero	Diésel	168.47	41,105.50	633,353,544	633,353,544

Estructurar las bases del programa de reemplazo tecnológico de la flota oficial del país, para acelerar la adquisición de vehículos de bajas y cero emisiones para entidades públicas de orden nacional y sus oficinas territoriales | Producto 2 y 3

Tipo de vehículo	Combustible	Distancia promedio diaria [km]	Distancia anual [km]	Actividad acumulada [km] Sin proyecto	Actividad acumulada [km] Con proyecto
Campero	GNV	108.17	26,394.26	2,111,541	2,111,541
Campero	Eléctrico	108.17	26,394.26	-	-
Cuatrimoto	Gasolina	22.92	5,591.75	14,135,951	11,362,442
Cuatrimoto	Diésel	30.00	7,320.00	1,756,800	1,310,280
Cuatrimoto	GNV	26.46	6,455.88	-	-
Cuatrimoto	Eléctrico	26.46	6,455.88	-	3,220,029
Motocicleta	Gasolina	30.64	7,475.64	4,062,559,926	4,062,559,926
Motocicleta	Diésel	30.64	7,475.64	543,269,459	543,269,459
Motocicleta	GNV	30.64	7,475.64	119,610	119,610
Motocicleta	Eléctrico	30.64	7,475.64	-	-
Otro	Gasolina	30.01	7,323.56	937,415	937,415
Otro	Diésel	30.01	7,323.56	468,708	468,708
Otro	GNV	30.01	7,323.56	-	-
Otro	Eléctrico	30.01	7,323.56	-	-
Total	Total			13,988,131,326	13,988,131,326

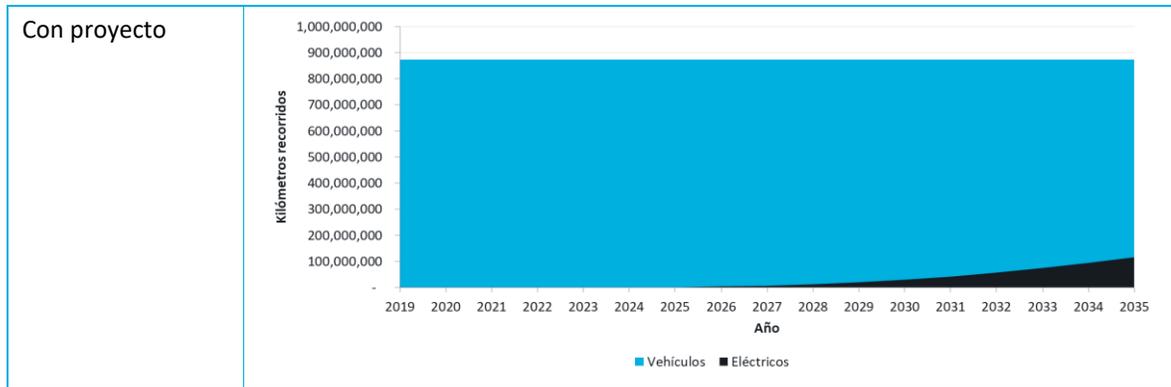
Fuente: Steer, 2019

5.44 La distribución temporal de la actividad de la flota oficial analizada en el periodo de análisis, para el caso sin proyecto y el caso con proyecto, se presenta a continuación:

Tabla 5.17: Distribución temporal de la actividad de la flota analizada



Estructurar las bases del programa de reemplazo tecnológico de la flota oficial del país, para acelerar la adquisición de vehículos de bajas y cero emisiones para entidades públicas de orden nacional y sus oficinas territoriales | Producto 2 y 3



Fuente: Steer, 2019

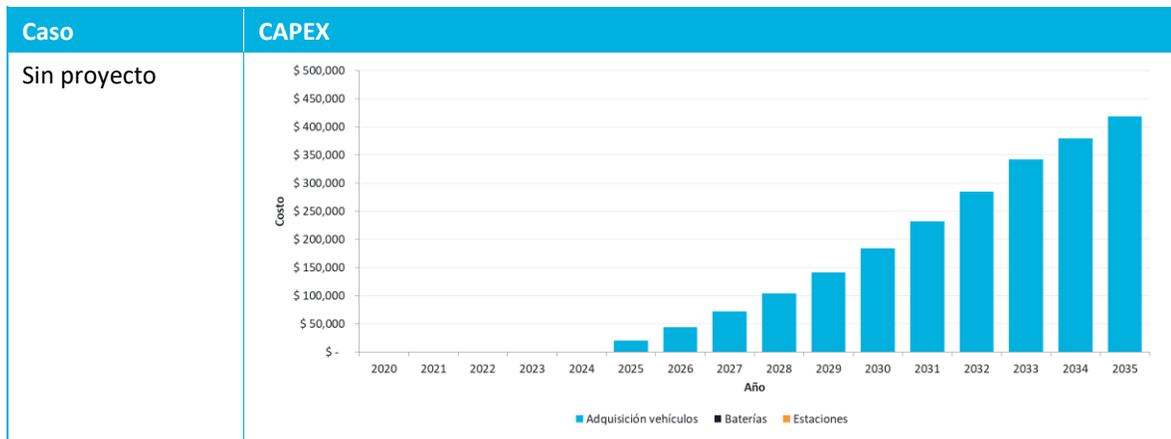
- Cantidad de estaciones de recarga para el mantenimiento

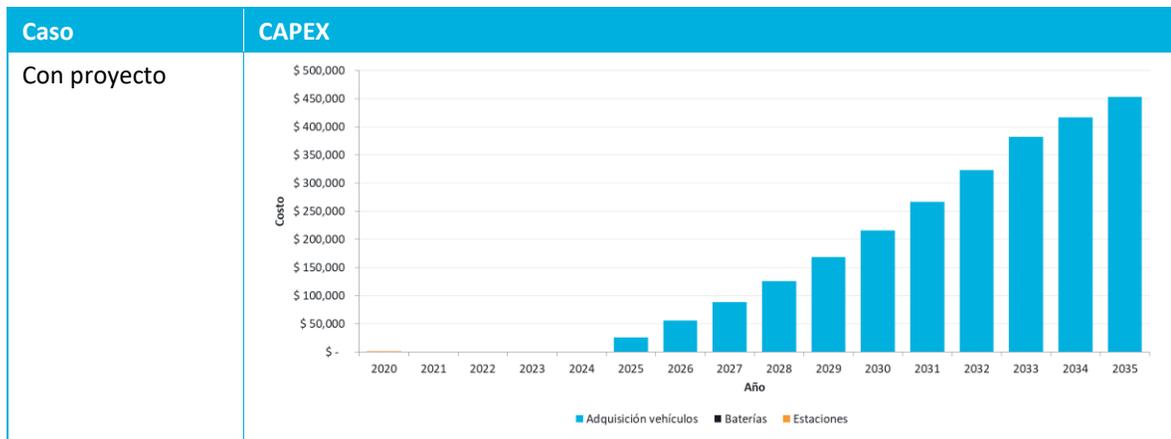
5.45 Teniendo en cuenta que únicamente el caso con proyecto contempla la implementación de estaciones de recarga es en este caso que se requiere también un mantenimiento anual de dichas estaciones. Se asumió que dicho mantenimiento debía realizarse como mínimo desde el 2020 al 2024 y la cantidad debe ser igual al número de estaciones implementadas, es decir se requiere hacer mantenimiento a cinco estaciones (5) a partir del 2020 hasta el 2024.

5.1.3 Resultados

5.46 Con base en los insumos anteriores de costos unitarios por rubro y cantidades, se procedió a calcular los costos de CAPEX y OPEX para los casos con y sin proyecto. En las siguientes tablas se presentan los resultados del cálculo del CAPEX y OPEX de los casos analizados.

Tabla 5.18: Resultados CAPEX casos analizados (2020 – 2035)



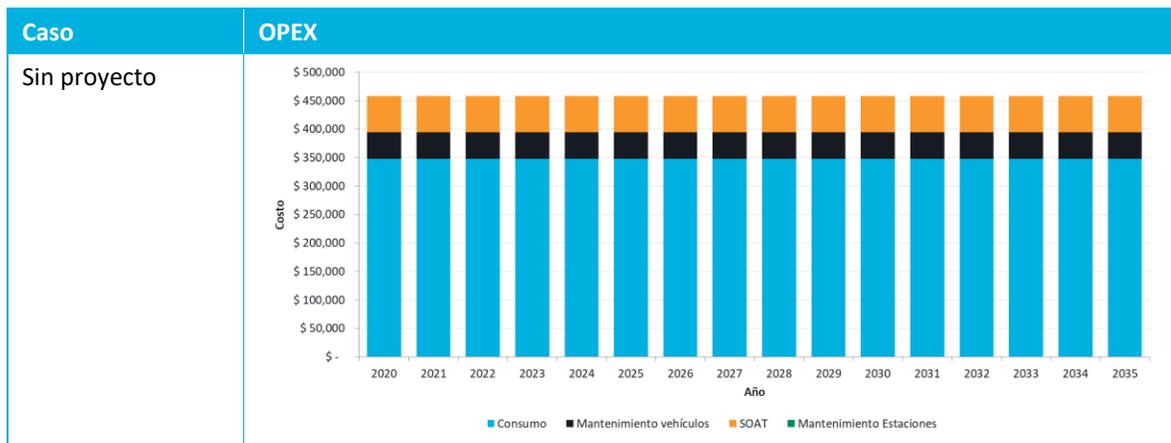


Fuente: Steer, 2019

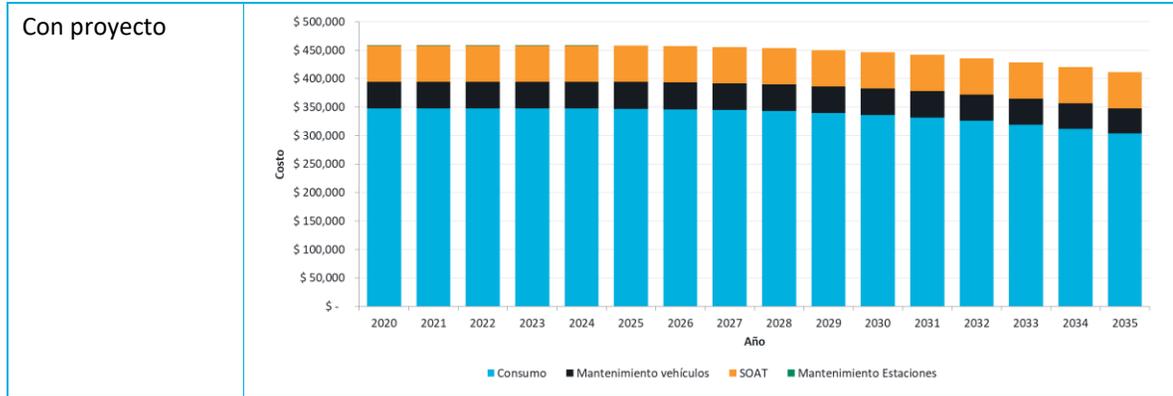
5.47 En la figura anterior, se evidencia que aun cuando se considera una tasa de reducción del precio de los vehículos eléctricos de en promedio 4% la adquisición de vehículos eléctricos para el 2035 sigue siendo más elevada que la adquisición de vehículos de combustión, teniendo en cuenta las mismas cantidades netas al año. Esto implica que la tasa de reducción usada es conservadora y que aun cuando a nivel internacional se espera, de acuerdo con *The International Council On Clean Transportation*, que en EE. UU para el 2030 los vehículos eléctricos sean más económicos que los de combustión, en Colombia este fenómeno pueda darse en años posteriores.

5.48 Adicionalmente, se presenta un flujo por implementación de estaciones de recarga en el 2020 que es muy despreciable en comparación con la adquisición de los vehículos y que puesto que en el escenario analizado el reemplazo de baterías será posterior a los 15 años de análisis no se presentan en el horizonte presentado.

Tabla 5.19: Resultados OPEX casos analizados (2020 – 2035)



Estructurar las bases del programa de reemplazo tecnológico de la flota oficial del país, para acelerar la adquisición de vehículos de bajas y cero emisiones para entidades públicas de orden nacional y sus oficinas territoriales | Producto 2 y 3

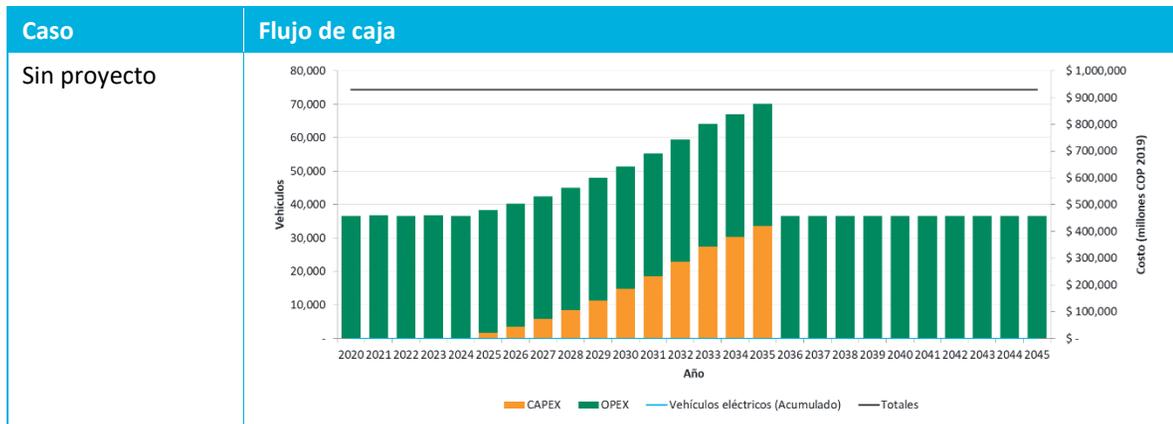


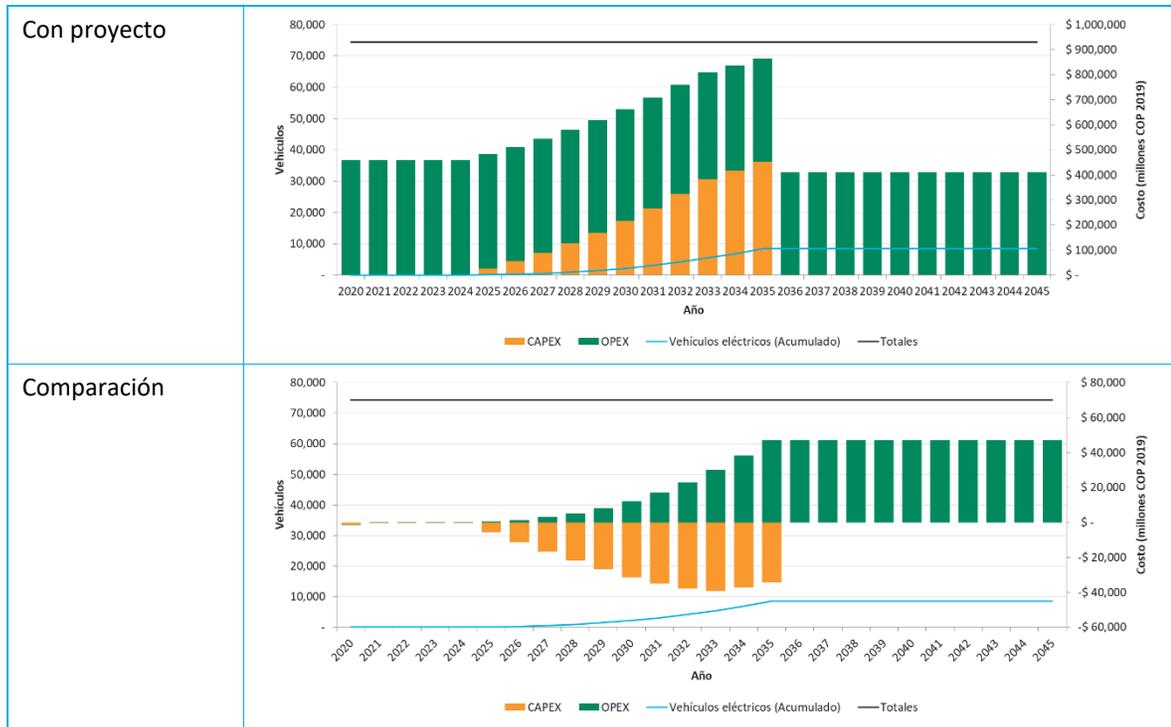
Fuente: Steer, 2019

5.49 La tabla anterior evidencia que con la adquisición de más vehículos eléctricos se reduce el costo de operación, principalmente por la adquisición del SOAT, la reducción en el consumo y porque estos vehículos requieren menos costos de mantenimiento. A medida que a más corto plazo se realice el reemplazo los beneficios por la reducción de los costos de OPEX pueden maximizarse, pero la adquisición de los vehículos puede ser superior a dicha reducción.

5.50 La siguiente tabla presenta los resultados de los flujos de caja por CAPEX y OPEX en los dos casos analizados, además de incluir la diferencia de estos flujos por año, para el periodo de análisis incluyendo la vida útil de los vehículos reemplazados (2020 – 2045). Para ello se tomó como constante el valor de OPEX del año 2035 y se proyectó hasta el 2045, como se presenta a continuación:

Tabla 5.20: Resultados flujo de caja casos analizados (2020 – 2045)





Fuente: Steer, 2019

- 5.51 De esta diferencia, o comparación, entre los dos casos se calculó el VPN resultante, el cual representa el costo o beneficio obtenido del reemplazo de la flota a vehículos eléctricos entre el 2020 al 2045. El resultado del cálculo del VPN fue de \$4,132 millones de pesos colombianos (COP 2019) o lo que es equivalente \$1.20 millones de dólares americanos (USD 2019).
- 5.52 Adicionalmente para el caso con proyecto analizado se calculó que la inversión requerida para el piloto fase 1 del proyecto (2020 – 2024) es de \$3,142 millones de pesos colombianos (COP 2019), equivalente a \$910,720 dólares americanos (USD 2019).

5.1.4 Conclusiones evaluación financiera

- Se asume que la proyección incorpora cambios de comportamiento, lo que resulta en una estimación conservadora de reducciones en emisiones y eficiencia energética pues no considera incremento de flota (reemplazo 1-1) ni aumento de kilómetros recorridos por la flota. Los kilómetros se mantienen como el resultado que se obtuvo de la encuesta a las entidades. Estos valores de consumo podrían incluso reducirse de implementar de forma complementaria en el memorando de entendimiento la adopción de programas de reducción de uso de flota y de gestión de la demanda de transporte.
- La proyección toma una tasa de cambio fija, Steer no tiene como generar proyecciones de tasa de cambio y/o de precios en combustibles. El modelo asume estabilidad en esos parámetros pero es necesario llamar la atención sobre el hecho que el resultado final es muy sensible a dichos valores. En esa medida se recomienda actualizar el modelo y revisarlo en conjunto con el Ministerio de Hacienda adoptando las proyecciones de TRM oficiales del gobierno nacional para estos efectos.

- El precio de los vehículos eléctricos y la velocidad de reemplazo son supuestos también basados en referencias, sin embargo no hay garantía alguna de que se comporten de la forma planteada dentro de las proyecciones.
- Los costos unitarios de mantenimiento y operación también se asumen constantes lo cual puede variar de forma importante, por un lado por tasa de cambio pero también en función de crecimiento de ciertos insumos como costo del empleo, aceites, repuestos, etc.
- La evaluación presentada representa un escenario más caro para el estado pues opciones como leasing o renting podrían ofrecer ventajas no solo a nivel de “proyecto” como flujo de caja sino incorporando el efecto sobre el balance general (activos y pasivos) del proyecto.

5.2 Evaluación económica

5.2.1 Proceso metodológico

- 5.53 La evaluación realizada consistió en identificar los beneficios directos, costo-efectividad, en cuanto a la reducción de la generación de emisiones contaminantes y disminución del consumo energético, que se obtienen del reemplazo de la flota oficial de las entidades de orden nacional y sus oficinas territoriales a vehículos eléctricos considerando los escenarios sin proyecto (Do Nothing) y con proyecto (Base)³⁴.
- 5.54 Para el cálculo de las emisiones generadas por la flota, en el periodo de tiempo de análisis (2020 – 2035), se tomó como referencia la siguiente fórmula:

$$E_x = \sum \sum \frac{FE_{xij} \cdot FA_{ij}}{10^6}$$

Donde,

x: Contaminante analizado de GEI (CO₂eq) o criterio (CO, SO_x, NO_x, PM).

i: Tipo de vehículo agrupado en automóvil, motocicleta, camioneta, campero, bus, camión, cuatrimoto y otro.

j: Tipo de combustible empleado por el vehículo agrupado en gasolina, diésel, GNV y eléctrico.

E_x: Emisiones del contaminante x generadas por la flota de las entidades de orden nacional y sus oficinas territoriales, presentado en Ton del contaminante emitido.

FE_{xij}: Factor de emisión del contaminante x para el tipo de vehículo i con combustible j, presentado en g/km.

FA_{ij}: Factor de actividad del tipo de vehículo i con combustible j en el periodo de análisis, presentado en km.

- 5.55 Por su parte, la siguiente expresión representa la cuantificación del consumo energético por tipo de vehículo y combustible:

$$C = \sum \sum \frac{R_{ij} \cdot FA_{ij}}{10^6}$$

³⁴ Mismos escenarios analizados en la evaluación financiera sección 5.1

Donde,

i: Tipo de vehículo agrupado en automóvil, motocicleta, camioneta, campero, bus, camión, cuatrimoto y otro.

j: Tipo de combustible empleado por el vehículo agrupado en gasolina, diésel, GNV y eléctrico.

C: Consumo energético de la flota de las entidades de orden nacional y sus oficinas territoriales, presentado en Ton del contaminante emitido, presentado en GJ.

R_{ij} : Rendimiento energético para el tipo de vehículo i con combustible j, presentado en KJ/km.

FA_{ij} : Factor de actividad del tipo de vehículo i con combustible j en el periodo de análisis, presentado en km.

5.56 Los cálculos realizados en los escenarios planteados contemplan únicamente el consumo y generación de emisiones provenientes durante la operación y actividad de los vehículos en el periodo de análisis y no incluyen el análisis de ciclo de vida de los vehículos ni la fuente de los combustibles. Sin embargo, se espera que, de acuerdo con la matriz de electro movilidad, la generación de la energía sea cada vez más limpia y eficiente.

5.2.2 Insumos

5.57 La evaluación realizada, tanto de la generación de emisiones como del consumo energético, requirió como insumo principal los factores de actividad de los vehículos de la flota analizada, además de los factores de emisión para los GEI y los contaminantes criterio y el rendimiento por tipo de vehículo. A continuación se presentan los valores empleados y la fuente de información de estos.

Factores de actividad

5.58 Los factores de actividad fueron calculados teniendo en cuenta los valores de distancia diaria promedio recorrida por los vehículos de distintos combustibles obtenidos de las respuestas por parte de las entidades que respondieron a la encuesta que se distribuyó en este estudio de consultoría. Adicionalmente, con base en las declaraciones de la misma encuesta de las distancias recorridas en el último año se expandieron estas actividades con un factor de 244 días obtenida de la proporción entre ambos valores.

5.59 A continuación se presentan los factores de actividad obtenidos para los escenarios analizados:

Tabla 5.21: Factores de actividad por tipo de vehículo y combustible (2020 – 2035)

Tipo de vehículo	Combustible	Actividad acumulada [km] Sin proyecto	Actividad acumulada [km] Con proyecto
Automóvil	Gasolina	1,272,265,504	1,002,330,882
Automóvil	Diésel	96,912,701	72,827,953
Automóvil	GNV	7,250,157	5,437,617
Automóvil	Eléctrico	426,480	296,258,389
Bus	Gasolina	49,904,602	37,568,528

Estructurar las bases del programa de reemplazo tecnológico de la flota oficial del país, para acelerar la adquisición de vehículos de bajas y cero emisiones para entidades públicas de orden nacional y sus oficinas territoriales | Producto 2 y 3

Tipo de vehículo	Combustible	Actividad acumulada [km] Sin proyecto	Actividad acumulada [km] Con proyecto
Bus	Diésel	285,418,325	224,343,843
Bus	GNV	7,300,692	5,528,577
Bus	Eléctrico	169,784	75,352,456
Camión	Gasolina	165,161,183	141,034,019
Camión	Diésel	440,166,407	384,577,618
Camión	GNV	35,561,020	30,708,423
Camión	Eléctrico	-	84,568,551
Camioneta	Gasolina	1,536,475,223	1,536,475,223
Camioneta	Diésel	3,702,286,717	3,702,286,717
Camioneta	GNV	126,978,689	126,978,689
Camioneta	Eléctrico	2,514,199	2,514,199
Campero	Gasolina	1,000,626,688	1,000,626,688
Campero	Diésel	633,353,544	633,353,544
Campero	GNV	2,111,541	2,111,541
Campero	Eléctrico	-	-
Cuatrimoto	Gasolina	14,135,951	11,362,442
Cuatrimoto	Diésel	1,756,800	1,310,280
Cuatrimoto	GNV	-	-
Cuatrimoto	Eléctrico	-	3,220,029
Motocicleta	Gasolina	4,062,559,926	4,062,559,926
Motocicleta	Diésel	543,269,459	543,269,459
Motocicleta	GNV	119,610	119,610
Motocicleta	Eléctrico	-	-
Otro	Gasolina	937,415	937,415
Otro	Diésel	468,708	468,708
Otro	GNV	-	-
Otro	Eléctrico	-	-
Total	Total	13,988,131,326	13,988,131,326

Fuente: Steer, 2019

Factores de emisión

- 5.60 Los factores de emisión empleados en el presente estudio de consultoría fueron tomados a partir de los factores del Modelo Internacional de Emisiones Vehiculares (IVE), los cuales fueron ajustados para poderlos asignar a los diferentes tipos de vehículos por combustibles analizados.
- 5.61 La adecuación realizada consistió en clasificar a los vehículos de acuerdo con su cilindraje, tipo de vehículo y tipo de combustible para asignarles factores del IVE que fueran equiparables. El resultado de este ejercicio se presenta en la siguiente tabla para los contaminantes analizados.

Tabla 5.22: Factores de emisión por tipo de vehículo y combustible para CO₂eq, PM, CO, SO_x y NO_x en g/km

Tipo de vehículo	Combustible	CO ₂ eq	PM	CO	SO _x	NO _x
Automóvil	Gasolina	82,6832	0,0015	3,9535	0,0085	0,3566
Automóvil	Diésel	77,6240	0,0495	0,2123	0,0079	0,3037
Automóvil	GNV	111,5392	0,0005	2,7365	0,0025	0,3341
Automóvil	Eléctrico	-	-	-	-	-
Bus	Gasolina	191,6032	0,0131	13,7650	0,0209	1,0130
Bus	Diésel	218,2016	0,2697	0,6634	0,0221	1,7595
Bus	GNV	166,7948	0,0024	4,2705	0,0028	0,4994
Bus	Eléctrico	-	-	-	-	-
Camión	Gasolina	215,8108	0,0156	16,1158	0,0237	1,1563
Camión	Diésel	293,1067	0,3973	0,9332	0,0297	2,6081
Camión	GNV	257,1154	0,0009	9,2656	0,0005	0,7387
Camión	Eléctrico	-	-	-	-	-
Camioneta	Gasolina	95,3335	0,0039	4,2116	0,0098	0,4224
Camioneta	Diésel	87,1794	0,0511	0,2127	0,0089	0,3327
Camioneta	GNV	120,6301	0,0006	3,0076	0,0027	0,3601
Camioneta	Eléctrico	-	-	-	-	-
Campero	Gasolina	96,9869	0,0039	4,2769	0,0100	0,4284
Campero	Diésel	84,0746	0,0502	0,2113	0,0086	0,3314
Campero	GNV	146,1501	0,0028	3,1288	0,0034	0,4447
Campero	Eléctrico	-	-	-	-	-
Cuatrimoto	Gasolina	32,9296	0,0500	2,9551	0,0025	0,1465
Cuatrimoto	Diésel	10,8798	0,2272	0,7390	0,0010	0,7646
Cuatrimoto	GNV	-	-	-	-	-
Cuatrimoto	Eléctrico	-	-	-	-	-
Motocicleta	Gasolina	26,5834	0,0341	2,0116	0,0021	0,0997
Motocicleta	Diésel	10,8798	0,2272	0,7390	0,0010	0,7646

Tipo de vehículo	Combustible	CO2eq	PM	CO	SOx	NOx
Motocicleta	GNV	27,8418	0,0026	1,2994	0,0001	0,1180
Motocicleta	Eléctrico	-	-	-	-	-
Otro	Gasolina	202,3020	0,0157	14,4400	0,0222	1,0457
Otro	Diésel	263,3659	0,3566	0,8205	0,0267	2,3064
Otro	GNV	-	-	-	-	-
Otro	Eléctrico	-	-	-	-	-

Fuente: Steer, 2019

Rendimiento

- 5.62 Los valores de rendimiento usados fueron tomados del documento de *Primer balance de energía útil para Colombia y cuantificación de las pérdidas energéticas relacionadas y la brecha de eficiencia energética* (2018) del UPME con algunos ajustes realizados por Steer para asignar a todos los pares de tipo de vehículo y combustible.
- 5.63 Los valores de rendimiento tomados como base fueron los registrados en la tabla 56 y tabla 57 del documento citado previamente, de donde se asignaron los siguientes valores para los pares tipo de vehículo y combustible analizados:

Tabla 5.23: Rendimientos por tipo de vehículo y combustible en kJ/km

Tipo de vehículo	Combustible	Rendimiento
Automóvil	Gasolina	2.025
Automóvil	Diésel	1.863
Automóvil	GNV	1.549
Automóvil	Eléctrico	750
Bus	Gasolina	5.913
Bus	Diésel	5.440
Bus	GNV	4.524
Bus	Eléctrico	3.841
Camión	Gasolina	8.775
Camión	Diésel	8.072
Camión	GNV	6.713
Camión	Eléctrico	4.375
Camioneta	Gasolina	2.612
Camioneta	Diésel	2.402
Camioneta	GNV	1.998
Camioneta	Eléctrico	969

Tipo de vehículo	Combustible	Rendimiento
Campero	Gasolina	1.005
Campero	Diésel	925
Campero	GNV	769
Campero	Eléctrico	281
Cuatrimoto	Gasolina	1.005
Cuatrimoto	Diésel	925
Cuatrimoto	GNV	769
Cuatrimoto	Eléctrico	281
Motocicleta	Gasolina	1.005
Motocicleta	Diésel	925
Motocicleta	GNV	769
Motocicleta	Eléctrico	281
Otro	Gasolina	8.065
Otro	Diésel	7.418
Otro	GNV	6.170
Otro	Eléctrico	4.375

Fuente: Steer, 2019

5.2.3 Resultados

Resultados emisiones generadas

5.64 Al comparar las emisiones generadas el caso con proyecto en comparación con el escenario sin proyecto, con una adquisición progresiva en el tiempo, se encontraron las siguientes magnitudes y porcentajes de reducción

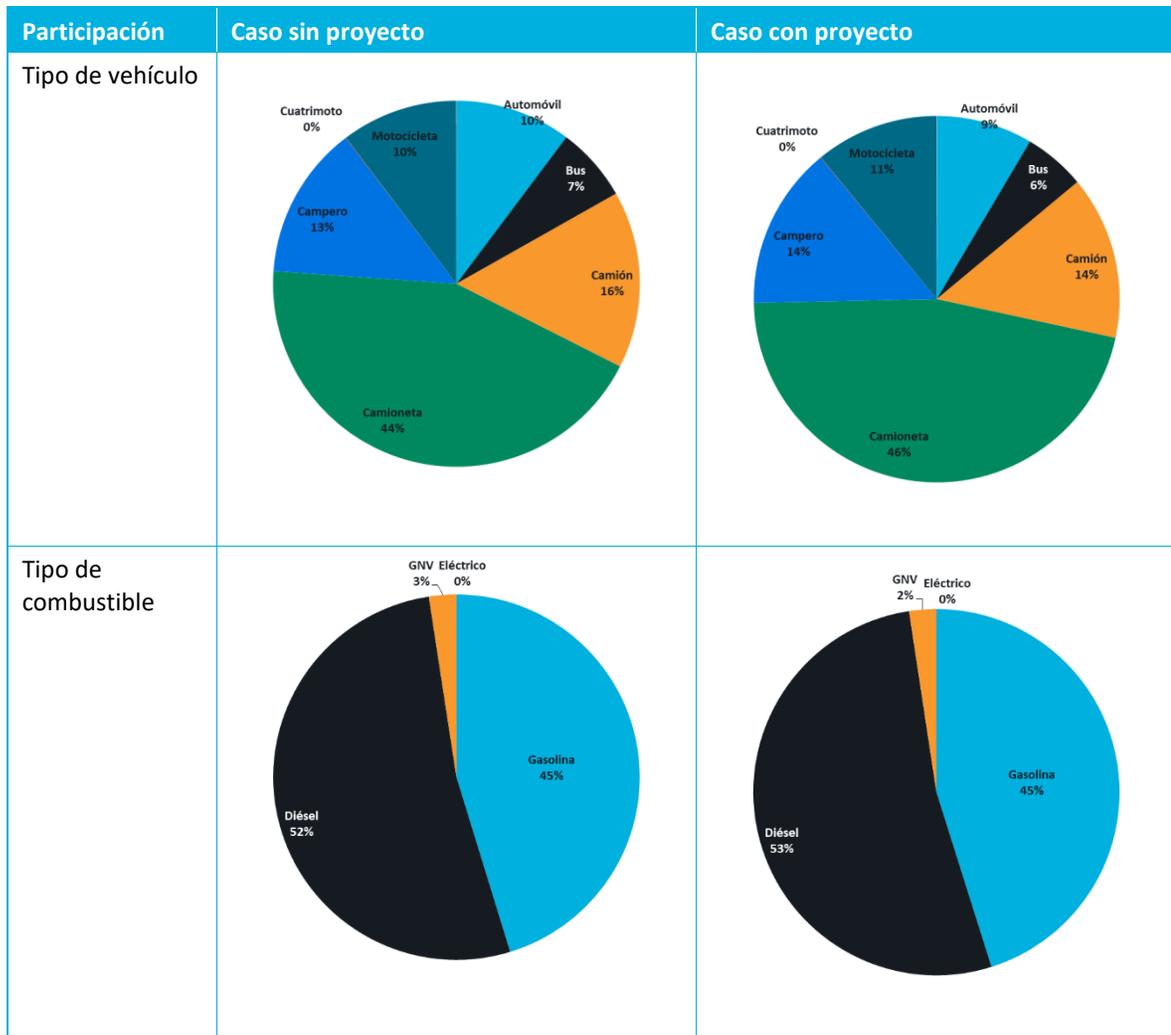
Tabla 5.24: Reducción en contaminantes atmosféricos por el reemplazo de la flota oficial por vehículos eléctricos en los casos analizados

Contaminante	Caso sin proyecto [Ton]	Caso con proyecto [Ton]	Porcentaje de reducción
CO ₂ eq	1,110,272	1,047,046	5.7%
PM	768	724	5.7%
CO	30,080	28,291	5.9%
SO _x	112	109	2.7%
NO _x	5,808	5,406	6.9%

Fuente: Steer, 2019

- 5.65 De la tabla anterior puede concluirse que con la implementación del proyecto se obtendría un beneficio notable en la reducción de contaminantes atmosféricos generados por la flota oficial, mejorando la adaptación al cambio climático y un beneficio a la salud pública. El contaminante que más se reduce, porcentualmente, con la implementación del proyecto son los óxidos de nitrógeno (NOx), seguido por el monóxido de carbono (CO) y los GEI y material particulado (PM). En todo caso para alcanzar un mayor impacto es necesario implantar medidas de gestión de la demanda en las entidades, sobre todo en aquellas que no tienen tantos vehículos sujetos de reemplazo o de alta utilización.
- 5.66 Cuando se comparó la participación por tipo de vehículo y tipo de combustible para cada tipo de contaminante se encontró lo siguiente:

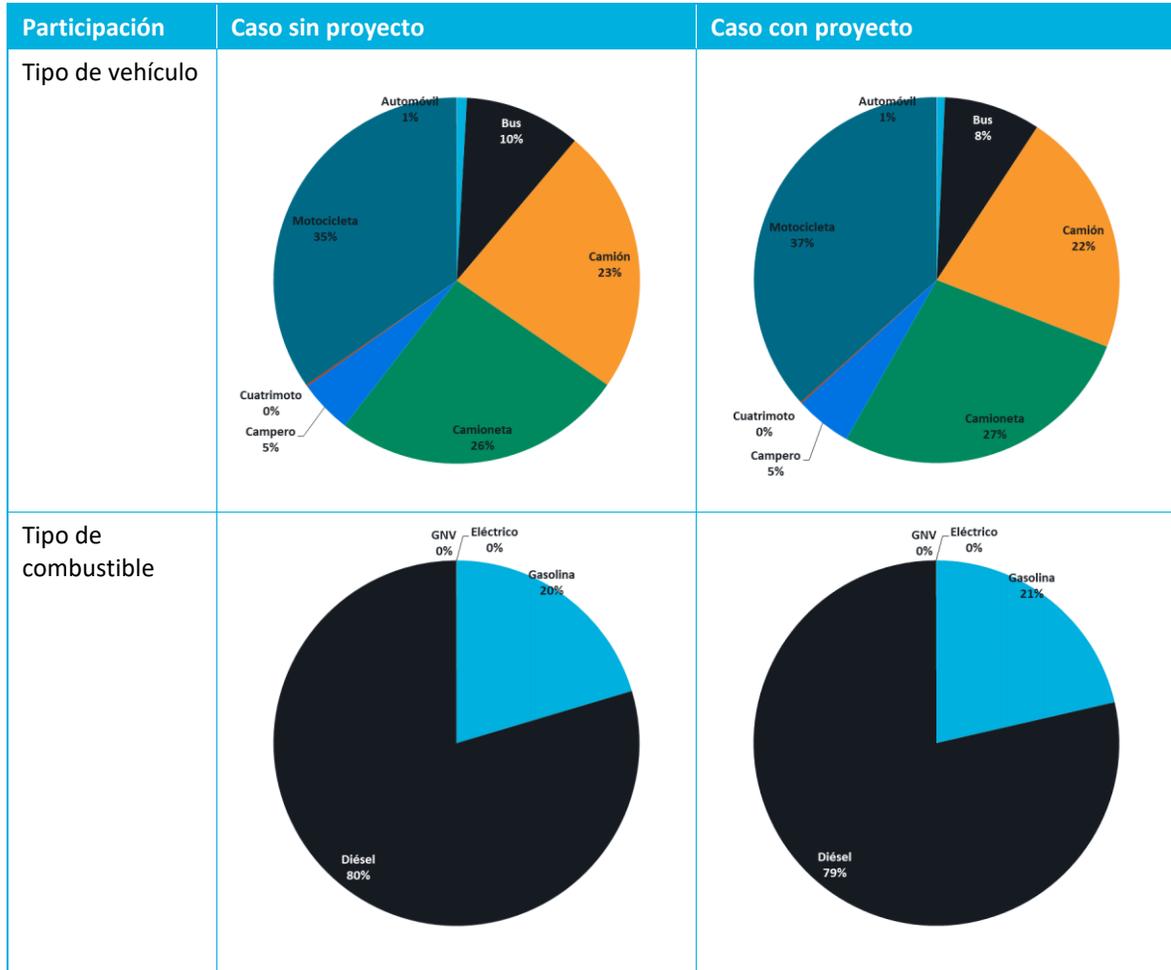
Tabla 5.25: Comparación de participación por tipo de vehículo y tipo de combustible con y sin proyecto – CO₂eq



Fuente: Steer, 2019

5.67 Con la implementación del proyecto se presenta una menor participación de automóviles, camiones y buses en la generación de emisiones de GEI, expresados en CO₂eq, así como una leve reducción de la participación de los vehículos de GNV.

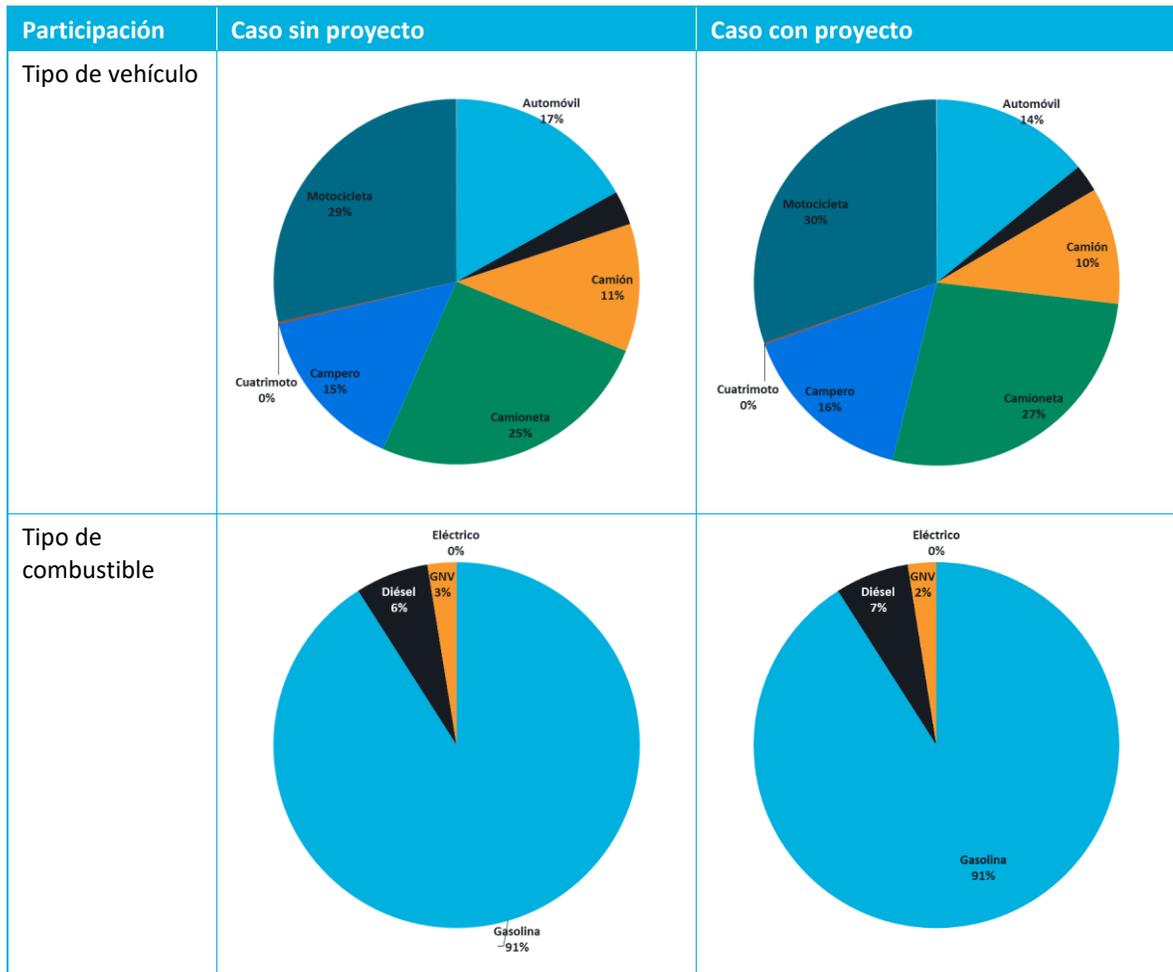
Tabla 5.26: Comparación de participación por tipo de vehículo y tipo de combustible con y sin proyecto – PM



Fuente: Steer, 2019

5.68 En las figuras anteriores se presenta una reducción en la participación de buses y camiones, así como la participación de los vehículos diésel en la generación de emisiones de PM.

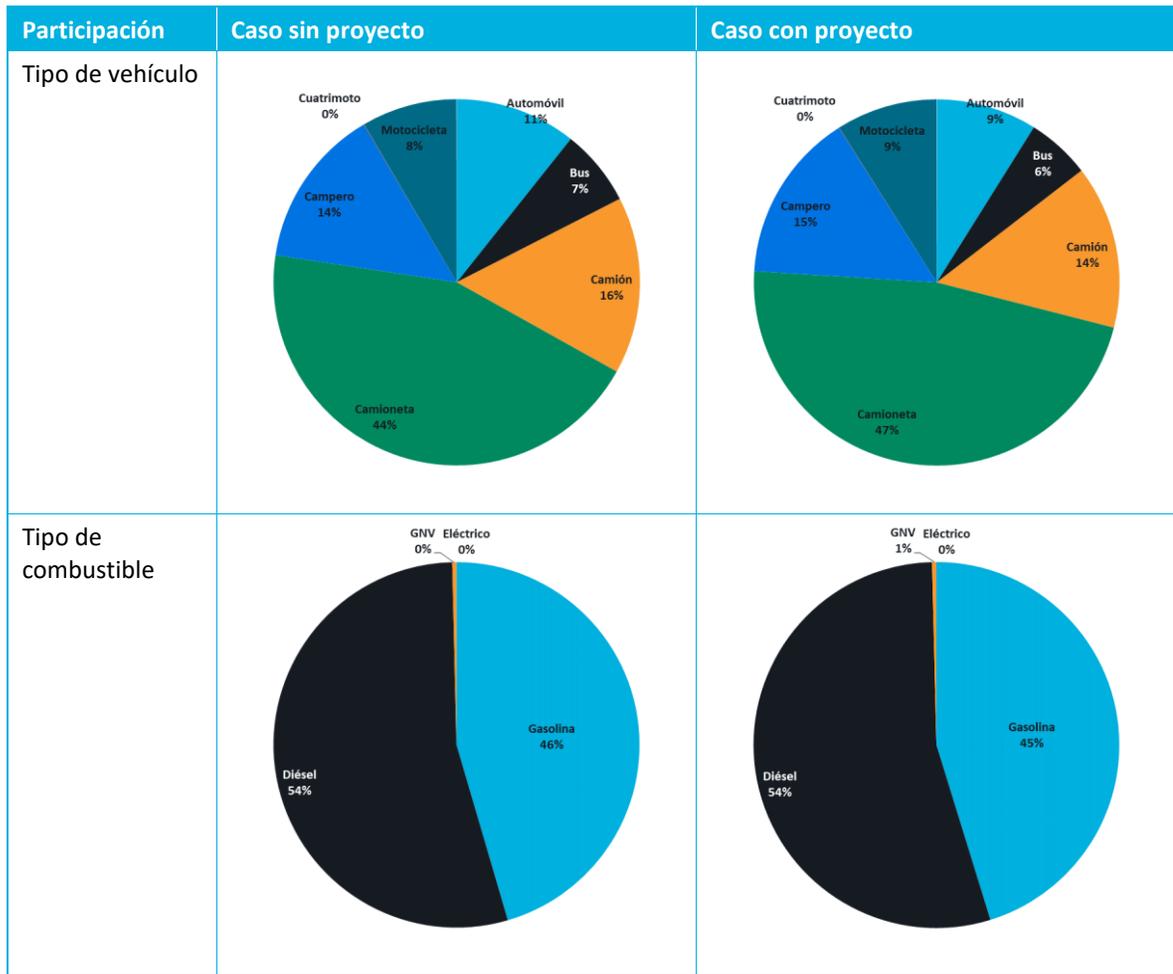
Tabla 5.27: Comparación de participación por tipo de vehículo y tipo de combustible con y sin proyecto – CO



Fuente: Steer, 2019

5.69 Se observa una reducción importante en la participación de buses, camiones y automóviles en la generación de SO_x, principalmente por parte de los autos. Por otra parte, se presenta una leve reducción de la participación de la GNV en las emisiones de CO.

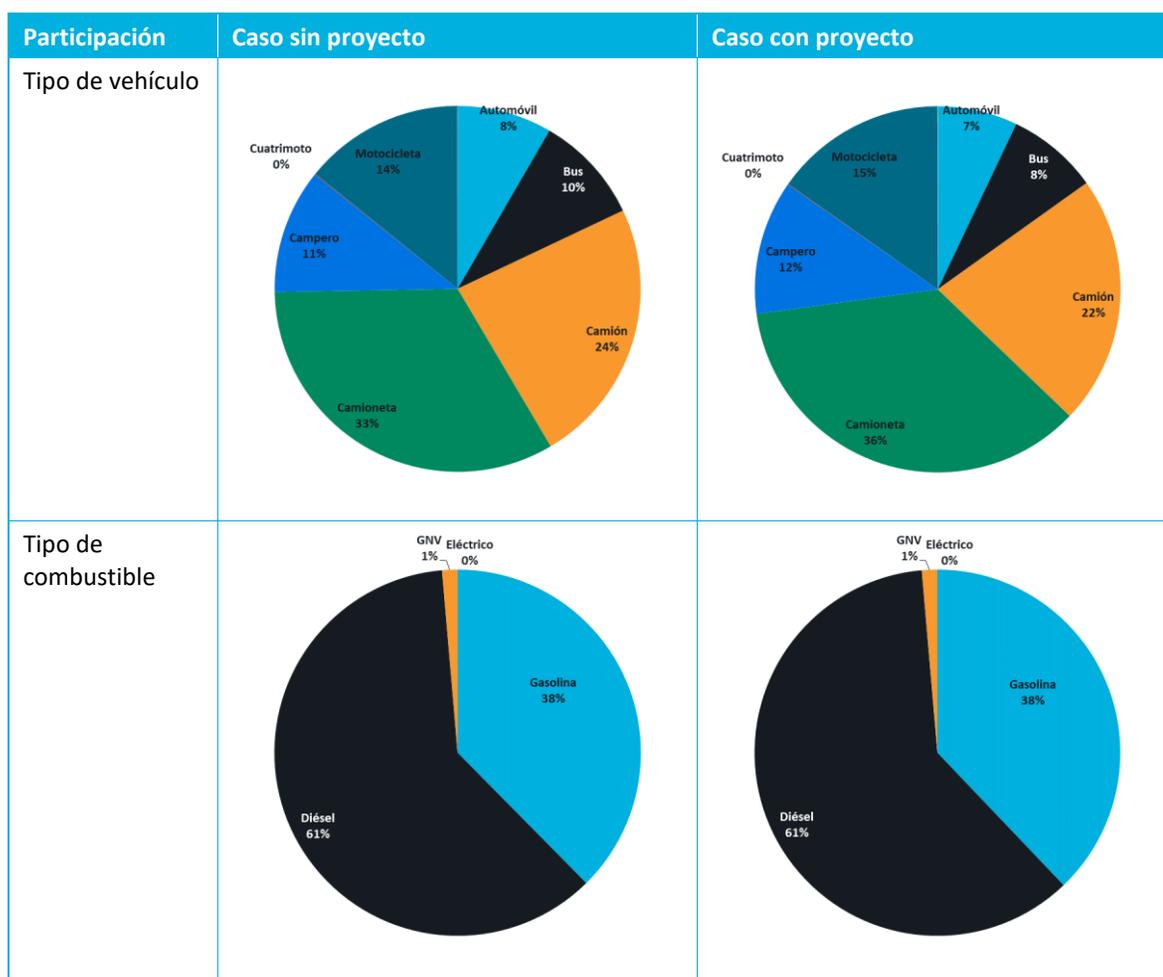
Tabla 5.28: Comparación de participación por tipo de vehículo y tipo de combustible con y sin proyecto – SOx



Fuente: Steer, 2019

5.70 Se observa una reducción importante en la participación de buses, camiones y automóviles en la generación de SOx, principalmente por parte de los autos y camiones. Por otra parte, se presenta una leve reducción de la participación de la gasolina en las emisiones de SOx.

Tabla 5.29: Comparación de participación por tipo de vehículo y tipo de combustible con y sin proyecto – NOx



Fuente: Steer, 2019

- 5.71 Se observa una reducción importante en la participación de buses, camiones y automóviles en la generación de NOx. Por otra parte no se evidencian diferencias en la participación por tipo de combustible en las emisiones de NOx.

Resultados consumo energético

- 5.72 Realizando un ejercicio similar para el consumo energético se obtuvo lo siguiente, anotando de nuevo que para lograr un mayor impacto se requiere adoptar cambios en comportamientos y se recomienda adoptar programas de gestión de la demanda en todas las entidades participantes tanto en la fase I como en la fase II del programa:

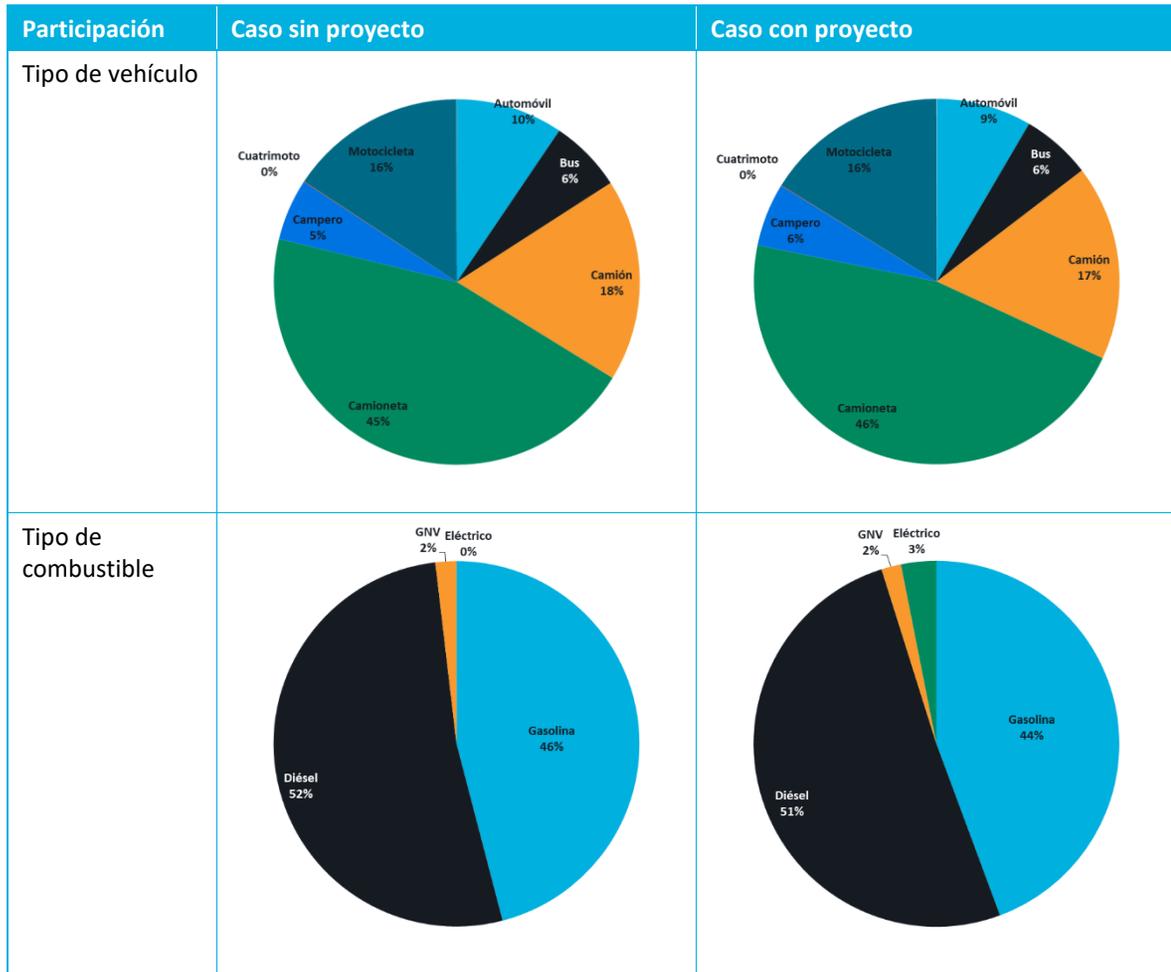
Tabla 5.30: Disminución del consumo energético por el reemplazo de la flota oficial por vehículos eléctricos en los casos analizados

Contaminante	Caso sin proyecto [GJ]	Caso con proyecto [GJ]	Porcentaje de reducción
Consumo energético	29,258,608	28,436,441	2.8%

Fuente: Steer, 2019

5.73 De igual manera al comparar la participación por tipo de vehículo y tipo de combustible se encontró la siguiente relación:

Tabla 5.31: Comparación de participación por tipo de vehículo y tipo de combustible con y sin proyecto – Consumo energético



Fuente: Steer, 2019

5.74 Se observa en la figura anterior una leve reducción en la participación de los camiones y automóviles, pero se presenta un aumento proporcional en la participación de las camionetas y camperos.

5.75 De forma similar se observa un aumento del 5% en la participación del consumo energético por combustible eléctrico y una reducción de la participación de gasolina y diésel.

6 Diseño y propuesta del sistema MRV para el proyecto

6.1 Aspectos generales del MRV

- 6.1 Un Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) se compone de instrumentos que permiten estandarizar y verificar procesos de medición, recolección, gestión de datos, procesamiento y reporte de información, con el fin de facilitar el acceso a datos que sean soporte de toma de decisiones, la generación de indicadores o el seguimiento de variables relacionadas con una medida en específico (UPME; Consorcio CAEM-EBT, 2018). Con relación al presente proyecto, se fundamenta como una herramienta para hacer seguimiento a cada una de las intervenciones propuestas, así como su pertinencia, resultados, procesos, periodos de ejecución e impactos en los beneficios esperados de reducción de emisiones y mejoras en eficiencia energética.
- 6.2 Considerando que estos beneficios son de alcance nacional, este instrumento se articuló con los lineamientos del documento CONPES 3700 de 2011³⁵, el Documento Nacional del Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación MRV para Colombia de Minambiente y los procesos de MRV de la UPME.
- 6.3 Los elementos que en principio debe mantener y consolidar el MRV según el Documento Nacional del Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación MRV para Colombia son:
- Transparencia
 - Exactitud
 - Exhaustividad
 - Comparabilidad
 - Consistencia
 - Evitar la doble contabilidad
 - Evitar la replicación de esfuerzos
 - Inclusión
 - Compromiso institucional
 - Liderazgo y gobernabilidad
 - Pertinencia
- 6.4 El monitoreo es el primer paso para la construcción del MRV e implica la recolección de datos de indicadores relacionados con la acción de mitigación. Los detalles del monitoreo dependerán de

³⁵ Estrategia institucional para la articulación de políticas y acciones en materia de cambio climático en Colombia

muchos factores, entre ellos la disponibilidad de datos, los compromisos de política, los compromisos de los donantes de información y la capacidad de las organizaciones para llevar a cabo el monitoreo. Se propone definir el plan de monitoreo junto con los indicadores de seguimiento, que tienen en cuenta rendimientos y variables de impacto y la forma en cómo se deberá concentrar la información necesaria para todos los análisis de seguimiento. Se identificarán las variables claves a monitorear, la frecuencia de medición y tipo de reporte, así como la estructura de los informes de seguimiento y la periodicidad.

- 6.5 El reporte será la herramienta necesaria para mantener informado a las estructuras institucionales del país y actores interesados e involucrados, como financiadores. Para la verificación, la consecución y registro de datos permitirá una comprobación cruzada con datos y valores nacionales, para generar series y resultados históricos para proporcionar confianza, de acuerdo con los supuestos previstos para los escenarios de implementación.

6.1.2 Objetivos del sistema MRV

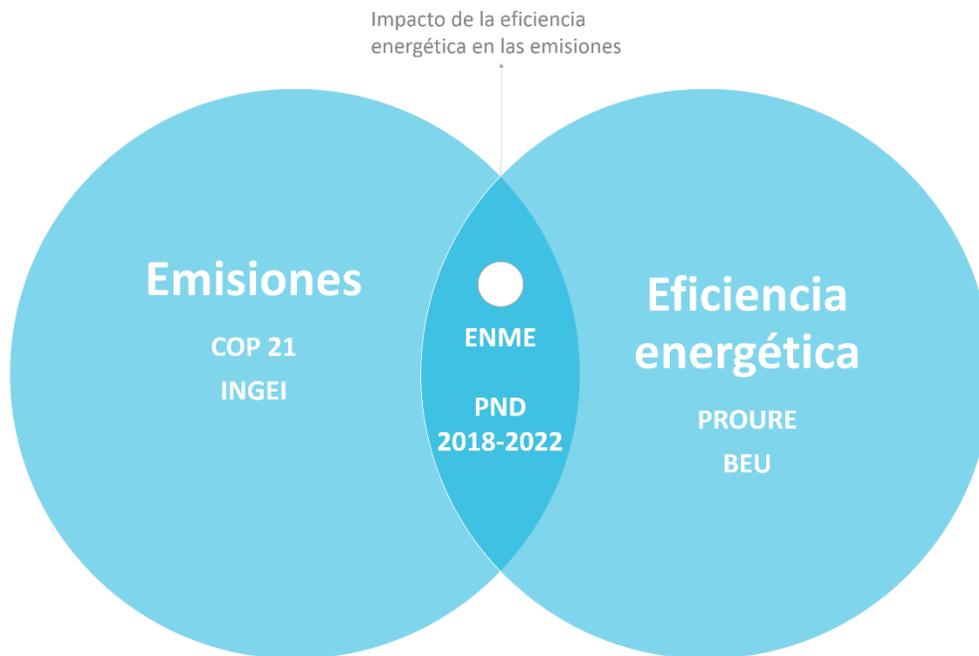
- 6.6 Dar seguimiento al avance en la implementación del Programa de reemplazo tecnológico de la flota oficial del país, para acelerar la adquisición de vehículos de bajas y cero emisiones para entidades públicas de orden nacional y sus oficinas territoriales, así como monitorear, reportar y evaluar su contribución sobre las emisiones de GEI y la eficiencia energética; por medio de una estrategia para la recolección, procesamiento, reporte y verificación de información estandarizada.
- 6.7 Para ello, es necesario generar las siguientes condiciones:
- Mecanismo de articulación, coordinación y comunicación entre las entidades oficiales de nivel nacional y la UPME para la gestión de la información.
 - Se prioriza la gestión de información por medios electrónicos sobre la gestión por medios físicos.
 - Definición de los procesos y procedimientos para la gestión interna de la información, que sea continua, oportuna y con calidad técnica.
 - Los actores involucrados en el sistema MRV estarán en la capacidad de realizar cambios en los procesos de gestión de la información con el fin de facilitar esta etapa.
 - Deben existir mecanismos de verificación de la calidad de la información.

6.1.3 Enfoques del sistema MRV

- 6.8 El sistema MRV del Programa de reemplazo tecnológico de la flota oficial del país tienen dos enfoques principales que hacen referencia a los beneficios esperados debido a su ejecución. En primer lugar, se encuentra el componente de eficiencia energética, el cual está relacionado con compromisos adquiridos en documentos como el PROURE y el BEU. Por otro lado, se encuentran las emisiones de GEI y contaminantes criterio como el material particulado (PM), en donde se encuentra un interés a nivel internacional por los acuerdos del COP 21 y que a nivel nacional se traduce en la publicación del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI).
- 6.9 Existen un punto en común entre estas dos variables en cuanto a que en la operación gran parte de las ineficiencias de los vehículos de combustión resulta en un aumento en las emisiones producidas por el sector transporte; por lo que los vehículos más eficientes resultan ser las

tecnologías más limpias; esto teniendo en cuenta que la matriz de generación de energía de Colombia se basa principalmente en fuentes renovables.

Figura 6.1: Enfoques del sistema MRV



Fuente: Steer, 2019.

6.2 Esquema de flujo para el diseño del sistema MRV

- 6.10 El esquema de flujo para el diseño del del sistema de MRV del programa de reemplazo tecnológico de la flota oficial nacional y sus territoriales inicia con el entendimiento de los objetivos y metas del programa que permite aterrizar lo que se desea monitorear, reportar y verificar; luego se deben establecer los componentes clave del MRV y finalmente direccionar claramente las acciones de cada etapa del sistema.
- 6.11 En el siguiente esquema se muestra en rojo los componentes clave del MRV que se deben estructurar y su relación con cada etapa del sistema MRV. El sistema como tal se compone del monitoreo (color verde) que incluye la preparación de la información, su proceso de registro, recolección y su consolidación y análisis; luego se debe definir claramente las características del reporte (color gris) y finalmente se resalta la verificación (color azul) como un proceso transversal que se pueden desarrollar en cualquier etapa consecutiva del esquema de flujo y es una herramienta fundamental para la retroalimentación y mejoramiento del sistema en el tiempo, lo que puede identificar nuevos requerimientos de información, cambios metodológicos o la inclusión de otros desarrollos (FAO, Minambiente y IDEAM, 2018).

Figura 6.2: Esquema de flujo para el diseño del sistema MRV



Fuente: Steer 2019, a partir del Sistema de Medición/Monitoreo, Reporte y Verificación (M/MRV) en Colombia (FAO, Minambiente y IDEAM, 2018) y el Sistema MRV de los planes del PROURE y del plan de FNCE (UPME; Consorcio CAEM-EBT, 2018).

6.2.2 Entendimiento de los objetivos y metas del programa

6.12 El primer paso fundamental es entender los objetivos y metas del programa para direccionar el diseño del sistema MRV, para ello es necesario contestar las siguientes preguntas:

- ¿Qué se desea con el programa?, ligado a los objetivos.
- ¿Cómo se plantea lograrlo?
- ¿Cómo se abordaría?, ligado a las metas definidas claramente en el periodo de tiempo.

Figura 6.3: Primera aproximación a las preguntas clave para el entendimiento de objetivos y metas del programa

¿Qué se desea con el Programa?	¿Cómo se plantea lograrlo?	¿Cómo se abordaría?
<p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acelerar la adquisición de vehículos de cero emisiones en entidades públicas, siendo ejemplo de esta transición para el país. • Ahorro de energía y disminución de emisiones de la flota oficial de nivel nacional por medio de su reemplazo a tecnologías más limpias. 	<ul style="list-style-type: none"> • Generando mecanismos que faciliten el reemplazo tecnológico de la flota oficial de nivel nacional y sus territoriales. 	<p>Metas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Variaciones en distribución de flota oficial de nivel nacional y sus territoriales según tipo de combustible. • Emisiones y consumo de energéticos de la flota oficial nacional y sus territoriales.

Fuente: Steer, 2019.

- 6.13 En un primer análisis a estas preguntas se recomienda que la aproximación del MRV se haga en función de sus metas definidas en reducciones del consumo energético y las emisiones producidas por la flota oficial de nivel nacional y sus territoriales, además de generar mecanismos de seguimiento del avance del programa de reemplazo a tecnologías más limpias.
- 6.14 Teniendo claro estas consideraciones es primordial definir dentro del sistema:
- ¿Qué se mide?
 - ¿Qué se reporta?
 - ¿Qué se valida y verifica?
- 6.15 En un primer esboce se definen los siguientes aspectos a medir, reportar y verificar; los cuales dentro del diseño se debe aunar en características más específicas, donde sea necesario:

Figura 6.4: Lineamientos iniciales del sistema MRV

¿Qué se mide?	¿Qué se reporta?	¿Qué se valida / verifica?
<ul style="list-style-type: none"> • Emisiones y consumo energético de la flota oficial nacional y sus territoriales. • Avance de las actividades del programa de reemplazo de la flota oficial nacional y sus territoriales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Impacto en emisiones y eficiencia energética a nivel de la flota oficial nacional y sus territoriales para responder a los compromisos adquiridos (metas del programa y nacionales). • Avance de las actividades del programa con respecto a lo esperado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de la calidad de la información y métodos de estimación de emisiones y consumo energético. • Supuestos y procesos metodológicos para la estimación de emisiones y consumo energético de acuerdo a lineamientos aceptados a nivel nacional e internacional (IPCC, UPME, etc.)

Fuente: Steer 2019.

6.2.3 Establecimiento de los componentes clave del MRV

- 6.16 Según el documento que estructura el sistema MRV de los planes PAI- PROURE y del Plan de FNCE los componentes clave para establecer en el diseño son (UPME; Consorcio CAEM-EBT, 2018):

Módulo de entradas: Corresponde a la definición de datos y parámetros a ser monitoreados para el seguimiento de los resultados alcanzados por las acciones desarrolladas en el marco del Programa de reemplazo tecnológico. Se establece de manera precisa cuál es la información requerida para el seguimiento de objetivos y metas propuestos por el programa.

Módulo de participación: Es la identificación de las entidades o actores con responsabilidad en la gestión de los datos y parámetros definidos para el seguimiento de las medidas del Programa, así como las necesidades de información procesada.

Módulo de procesos: Desarrollo de procesos de planificación, gestión, ejecución y mejoramiento de la información requerida en todas las etapas del sistema MRV del programa.

Módulo de salida/reporte: reconocer las necesidades de información para el seguimiento de resultados por la ejecución de las acciones desarrolladas en el marco de los objetivos y metas del programa.

Módulo de seguimiento: Definición de una batería de indicadores para hacer el seguimiento del avance de la implementación y el cumplimiento de metas y objetivos.

6.17 El PROURE 2017 – 2022 incluye como medida el “Reemplazo de la flota de combustión del sector oficial por vehículos eléctricos e híbridos”, lo que corresponde al presente proyecto, por lo que se genera una articulación entre el sistema de MRV del programa de reemplazo con el diseñado para dicho plan. Los siguientes son las características definidas en cada componente del sistema MRV del PROURE y su relación con el que se debe diseñar para el programa:

Entradas del sistema MRV

6.18 Dentro del primer componente del sistema MRV se debe definir la información necesaria, las fuentes de información y los parámetros a monitorear, a partir de lo cual se identifica las necesidades de generar alianzas, procesos de participación y mecanismos para la interacción con las instituciones involucradas en la gestión de la información relevante para el seguimiento. Se debe especificar (UPME; Consorcio CAEM-EBT, 2018):

- La forma de recolección: origen y medios de ingreso de información
- El procesamiento: requerimientos y capacidades para el análisis de información
- Reporte: necesidades de información y forma de reportaje

6.19 De lo dispuesto para el sistema MRV del PROURE se resalta para este programa las siguientes fuentes de información, con lo que se pretende que ambos sistemas generen un mismo mecanismo de recolección, procesamiento y reporte en la medida de lo posible, teniendo en cuenta la temporalidad y la escala necesaria.

Figura 6.5: Fuentes de información del sistema MRV



Fuente: Steer 2019 a partir del Sistema MRV de los planes del PROURE y del plan de FNCE (UPME; Consorcio CAEM-EBT, 2018).

6.20 De igual manera, en articulación con el sistema MRV del PROURE los parámetros de monitoreo identificados para esta medida son (UPME; Consorcio CAEM-EBT, 2018):

Tabla 6.1: Parámetros de monitoreo de la medida de “Reemplazo de la flota de combustión del sector oficial por vehículos” del sistema MRV del PROURE

Medida	Parámetros de monitoreo	Unidad
Reemplazo de la flota de combustión del sector oficial por vehículos	Vehículos oficiales a gasolina existentes	Unidad
	Vehículos oficiales a diésel existentes	Unidad
	Vehículos oficiales a GNV existentes	Unidad
	Vehículos oficiales eléctricos existentes	Unidad

Medida	Parámetros de monitoreo	Unidad
eléctricos e híbridos.	Vehículos oficiales híbridos existentes	Unidad
	Tipo de energético	Gasolina - Diesel - Gas natural - Electricidad
	Rendimiento	km/kWh - km/gal - km/m3
	Distancia recorrida	km
	Consumo de gasolina	gal
	Porcentaje de mezcla etanol	%
	Consumo de diésel	gal
	Porcentaje de mezcla biodiesel	%
	Consumo de electricidad	kWh
	Porcentaje de vehículos oficiales existentes por combustible	%
	Vehículos sustituidos desintegrados	Unidad
	Vehículos sustituidos cambiados a servicio particular	Unidad

Fuente: Sistema MRV de los planes del PROURE y del plan de FNCE (UPME; Consorcio CAEM-EBT, 2018).

Actores que intervienen

- 6.21 Dentro del sistema MRV del programa la UPME será la entidad principal que actuará como la entidad responsable de la gestión de la información para el seguimiento del programa de reemplazo tecnológico de la flota oficial de nivel nacional y sus territoriales, así como la ejecución de las demás actividades de monitoreo, reporte y verificación. Así, la UPME deberá definir los lineamientos para la recolección, procesamiento y reporte de la información, además de la información relevante y las injerencias de su administración por parte de otras instituciones.
- 6.22 Dentro de sus responsabilidades, que comparte además para el sistema MRV del PROURE, se encuentran (UPME; Consorcio CAEM-EBT, 2018):
- Definir / actualizar las líneas base de seguimiento.
 - Formalizar objetivos y alcance del monitoreo.
 - Establecer los parámetros y mecanismos de monitoreo.
 - Revisar la calidad de la información, supuestos y métodos con los cuales se estiman los impactos del Programa.
 - Definir y disponer los recursos para formalización del esquema.
 - Identificar e integrar capacidades de actores relacionados.
 - Coordinar el intercambio de información con los agentes involucrados.
 - Monitoreo regular a la información y parámetros de seguimiento del Programa.
 - Validar que las fuentes entreguen información en la calidad, escala y tiempo requerido.
 - Generar las bases de datos y/o registros de los indicadores de seguimiento, acciones y herramientas de ajuste de información.

- Consolidar, procesar y analizar la información de entrada de acuerdo con los mecanismos de seguimientos propuestos / contabilizar reducciones y tendencias.
- Validar mecanismos de monitoreo propuestos.
- Reportar resultados de los indicadores de seguimiento, acciones y herramientas de ajuste de información (propuestas e implementadas).
- Generar mecanismos de mejora y retroalimentación del sistema MRV.

Procesos dentro del sistema MRV

6.23 Dentro del sistema del MRV del PROURE se generan las siguientes consideraciones para los procesos involucrados que le atañen al Programa:

Figura 6.6: Consideraciones dentro de los procesos del sistema MRV

Registro/ recolección de información	A cargo de entidades que actúan como administradoras de la información requerida, debe ser solicitada o suministrada por los agentes de manera periódica y en cumplimiento de lineamientos de calidad y estandarización.
Consolidación y análisis/ procesamiento de la información	La construcción del procesamiento de la información obtenida y la construcción de los indicadores de seguimiento será responsabilidad de la UPME.
Reporte	Un primer reporte se produce en la etapa de entrada de información cuando los administradores de las fuentes reportan periódicamente los datos solicitados. Al final la UPME genera reportes de resultados alcanzados con las medidas y el avance en el tiempo con la construcción de indicadores. Debe cumplirse criterios de estandarización.
Verificación	La verificación es un proceso transversal que se implementa a lo largo de todo el flujo del sistema, en este se evalúa la calidad y confiabilidad de la recolección y procesamiento de la información por parte de la UPME. Este proceso permite evidenciar si hay información adicional que se requiera o posibles mejoras al sistema.

Fuente: Sistema MRV de los planes del PROURE y del plan de FNCE (UPME; Consorcio CAEM-EBT, 2018).

Indicadores de implementación y resultados

6.24 Si bien se comparten fuentes de información, parámetros de monitoreo y la estructura con el sistema MRV del PROURE, sus indicadores están dados de manera general para la totalidad de las medidas de dicho plan, por lo que se recomienda incluir los siguientes indicadores específicos para el presente Programa:

Tabla 6.2: Indicadores específicos para el Programa de reemplazo tecnológico de la flota oficial de nivel nacional y sus territoriales

No.	Indicador propuesto	Unidades relacionadas	Tipo de indicador	Uso del indicador
Indicador 1	Porcentaje de avance de las actividades del programa de reemplazo tecnológico de la flota a propiedad de entidades oficiales a nivel nacional y sus territoriales.	Unidades	Actividad	Avance de las acciones del programa de reemplazo tecnológico de la flota oficial de nivel nacional y sus territoriales
Indicador 2	Porcentaje de vehículos eléctricos ingresados a la flota a propiedad de entidades oficiales a nivel nacional y sus territoriales (por clase)	Unidades	Efectos intermedios	Cambios en el parque automotor de la flota oficial de nivel nacional y sus territoriales
Indicador 3	Energía ahorrada por el reemplazo tecnológico de la flota a propiedad de entidades oficiales a nivel nacional y sus territoriales	TJ	Efectos no GEI	Reducción en el consumo de energía de la flota oficial de nivel nacional y sus territoriales
Indicador 4	Emisiones GEI y contaminantes criterio reducidas por el reemplazo tecnológico de la flota a propiedad de entidades oficiales a nivel nacional y sus territoriales/año	tCO ₂ equivalente	Efectos GEI	Disminución de emisiones de la flota oficial de nivel nacional y sus territoriales

Fuente: Steer 2019, con base en el Sistema MRV de los planes del PROURE y del plan de FNCE (UPME; Consorcio CAEM-EBT, 2018).

7 Conclusiones

- 7.1 El sector transporte presenta el mayor consumo de energía, donde el modo carretero es el más representativo entre los demás modos (88 %), además genera una importante cantidad de emisiones de GEI y otros contaminantes. Ante esto, el Gobierno Nacional ha trabajado en la definición de políticas, planes y acciones encaminadas a mitigar dichos impactos, desde donde se fundamenta la estructuración de las bases del Programa de reemplazo tecnológico de la flota oficial de nivel nacional y sus territoriales, liderada por la UPME, Minenergía, Mintransporte, Minambiente y DNP.
- 7.2 Aunque el objeto del proyecto incluya tecnologías de cero y bajas emisiones, uno de los resultados de la investigación de este estudio es que, bajo las problemáticas de emisiones y consumo de energía de Colombia, se hace necesario realizar el cambio tecnológico de manera inmediata a vehículos eléctricos y no iniciar con una transición desde vehículos de bajas emisiones.
- 7.3 Adicionalmente, aun cuando los costos de adquisición de vehículos eléctricos es alto, no existe una diferencia significativa con el precio de un híbrido o de bajas emisiones, y a pesar de esto, la eficiencia energética de estos últimos y la reducción de emisiones es menor, además de que no se observa beneficios en costos de operación debido a que sigue teniendo un motor a combustión.
- 7.4 Las bases para el desarrollo del estudio fueron el RUNT de flota de servicio oficial con corte a 2019 y la recolección de un inventario de vehículos de las entidades definidas en el universo. A partir de la comparación realizada entre estas dos bases de datos se evidenció que el parque automotor de estas se compone de:
- Vehículos que son de su propiedad registrados en el RUNT como servicio oficial
 - Vehículos que son de su propiedad registrados en el RUNT como servicio particular
 - Vehículos que son contratados a terceros, lo cual cada vez es más común debido a que esto elimina los costos de mantenimiento. De las 55 entidades que respondieron la encuesta, el 42 % respondió que utilizaba estos servicios.
- 7.5 Estos hallazgos fueron confirmados en los espacios de participación con las entidades, por lo que se concluye que la flota que efectivamente utilizan es mayor a la que se encuentra registrada en el RUNT de servicio oficial, y por ende, en la ejecución del proyecto se recomienda ampliar el campo de actuación e incluir tanto la que se registra como particular como los vehículos que se contratan.
- 7.6 Se recomienda que el Programa de reemplazo tecnológico de la flota oficial del país a vehículos cero emisiones para entidades públicas de orden nacional y sus oficinas territoriales se realice a través de:

- Memorando de entendimiento liderado por la Presidencia de la Republica, coordinado por la UPME y apoyado por las partes y los adherentes indispensables para que se pueda materializar el proyecto.
- Estructuración de la oficina de gestión del proyecto con el apoyo de Colombia Compra Eficiente, para garantizar en los procesos de adquisición y contratación los principios de transparencia enmarcada en la Ley, y desarrollo de:
 - Fase 1: Piloto de sustitución de la flota de las cinco entidades líderes de la ENME a vehículos cero emisiones (2020)
 - Fase 2: Sustitución de la flota oficial potencial de orden Nacional a vehículos cero emisiones al año 2025.
- Revisión jurídica para incorporar en el FENOGGE el programa de reemplazo de las entidades oficiales de orden nacional para la destinación de recursos para la Fase 1.

7.7 Lo anterior se hace porque es necesario acelerar la sustitución de la flota de las instituciones públicas de orden nacional y sus oficinas territoriales a vehículos cero emisiones para lograr eficiencia energética en el sector transporte oficial y así disminuir su impacto en el ambiente.

7.8 Con este impulso y los incentivos para su adquisición, se proyecta que en los próximos quince años se reemplacen unos 8,470 vehículos de la flota oficial de orden nacional, lo que resultaría en un total de 12 % vehículos eléctricos, 9% toneladas de CO₂ equivalente evitadas y 4% de ahorro en el consumo de energía por la flota oficial de las entidades de orden nacional y sus oficinas territoriales.

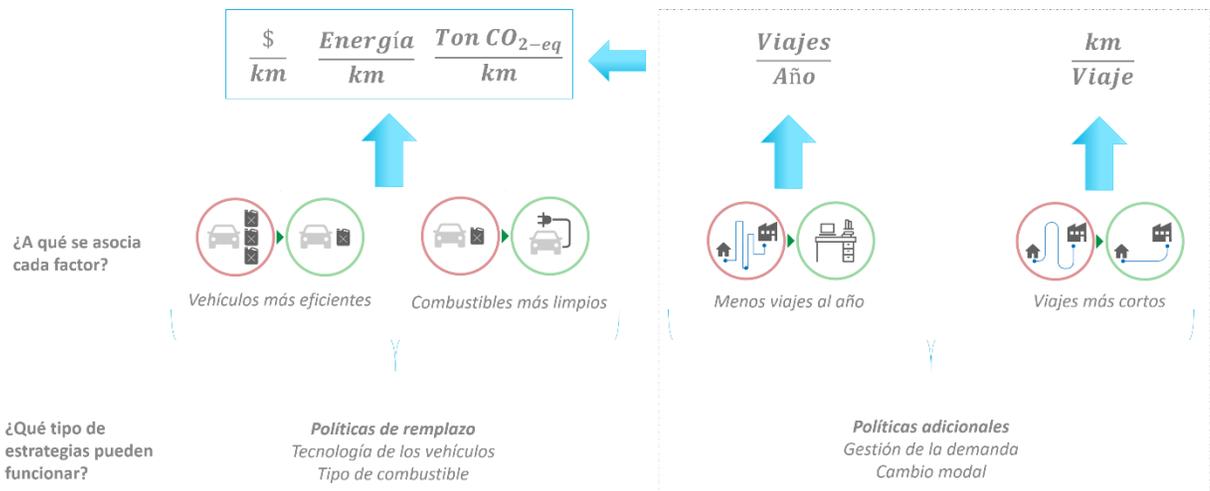
7.9 En el corto plazo y hasta 2025, se deberá implementar sistemas de carga que atiendan las necesidades de las entidades públicas oficiales del orden Nacional que hacen parte del piloto, en los que se cuente con unidades de carga privadas que garanticen un parque disponible y confiable para la operación de los vehículos de estas entidades.

7.10 Se propone una articulación entre el sistema de MRV de este estudio con el sistema de monitoreo, reporte y verificación que contempla el PROURE 2017 – 2022, el cual incluye como medida el “Reemplazo de la flota de combustión del sector oficial por vehículos eléctricos e híbridos”. De este modo, se encaminan las mediciones y reportes de manera coherente y articulada. En este sentido, se resalta a la UPME como el actor responsable del sistema MRV con funciones específicas desde el diseño hasta la ejecución, incluyendo la recolección y procesamiento de la información, la consolidación de las bases de datos, el procesamiento, el reporte y su debido proceso de verificación.

7.11 Es importante mencionar que el alcance del presente proyecto solo acoge las políticas de impacto directo en reducción de emisiones y consumo de energía de la flota oficial nacional a través del reemplazo de vehículos con mayor eficiencia energética y uso de combustibles más limpios; sin embargo, tiene limitaciones en cuanto a que no todos los vehículos son potencial de reemplazo debido a los avances tecnológicos o requerimientos específicos de las entidades. Por ello, se recomienda que en etapas posteriores se evalúen políticas adicionales que cumplen con el mismo objetivo de manera indirecta como la implementación de estrategias de gestión de la demanda, tendientes a reducir la cantidad de viajes que se realizan o los kilómetros recorridos por dichos viajes a través de medidas como:

- **Vehículo compartido:** compartir un mismo vehículo entre varios empleados de una misma entidad o entre varias entidades que vayan hacia el mismo destino.
- **Paseo compartido:** hacer un ruteo para cumplir con varias actividades que se ubiquen en un mismo trayecto.
- **Eliminar el viaje:** Generar las condiciones para que las reuniones se puedan realizar vía teleconferencia o redes inteligentes/medición avanzada.
- **Programación de viajes:** Aprovechar los “tiempos muertos” de un vehículo que se le ha asignado exclusivamente a una persona para cumplir con otras actividades, en lugar de tener que usar otros vehículos.
- **Cambio modal:** promover el uso modos de transporte más sostenibles.

Figura 7.1: Políticas que reducen el consumo de energía y las emisiones debido al sector transporte



Fuente: Steer, 2019

7.1.2 Recomendaciones finales

- En paralelo al desarrollo de la estrategia de reemplazo de la FOON se recomienda considerar estrategias complementarias para lograr los objetivos de reducción energética y de emisiones que apunte a las metas establecidas por el Gobierno Nacional. En particular:
 - Reducir viajes motorizados
 - Reducir kilómetros en modos motorizados
 - Mejorar eficiencia energética y ambiental de los vehículos de la FOON

Se recomienda por lo tanto desarrollar estudios o estrategias específicas encaminadas a:

- i. Desarrollar medidas de gestión de demanda para lograr eficiencia de los recursos a través de la optimización de los viajes
- ii. Procurar usos compartidos
- iii. Hacer buen uso de los recursos disponibles para la compra de los vehículos
- iv. Redes inteligentes-medición avanzada

- Se recomienda que la UPME sea el coordinador y facilitador integral para que se dé el Memorando de entendimiento liderado por la Presidencia de la Republica y apoyado por las partes y los adherentes indispensables para que se pueda materializar el proyecto.
- La creación de la Oficina de Gestión del Programa (OGP) en donde es clave la participación de Colombia Compra Eficiente, será indispensable para el desarrollo del programa de reemplazo a vehículos eléctricos para garantizar los procesos de adquisición y contratación bajo los principios de transparencia enmarcada en la Ley. Se deberá analizar su costo de implementación y funcionamiento en la etapa de estructuración.
- Se identificó en el presente estudio que el programa de reemplazo de la FOON a flota eléctrica implica un alto nivel de importación por lo que los costos del programa son altamente susceptibles a la tasa de cambio.
- Se recomienda que se evalué dentro de la estructuración detallada de la Fase 2 un plan de desintegración con el objetivo que los vehículos que se reemplazan salgan de circulación y efectivamente dejen de contaminar, logrando los beneficios esperados y alineándose con los indicadores previstos en el PROURE 2017 – 2022 sobre Vehículos sustituidos desintegrados en el Reemplazo de la flota de combustión del sector oficial, por vehículos eléctricos e híbridos. La estructura y costos de este plan de desintegración son un paso indispensable para avanzar con este programa.
- Se recomienda que se fomente el Mercado de tercerización y “leasing” empleando vehículos eléctricos o de bajas emisiones para servir las necesidades de transporte de las entidades oficiales de orden Nacional.
- En la medida en que el programa tenga éxito y se logre realizar una aceleración de la sustitución de la flota de las entidades públicas de orden Nacional, será un motor de impulso para involucrar a las entidades oficiales de orden regional y municipal, como gobernaciones, alcaldías y secretarías municipales.
- El programa será un ejemplo y manifestación de mercadeo de nuevas tecnologías eléctricas para que la movilidad empiece a migrar hacia una tendencia cero emisiones en Colombia.

Referencias

- AAVEA. (2013). *Vehículo de cero emisiones*. Obtenido de Asociación argentina de vehículos eléctricos y alternativos: <https://aavea.org/vehiculo-de-cero-emisiones/>
- C40 Cities climate leadership group. (2016). *C40 Cities*. Obtenido de Low emission vehicles: https://c40-production-images.s3.amazonaws.com/good_practice_briefings/images/7_C40_GPG_LEV.original.pdf?1456788962
- Concerned Scientists. (2012). *What is ZEV?* Obtenido de Concerned Scientists: <https://www.ucsusa.org/resources/what-zev>
- Dinero. (13 de 02 de 2019). *¿Por qué subieron los precios en la bolsa de energía?* Obtenido de <https://www.dinero.com/pais/articulo/aumento-en-los-precios-de-la-energia-en-bolsa-2019/267100>
- Endesa. (2018). *Vehículos a gas: ¿qué significan GNV, GLP, GNC y GNL?* Obtenido de Endesa: <https://www.endesaclientes.com/blog/que-significa-glp-gnv-gnc-gnl>
- Energía y sociedad. (2019). *Manual de la energía*. Obtenido de Energía y sociedad: <http://www.energiaysociedad.es/manenergia/4-2-la-eficiencia-energetica-del-vehiculo-electrico/>
- FAO, Minambiente y IDEAM. (2018). *Sistema de Medición/Monitoreo, Reporte y Verificación (M/MRV) en Colombia: Avances y hoja de ruta para su consolidación*. Obtenido de PNUD: <https://www.latinamerica.undp.org/content/rblac/es/home/library/poverty/sistema-de-medicion-monitoreo--reporte-y-verificacion--m-mrv--en.html>
- Grupo Vanti. (11 de 2019). *Precio histórico del Gas Natural Vehicular*. Obtenido de <https://www.grupovanti.com/co/gas+natural+vehicular+%E2%80%93+gnv/1297370398775/precio+historico+del+gas+natural+vehicular.html>
- HYE. (2018). *Los proveedores de partes sufrirán el impacto del coche eléctrico*. Obtenido de Híbridos e eléctricos: <https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/sector/proveedores-partes-sufriran-impacto-coche-electrico/20180618105145019954.html>
- ICCT. (Abril de 2019). *Overview of global zero-emission vehicle mandate programs*. Obtenido de International council on clean transportation: <https://theicct.org/sites/default/files/publications/Zero%20Emission%20Vehicle%20Mandate%20Briefing%20v2.pdf>

- IDEAM, PNUD, MADS, DNP, & Cancillería. (2016). *Inventario nacional y departamental de Gases de Efecto Invernadero - Colombia. Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático*. Obtenido de IDEAM:
<http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023634/INGEI.pdf>
- Lutsey, N., & Nicholas, M. (Abril de 2019). *Update on electric vehicle costs in the United States through 2030*. Obtenido de International Council on Clean Transportation:
https://theicct.org/sites/default/files/publications/EV_cost_2020_2030_20190401.pdf
- Matt de Prez. (2019). *Hybrids offer fastest route to reduce CO2, says Emissions Analytics*. Obtenido de Fleet News: <https://www.fleetnews.co.uk/news/environment/2019/06/14/hybrids-offer-fastest-route-to-reduce-co2-says-emissions-analytics>
- MinEnergía. (11 de 2019). *Precios Combustibles Año 2019*. Obtenido de <https://www.minenergia.gov.co/precios-ano-2019>
- Ministerio de Minas y Energía; UPME. (Diciembre de 2016). *PLAN DE ACCIÓN INDICATIVO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA–PAI PROURE 2017 - 2022*. Obtenido de UPME:
https://www1.upme.gov.co/DemandaEnergetica/MarcoNormatividad/PAI_PROURE_2017-2022.pdf
- The International Council On Clean Transportation. (2019). *Update on electric vehicle costs in the United States through 2030*.
- Transport & Environment. (Octubre de 2018). *GNC y GNL para vehículos y buques: los hechos*. Obtenido de Transport & Environment:
https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/2018_10_TE_GNC_y_GNL_para_vehi%CC%81culos_y_buques_los_hechos_ES.pdf
- U.S. Department of energy. (2019). *Natural Gas Vehicle Emissions*. Obtenido de U.S. Department of energy: https://afdc.energy.gov/vehicles/natural_gas_emissions.html
- UPME. (2017). *Balance de gas natural 2017*. Obtenido de UPME:
https://www1.upme.gov.co/Hidrocarburos/publicaciones/Balance_Gas_Natural_2017-2026_26122017_VF.pdf
- UPME. (2018). *Primer balance de energía útil para Colombia y cuantificación de las pérdidas energéticas relacionadas y la brecha de eficiencia energética*.
- UPME, USAENE-SUMATORIA. (2019). *Establecer Recomendaciones en Materia de Infraestructura de Recarga para la Movilidad Eléctrica en Colombia para los Diferentes Segmentos*. Colombia.
- UPME; Consorcio CAEM-EBT. (2018). *Sistema MRV de los planes del PROURE y del plan de FNCE*. Bogotá.

Estructurar las bases del programa de reemplazo tecnológico de la flota oficial del país, para acelerar la adquisición de vehículos de bajas y cero emisiones para entidades públicas de orden nacional y sus oficinas territoriales | Producto 2 y 3

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

23698401

Referencia cliente/nº proyecto

Autor

Steer

Revisor/autorizador

Germán Lleras-Director del proyecto

Otros colaboradores

Diana Martínez
Nataly Saenz
Germán Lleras
Daniel Cabuya
Jaime Maldonado
Alejandro Salamanca

Distribución

Cliente: V1 Steer:

Versión

20191127_Producto 2 y 3_vehículos oficiales_v1
20191204_Producto 2 y 3_vehículos oficiales_v2
20191213_Producto 2 y 3_vehículos oficiales_v3

Fecha

27/11/2019
04/12/2019
13/12/2019

