

MONTEVIDEO, URUGUAY. MAYO DE 2023

Identificación y análisis de actividades con potencial de incorporación de vehículos eléctricos de carga liviana



Identificación y análisis de actividades con potencial de incorporación de vehículos eléctricos de carga liviana

©2023, PNUD Uruguay

Autoría: Steer

Este trabajo es el resultado del estudio desarrollado por Steer, realizado para el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en el marco del Proyecto ONU/21/001 “Financiación innovadora para soluciones de tecnología limpia en el sector de las energías renovables de Uruguay: El Fondo de Innovación de Energías Renovables (REIF)”

Según las normas aplicadas por el PNUD en todo el mundo, los autores y autoras de estas investigaciones gozan de completa independencia editorial, y aplican criterios de objetividad e imparcialidad en sus análisis.

El análisis, los hallazgos y las recomendaciones contenidos en este informe son responsabilidad exclusiva de los autores y no reflejan necesariamente las opiniones del PNUD, de las Naciones Unidas, de su Junta Ejecutiva, de sus Estados miembros ni de las instituciones públicas nacionales que participan como contrapartes o miembros del Proyecto ONU/21/001. Se agradece la difusión y reproducción de este informe en cualquier medio, con indicación de la fuente.

El uso genérico del masculino que se utiliza en esta publicación responde a la intención de simplificar la redacción y disminuir la sobrecarga en la lectura. Por lo tanto, de ninguna manera pretende constituir una discriminación entre mujeres y varones, lo cual es una preocupación para este equipo de trabajo.

Contenido

1	Introducción	1
	Objetivos específicos.....	1
	Contenido del informe	1
2	Identificación y caracterización de sectores de actividad económica con potencial de incorporación de vehículos eléctricos de mediano porte en Uruguay.....	3
	Introducción	3
	Contexto económico	3
	Revisión de información secundaria disponible con respecto al transporte de carga liviana	7
	Identificación de sectores con potencial de cambio	12
3	Identificación del potencial de cambio del parque automotor	20
	Clasificación de vehículos N1 y N2	20
	Características de los vehículos de carga	20
	Caracterización del parque automotor	22
	Posibles modelos de negocio para impulsar la movilidad eléctrica para el transporte de carga	25
	Características de los vehículos eléctricos de carga en Uruguay	28
	Costo total de propiedad (CTP)	30
	Estrategias de recarga	32
	La proporción de los vehículos de carga convencionales que se podrían sustituir por vehículos de carga eléctricos.....	33
4	Priorización de sectores	36
5	Modelo de costos y beneficios sociales	39
	Introducción	39
	Construcción del modelo.....	39
6	Modelo de Evaluación de Costos Privados	44
	Introducción	44
	Resumen del modelo.....	44
	Supuestos	48
	Ejemplo del uso del modelo	54

7	Escenarios y resultados aplicados	55
	Definición de escenarios	55
	Resultados de escenarios para modelo social.....	57
	Resultados de escenario para modelo de costos privados	65
	Comparación Modelo Universidad de Montevideo	76
8	Encuesta de preferencias declaradas	82
	Diseño de la encuesta.....	82
	Encuesta piloto	89
	Resultados de la encuesta	90
9	Barreras y recomendaciones	97
	Barreras	97
	Medidas para impulsar el uso de vehículos eléctricos.....	102
	Revisión del impacto de medidas en la adopción de electromovilidad	106
	Recomendaciones	107
10	Referencias.....	110

Figuras

Figura 1.1: Metodología propuesta	1
Figura 2.1: Evolución del PIB de Uruguay a precios constantes, período 2016 – 2021.....	4
Figura 2.2: Principales actividades económicas del país en relación con el PIB (año 2021)	4
Figura 2.3: Personas ocupadas en actividades del agro, año 2021	6
Figura 2.4: Principales actividades del sector forestal	7
Figura 2.5: Ejemplo de sectores económicos con potencial de cambio de su flota a vehículos de carga eléctrica.....	11
Figura 2.6: Principales temas abordados en las entrevistas.....	13
Figura 2.7: Principales empresas del comercio electrónico en Uruguay, participación porcentual en el total de ventas (2020)	15
Figura 2.8: Evaluación del potencial de cambio en sectores y subsectores.....	19
Figura 3.1: Cambios en las operaciones logísticas por tipo de vehículo utilizado en Bordeaux, Francia, entre 1994 y 2013.	22
Figura 3.2: Evolución parque automotriz de Uruguay, período 2017 – 2021	23
Figura 3.3: Composición del parque automotriz, año 2021	24

Figura 3.4: Composición del parque automotriz de Montevideo, año 2019	25
Figura 3.5: Espectro de modelos de negocio elementales en el ecosistema de movilidad eléctrica	26
Figura 3.6: Modelos de camiones eléctricos disponibles en Uruguay.....	28
Figura 3.7: Camiones urbanos de carga – oferta y caso de uso en Uruguay.....	29
Figura 3.8: Utilitarios – oferta y caso de uso en Uruguay.....	30
Figura 3.9: Resultados CTP – Camión de carga ligera (6 ton) y principales supuestos considerados, nivel de uso medio	31
Figura 3.10: Resultados CTP para utilitarios de carga y principales supuestos considerados, nivel de uso medio.....	32
Figura 3.11: Costo total de la propiedad, escenario base, furgoneta pequeña	33
Figura 3.12: Distribuciones de distancias recorridas, camiones pequeños, Cali (2015).....	35
Figura 4.1: Nivel de potencial de cambio de flota a vehículos eléctricos de carga	36
Figura 5.1 Estimación emisiones de toneladas de CO ₂ equivalente por vehículo, para el año base (2023)	43
Figura 6.1: Extracto de la hoja Info.....	44
Figura 6.2: Definición de requerimientos.....	45
Figura 6.3: Hojas para la simulación del costo total de la propiedad de cada categoría de cada flota.....	46
Figura 6.4: Hoja TCP – sección “Entradas”.....	47
Figura 6.5: Extracto del cálculo del costo total de la propiedad	47
Figura 6.6: Resumen de los costos totales (valores presentes netos) de ambas flotas	48
Figura 6.7: Los contenidos de la sección “Entradas” de la planilla.....	49
Figura 6.8: Supuestos del plazo de la simulación	49
Figura 6.9: Supuestos de los parámetros financieros.....	49
Figura 6.10: Supuestos de los impuestos	50
Figura 6.11: Supuestos de los costos	50
Figura 6.12: Supuestos de la tecnología de los vehículos eléctricos	51
Figura 6.13: El rendimiento de los vehículos convencionales como una función de la carga útil	53
Figura 6.14: El rendimiento de los vehículos eléctricos como una función de la tara	53
Figura 7.1: Emisiones de CO ₂ por escenario (Histórico, Tendencial y Aspiracional).....	55
Figura 7.2: Escenarios de penetración de BEV utilitarios	57
Figura 7.3: Definición de requerimientos.....	66

Figura 7.4: Flota 1 – vehículos convencionales	66
Figura 7.5: Flota 2 – vehículos eléctricos.....	66
Figura 7.6: Resumen de demanda versus oferta	66
Figura 7.7: Comparación de costos totales (valores presentes netos), categoría 1.....	67
Figura 7.8: Comparación de costos totales (valores presentes netos), categoría 2.....	67
Figura 7.9: Comparación de costos totales (valores presentes netos), categoría 3.....	68
Figura 7.10: Comparación de costos totales (valores presentes netos), categoría 4.....	68
Figura 7.11: Comparación de costos totales (valores presentes netos), categoría 5.....	69
Figura 7.12: Resumen en términos del costo total por tonelada-km.....	69
Figura 7.13: Comparación de costos totales (valores presentes netos), alternativas de flota para categoría 1 de requerimientos	70
Figura 7.14: Comparación de costos totales (valores presentes netos), alternativas de flota para categoría 2 de requerimientos	71
Figura 7.15: Comparación de costos totales (valores presentes netos), alternativas de flota para categoría 3 de requerimientos	71
Figura 7.16: Comparación de costos totales (valores presentes netos), alternativas de flota para categoría 4 de requerimientos	72
Figura 7.17: Comparación de costos totales (valores presentes netos), alternativas de flota para categoría 5 de requerimientos	72
Figura 7.18: Ejemplo de comparación de costos de 1 vehículo, de capacidad de carga promedio menor a 0,9 ton y 14 años de vida útil	73
Figura 7.19: Ejemplo de comparación de costos de 1 vehículo, de capacidad de carga promedio de 3,4 ton y 14 años de vida útil.....	74
Figura 7.20: Ejemplo de comparación de costos de 1 vehículo, de capacidad de carga promedio menor a 0,9 ton y 120 kilómetros recorridos.....	75
Figura 7.21: Ejemplo de comparación de costos de 1 vehículo, de capacidad de carga promedio de 3,4 ton y 120 kilómetros recorridos	75
Figura 7.22: Ejemplo modulo “Datos” de Calculadora TCO de la Universidad de Montevideo .	77
Figura 7.23: Ejemplo modulo “Supuestos” de Calculadora TCO de la Universidad de Montevideo	78
Figura 7.24: Ejemplo modulo “Resultados” de Calculadora TCO de la Universidad de Montevideo	79
Figura 8.1: Estructura de la encuesta	82
Figura 8.2: Introducción a la sección del ejercicio PD.	84
Figura 8.3: Ejemplo tarjeta 1 Diseño vehículo de 2,5 a 5 toneladas de capacidad	88
Figura 8.4: Invitación digital para invitar a contestar la encuesta.....	89

Figura 8.5: Sector económico de la muestra de empresas.....	90
Figura 8.6: Cantidad de vehículos de carga liviana de las empresas encuestadas.....	90
Figura 8.7: Capacidad de carga del vehículo representativo.....	91
Figura 8.8: Nivel de conocimiento sobre costos de inversión y operación de vehículos eléctricos	91
Figura 8.9: ¿En la empresa, ¿poseen vehículos de carga liviana (camionetas, furgones o camión hasta 12 toneladas) que sean eléctricos?	91
Figura 8.10: Empresas que actualmente no tienen vehículos eléctricos en la flota y que han evaluado la incorporación de éstos.....	92
Figura 8.11: Capacidad de decidir sobre la compra de un vehículo en la empresa encuestada	92
Figura 8.12: Peso relativo entre las características para analizar compra de vehículo eléctrico	93
Figura 8.13: Sensibilidad de la inversión inicial entre alternativas.....	95
Figura 9.1: Principales barreras para el cambio de flota a vehículos eléctricos.....	97
Figura 9.2: Principales desventajas de la experiencia con vehículos eléctricos	98
Figura 9.3: Principales aspectos negativos de la operación con vehículos eléctricos	98
Figura 9.4: Medidas implementadas por países para impulsar electromovilidad	103

Tablas

Tabla 2.1: Exportaciones de Uruguay en valores corrientes, año 2021 (en miles de dólares).....	5
Tabla 2.2: Productos principales de carga urbana y probabilidad de transporte en vehículos en 2 ejes en viajes urbanas, Bogotá, (2015)	8
Tabla 2.3: Listado de empresas entrevistadas.....	12
Tabla 3.1: Cantidad de vehículos eléctricos por tipo de vehículo	25
Tabla 3.2: Caso de estudio modelo de negocio de incorporación de flota eléctrica en el transporte de carga en México D.F.	27
Tabla 3.3: Resultados de los análisis de sensibilidad para diferentes factores de uso. Camiones de carga ligera.....	30
Tabla 3.4: Distancias de recorridos medias diarias.....	34
Tabla 5.1: Base de datos de entrevistas	41
Tabla 5.2: Factores de emisión por tipo de vehículo (g/km)	42
Tabla 5.3: Factor Calentamiento Potencial Equivalente.....	43
Tabla 6.1: Comparación del rendimiento ajustado con datos del estudio California Air Resources Board	54
Tabla 7.1: Escenarios Tendencial y Aspiracional del Parque Vehicular	56

Tabla 7.2: Definición de escenarios de porcentaje de vehículos eléctricos utilitarios en Uruguay 57

Tabla 7.3: CO2 equivalente emitido por vehículo (ton/año), situación base 58

Tabla 7.4: CO2 equivalente emitido por vehículo (ton/año), escenario Tendencial 58

Tabla 7.5: CO2 equivalente emitido por vehículo (ton/año), escenario aspiracional 59

Tabla 7.6: CO2 equivalente emitido por vehículo (ton/año), escenario intermedio 59

Tabla 7.7: Comparación VPN por escenario 60

Tabla 7.8: Resumen impacto externalidades en el sistema ante la entrada de la electromovilidad 64

Tabla 7.9: Disminución de emisiones de CO₂ equivalente(ton/año) por sustitución de la flota completa del país, según escenario 65

Tabla 7.10: Costos evitado en USD, según impacto medio, por sustitución de la flota completa del país, por escenario 65

Tabla 7.11: 73

Tabla 7.12: 74

Tabla 7.13: Porcentaje de penetración con sustitución de un vehículo 76

Tabla 7.14: Datos de vehículos utilizados para la comparación 79

Tabla 8.1: Deltas entre alternativas por variable y diseño 85

Tabla 8.2: Diseños PD 86

Tabla 8.3: Modelo de elección discreta ejercicio de preferencia declaradas 93

Tabla 8.4: Definición escenario base para ejercicio de aplicación del modelo de elección 94

Anexos

- A Entrevistas
- B Talleres

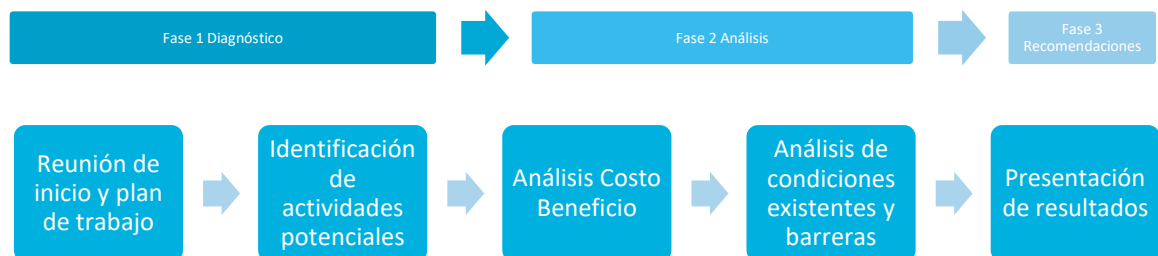
1 Introducción

- 1.1 De acuerdo con los términos de referencia (PNUD, 2022), el objetivo de la consultoría es contar con información relevante para definir acciones concretas que promuevan la incorporación de vehículos eléctricos de mediano porte (vehículos de carga liviana) en sectores productivos. Se entiende por vehículos de carga liviana a los clasificados en las categorías N1 y N2 de acuerdo con el Reglamento Armonizado Clasificación de Vehículos del MERCOSUR (SICE, 2022).

Objetivos específicos

- Identificación y análisis de los principales sectores de actividad con potencial de incorporación de vehículos eléctricos de mediano porte en Uruguay en sustitución de vehículos a combustión.
- Evaluación de los costos y beneficios potenciales, desde la perspectiva privada y social, de la incorporación de vehículos eléctricos de mediano porte a la actividad de los sectores identificados
- Relevamiento de las barreras existentes para dicha incorporación y recomendaciones para su abordaje.

Figura 1.1: Metodología propuesta



Fuente: Elaborado por Steer

Contenido del informe

- 1.2 Este documento corresponde al informe final, que contiene todo el desarrollo del estudio y por lo tanto responde a todos los objetivos planteados anteriormente.
- 1.3 Para esto hemos realizado la revisión de referencias públicas nacionales como internacionales, para enmarcar las variables que definen el potencial de un sector para traspasar su flota o parte de ella a vehículos eléctricos.
- 1.4 En línea con lo anterior, hemos realizado entrevistas a empresas nacionales pertenecientes a diferentes sectores, como transporte, logística, alimentos, e-commerce y medicamentos entre otros. Como resultado de éstas se han identificado los aspectos que generan barreras y

oportunidades para el cambio, los que se traducen en la identificación de sectores con mayor potencial para el uso de la tecnología limpia en el transporte de carga.

- 1.5 También se presenta un análisis del parque automotor de Uruguay, cuantificando el número de vehículos de carga que son de interés para este estudio y que potencialmente podrían cambiar de tecnología.
- 1.6 Asimismo, hemos construido un modelo de costos y beneficios sociales, y otro de evaluación de costos privados. El modelo de costos y beneficios sociales considera principalmente los costos por emisiones de CO₂ equivalente, y al comparar 2 alternativas de flotas se pueden obtener los beneficios. En el caso del modelo de evaluación de costos privados, éste incorpora todos los costos para estimar un costo total de propiedad (TCO) para alternativas de flotas.
- 1.7 Se presentan también algunos escenarios de sustitución de flota o penetración de vehículos eléctricos, donde se pueden ver los resultados del uso de los modelos aplicados a estos escenarios.
- 1.8 Y finalmente identificamos las principales barreras y las específicas de este sector económico, y se dan una serie de recomendaciones para superar estas barreras.
- 1.9 Las tareas señaladas se estructuran en este reporte de la siguiente manera:
 - Capítulo 1: Introducción
 - Capítulo 2: Identificación y caracterización de sectores de actividad económica con potencial de incorporación de vehículos eléctricos de mediano porte en Uruguay
 - Capítulo 3: Identificación del potencial de cambio del parque automotor
 - Capítulo 4: Priorización de sectores
 - Capítulo 5: Modelo de costos y beneficios sociales
 - Capítulo 6: Modelos de evaluación de costos privados
 - Capítulo 7: Escenarios y resultados aplicados
 - Capítulo 8: Encuesta de preferencias declaradas
 - Capítulo 9: Barreras y recomendaciones

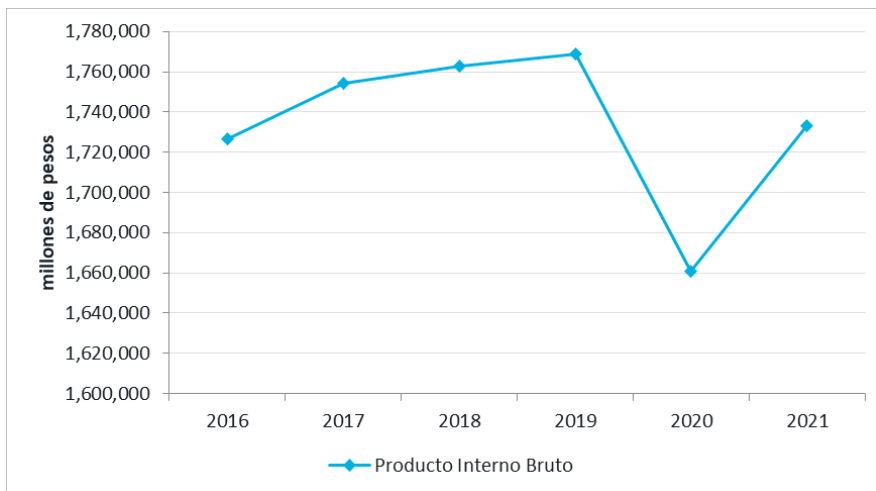
2 Identificación y caracterización de sectores de actividad económica con potencial de incorporación de vehículos eléctricos de mediano porte en Uruguay

Introducción

- 2.1 Esta actividad incluyó la consolidación de información operativa del transporte de carga liviana en el país con la finalidad de recabar información que permita ser el punto de partida para la ejecución de las siguientes fases del proyecto. Se incluye:
- Revisión de información secundaria disponible con respecto al transporte de carga liviana en donde se identifiquen principales características operacionales.
 - Planeación y ejecución de actividades para la recolección de información primaria a través del mapeo de actores y de la planeación de entrevistas semiestructuradas, con la finalidad de recabar información técnica, económica, barreras y oportunidades.

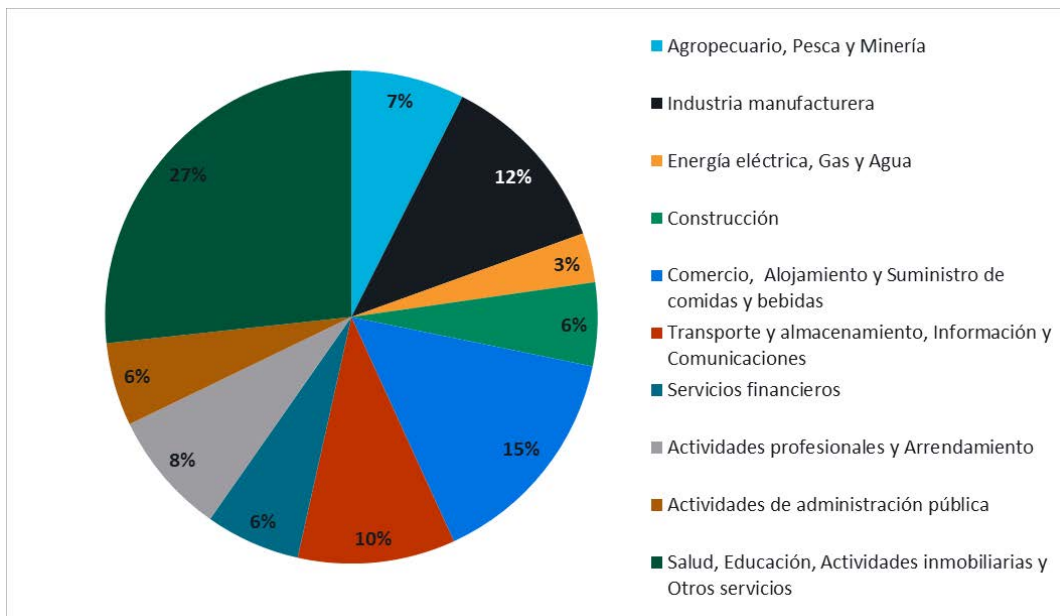
Contexto económico

- 2.2 A continuación se presenta un breve contexto económico del país, en el cual se identifican los principales sectores productivos en relación al PIB y se analizan aquellos más relevantes.
- 2.3 En relación al PIB de Uruguay, en el año 2021 fue de 1.733.304 millones de pesos de acuerdo con datos del Banco Central del Uruguay. Esta cifra representa un aumento de un 4% con respecto al año 2020.
- 2.4 En los últimos 5 años el PIB del país venía creciendo a una tasa anual de un 0,8%, sin embargo, el año 2020 se observa una importante baja en el PIB debido a los efectos económicos de la pandemia de COVID-19. En el año 2021 se observa una recuperación en la actividad económica del país, aunque todavía no se alcanzan los niveles prepandemia.

Figura 2.1: Evolución del PIB de Uruguay a precios constantes, período 2016 – 2021


Fuente: Steer con datos del Banco Central del Uruguay

- 2.5 Las principales actividades económicas del país corresponden a servicios de salud, educación y actividades inmobiliarias que representan el 27% del PIB nacional. Destacan también las actividades comerciales, de alojamiento y suministro de bebidas (asociadas principalmente al turismo), la industria manufacturera y la actividad agrícola.

Figura 2.2: Principales actividades económicas del país en relación con el PIB (año 2021)


Fuente: Steer con datos del Banco Central del Uruguay

- 2.6 Uruguay exportó durante el año 2021, US\$9.541 millones en bienes. Los productos más importantes corresponden a carne y sus subproductos que representan casi el 30% del total exportado, seguido de cereales y otros productos vegetales con un 20% y productos de la industria forestal (madera, celulosa y papel) con un 11%. Destacan también otros productos de la industria alimenticia como los lácteos y productos minerales y químicos.

Tabla 2.1: Exportaciones de Uruguay en valores corrientes, año 2021 (en miles de dólares)

Productos de exportación	Exportación (miles US\$)	Participación (%)
Carnes y subproductos	2.800.760	29%
Pescados, Crustáceos, Moluscos y otros	97.295	1%
Productos reino animal (lácteos, entre otros)	1.070.613	11%
Cereales (arroz y otros cereales)	593.965	6%
Otros productos del reino vegetal	1.302.640	14%
Productos alimenticios, bebidas y tabaco	238.553	3%
Productos minerales	565.438	6%
Productos químicos	428.016	4%
Plásticos, caucho y derivados	314.928	3%
Cueros, pieles y productos de cuero	158.666	2%
Industria forestal (madera, celulosa y papel)	1.068.346	11%
Materias textiles y sus manufacturas	203.822	2%
Manufacturas de piedras y otros minerales (cerámicas, vidrios, etc.)	10.013	0,1%
Metales comunes y sus manufacturas	82.683	1%
Máquinas y aparatos, material eléctrico	90.639	1%
Material de transporte	194.139	2%
Otros productos	320.673	3%
Total	9.541.188	100%

Fuente: Steer con datos del Banco Central del Uruguay

2.7 A continuación se presenta una breve descripción de los principales sectores económicos.

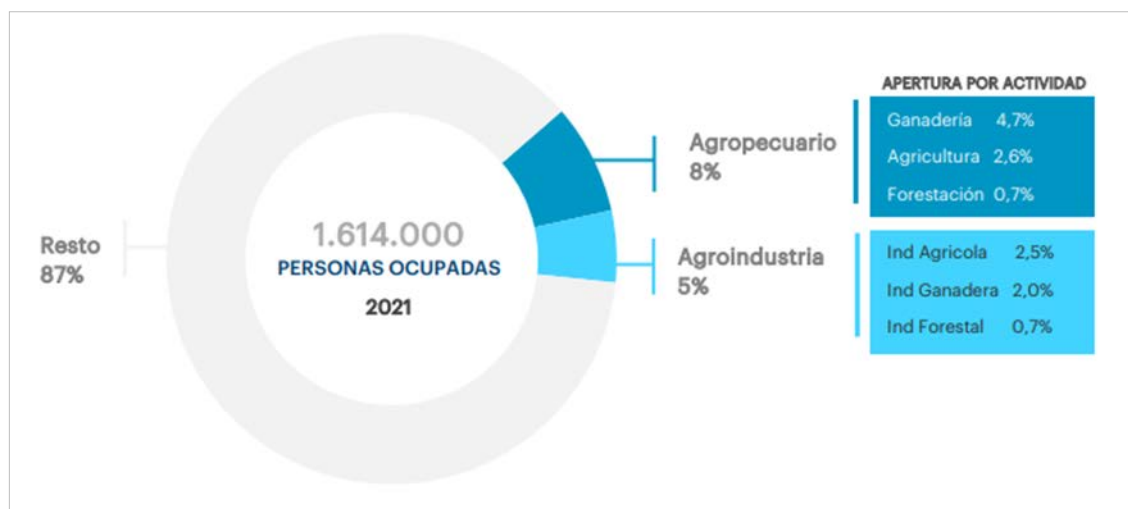
Sector ganadero y agrícola

2.8 El sector agrícola es una de las actividades económicas más importantes de Uruguay. El sector agropecuario representa entre el 6% y 7% del PIB nacional y, si se considera la agroindustria, el sector representa entre el 14% y 16% del PIB¹.

2.9 El sector es, además, una importante fuente de generación de empleos para el país. En efecto el 2021 se generaron aproximadamente 210.000 empleos en el sector lo que representa el 13% de la población ocupada del país.

2.10 La actividad que generó la mayor cantidad de empleos corresponde a la ganadería con un poco más de 75.000 puestos de trabajo seguido de la agricultura con 41.100 empleos. El resto de los empleos corresponden a la agroindustria y el sector forestal.

¹ <https://www.uruguayxxi.gub.uy/uploads/informacion/20c2018b1a2e68514020b55bcd11b62c6874640e.pdf>

Figura 2.3: Personas ocupadas en actividades del agro, año 2021


Fuente: Elaborado por Uruguay XXI con base en información de la Encuesta Continua de Hogares 2021 del INE

- 2.11 Uruguay cuenta con aproximadamente 2,2 millones de hectáreas cultivadas y los principales productos del sector corresponden a arroz y otros cereales como soja, trigo, cebada y colza los que son destinados principalmente para la exportación.
- 2.12 En efecto Uruguay es uno de los principales productores de Latinoamérica y el mundo siendo el principal exportador de arroz en Latinoamérica y el séptimo más importante del mundo, mientras que en la colza es 4° a nivel mundial y en el caso de la soja ocupa el puesto 6 entre los principales productores del mundo.

Sector forestal

- 2.13 El sector forestal es uno de los más dinámicos de la economía uruguaya y representa alrededor del 3,8% del PIB. Aproximadamente 1.700 empresas están vinculadas directamente al sector forestal y emplean de forma directa más de 17.000 personas.
- 2.14 Las actividades que conforman el sector se pueden agrupar en tres tipos:
- Fase primaria: agraria, que comprende la producción de material reproductivo y plantas en vivero, la implantación y tratamientos silvícolas intermedios de los bosques y la cosecha.
 - Fase secundaria: industrial, que comprende las actividades de transformación de la madera realizada en diversas cadenas, incluida la comercialización
 - Logística, transporte y servicios profesionales asociados: la industria uruguaya de productos forestales se compone de grandes empresas integradas verticalmente, que abarcan la actividad agraria, la actividad industrial y los procesos intermedios hasta la comercialización final de los productos. En particular, algunas de las grandes exportadoras se proveen a sí mismas de gran parte de la materia prima utilizada. En el caso de los aserraderos, los más grandes y de mayor producción utilizan materia prima fundamentalmente nacional y su producción se destina a mercados externos. Las empresas de menor porte se dedican a vender su producción principalmente al mercado interno y no se encuentran integradas verticalmente.

Figura 2.4: Principales actividades del sector forestal


Fuente: Uruguay XXI con base en el documento del Plan Industrial 1 del Gabinete Productivo – Ministerio de Industria, Energía y Minería – Dirección Nacional de Industria

Revisión de información secundaria disponible con respecto al transporte de carga liviana

- 2.15 La electromovilidad ha ido avanzando de manera dispar en el contexto internacional, y en este sentido algunos países han avanzado con la electrificación de flotas en diversos sectores (privados, pasajeros y carga). En esta sección se hace una revisión de información internacional sobre el transporte de carga liviana y cómo está operando, con el fin de apoyar la identificación de potenciales sectores de actividad en Uruguay.
- 2.16 De la revisión general de información sobre el movimiento de carga con vehículos eléctricos se ve que el principal potencial está en empresas cuyos camiones recorren distancias entre 100 y 150 km, en la distribución de carga en sectores urbanos y en el transporte de última milla, ya que en esos tramos el uso de la energía eléctrica es más factible. Para distancias mayores a 150 km, que corresponde en su mayoría al transporte de carga internacional e interurbano, el problema de la autonomía, lugares y tiempos de recarga, todavía aparece como una barrera (que puede ser más de percepción que técnica en algunos casos) al comparar la operación con los camiones que utilizan combustibles fósiles.

Tipologías de la carga urbana

- 2.17 Según “Diversity in employment of electric commercial vehicles in urban freight transport: A literature review” (M. Wang et al., 2018), la carga urbana se puede dividir en las siguiente categorías principales:
- Comercio (*retail*)
 - Entregas rápidas / correo
 - Hoteles, restaurantes y *catering*
 - Construcción
 - Recolección de basura y desechos

- 2.18 El estudio “Actualización y ajuste de la matriz origen destino de transporte de carga en la ciudad de Bogotá” (Steer Davies Gleave, 2015) incluye análisis más detallado de 10 principales productos de carga urbana, detallando la proporción de cada tipo de carga transportado en 3 tipos de vehículo (2 ejes, 3 ejes, o 4+ ejes) y 4 tipos de origen-destino (interno-interno, interno-externo, externo-interno, o externo-externo). La siguiente tabla muestra las probabilidades implícitas de cada tipo de carga siendo transportado en vehículos de 2 ejes y en viajes con orígenes y destinos internos a la ciudad – como un indicador de la potencial transferibilidad de cada tipo de carga a vehículos eléctricos.

Tabla 2.2: Productos principales de carga urbana y probabilidad de transporte en vehículos en 2 ejes en viajes urbanos, Bogotá, (2015)

Índice	Tipo de producto	Vehículos de 2 ejes	Vehículos de 2 ejes realizando viajes con OD internos a la ciudad	Probabilidad vehículo de 2 ejes y viaje con OD internos a la ciudad
1	Productos cárnicos	95%	67%	63.7%
2	Papel y cartón	91%	68%	61.9%
3	Paquetes (correo)	90%	68%	61.2%
4	Productos manufacturados alimenticios	90%	56%	50.4%
5	Productos manufacturados (no alimentos – no electrodomésticos)	87%	57%	49.6%
6	Productos agrícolas (ej: arroz, maíz, frutas, etc.)	91%	52%	47.3%
7	Metales (Acero, aluminio)	78%	57%	44.5%
8	Líquidos para consumo humano (cervezas, gaseosas, jugos)	75%	58%	43.5%
9	Insumos de construcción (cemento, tierra, ladrillos)	52%	51%	26.5%
10	Combustibles	36%	45%	16.2%

Fuente: Steer a partir de datos de “Actualización y ajuste de la matriz origen destino de transporte de carga en la ciudad de Bogotá” (Steer Davies Gleave, 2015)

Ejemplos de sectores con potencial para uso de vehículos de carga eléctricos en Latinoamérica

- 2.19 Con la finalidad de identificar sectores económicos que presentan potencial para utilizar vehículos de carga eléctricos, presentamos algunos ejemplos de empresas en Latinoamérica que han comenzado a distribuir sus productos mediante camiones eléctricos.
- Actividad Cervecera en Brasil
- 2.20 La compañía cervecera Ambev realizó el año 2018 un piloto operativo incorporando un camión eléctrico a su flota, el cual tiene una autonomía de 200 km y una batería de 170 KWh (Ministerio de Energía, 2021).

2.21 Durante el periodo de pruebas (30 días) se redujo la emisión en 0,7 toneladas de CO₂ y se consumió alrededor de 950 kWh, evitando con esto el consumo de 200 litros de diésel.

2.22 Con esta experiencia la empresa ha declarado su intención de ampliar su flota eléctrica con 1.600 camiones eléctricos Volkswagen. Con esto la compañía cervecera dueña de Skol, Brahma y Guaraná, logrará que un 35% de su flota sea ecológica evitando así 30 mil toneladas de carbono en un año por su cadena logística.



- Distribución de bebidas. Santiago de Chile

2.23 La empresa CCU en el año 2018 incorporó 4 camiones eléctricos para la distribución de sus productos en la zona centro de la ciudad de Santiago, enmarcada en la estrategia de sustentabilidad medioambiental de CCU (CCU, 2021). Actualmente cuentan con una flota de 30 camiones eléctricos. La empresa apunta para el año 2030 tener la mitad de su flota en modalidad eléctrica, ya que además de reducir emisiones, han encontrado otras externalidades positivas como una movilidad más versátil, “bajo costo de mantención, y ruido nulo, lo que incluso mejora la percepción de los conductores”.



- Materiales de construcción y retail, Santiago de Chile

2.24 Durante mayo del 2021, la empresa Sodimac incorporó vehículos eléctricos a la distribución de la “última milla”, enmarcada en su meta de ser carbono neutral al año 2030 (Diario Sustentable, 2022). Para su distribución entre la tienda y los domicilios de sus clientes han adquirido camiones eléctricos de 0,8 toneladas. Esperan para fines del año 2023 contar con 30 puntos de carga en espacio de sus tiendas



- Supermercado, México

2.25 Durante el año 2022 la empresa Walmart realizó un piloto para la distribución de última milla en la zona urbana de Ciudad de México. El camión tiene 250 km de autonomía y capacidad de carga 3,500 kg. Como resultado de la prueba piloto, la empresa determinó el ahorro de emisión de contaminantes y el beneficio económico que implica.



- Bebidas México

- 2.26 La empresa Coca Cola - Femsa en México, al año 2019 contaba con una flota de 52 camiones de reparto, los que le ha permitido eliminar 4.8 toneladas de CO2 al año por vehículo (Coca-Cola FEMSA, 2022).



- Farmacia. Montevideo

- 2.27 Farmared-logired fue parte de la prueba piloto del proyecto Movés a inicio del 2020 (Farmared - Logired, 2021). Luego de una experiencia exitosa de prueba de estos vehículos, Farmared-Logired decidió incorporar uno de éstos a su flota. Espera a fines del presente año sumar otros dos móviles eléctricos a su flota.



- Productos de limpieza. Montevideo

- 2.28 La empresa Unilever y Grupo Mirtrans, en línea con sus misiones de impulsar la sustentabilidad en toda su cadena de valor, desarrollan un proyecto para reducir el impacto ambiental, que derivó en la adquisición de un camión eléctrico para incorporar al sistema de distribución de productos de Unilever en Montevideo (González, 2020).



- Ecommerce Latinoamérica

- 2.29 Mercado Libre apuesta por la sustentabilidad con la integración de una flota de vehículos eléctricos en Latinoamérica para completar la última milla de sus envíos, en lo que significa más pasos adelante en busca de afianzar su plan verde (Juárez, 2020).

- 2.30 Este proyecto es la solución de logística eléctrica más grande que una empresa de comercio electrónico haya implementado en la región, a decir de la marca. Las operaciones en Brasil, México, Chile y Uruguay se reforzarán con vehículos eléctricos, en específico 70 furgonetas Renault. El modelo que utilizará la compañía posee 4.6 m3 de espacio y 670 kg de capacidad de carga.



- Recolección de residuos, Rio de Janeiro

- 2.31 Empresa Municipal de Limpieza Urbana de Río de Janeiro Comlurb, adquirió en el año 2019 nueve camiones eléctricos para recolección de basura. En el año 2020 amplió su flota en 11 camiones del mismo tipo. (BYD, 2019)



- Reparto de gas licuado, Chile

- 2.32 Gasco comenzó un proceso de reconversión tecnológica de su flota de camiones y durante el año 2021 inició un piloto al incorporar un camión eléctrico para la distribución de su producto, cuyo objetivo es probar su viabilidad dentro de la flota y eventualmente ir sumando más camiones en los recorridos que sean pertinentes. (Gasco, 2022)



Síntesis

- 2.33 De la revisión presentada anteriormente, podemos concluir que los sectores con mayor potencial de cambio a camiones y vehículos utilitarios eléctricos corresponden a supermercados, materiales de construcción, medicamentos, bebidas, cerveza, recolección de residuos y todo tipo de productos vendidos por e-commerce.
- 2.34 Con los ejemplos anteriores en Latinoamérica, se pone en evidencia la factibilidad de utilizar vehículos de carga eléctricos en la distribución de última milla.

Figura 2.5: Ejemplo de sectores económicos con potencial de cambio de su flota a vehículos de carga eléctrica



Fuente: Elaborado por Steer

Identificación de sectores con potencial de cambio

Entrevistas

- 2.35 Se realizaron entrevistas a representantes de empresas de distintos sectores económicos del país, con el objetivo de identificar los sectores económicos con mayor potencial de incorporar vehículos de carga eléctricos dentro de la cadena logística de distribución de sus productos. Las entrevistas permitieron, además, identificar costos asociados con el transporte de carga (como, por ejemplo, costos de combustible, mantención seguros, etc.) y las principales barreras que perciben las empresas para la incorporación de este tipo de tecnología
- 2.36 Como parte de los entrevistados se incluyó algunas empresas que participaron en el proyecto MOVES por lo que durante las entrevistas también fue posible conocer su experiencia con vehículos eléctricos.
- 2.37 En la siguiente tabla se muestra el listado de entrevistados.

Tabla 2.3: Listado de empresas entrevistadas

Empresa	Sector	Estatus	Fecha
Greenpet	Alimentos de mascotas	Realizado	06/12/2022
Acodike	Gas	Realizado	30/11/2022
Diego Espinosa	E-commerce	Realizado	01/12/2022
Ibrilan	Alimentos	Realizado	05/12/2022
Farmashop	Farmacias	Realizado	02/12/2022
Suberbie	Combustibles	Realizado	05/12/2022
Dirox	Productos químicos	Realizado	30/11/2022
Intergremial	Transporte y logística	Realizado	05/12/2022
UFTU	Transporte y logística	Realizado	06/12/2022
La Nave Cargo / Multimodal	Transporte y logística	Realizada	09/12/2022
Congelados Ártico	Productos congelados	Realizada	03/01/2023
TGRide	Taller de vehículos eléctricos	Realizada	15/12/2022
Mercado Libre	E-commerce	Realizada	17/02/2023
KPN Energy		Realizada	17/02/2023
UES	Transporte y logística	Realizada	01/03/2023
Encargo	Transporte y logística	Realizada	06/03/2023
Prosepac	Infraestructura de carga	Realizada	24/03/2023
Effiza	Infraestructura de carga	Realizada	24/03/2023

Fuente: Steer

- 2.38 Cada entrevista se realizó en base a una pauta general semiestructurada de preguntas, en donde se abordaron los siguientes temas:

Figura 2.6: Principales temas abordados en las entrevistas

Caracterización de la empresa (datos generales, principales productos, orígenes y destinos de la carga, entre otros)

Caracterización del sector económico en el que participa la empresa

Experiencia y/o conocimiento respecto de electromovilidad

Experiencia en el proyecto MOVES (en caso de haber participado)

Caracterización de la flota de camiones de la empresa

Identificación de los principales costos asociados al transporte de carga

Fuente: Steer

Resultados de las entrevistas

- 2.39 Respecto de los sectores económicos con mayor potencial de cambio a electromovilidad:
- En general, el transporte de carga internacional e interurbano se realiza mediante camiones pesados (de más de 25 toneladas) mientras que los camiones de carga liviana, que son los que tienen el mayor potencial de cambio a vehículos eléctricos son utilizados principalmente en la distribución de carga en los centros urbanos.
 - Los sectores más relevantes en el uso de camiones de carga livianos corresponden a supermercados, retail, lácteos, bebidas (bebidas gaseosas, aguas, cervezas), farmacias, paquetería y e-commerce.
 - También aparecen como relevantes el traslado de carga general desde/hacia el puerto y el aeropuerto de Montevideo.
- 2.40 Respecto de las barreras para el cambio a los vehículos eléctricos:
- La principal barrera es la alta inversión que requiere este tipo de tecnología. En general, las empresas de transporte son pequeñas empresas con flotas menores a los 30 camiones con poco capital para la renovación de su flota.
 - La inversión no solo involucra la compra del vehículo, sino que también es necesario invertir en un cargador ya que permite un proceso de carga más eficiente por parte de los dueños de los vehículos.
 - Otra barrera importante es la mantención de los vehículos eléctricos. Durante el proceso de entrevistas se mencionaron temas como la duración y el recambio de baterías y que existe poco personal con conocimientos para la reparación de vehículos y pocas empresas que se dediquen a la mantención de este tipo de vehículos.

- La infraestructura y la red de carga aparecen como temas relevantes. Existen pocos puntos de carga de vehículos eléctricos, el crecimiento de éstos ha sido lento y estos se localizan principalmente en zonas urbanas lo que restringe el uso de vehículos eléctricos en viajes de largas distancia.
 - De acuerdo con la experiencia de uno de los entrevistados, en general, la autonomía de la batería de los vehículos eléctricos es menor a la informada por los fabricantes.
- Otra barrera señalada, corresponde a la capacidad de carga que tienen los camiones eléctricos. De acuerdo con la experiencia de algunos entrevistados, los camiones eléctricos de carga liviana presentan poca capacidad, lo que no satisface los requerimientos de las empresas.
- Por último, el poco conocimiento y la disponibilidad de información respecto de electromovilidad es otra de las principales barreras. En este sentido han surgido distintos aspectos entre los que destacan:
 - Costos y beneficios asociados a la electromovilidad: Asociado principalmente a la comparación entre energía eléctrica y combustible
 - Autonomía de los vehículos: En general, existe una noción de los entrevistados que los vehículos eléctricos son más rentables en recorridos cortos y en zonas urbanas mientras que para recorridos más largos (rutas internacionales e interurbanas) son más rentables los vehículos convencionales, especialmente por la recarga que requieren los vehículos eléctricos.
 - Personal requerido: Existen dudas respecto de la cantidad de personal requerido por las empresas por el cambio de tecnología. En general, hay una percepción de que se hace necesario más personal y más especializado para la operación y mantención de los vehículos eléctricos.
 - Costos en general: No existe conocimiento de los costos asociados a cambios a la mantención de los vehículos (en especial por el recambio de baterías) y precio de reventa, entre otros costos.

2.41 Respecto de las oportunidades:

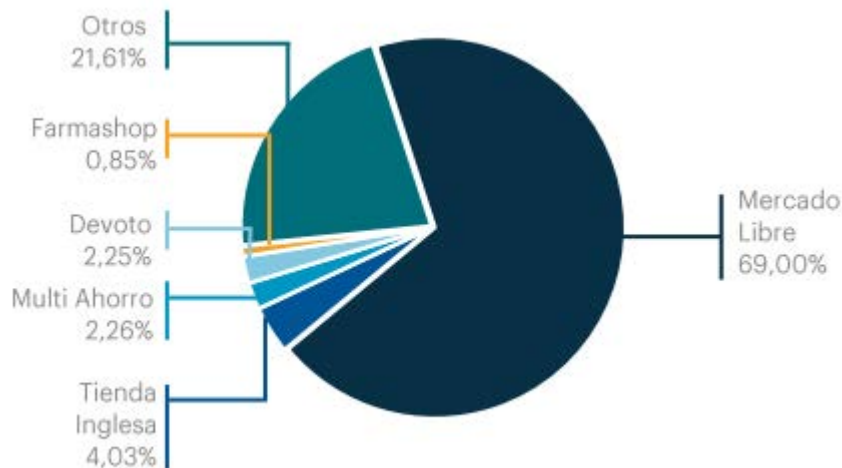
- Las empresas que cuentan con algún tipo de certificación ambiental en general ven como una necesidad el cambio paulatino hacia la electromovilidad lo que generaría una exigencia en las empresas de transporte para la renovación de la flota.
- La electromovilidad permite disminuir la huella de carbono lo que es visto por las empresas como una oportunidad para generar valor agregado a sus productos lo que, nuevamente, genera un incentivo en las empresas de transporte a un cambio en la flota de camiones.
- Sería importante que se generara un plan de incentivos a la inversión en vehículos eléctricos en el sector del transporte de carga por parte del Gobierno, similar a lo que se ha hecho en el transporte público como, por ejemplo, subsidios para la renovación de flotas.

2.42 El Anexo A presenta el detalle de las entrevistas realizadas.

Comercio electrónico (E-commerce)

2.43 El sector del comercio electrónico en Uruguay creció mucho debido a la pandemia COVID-19, con sus ventas aumentando 36% entre 2019 y 2020 (Uruguay XXI, 2022a, p. 25).

Figura 2.7: Principales empresas del comercio electrónico en Uruguay, participación porcentual en el total de ventas (2020)



Fuente: "Sector Retail & E-Commerce en Uruguay" (Uruguay XXI, 2022a, p. 25)

- 2.44 El auge del comercio electrónico debido a la pandemia COVID-19 ha ocurrido en todo el mundo, produciendo cambios importantes en los patrones de movilidad de la carga urbana, y acelerando una tendencia ya existente hacia el uso de vehículos de carga más pequeños (Siragusa et al., 2022).
- 2.45 Los cambios en el sistema de distribución de carga debido al comercio electrónico tienen implicancias económicas, sociales, y medioambientales.

This fundamental shift in fulfilment strategies away from high-volume cases and bulk store distribution to smaller customer orders (often of single items) delivered to highly dispersed addresses has environmental implications.

Este cambio fundamental en las estrategias de suministro, que se alejan de las cajas de gran volumen y la distribución en grandes almacenes para pasar a pedidos de clientes más pequeños (a menudo de artículos individuales) entregados en direcciones muy dispersas, tiene implicaciones medioambientales.

(Edwards et al., 2010)

- 2.46 La creciente importancia del comercio electrónico y los impactos ambientales que conlleva hace más atractivos los vehículos eléctricos por motivos económicos y también por motivos medioambientales. Una evaluación económica y medioambiental en Italia encontró que los vehículos eléctricos ofrecen costos totales de propiedad menores que los vehículos convencionales, y también tienen impactos medioambientales menores en términos de las emisiones de gases de efecto invernadero (Siragusa et al., 2022).

- 2.47 Como se señaló en las entrevistas, este sector posee un alto potencial de cambio a vehículos eléctricos debido principalmente a los ahorros en los costos de combustible y a que las empresas en general valoran positivamente el valor agregado que genera en sus productos el que estos sean transportados en vehículos que generen beneficios para el medio ambiente y ayuden a disminuir la huella de carbono.
- 2.48 En este sector, se distribuyen diversos tipos de producto, destacando los subsectores de retail, descrito en el siguiente punto.

Retail

- 2.49 El retail engloba todas las actividades económicas especializadas en la comercialización masiva de productos o servicios a consumidores finales, incluye todas las tiendas o locales comerciales con venta directa al público, y es justamente por sus características de llegar al consumidor final, transporte de la última milla, que tiene un potencial de cambio a vehículos eléctricos. La complejidad del sector retail viene dada por la amplia variedad de segmentos que comprende. Los principales segmentos del sector son:
- Supermercados, almacenes y quioscos
 - Farmacias y cuidado personal
 - Vestimenta y calzado
 - Hogar y decoración
 - Retail pets
 - Electrodomésticos
 - Tecnología
 - Automóviles
- 2.50 La mayoría de los ejemplos presentados en la sección de revisión secundaria, de uso de vehículos eléctricos en Latinoamericanos, se dan justamente en este sector.
- 2.51 Tal como fue mencionado antes, el principal potencial de los vehículos eléctricos en el sector del transporte de carga es en empresas de distribución de carga en sectores urbanos y en el transporte de última milla, ya que no presentan las restricciones de autonomía.

Recolección de residuos

- 2.52 La gestión de los residuos tiene importantes implicancias de salud pública, ya que es uno de los dos principales portadores y propagadores de enfermedades infecciosas (el otro portador es el agua). Los residuos que se incineran o se eliminan en sitios no controlados pueden contaminar el aire, la tierra y el agua.
- 2.53 La adecuada disposición de residuos y el consumo sostenible son acciones fundamentales para reducir la emisión de gases de efecto invernadero, que aumentan el calentamiento global.
- 2.54 Hoy en día en Montevideo existe una flota de camiones de carga liviana que se dedican diariamente a recoger los residuos. Los camiones “levanta contenedores” recogen cada día los residuos que se juntan en los aproximadamente 15.000 contenedores dispuestos en toda la ciudad.
- 2.55 La Intendencia Municipal de Montevideo, quien maneja la flota de recolección de residuos, desde su Departamento de Desarrollo de Ambiente está interesada en la electrificación de la

flota en consideración de la operación intensiva de este tipo de camiones, a diferencia de otros sectores y rubros que tienen horas de reparto específicas.

- 2.56 Dada la problemática que implica la entrada de camiones de basura a la zona urbana, la directora de la Unidad de Logística Urbana, Cecilia Cuadro ve el cambio de tecnología vehicular como una oportunidad inminente.

Transporte y logística

- 2.57 El sector de transporte y logística tiene una gran atomización de empresas y la mayoría de ellas tienen flotas pequeñas (entre 1 y 4 vehículos). La Unión de Transporte Fleteros de Uruguay tiene más de 280 socios, y es una de las gremiales que tiene mayor cantidad de socios que operan vehículos de carga liviana, sin embargo, las flotas de vehículos son pequeñas, y la mayoría no tiene una dedicación a un sector en específico, si no que atienden diversos sectores lo que hace que sea menos predecible la cantidad de kilómetros diarios que recorren.
- 2.58 Dentro de las empresas de transporte y logística, las de correo y paquetería se destacan ya que usualmente estas son empresas grandes que tienen una flota importante de vehículos. Dentro de estas empresas se encuentran empresas internacionales como DHL o Fedex, y también empresas locales como La Nave Cargo y Mirtrans. La experiencia internacional muestra que este tipo de vehículos han comenzado a hacer un recambio de flota, por ejemplo, DHL acaba de hacer un convenio con Ford, quien le entregará vehículos eléctricos de reparto. En el ámbito nacional La Nave ha comenzado a operar vehículos de tecnologías más limpias.
- 2.59 Este es el sector más frecuente que figura entre las empresas que participaron en las pruebas tecnológicas de vehículos eléctricos del proyecto Movilidad Urbana Eficiente y Sostenible (MOVÉS, 2022b).
- 2.60 De acuerdo a las entrevistas, este sector es relevante en la etapa de distribución de última milla, ya que son viajes de corta distancia realizados en zonas urbanas y que prestan servicio a diferentes rubros económicos.

Priorización de sectores

- 2.61 A partir de las entrevistas y antecedentes revisados, se identifica que existe un alto potencial de cambio de vehículos de carga en variados rubros económicos, asociados especialmente a la etapa de distribución de productos terminados, focalizada principalmente entre el transporte de carga entre bodegas a tienda y de tienda a cliente final (hogares, almacenes, talleres, etc.).
- 2.62 El siguiente análisis presenta la priorización de los sectores analizados, con el objetivo de seleccionar aquellos que presenten mayor potencial para el cambio de su flota a camiones eléctricos.
- 2.63 Como criterios para la priorización se utilizan las siguientes variables:
- Nivel de atomización: Mientras más atomizado es el sector es más bajo el potencial de cambio de flota.
 - Distancia recorrida. Los viajes asociados a la distribución de última milla que son cortos, en torno a 50-100 Km en promedio, presentan mayor potencial de cambio.
 - Tamaño: Mientras más grande es la empresa, mayor capacidad para invertir en el cambio de flota.

- **Experiencia en Latinoamérica:** Sectores que ya han probado la factibilidad de usar camiones eléctricos de carga ligera para la distribución, presentan mayor potencial

Para cada una de las variables, se genera la siguiente escala.

Símbolo	Nivel de potencial de cambio
	Alto
	Medio
	Bajo

A continuación, se presenta la evaluación para los diferentes sectores y subsectores analizados:

- **Bebidas y cervezas:** Este mercado es liderado por grandes empresas, las que, comprometidas con la sustentabilidad, han comenzado a utilizar camiones eléctricos de carga ligeras en diferentes países de Latinoamérica, utilizados para la distribución de última milla, como es el caso de CCU en Chile y Ambev en Brasil. Las empresas en este mercado presentan flota de camiones propia, poseen capacidad de inversión y las características de sus viajes en la etapa de distribución (en zonas urbanas y de distancias cortas) hacen que este mercado presente las condiciones ideales para realizar el cambio tecnológico de sus camiones de reparto. Más aún, cuando ya existen casos en Latinoamérica que lo están haciendo.
- **Retail:** Al igual que en el caso anterior, el sector retail presenta un alto potencial de cambio de su flota, donde la distribución de productos al consumidor final se realiza a través de camiones de carga ligera, cuyos viajes son de corta distancia y en general en zonas urbanas. Las grandes empresas de este sector (supermercado y multitiendas) presentan flota propia y han comenzado a utilizar camiones eléctricos en Latinoamérica.
- **Comercio electrónico:** Este sector presenta un alto potencial de cambio, considerando las grandes empresas que lideran el mercado, las que ya han comenzado a realizar el cambio en Latinoamérica, como es el caso de Mercado Libre. Los viajes son mayoritariamente en zonas urbanas de distancias menores a 100 km.
- **Correo/paquetería:** En este sector se encuentran empresas internacionales como DHL o Fedex que tienen alto potencial para el cambio. La experiencia internacional muestra que este tipo de empresas han comenzado a hacer un recambio de flota.
- **Transporte y logística:** este sector presenta un alto grado de atomización. En general, se trata de empresas de tamaño pequeño, que prestan servicio a diferentes sectores económicos. Sin embargo, existen grandes empresas que sí presentan potencial debido a su capacidad de inversión y que ya han comenzado a explorar el recambio.
- **Farmacias:** En general las farmacias tercerizan la distribución de los productos y en caso de poseer flota propia esta es pequeña. Por otra parte, presentan un alto nivel de atomización, lo que dificulta su potencial para el cambio. Sin embargo, ya hay una empresa (Farmared en Montevideo), que ha comenzado a utilizar en su flota vehículos eléctricos.
- **Lácteos y forestal:** Ambos sectores requieren mover grandes cantidades de producto, utilizando vehículos de mayor capacidad y recorriendo grandes distancias, lo que limita su potencial de cambio.
- **Alimentos frescos y congelados:** Los alimentos frescos y congelados requiere de camiones con regulación de temperatura, lo que limita el potencial de cambio debido a la escasa oferta de camiones con dicha tecnología.

- **Productos químicos:** En este sector, los viajes se caracterizan por el transporte de materia prima para otras industrias, con recorridos de larga distancia y camiones de gran capacidad. Lo anterior implica barreras para el cambio de flota.
- **Gas:** En la etapa de reparto domiciliario, se observa un gran número de distribuidores, lo que genera un bajo potencial de cambio desde el punto de vista de la atomización. Desde la perspectiva de los viajes, el potencial es alto dado que se trata de distancias cortas principalmente en zonas urbanas. En Latinoamérica ya hay empresa que han comenzado a explorar el cambio.
- **Recolección de residuos:** En esta actividad, se visualiza potencial en términos de las distancias que recorren los camiones diariamente. Sin embargo, de acuerdo con la experiencia internacional, el proceso de cambio recién está en su etapa preliminar.

Figura 2.8: Evaluación del potencial de cambio en sectores y subsectores

Sector	Atomization	Exp. En Latinoamérica	Tamaño	Distancias recorridas
Correos / paquetes	●	●	●	●
Bebestible	●	●	●	●
Cerveza	●	●	●	●
Retail	●	●	●	●
Supermercado	●	●	●	●
E - Commerce	●	●	●	●
Farmacias	●	●	●	●
Transporte y Logística	●	●	●	●
Lácteos	●	●	●	●
Multitiendas	●	●	●	●
Forestal	●	●	●	●
Productos químicos	●	●	●	●
Alimentos para animales	●	●	●	●
Gas (reparto)	●	●	●	●
Alimentos congelados	●	●	●	●
Recolección de residuos	●	●	●	●

Fuente: Elaborado por Steer

2.64 Finalmente, a partir del análisis anterior, se proponen como sectores a priorizar los siguientes:

- Bebidas y cervezas
- Retail (especialmente supermercados y multitiendas)
- Comercio electrónico
- Correos y paquetes
- Recolección de residuos

3 Identificación del potencial de cambio del parque automotor

Clasificación de vehículos N1 y N2

- 3.1 El objeto de este estudio se centra en los vehículos de carga liviana, que corresponden, según los Términos de Referencia, a las categorías N1 y N2 de acuerdo con el Reglamento Armonizado Clasificación de Vehículos del MERCOSUR (SICE, 2022).
- 3.2 Los vehículos de categoría N son vehículos automotores con al menos cuatro ruedas y son utilizados para el transporte de carga, y su subdivisión por categorías es la siguiente:
- Categoría N1: Vehículos automotores utilizados para el transporte de carga con un peso máximo de 3,5 toneladas.
 - Categoría N2: Vehículos automotores utilizados para el transporte de carga con un peso máximo superior a 3,5 toneladas, que no exceda las 12 toneladas.
 - Categoría N3. Vehículos automotores utilizados para el transporte de carga con un peso máximo superior a 12 toneladas.
- 3.3 Con esta referencia, los vehículos que se han considerado para el análisis son furgones (utilitarios) o camiones con un peso máximo que no exceda las 12 toneladas.

Características de los vehículos de carga

- 3.4 Distintos tipos de vehículos de carga tienen distintas vocaciones, según sus características (Abate & De Jong, 2014; Ahmed & Roorda, 2022).
- Vehículos pesados: Se tienden a usar los vehículos de carga más grandes para movimientos interurbanos de mayor distancia, y para el transporte de volúmenes de carga más grandes, debido a las economías de escala y de distancia (Abate & De Jong, 2014, p. 6).
 - Vehículos livianos: Se prefieren para el transporte de cantidades más pequeñas, para el transporte de unidades de alta valor, y cuando la frecuencia y la flexibilidad son importantes (Abate & De Jong, 2014, p. 6). Tienen ventajas en el entorno urbano debido a su mayor maniobrabilidad y a las restricciones que a veces aplican a los vehículos de carga más grandes.
- 3.5 Considerando también las restricciones de rango de autonomía que tienen los vehículos eléctricos, muchas veces las oportunidades para sustituir vehículos con motores de combustión interna por vehículos eléctricos se encontrarán en el entorno urbano.
- 3.6 Hay otras razones por las cuales tiene sentido priorizar los vehículos de carga operando en las zonas urbanas. Un estudio reciente de Steer para la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME) de Colombia tuvo la siguiente recomendación en relación con los vehículos de carga:

Sobre el segmento de carga, aunque la priorización tiene en cuenta impactos en salud pública y emisiones contaminantes, es importante tener presente el impacto a la salud de la población que los vehículos de carga generan por exposición directa al material particulado, en especial en las aglomeraciones urbanas, los cuales no se evidencian en el presente estudio dada la escala de análisis a nivel país. En ese sentido y en línea con la recomendación de adelantar acciones en todos los segmentos, se recomienda priorizar acciones que promuevan el reemplazo de camiones de menos de 10.5 ton de capacidad en zonas urbanas, donde existe mayor facilidad para la implementación de un programa de ascenso tecnológico.

Fuente: “Realizar un estudio que permita identificar las clases de vehículos y modalidades de transporte susceptibles de realizar el ascenso tecnológico hacia tecnologías de cero y bajas emisiones a nivel nacional” (Steer, 2020c)

- 3.7 Otro estudio reciente de Steer para UPME (Steer, 2020b) también recomendó enfocar los esfuerzos en zonas urbanas, por múltiples razones.

El análisis resultó en una serie de oportunidades que principalmente sustentan la pertinencia de acotar el alcance del cálculo del potencial de reemplazo a las zonas urbanas, siendo estos territorios los que logran con mayor facilidad y en menor tiempo la eliminación de las principales barreras encontradas para el reemplazo de los vehículos de carga.

Fuente: “Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE” (Steer, 2020b, p. 16)

- 3.8 Las razones mencionadas para enfocar los esfuerzos en las zonas urbanas incluyen las siguientes (Steer, 2020b, p. 16):

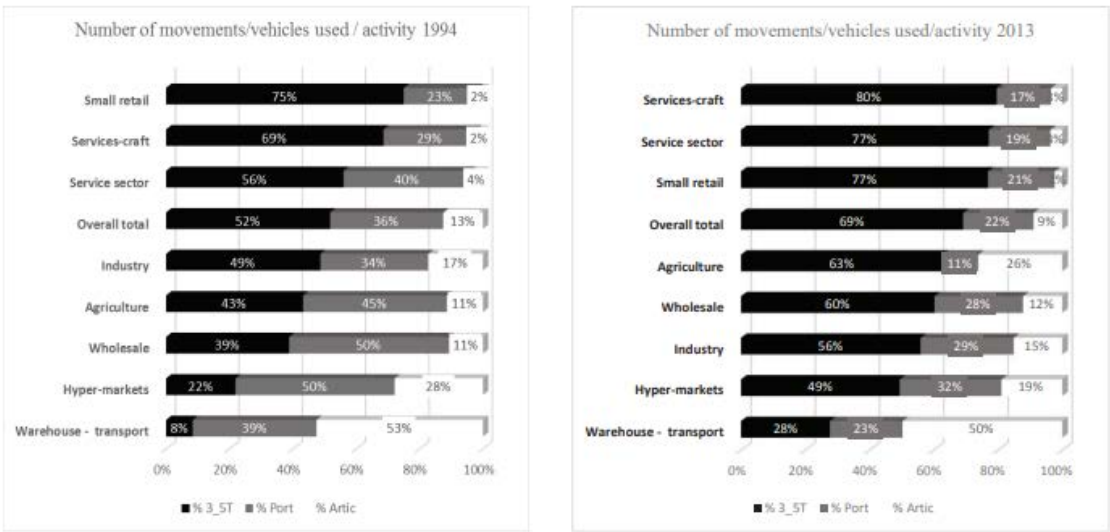
- las zonas urbanas atienden a la necesidad de ampliar la infraestructura de suministro
- las ciudades son áreas territoriales con una autoridad local directa que tiene la capacidad e interés en contribuir a que los programas de renovación tengan un mayor éxito a partir de la ampliación de incentivos y beneficios para los propietarios
- las zonas urbanas facilitan eliminar otras barreras que manifestaron los actores y son características del negocio del transporte de carga, entre las que se incluye el proporcionar una demanda más estable de este servicio debido a que las ciudades acogen un mayor número de actores que generan viajes como las tiendas de grandes superficies que requieren de productos con entregas programadas en el tiempo
- se encontró un mayor potencial de reemplazo en los vehículos que atienden la entrega en las zonas urbanas, denominada como “última milla”, pues los costos de estos vehículos son menores y existe una mayor confianza en términos del respaldo técnico y su funcionamiento en las pendientes y distancias que este servicio requiere
- respecto a la necesidad de una mayor formación de los conductores sobre la conducción de vehículos de nuevas tecnologías, se considera que al encontrar una mayor

congregación de estos actores es posible lograr un mayor alcance de este tipo de capacitaciones.

3.9 Se encontró algo de evidencia sobre cambios en el tiempo en los tipos de vehículo utilizados para el transporte de carga urbana. La evidencia es de Francia, pero es bastante probable que las mismas tendencias se den en otras partes. La siguiente figura muestra las proporciones de movimientos de carga en distintos sectores utilizando tres tipos de vehículos:

- “3_5T” – vehículos utilitarios de menos de 3,5 toneladas
- “Port” – camiones rígidos, medianos
- “Artic.” - camiones grandes, articuladas

Figura 3.1: Cambios en las operaciones logísticas por tipo de vehículo utilizado en Bordeaux, Francia, entre 1994 y 2013.

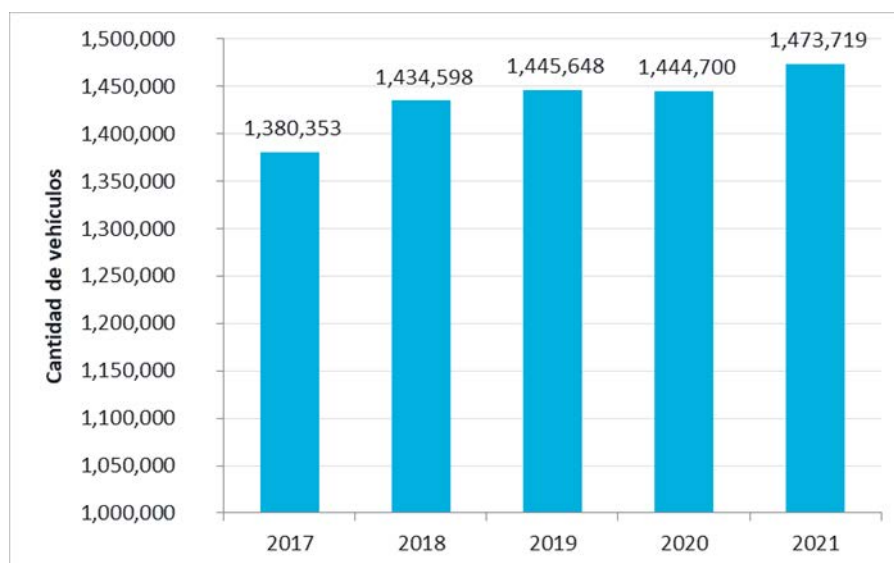


Fuente: “French Surveys of the Delivery Approach: From Cross-section to Diachronic Analyses” (Bonnafeous et al., 2016)

3.10 La figura anterior muestra que en casi todos los sectores hay una tendencia hacia mayor uso de vehículos de carga más livianos. El único sector en el cual la participación de los vehículos más pesados se ha mantenido más o menos constante es la de las grandes superficies (*warehouses*) - probablemente debido a su relación con el transporte interurbano, de más larga distancia. En términos generales, salvo por las grandes superficies, en todos los sectores la mayoría de los movimientos de carga se realizan en vehículos de carga livianos, del tipo de interés al estudio.

Caracterización del parque automotor

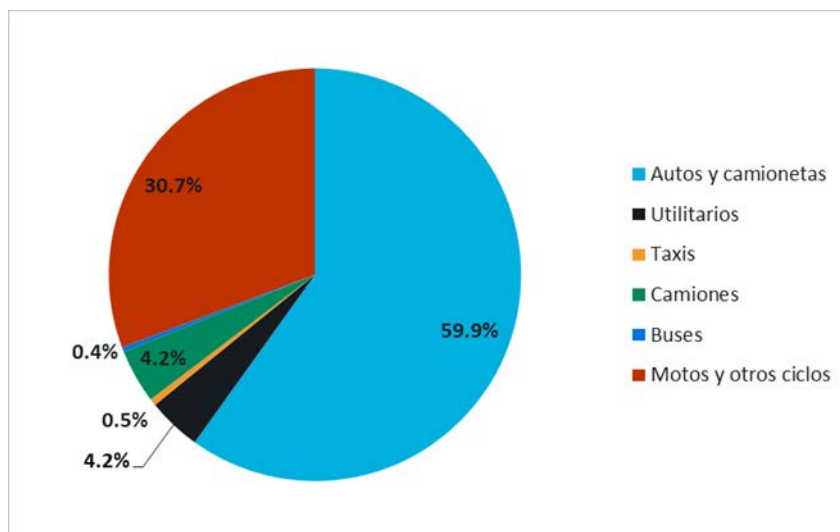
3.11 De acuerdo con estadísticas del Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM) el parque automotriz de Uruguay alcanzó 1.473.719 vehículos el año 2021 lo que representa un aumento de un 2% con respecto al año 2020 y un crecimiento anual de 1,6% en los últimos 5 años (MIEM, 2022b).

Figura 3.2: Evolución parque automotriz de Uruguay, período 2017 – 2021

Fuente: Parque automotor (MIEM, 2022b)

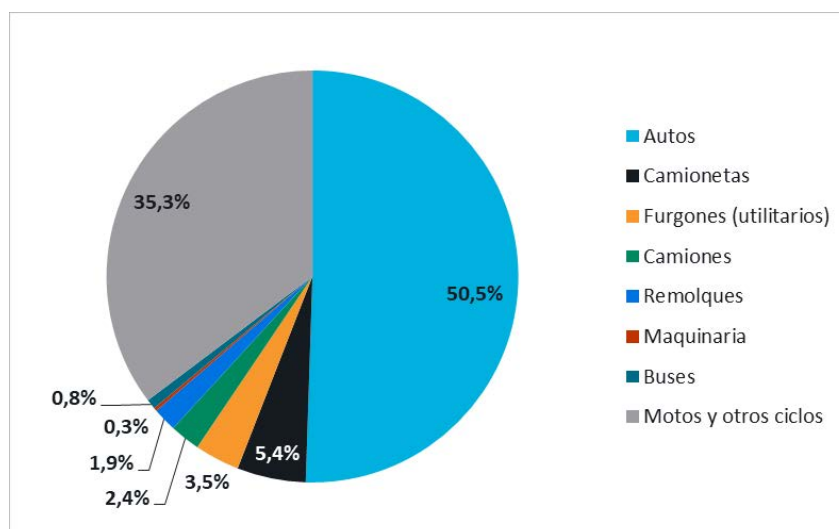
- 3.12 Cabe destacar que las estimaciones del MIEM consideran los vehículos que efectivamente circulan por las calles del país (vehículos activos) los que fueron definidos como todos aquellos vehículos que tengan al menos un pago de patente en los últimos 4 años y/o que cuenten con algún tipo de exoneración en el pago de la patente o que hayan sido empadronados por primera vez en los últimos 4 años (en el caso de las motos se consideraron 2 años en lugar de 4 dado que su vida media es menor)².
- 3.13 Las estimaciones efectuadas por el MIEM se realizaron en base a datos provenientes de distintas fuentes de información. En particular las fuentes utilizadas fueron las siguientes:
- SUCIVE (Sistema Único de Cobro de Ingresos Vehiculares)
 - ECH (Encuesta Continua de Hogares)
 - Autodata (Ventas de vehículos 0 km)
 - IM (Registros de vehículos de aplicaciones)
- 3.14 Respecto del tipo de vehículo, el 60% corresponde al automóviles y camionetas (pick up, SUV, *crossover*, etc.) mientras que el 31% corresponde a motocicletas y otros ciclos. El resto del parque automotriz lo componen camiones y vehículos utilitarios que representan aproximadamente el 4% cada uno del total de vehículos y por último el transporte público (buses, taxis y remises) que en conjunto alcanza casi el 1%.

² <https://www.gub.uy/ministerio-industria-energia-mineria/datos-y-estadisticas/estadisticas/parque-automotor>

Figura 3.3: Composición del parque automotriz, año 2021

Fuente: Ministerio de Industria, Minería y Energía de Uruguay

- 3.15 Buscando tener una desagregación mayor de los tipos de vehículos para poder estimar el universo de vehículos N1 y N2, categorías de vehículos objeto de este estudio, se recurrió al catálogo de datos del parque automotor de la Intendencia de Montevideo, para el año 2019. Esta base de datos contiene una desagregación de más de 100 tipos de vehículo, con lo cual fue posible desagregar las camionetas, los remolques o maquinarias. Sin embargo, no contiene el peso máximo del vehículo, así que se mantiene la incertidumbre sobre la proporción de camiones de dentro de la clasificación N1 y N2.
- 3.16 Preliminarmente, y mientras no se cuente con una base de datos más detallada para el parque automotor, se considera que todos los furgones hacen parte de tipo de vehículos objeto del estudio y una proporción de los camiones. No se consideran las camionetas, aunque puede que algunas de ellas se usen para movimiento de carga, pero no se tiene mejor información para desagregarlas, y además se considera que se puede compensar con la proporción de furgones que pueden ser usados para el movimiento de pasajeros. Respecto de los camiones, no se pueden separar entre N2 y N3 por ahora.
- 3.17 La siguiente figura muestra la distribución del parque automotor de Montevideo por tipo de vehículo, donde se puede ver que los porcentajes son similares a los del total de Uruguay, con variaciones más notorias en el porcentaje de motos y otros ciclos, que es mayor en Montevideo con 35,3%. Respecto de los camiones, la categoría presentada para Uruguay debe considerar los remolques y maquinarias, y la suma de estas 3 categorías en Montevideo es de 4,5%.

Figura 3.4: Composición del parque automotriz de Montevideo, año 2019

Fuente: <https://catalogodatos.gub.uy/dataset/intendencia-montevideo-parque-automotor-de-montevideo#>

Vehículos eléctricos o híbridos

- 3.18 En cuanto a los vehículos eléctricos, estos apenas alcanzan el 0,5% del parque automotriz del país, es decir, aproximadamente 7 mil vehículos entre vehículos eléctricos puros e híbridos. Por tipo de vehículo, estos corresponden principalmente a automóviles, camionetas y motocicletas.

Tabla 3.1: Cantidad de vehículos eléctricos por tipo de vehículo

Tipo de vehículo	Total vehículos	Vehículos eléctricos	Vehículos híbridos	Porcentaje del total
Autos y camionetas	882.985	474	3.800	0,5%
Utilitarios	62.179	295		0,5%
Taxis	7.942	88	23	1,4%
Camiones	62.290	51		0,1%
Buses	5.470	32	47	1,4%
Motos y otros ciclos	452.853	2.178		0,5%

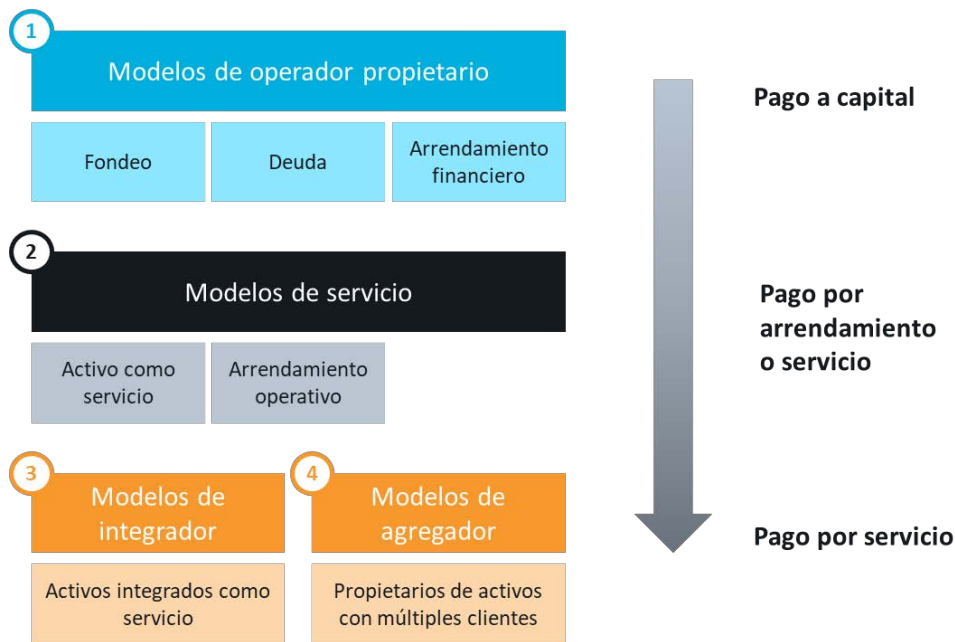
Fuente: Ministerio de Industria, Minería y Energía de Uruguay

Posibles modelos de negocio para impulsar la movilidad eléctrica para el transporte de carga

- 3.19 El caso más sencillo es aquel en que una organización compra un vehículo y opera ese vehículo para satisfacer sus necesidades de transporte de carga. Sin embargo, hay otros posibles modelos de negocios.
- 3.20 La selección del modelo de negocio óptimo depende principalmente de las necesidades financieras del proyecto, así como de la distribución de riesgos negociada entre los distintos actores. Los modelos identificados pueden describirse como:
- modelos de operador propietario;
 - modelos de servicio;

- modelos de integrador; y
- modelos de agregador.

Figura 3.5: Espectro de modelos de negocio elementales en el ecosistema de movilidad eléctrica

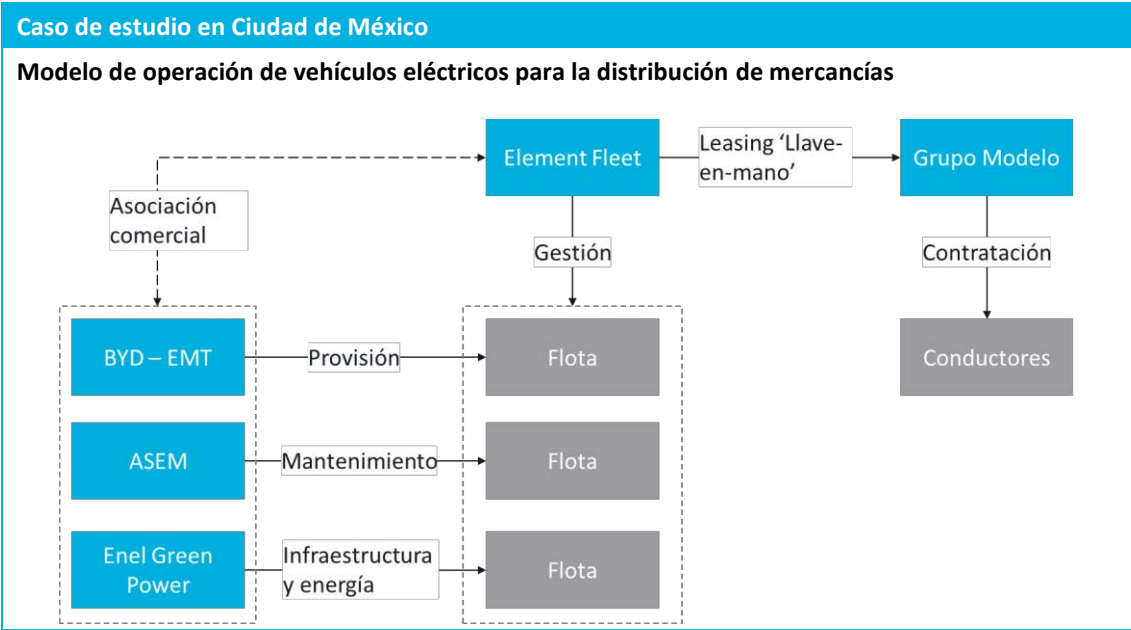


Fuente: Steer

- 3.21 Las principales diferencias entre estos modelos de negocios dependen de las siguientes características:
- Propiedad de los activos
 - Asignación de riesgos
 - Prestamistas
 - Obligaciones de pago
- 3.22 La incorporación de vehículos eléctricos para la distribución de mercancías ha comenzado a ser explorada en distintos países de la región. Mercado Libre y 99 Minutos, por ejemplo, ya cuentan con flotas de vehículos ligeros eléctricos operando rutinariamente. La introducción de vehículos de carga pesados y camiones, sin embargo, no ha sido explorada con la misma intensidad.
- 3.23 A continuación, se presenta el caso de estudio del Grupo Modelo, una empresa cervecera, en la incorporación de la primera flota de camiones eléctricos en Ciudad de México. Como se detalla, dada la maduración del mercado de este tipo de vehículos, resultó fundamental la alianza formada entre el agregador de flota y distintos actores para mitigar riesgos tecnológicos y de oferta de infraestructura.

Tabla 3.2: Caso de estudio modelo de negocio de incorporación de flota eléctrica en el transporte de carga en México D.F.

Caso de estudio en Ciudad de México	
	Descripción - Las empresas de distribución de mercancías han incorporado camiones eléctricos con el apoyo de agregadores de flota que permitan mitigar el riesgo tecnológico. - Element Fleet se ha asociado con BYD para garantizar la oferta de servicios postventa, así como la provisión de infraestructura de carga (Enel Green Power). - La operación de estas unidades está a cargo de Grupo Modelo, que además cuenta con un centro integrado de monitoreo.
Modelo de negocio para empresas de distribución de mercancías Element Fleet es una empresa global de gestión de flotas (líder de mercado en Estados Unidos y Nueva Zelanda) que administra una flota de 70 mil vehículos en México, donde presta servicio principalmente a empresas de alimentos y bebidas. En octubre de 2021, Element Fleet anunció una alianza en México con BYD, EMT (empresa distribuidora de BYD en el país), ASEM (empresa de servicios postventa de BYD en el país) y Enel Green Power, con el objetivo de estructurar un nuevo servicio tipo ‘llave-en-mano’ para un segmento de clientes inexperimentado en la operación y gestión de vehículos eléctricos. En diciembre del mismo año, Grupo Modelo y Element Fleet anunciaron la incorporación de 20 camiones eléctricos de distribución. Grupo Modelo tiene el objetivo de introducir 500 más en los próximos meses. Algunas características relevantes del modelo son: - Operación: Grupo Modelo contrata directamente a los conductores y monitorea la operación - Mantenimiento: BYD y ASEM mitigan el riesgo tecnológico al proveer servicios de mantenimiento - Infraestructura de carga: Enel Green Power se encarga de proveer la infraestructura de carga - Propiedad de los vehículos: Element Fleet adquiere y gestiona la flota	



Fuente: Steer

Características de los vehículos eléctricos de carga en Uruguay

3.24 Los vehículos eléctricos de carga disponibles en Uruguay actualmente tienen niveles de autonomía que varían entre 150-250km, tales como las que se muestran en la siguiente figura.

Figura 3.6: Modelos de camiones eléctricos disponibles en Uruguay

Marca	Imagen	Modelo	Peso bruto (kg)	Tara (kg)	Carga útil (kg)	Precio (USD)	Capacidad batería (kWh)	Horas de carga (hs)	Autonomía (km)	Garantía batería (años)	Garantía batería (km)	Tipo de batería	Marca de batería
JAC		1063 EV1	6490	3350	3140	49900	96.77	3	200	8	150000	LFP	
Mobility		E200X	9000	3400	5600	63250	106.95	2.5	250	8	150000	Litio	CATL
Mobility		E200M	5900	2470	3430	52250	81.14	2.5	200	8	150000	Litio	CATL
BYD		T4C	4300	1850	2450	68000	63.63	1.7	170	5	500000	Litio	BYD
BYD		T45C01	6495	2800	3695	87000	99	1.2	210	5	500000		BYD
BYD		T7BG	11800	4750	7050	131000	177.74	2.5	230	5	500000		BYD
Dong Feng		e-Tuyi	4495	2495	2000	38805	55.7	2	200	5	-	LFP	CATL
Dong Feng		e-Shang			3500	Según especificaciones	81.4	2	200	5	-	LFP	CATL
Dong Feng		e-Don				Según especificaciones	98.04		150/250 (opcional)	5	-	LFP	CATL

Fuente: “Estado del Arte de Camiones Eléctricos en Uruguay” (UM & CINOI, 2022a, p. 60)

3.25 La publicación “Guía sobre Movilidad Urbana Eléctrica en Uruguay” (Inicio, 2022, p. 95) incluye información sobre la oferta de vehículos eléctricos de carga disponible en Uruguay e incluye algunos casos de uso.

Figura 3.7: Camiones urbanos de carga – oferta y caso de uso en Uruguay



Fuente: “Guía sobre Movilidad Urbana Eléctrica en Uruguay” (Inicio, 2022, p. 95)

Figura 3.8: Utilitarios – oferta y caso de uso en Uruguay



Fuente: “Guía sobre Movilidad Urbana Eléctrica en Uruguay” (Hinicio, 2022, p. 96)

Costo total de propiedad (CTP)

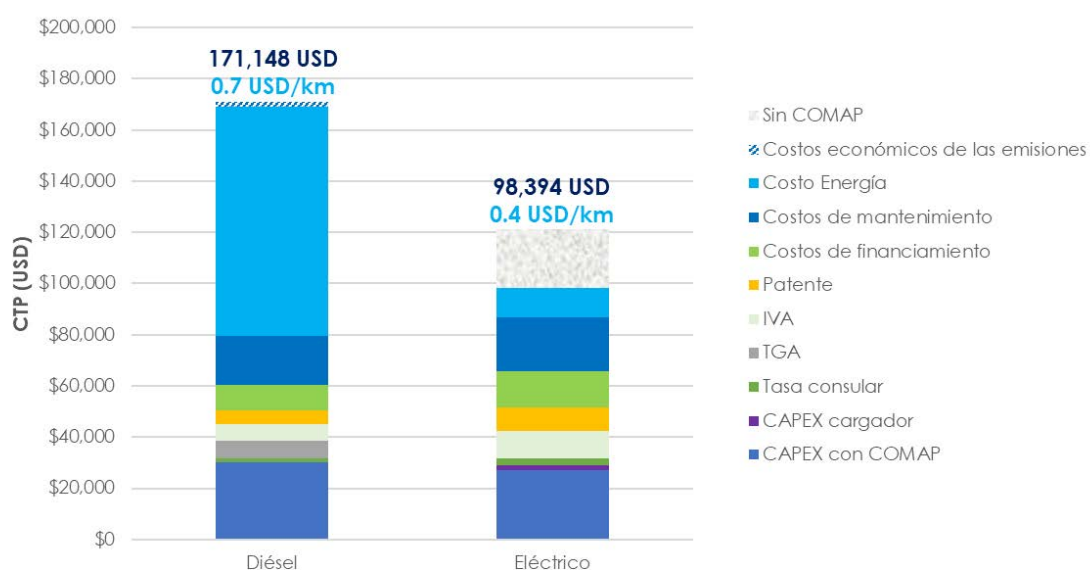
- 3.26
- La publicación “Guía sobre Movilidad Urbana Eléctrica en Uruguay” (Hinicio, 2022) incluye un análisis del costo total de propiedad de varios tipos de vehículo eléctrico, considerando las condiciones de mercado y los beneficios disponibles en Uruguay.
- 3.27
- Según el análisis, a pesar de tener costos iniciales mayores (CAPEX), los vehículos eléctricos tienen costos totales de propiedad menores que los vehículos equivalentes de diésel en todos los casos, debido a menores costos de energía y menores costos de mantención. Mientras más intensivo sea el nivel de uso, mayores serán los potenciales beneficios de los vehículos eléctricos.

Tabla 3.3: Resultados de los análisis de sensibilidad para diferentes factores de uso. Camiones de carga livera

Tipo de uso	Kilometraje anual	Camión diésel		Camión eléctrico			
				Con beneficios COMAP		Sin beneficios COMAP	
		USD	USD/km	USD	USD/km	USD	USD/km
Bajo	15000	\$ 115.798	\$ 0,965	\$ 82.507	\$ 0,688	\$ 105.432	\$ 0,879
Medio	30000	\$ 171.148	\$ 0,713	\$ 98.394	\$ 0,410	\$ 121.319	\$ 0,505
Intensivo	60000	\$ 281.849	\$ 0,587	\$ 130.168	\$ 0,271	\$ 153.093	\$ 0,319

Fuente: Guía sobre Movilidad Urbana Eléctrica en Uruguay (Hinicio, 2022, p. 103)

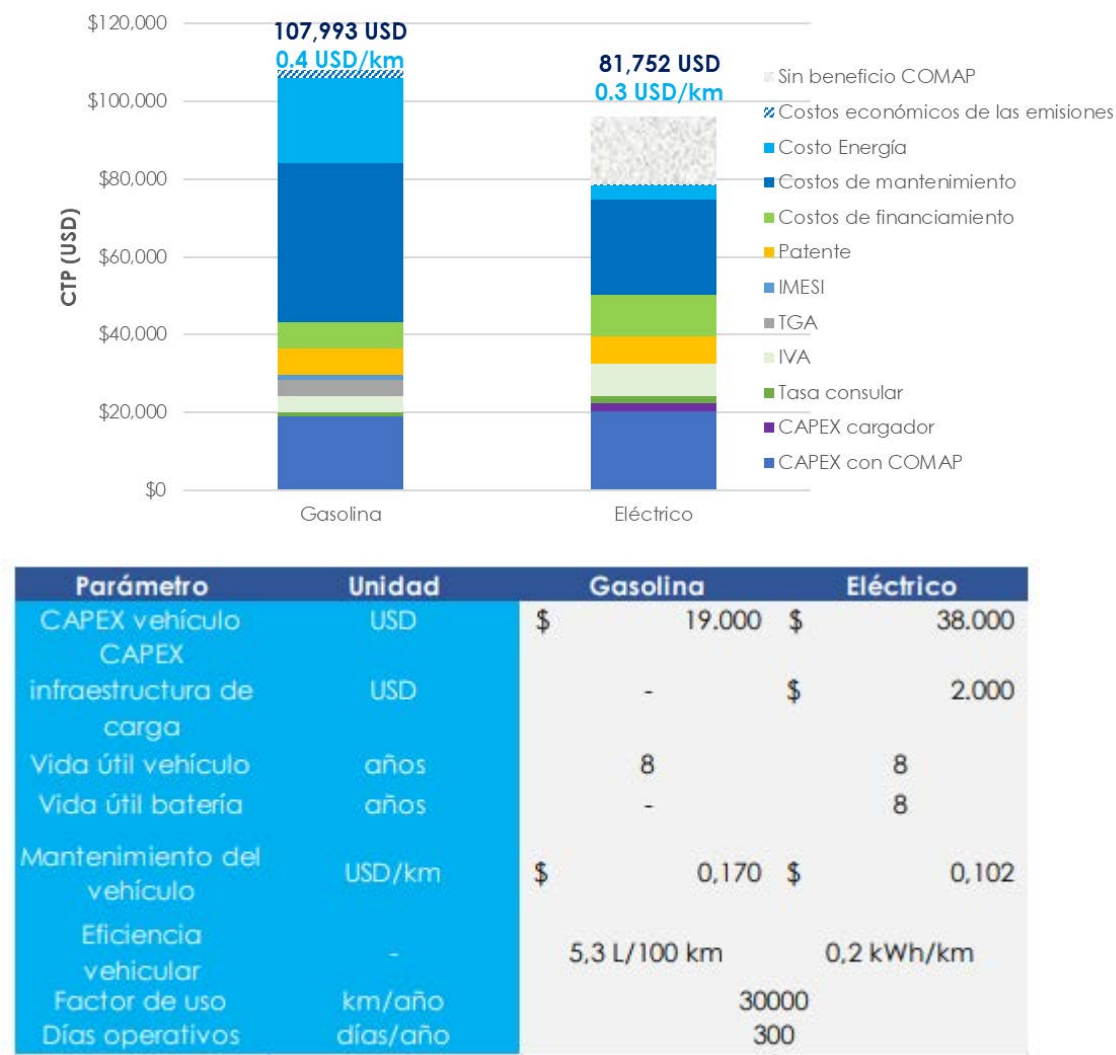
Figura 3.9: Resultados CTP – Camión de carga ligera (6 ton) y principales supuestos considerados, nivel de uso medio



Parámetro	Unidad	Diésel	Eléctrico
CAPEX vehículo	USD	\$ 30.000	\$ 50.000
CAPEX infraestructura de carga	USD	-	\$ 2.000
Vida útil camión	años	8	8
Vida útil batería	años	-	8
Mantenimiento del vehículo	USD/km	\$ 0,080	\$ 0,088
Eficiencia vehicular	-	30 L/100 km	0,48 kWh/km
Factor de uso	km/año	30000	
Días operativos	días/año	348	

Fuente: “Guía sobre Movilidad Urbana Eléctrica en Uruguay” (Inicio, 2022, p. 103)

Figura 3.10: Resultados CTP para utilitarios de carga y principales supuestos considerados, nivel de uso medio



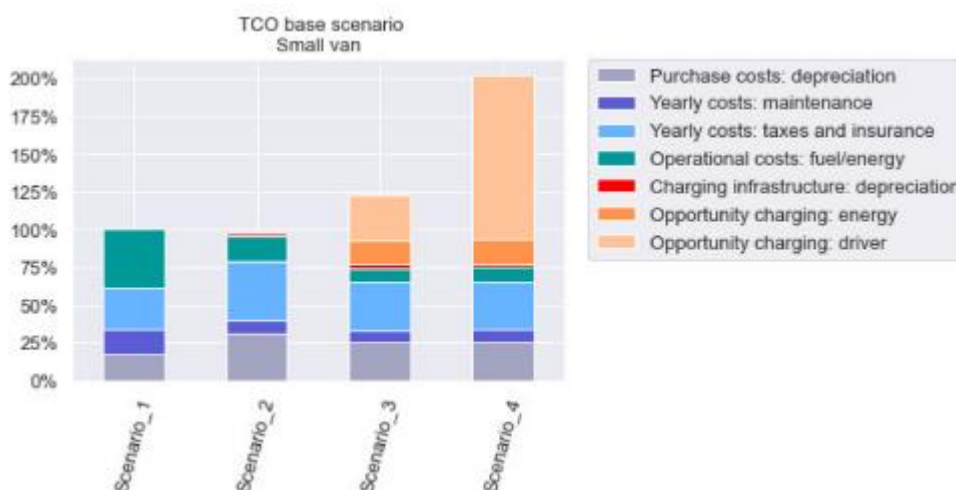
Fuente: “Guía sobre Movilidad Urbana Eléctrica en Uruguay” (Hinicio, 2022, p. 101)

Estrategias de recarga

- 3.28 Hay varias posibles estrategias para recargar las baterías de los vehículos eléctricos. El artículo “*Electric vehicle charging strategies for Urban freight transport: concept and typology*” (Teoh, 2022) sugiere la siguiente tipología:
- Estrategia de recarga en periodos de inactividad;
 - Estrategia de recarga de oportunidad;
 - Estrategia de recarga intrusiva; y
 - Estrategia de recarga de emergencia
- 3.29 La primera estrategia es la más básica: recargar cuando el vehículo no está en uso, por ejemplo, en la noche u otro periodo extendido de descanso. Usar esta estrategia limitaría el uso activo del vehículo al rango de autonomía del vehículo. Se entiende que el análisis del costo total de la propiedad en el contexto Uruguayo (Hinicio, 2022, p. 103) supone esta estrategia de recarga, porque no incorpora los costos adicionales de energía o de los choferes que serían implícitos en las otras estrategias de recarga.

- 3.30 La segunda, recarga de oportunidad, corresponde a un enfoque más flexible que podría extender las posibilidades de uso del vehículo más allá de su rango de autonomía, y consiste en recargar el vehículo en otras ubicaciones, como en los destinos, por ejemplo, de tal forma que el recargo no interrumpa el uso del vehículo.
- 3.31 La estrategia de recarga intrusiva involucra recargar el vehículo interrumpiendo su uso, y la estrategia de recarga emergencia corresponde a la recarga obligada por limitaciones de la batería.
- 3.32 Evidencia reciente de una investigación en Holanda indica que la estrategia de recarga en periodos de inactividad produce un costo total de la propiedad bastante menor que las estrategias de recarga por oportunidad (Kin et al., 2021). En la siguiente figura, los escenarios considerados son las siguientes:
- Escenario 1: Vehículo de carga convencional
 - Escenario 2: Vehículo eléctrico de carga sin recarga de oportunidad
 - Escenario 3: Vehículo eléctrico de carga con recarga de oportunidad bien integrado
 - Escenario 4: Vehículo eléctrico de carga con recarga de oportunidad medianamente integrado

Figura 3.11: Costo total de la propiedad, escenario base, furgoneta pequeña



Fuente: “Different charging strategies for electric vehicle fleets in urban freight transport” (Kin et al., 2021, p. 11)

- 3.33 Los escenarios 3 y 4 implican costos totales de la propiedad mayores debido a mayores costos de energía y mayores costos asociados al chofer debido al tiempo que debe dedicar al proceso de recarga y posiblemente a un recorrido extendido para llegar al punto de recarga.

La proporción de los vehículos de carga convencionales que se podrían sustituir por vehículos de carga eléctricos

- 3.34 El estudio “Charting the Course for Early Truck Electrification” (Lund et al., 2022) indagó sobre la potencial de electrificación de vehículos de carga medianos y pesados en los estados de California y Nueva York, en el año 2019. Los vehículos medianos corresponden al tipo de vehículo de interés al estudio presente. El estudio utilizó datos pasivos de telemetría sobre los patrones de movilidad de los camiones para determinar si sería posible utilizar vehículos eléctricos para realizar el mismo trabajo. Se definió que los vehículos potencialmente sustituibles por vehículos eléctricos eran los que volvían a su base principal después de menos

de 300 millas (483 km), 95% de las veces. Concluyó que aproximadamente 65% de los vehículos medianos podrían ser sustituidos por vehículos eléctricos con la tecnología disponible actualmente. Este estudio consideró todos los viajes en cada estado, tanto los viajes urbanos como los viajes interurbanos. El análisis es interesante pero el supuesto sobre la autonomía de los vehículos corresponde a otro tipo de vehículo eléctrico de carga que actualmente no está disponible en Uruguay.

3.35 La siguiente tabla muestra datos de las distancias de los recorridos medias diarias para camiones pequeños en distintos tipos de ciudad en Colombia (Steer, 2020a, p. 55). Se incluyen los límites superiores de los intervalos de confianza 95% - estos límites corresponderían a la distancia media diaria. Los datos implican que con 95% confianza se puede decir que 50% o más de los casos de uso tendrían recorridos medios diarios de menos de dichos límites superiores.

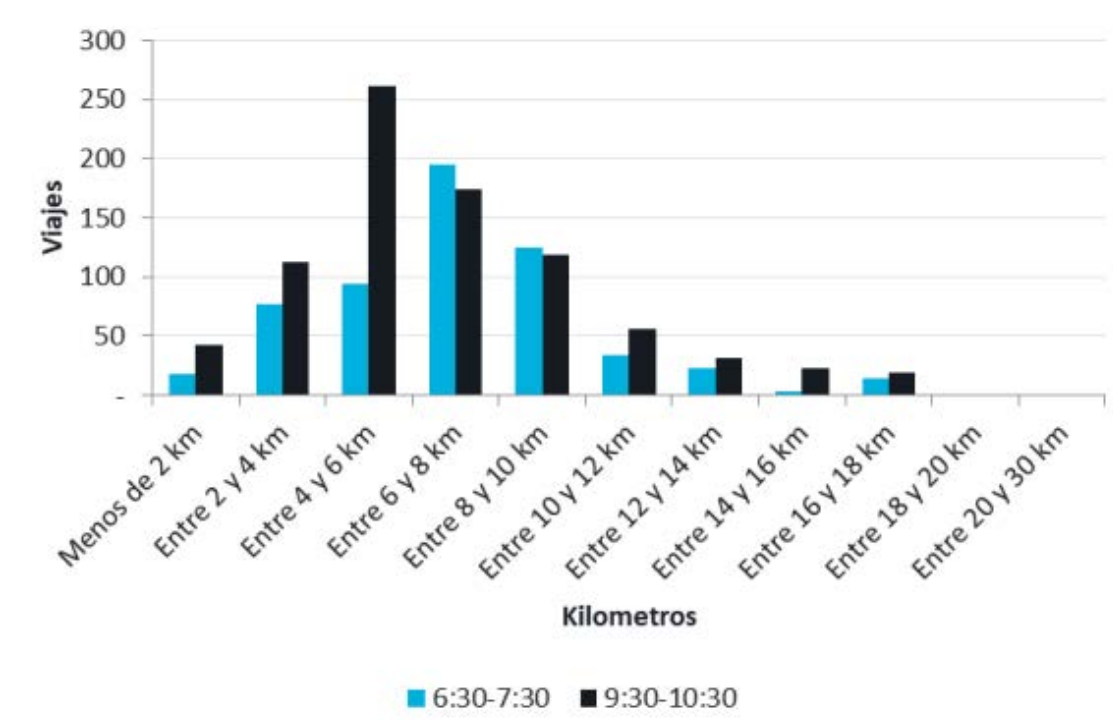
Tabla 3.4: Distancias de recorridos medias diarias

Categoría	Encuestas	Distancia de recorrido media diaria camiones C2 (km)	Coefficiente de variación	Desviación estándar	Límite superior (km)
Bogotá	92	79,5	0,688	54,696	186,7
Ciudades grandes	173	82,5	0,642	52,965	186,3
Ciudades medianas	261	74,5	0,831	61,910	195,8
Ciudades pequeñas	142	90,1	0,916	82,532	251,9

Fuente: “Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE” (Steer, 2020a, p. 55)

3.36 El mismo estudio incluye datos sobre las distancias de los viajes de camiones pequeños dentro de Cali, una ciudad de tamaño comparable a Montevideo.

Figura 3.12: Distribuciones de distancias recorridas, camiones pequeños, Cali (2015)



Fuente: “Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE” (Steer, 2020a, p. 67)

3.37 Suponiendo que la distribución de distancias de los viajes de vehículos livianos de carga sería similar en Uruguay, la autonomía de los vehículos actualmente disponibles debería ser suficiente para realizar algo así como 5 viajes de ida y vuelta de 20 km en el día sin necesidad de recargar la batería.

4 Priorización de sectores

- 4.1 Con respecto al análisis de los sectores, se identifica que existe un alto potencial de cambio de vehículos de carga en variados rubros económicos, asociados especialmente a la etapa de distribución de productos terminados, focalizada principalmente entre el transporte de carga entre bodegas a tienda y de tienda a cliente final (hogares, almacenes, talleres, etc.).
- 4.2 El nivel de potencial de cambio en los diferentes sectores varía dependiendo de la distancia que deben recorrer, el nivel de atomización de las empresas del sector y el tamaño de la empresa. Aquellos sectores en donde el mercado está concentrado en unas pocas compañías, es posible determinar un alto potencial de cambio, el que está ligado principalmente al tamaño y poder de inversión que poseen.
- 4.3 La tabla siguiente presenta el nivel de potencial de cambio para los sectores analizados. En verde se presenta aquellos sectores que tienen mayor potencial de cambio y en rojo los que presentan menor potencial.

Figura 4.1: Nivel de potencial de cambio de flota a vehículos eléctricos de carga

Sector	Atomization	Exp. En Latinoamérica	Tamaño	Distancias recorridas
Correos / paquetes	●	●	●	●
Bebestible	●	●	●	●
Cerveza	●	●	●	●
Retail	●	●	●	●
Supermercado	●	●	●	●
E - Commerce	●	●	●	●
Farmacias	●	●	●	●
Transporte y Logística	●	●	●	●
Lácteos	●	●	●	●
Multitiendas	●	●	●	●
Forestal	●	●	●	●
Productos químicos	●	●	●	●
Alimentos para animales	●	●	●	●
Gas (reparto)	●	●	●	●
Alimentos congelados	●	●	●	●
Recolección de residuos	●	●	●	●

Fuente: Elaborado por Steer

Donde:

Símbolo	Nivel de potencial de cambio
	Alto
	Medio
	Bajo

- 4.4 Los sectores que presentan mayor atomización como es el caso de las empresas de transporte, donde existe un número importante de empresas con flotas pequeñas y medianas, se ven enfrentados a mayores barreras para el cambio, asociado principalmente a la inversión requerida para del recambio de flota.
- 4.5 Por otra parte, rubros como el e-commerce, retail, supermercados, bebidas y cervezas presentan el mayor potencial, ya que la distribución de última milla es intensa, el mercado está centrado en unas pocas empresas, las que tienen capacidad de inversión y que además están comprometidas con la sustentabilidad, incorporando medidas para disminuir su huella de carbono en todas las etapas de la cadena, tanto en las actividades propias como la prestada por sus proveedores de transporte.
- 4.6 También se evidencia algunos sectores que requieren que su flota de vehículos de reparto posea alguna tecnología específica, como es el caso de los alimentos congelados. La oferta de vehículos eléctricos para este sector es limitada.
- 4.7 Finalmente, como propuesta de sectores a priorizar con mayor potencial de cambio de flota corresponde a:
- Bebidas y cervezas
 - Retail (especialmente supermercados y multitiendas)
 - Comercio electrónico
 - Correos y paquetes
 - Recolección de residuos
- 4.8 Existen otros grandes sectores económicos como el forestal y el lácteo, que requieren mover grandes cantidades de producto, utilizando vehículos de mayor capacidad y recorriendo grandes distancias, lo que limita su potencial de cambio.
- 4.9 Por otra parte, al realizar el análisis sobre el parque automotor se pudo ver que, por las limitaciones de la autonomía de los vehículos eléctricos, se encontrarán más posibilidades para su uso en las zonas urbanas.
- 4.10 La evidencia sobre el costo total de la propiedad indica que en general los vehículos eléctricos tienen costos totales de propiedad menores que los vehículos convencionales equivalentes, y mientras más intensivo sea su uso, mayores serán los ahorros económicos. La relación más específica sobre el uso intensivo, la capacidad de los vehículos y los costos totales asociados es parte de lo que se profundiza más adelante, con el uso de modelos de evaluación de costos privados.
- 4.11 Es importante considerar que el análisis de los costos totales de la propiedad en el contexto uruguayo (Hinicio, 2022, p. 100) supone una estrategia de carga en periodos de inactividad (típicamente en la noche). Otras estrategias de recarga, como la recarga oportunista,

implicarían mayores costos y posiblemente los vehículos eléctricos no serían tan competitivos con los vehículos convencionales en esos casos.

4.12 Las consideraciones anteriores indican que algunas características de sectores donde los vehículos eléctricos de carga podrían ser muy atractivos son:

- Usuarios de carga cuyos recorridos diarios sean compatibles con el rango de autonomía del vehículo eléctrico (~ 200 km)
- Usuarios intensivos de los vehículos

5 Modelo de costos y beneficios sociales

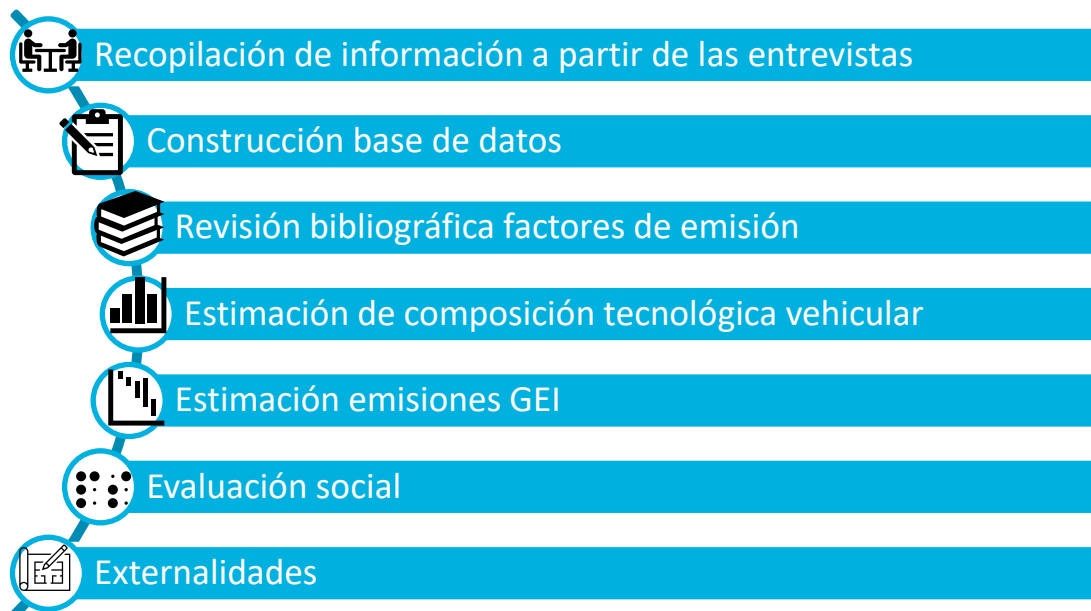
Introducción

- 5.1 El modelo de costos y beneficios sociales tiene como objetivo la estimación de los costos y beneficios sociales asociados a la operación de una empresa de movilidad de carga, considerando dos flotas alternativas y un plazo de 20 años.
- 5.2 El modelo ha sido implementado en una planilla Excel y la última versión es:

- **24361001 Modelo evaluación social v1 7.xlsx**

Construcción del modelo

- 5.3 Para la construcción del modelo de costos y beneficios sociales, se consideró la información recopilada mediante las entrevistas realizadas a los distintos sectores de producción y carga en el Uruguay en complemento con información proveniente de referencias bibliográficas respecto para algunos de los *inputs* que el modelo de requiere. A continuación se presenta la metodología que resume el proceso realizado.



Fuente: elaboración propia

- 5.4 En la etapa de entrevistas, cuyo detalle se presenta en el Anexo A, fue posible obtener información relacionada a la flota que utilizan las empresas y sus características más relevantes:
- **Tamaño flota del servicio**

- Año de antigüedad de la flota
- Distancia promedio recorrida por día (km)
- Tamaño de flota (número de vehículos) por tipo de combustible
- Tipo de tecnología Euro de la flota

- 5.5 En general la respuesta en las entrevistas fue buena y los entrevistados pudieron compartir sus apreciaciones sobre los temas consultados. Sin embargo, respecto de la información de la flota propia, la información no fue pareja para cada una de las empresas o de los sectores, en todas éstas lamentablemente no fue posible obtener el mismo nivel de detalle del número de vehículos de la flota por tipo de combustible ni el tipo de tecnología Euro que consideran. Por esta razón se realizaron una serie de supuestos que serán detallados más adelante.
- 5.6 A partir de la información recopilada, se construyó una base de datos que contiene toda la información necesaria para el modelo. La siguiente tabla presenta una selección de la información más relevante, el resto de la información se puede consultar en hoja “Tabla” de la planilla del modelo.

Tabla 5.1: Base de datos de entrevistas

	1-Rsubierbe (combustibles)	2-UFTU (Gremial fleteros)	3-Dirox (insumos ganadería)	4-Entrevista intergremial	5-Acodike (soluciones energéticas)	6-Tumayorista. (Ecommerce de venta de alimentos por mayor y menos)	7-COBOE S.A. (farmashop)	8-IBRILAN S.A. (Productos Porcinos)	9-Green Pet (Alimento para mascotas)	10-Congelados Artico (productos congelados)
Tamaño flota (cantidad de vehículos)	2	3	7	3	20	5	7	3	100	13
Valor arriendo (uy)	-	-	-	-	-	-	30000	-	-	-
Rutas Urbanas	Urbanas	-	-	-	-	-	Urbanas	-	Urbana	Urbanas
Kilómetros recorridos diarios (km)	110	-	250	-	70	100	150	100	20	110
Año flota	2011	-	-	-	2012 más antiguo	2012-2018-2021	2014	2012-2016	2000	-
Vida útil años	15	-	-	-	10	10	10	10	-	-
Carga (toneladas)	5	10 a 45	-	25	3.5	2 a 1	5	3.5	Menos de 6	4
Rendimiento (km/lts)	4	-	-	-	10	8	8	8	-	7
Valor Bencina (uy)	64,99	-	-	-	74,8	74,8	74,8	74,8	-	-
Capacidad Lubricantes (lts)	10	-	-	-	4	-	4	4	-	-
Rendimiento Lubricantes (kms/lts)	10000	200	-	-	200	4	200	200 kms	-	-
Valor Lubricante (\$/lts)	210	-	-	-	300	200	300	300	-	-
Rendimiento Neumáticos (km)	50000	-	-	-	40000	40000	40000	40000	-	-
Valor Neumáticos (uy/unidad)	10250	-	-	-	5400	5400	-	-	-	-
Mantenición (Kms)	5850	-	-	-	10000	10000	10000	15000	-	-
Peajes (uy)	-	-	-	-	1000	2400	2400	1000	-	-
Estacionamientos (uy)	-	-	-	-	-	2000	2000	-	-	-
Factor ocupación	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8	-

Fuente: elaboración propia en base a las entrevistas

- 5.7 Al revisar la bibliografía disponible con respecto a la estimación de emisión de contaminantes a partir de fuentes vehiculares, se optó por las fórmulas de la Agencia Europea de Medioambiente (EEA por sus siglas en inglés) dado que son ampliamente utilizadas en diversos países del mundo. Los factores de emisión se presentan en la tabla siguiente diferenciado por tipo de contaminante, tecnología y tipo de combustible (EMEP/EEA, 2020), y también se pueden encontrar en la hoja “Factores_Emisiones” de la planilla del modelo.

Tabla 5.2: Factores de emisión por tipo de vehículo (g/km)

	Tecnología	CO	CH4	NOx	N2O	NH3	Pb	CO2
Petrol	Conventional	25,500	3,440	3,090	0,010	0,003	0,000	0,663
	Euro 1-93/59/EEC	8,820	0,614	0,563	0,025	0,076	0,000	0,596
	Euro 2-96/69/EEC	5,890	0,304	0,230	0,025	0,091	0,000	0,530
	Euro 3-98/69/EC	5,050	0,189	0,129	0,028	0,030	0,000	0,464
	Euro 4-98/69/EC	2,010	0,128	0,064	0,013	0,030	0,000	0,398
	Euro 5-EC	1,300	0,096	0,064	0,001	0,012	0,000	0,398
	Euro 6a/b/c	1,300	0,096	0,064	0,001	0,012	0,000	0,398
	Euro 6d-temp	1,300	0,096	0,064	0,001	0,012	0,000	0,398
	Euro 6d	1,300	0,096	0,064	0,001	0,012	0,000	0,398
Diesel	Conventional	1,340	0,133	1,660	0,000	0,001	0,000	0,663
	Euro 1-93/59/EEC	0,577	0,141	1,220	0,003	0,001	0,000	0,596
	Euro 2-96/69/EEC	0,577	0,149	1,220	0,006	0,001	0,000	0,530
	Euro 3-98/69/EC	0,473	0,094	1,030	0,009	0,001	0,000	0,464
	Euro 4-98/69/EC	0,375	0,035	0,831	0,009	0,001	0,000	0,398
	Euro 5-EC	0,075	0,035	1,150	0,004	0,002	0,000	0,398
	Euro 6a/b/c	0,075	0,035	0,960	0,004	0,002	0,000	0,398
	Euro 6d-temp	0,075	0,035	0,496	0,004	0,002	0,000	0,398
	Euro 6d	0,075	0,035	0,248	0,004	0,002	0,000	0,398

Fuente: “Air pollutant emission inventory guidebook 2019” (EMEP/EEA, 2020)

- 5.8 Dado que se requiere una definición del tipo de tecnología y del tipo de combustible, se realizó una homologación entre los años de antigüedad de la flota con las tecnologías Euro disponibles. En los casos que la flota era más antigua, se asumió una participación de Euro V mayor, mientras que para los casos de flota más moderna, se consideró una participación más equitativa entre Euro V y Euro VI. Con respecto al tipo de combustible, se consideró una repartición igualitaria entre los vehículos a diésel y a petróleo en cada uno de los sectores en análisis. Toda esta información, recopilada y/o definida, es requerida para realizar la estimación de emisión de contaminantes.
- 5.9 Si bien se realizaron entrevistas a empresas de 10 sectores de producción y carga en Uruguay, solo 5 pudieron ser utilizadas en la estimación dado que contienen la información mínima necesaria. Para los otros casos, si bien era posible realizar algunos supuestos, la información faltante era importante (como la cantidad de flota o kilómetros recorridos por día) por lo que no fue posible utilizar esas entrevistas para el desarrollo de este modelo.

5.10 Con los factores de emisión presentados en la tabla, es posible calcular la emisión de cada uno de los contaminantes siguientes:

- Monóxido de Carbono (CO)
- Metano (CH₄)*
- Óxido nitroso (NO_x)
- Dióxido de Nitrógeno (NO₂)*
- Amoníaco (NH₃)
- Plomo (Pb)
- Dióxido de Carbono (CO₂)*

5.11 Los contaminantes destacados con un (*) corresponden a aquellos contaminantes denominados Gases de Efecto Invernadero (GEI), los que pueden ser agrupados utilizando los siguientes factores de equivalencia, y de esta forma se pueden comparar entre escenarios y flotas.

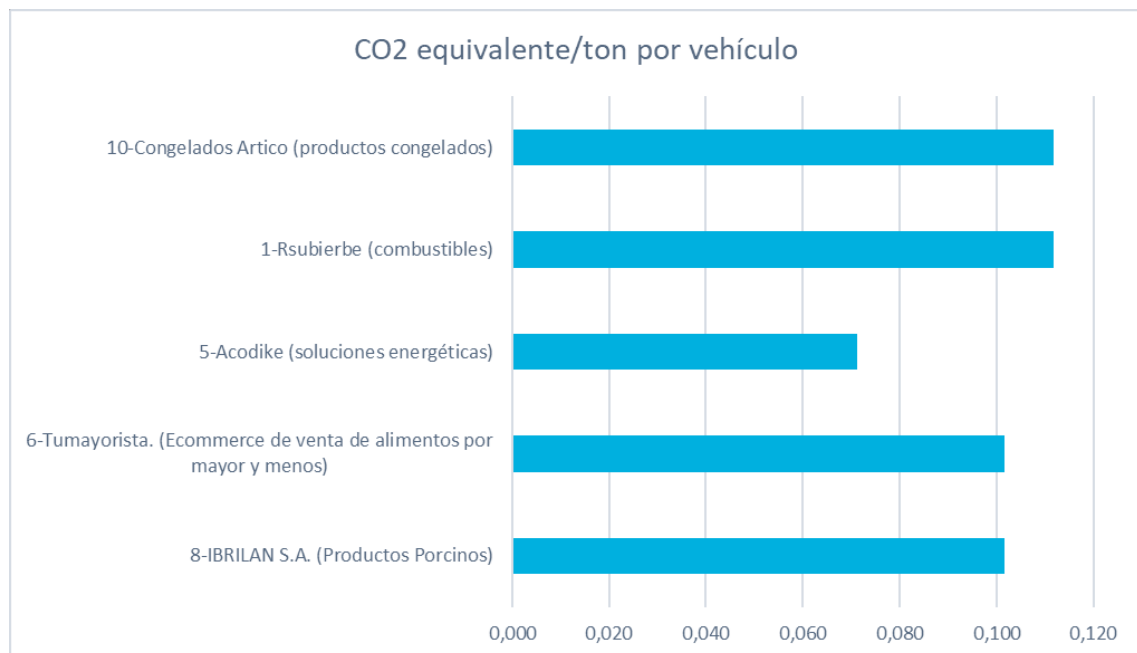
Tabla 5.3: Factor Calentamiento Potencial Equivalente

Gas	Símbolo	Potencial de Calentamiento Global (PCM)
Dióxido de Carbono	CO ₂	1
Metano	CH ₄	25
Óxido Nitroso	N ₂ O	298

"Cambio climático 2007: base de las Ciencias Físicas" (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, 2007)

5.12 Por lo tanto, con las emisiones estimadas y con los factores de equivalencia (los PCM) los resultados de emisiones en términos de CO₂ equivalente a nivel de vehículo para el año base 2023, se presentan en la figura siguiente.

Figura 5.1 Estimación emisiones de toneladas de CO₂ equivalente por vehículo, para el año base (2023)



Fuente: Elaboración propia

6 Modelo de Evaluación de Costos Privados

Introducción

- 6.1 El modelo de evaluación de costos tiene como objetivo la estimación de los costos privados necesarios para cumplir un conjunto de requerimientos de movilidad de carga, considerando dos flotas alternativas y un plazo de hasta 20 años.
- 6.2 El usuario del modelo puede configurar las dos flotas escogiendo de un rango de vehículos convencionales y vehículos eléctricos. Se puede componer cada flota con vehículos de solo un tipo de motor (de combustión interna o eléctrico) o bien con una mezcla de vehículos eléctricos y vehículos convencionales.
- 6.3 El modelo ha sido implementado en una planilla Excel y la última versión es:

- **24361001 Modelo CTP-TCO Privado v1 42.xlsx**

Resumen del modelo

- 6.4 La hoja 'Info' contiene dos secciones principales: un registro de versiones y una tabla de contenidos. En ambos casos se han agrupado algunas filas para reducir la cantidad de información mostrada, las cuales se pueden hacer visibles apretando los signos 'más' en la borde a la izquierda, tal como se ve en la Figura 6.1.

Figura 6.1: Extracto de la hoja Info

	Version	File Name	Date	Description	Initials
Live:	129	24361001 Modelo CTP-TCO Privado v1 29.xlsx	18-Jan-23		
Latest:	129	24361001 Modelo CTP-TCO Privado v1 29.xlsx	18-Jan-23	Cambios menores de formato y ortografía.	AJM
Contenidos					
Hoja	Nombre		Chequeo	Descripción	
16	Cálculos Vehículos >>>		OK		
17	Definición_Requerimientos		OK	Definición de los requerimientos que la flota de carga liviana debe cumplir, en términos de hasta 10 categorías de vehículos de carga liviana.	
18	CTP_Flota1_Categoría_1		OK	Tarifas de la electricidad aplicables a cada categoría.	
19	CTP_Flota1_Categoría_2		OK	Simulación del Costo Total de la Propiedad (CTP) de los vehículos de flota 1 y categoría 1	
20	CTP_Flota1_Categoría_3		OK	Simulación del Costo Total de la Propiedad (CTP) de los vehículos de flota 1 y categoría 2	
21	CTP_Flota1_Categoría_4		OK	Simulación del Costo Total de la Propiedad (CTP) de los vehículos de flota 1 y categoría 3	
22	CTP_Flota1_Categoría_5		OK	Simulación del Costo Total de la Propiedad (CTP) de los vehículos de flota 1 y categoría 4	
23	CTP_Flota2_Categoría_1		OK	Simulación del Costo Total de la Propiedad (CTP) de los vehículos de flota 1 y categoría 5	
24	CTP_Flota2_Categoría_2		OK	Simulación del Costo Total de la Propiedad (CTP) de los vehículos de flota 2 y categoría 1	
25	CTP_Flota2_Categoría_3		OK	Simulación del Costo Total de la Propiedad (CTP) de los vehículos de flota 2 y categoría 2	
26	CTP_Flota2_Categoría_4		OK	Simulación del Costo Total de la Propiedad (CTP) de los vehículos de flota 2 y categoría 3	
27	CTP_Flota2_Categoría_5		OK	Simulación del Costo Total de la Propiedad (CTP) de los vehículos de flota 2 y categoría 4	
28	Salidas >>>		OK		
29	Flota_1		OK	Detalles de la composición de la flota y el valor presente del coto total.	
30	Flota_2		OK	Detalles de la composición de la flota y el valor presente del coto total.	
31	Comparación_Flotas		OK	Comparación de las flotas.	
	Model check		OK		

Fuente: Steer (2023)

- 6.5 Las hojas visibles en la tabla de contenidos son las mínimas requeridas para empezar a usar el modelo. Se comentará lo que se puede hacer en ellas antes de volver para revisar el resto de la planilla.

6.6 El proceso de uso de la planilla consiste en los siguientes pasos principales:

- Definición de los requerimientos (en la hoja “Definición_Requerimientos”)
- Definición de las dos flotas a evaluar (en las restantes hojas de la sección “Cálculos Vehículos”)
- Revisión de los resultados (en la sección “Salidas”)

Definición de requerimientos

6.7 En la hoja “Definición_Requerimientos” se puede definir los requerimientos de movimiento de carga para hasta 10 categorías, en términos de las siguientes variables:

- cantidad_vehiculos - la cantidad de vehículos en la categoría
- capacidad_carga_promedio_ton – la capacidad de carga de cada vehículo en toneladas
- recorrido_diario_km_por_vehiculo - el recorrido diario promedio de cada vehículo
- factor_anualización – el factor requerido para transformar de datos diarios a datos anuales. Se permite que varía por categoría debido a que los patrones de movilidad de carga podrían variar entre categorías.

6.8 Los datos actualmente en la planilla están basados en las entrevistas llevadas a cabo como parte de este proyecto.

Figura 6.2: Definición de requerimientos

categoria	descripción	cantidad_vehiculos	capacidad_carga_promedio_ton	recorrido_diario_km	factor_anualización	costo_electricidad_uyu
1	Tumayorista. (Ecommerce de venta de	3	2	100	305	2,08
2	Acodike (soluciones energéticas)	20	4	70	305	2,08
3	IBRILAN S.A. (Productos Porcinos)	3	4	100	305	2,08
4	Congelados Artico	13	4	110	305	2,08
5	Rsubierbe (combustibles)	2	5	110	305	2,08
6						
7						
8						
9						
10						

Fuente: Steer (2023)

6.9 Se puede agregar o quitar categorías, considerando un mínimo de 1 y un máximo de 10 categorías.

Costo electricidad

6.10 Se debe definir también la tarifa promedia de electricidad (UYU / kwh) aplicable a cada categoría. Se define esto en esta hoja debido a que podría eventualmente variar de categoría a categoría dependiendo de sus características.

6.11 Actualmente el costo de la electricidad en la factura tiene al menos 2 componentes, el costo por potencia contratada y el costo por consumo de energía. El valor que se debe incluir para esta variable en la planilla debe recoger ambos componentes.

6.12 Sin embargo, el costo por potencia contratada sólo debería incluirse en el caso que el proyecto de compra de vehículos implique un cambio en la potencia necesaria. Si una empresa, por su operación no asociada a la movilidad eléctrica, ya tiene una potencia contratada que le permite hacer la carga de los vehículos en horarios donde la empresa no está usando esa potencia, no es necesario incluir el costo. Pero si la empresa requiere hacer cambios a la potencia contratada debería incluir el costo adicional que va a percibir mensualmente por este concepto.

- 6.13 Adicionalmente, es recomendable no suponer que toda la carga de los vehículos se podrá hacer en horario valle y estimar una tarifa de consumo de electricidad que pondere un porcentaje de la carga con tarifa fuera de punta o punta, dependiendo de como se espera realizar la carga de los vehículos.

Definición de las dos flotas a evaluar

- 6.14 La definición de las dos flotas se realiza en una serie de hojas, donde hay una hoja para cada combinación de flota y categoría, tal como se muestra en la figura.

Figura 6.3: Hojas para la simulación del costo total de la propiedad de cada categoría de cada flota

Hoja	Nombre	Chequeo	Descripción
18	CTP_Flota1_Categoría_1	OK	Simulación del Costo Total de la Propiedad (CTP) de los vehículos de flota 1 y categoría 1
19	CTP_Flota1_Categoría_2	OK	Simulación del Costo Total de la Propiedad (CTP) de los vehículos de flota 1 y categoría 2
20	CTP_Flota1_Categoría_3	OK	Simulación del Costo Total de la Propiedad (CTP) de los vehículos de flota 1 y categoría 3
21	CTP_Flota1_Categoría_4	OK	Simulación del Costo Total de la Propiedad (CTP) de los vehículos de flota 1 y categoría 4
22	CTP_Flota1_Categoría_5	OK	Simulación del Costo Total de la Propiedad (CTP) de los vehículos de flota 1 y categoría 5
23	CTP_Flota2_Categoría_1	OK	Simulación del Costo Total de la Propiedad (CTP) de los vehículos de flota 2 y categoría 1
24	CTP_Flota2_Categoría_2	OK	Simulación del Costo Total de la Propiedad (CTP) de los vehículos de flota 2 y categoría 2
25	CTP_Flota2_Categoría_3	OK	Simulación del Costo Total de la Propiedad (CTP) de los vehículos de flota 2 y categoría 3
26	CTP_Flota2_Categoría_4	OK	Simulación del Costo Total de la Propiedad (CTP) de los vehículos de flota 2 y categoría 4
27	CTP_Flota2_Categoría_5	OK	Simulación del Costo Total de la Propiedad (CTP) de los vehículos de flota 2 y categoría 5

Fuente: Steer (2023)

Definición de la oferta para cada categoría de cada flota

- 6.15 Cada hoja “CTP” (Costo Total de la Propiedad) contiene las siguientes secciones:
- Encabezado (sin título) – acá se definen las principales encabezados de las columnas:
 - Variable
 - Valor
 - Unidades
 - VPN (Valor Presente Neto)
 - Series de tiempo (años)
 - Salidas – resumen de los resultados
 - Entradas – en esta sección la persona usando la planilla debe definir 2 cosas:
 - Marca y modelo del vehículo
 - Cantidad de vehículos
 - Cálculos
 - Resultados por vehículo y por categoría
 - Costos totales – por vehículo
 - Costos totales – por toda la categoría
 - Ratios
- 6.16 La principal sección en que debe interactuar la persona utilizando la planilla es la sección “Entradas” que se muestra en la Figura 6.4. Acá la persona debe escoger un vehículo ocupando el menú en la celda a la derecha de “marca_modelo”, y definir una cantidad de vehículos para cumplir los requerimientos de la categoría en la celda a la derecha de “cantidad_vehiculos”. Los datos completos de los vehículos disponibles se encuentran en la hoja “Datos_Vehiculos”, por eso hay un hipervínculo a “Datos_Vehiculos” a la izquierda de la celda que dice “marca_modelo”.

Figura 6.4: Hoja TCP – sección “Entradas”

Entradas				
General				
→ Datos Vehículos	Categoría		1	
	Tipo de cambio		1.000	USD/USD
	marca_modelo	Farizon_E200S	texto	
	tipo_motor	Eléctrico	texto	
	unidad_energia	kwh	texto	
	carga_util_kg	1,920.0	kg	
	cantidad_vehiculos	3	vehiculos	
Operational				
demanda	cantidad_vehiculos		3	
demanda	capacidad_carga_promedio_ton		1.5	
demanda	recorrido_diario_km_por_vehiculo		100.0	
demanda	recorrido_km_anuales		30,545.5	
demanda	tonelada_km_anuales		137,455	t*km
oferta	cantidad_vehiculos_o		3	vehiculos
oferta	capacidad_carga_promedio_ton_o		1.9	t
oferta	autonomia_ajustada_km		226	km
oferta	recorrido_km_diarios_o		78.1	km/día
oferta	factor_anualización		305.5	
oferta	recorrido_km_anuales_o		23,864	km/año
oferta	vehiculo_km_anuales_o		71,591	vehiculo*km/año
oferta	tonelada_km_anuales_o		137,455	t*km/año
ajuste	diferencia_oferta_menos_demanda		-	t*km/año

Fuente: Steer (2023)

6.17 En la Figura 6.4 aparece una advertencia “El recorrido diario supera la autonomía del vehículo”. Esto ocurre porque se ha especificado solamente un vehículo y se requiere más. El modelo calcula el recorrido diario por vehículo según la formula (1).

$$rd_{o,f,c} = \frac{tkma_{d,c}}{capacidad_{o,f,c} * nv_{o,f,c} * A_c}$$

(1)

Donde: o = oferta, d = demanda, f = flota, c = categoría, rd = recorrido diario por vehículo (km), tkma = tonelada-km anuales, capacidad = capacidad promedio del vehículo en toneladas, nv = numero de vehículos, A = factor de anualización

6.18 El resultado de la formula (1) se compara con la autonomía del vehículo y se gatilla la advertencia si la distancia del recorrido diario por vehículo supera la autonomía.

6.19 El resto de la hoja consiste en los cálculos necesarios para estimar el costo total de la propiedad de los vehículos especificados considerando el recorrido diario y el factor de anualización para obtener resultados por año. La Figura 6.5 muestra la parte final del proceso en la cual se calcula el costo total como valor presente neto (VPN) y los ratios correspondientes.

Figura 6.5: Extracto del cálculo del costo total de la propiedad

Costos totales - por toda la categoría			VPN	2023	2024	2025	2026	2027
energia_sin_impuestos	16,164 USD		11,714	1,616	1,616	1,616	1,616	1,616
impuestos_sobre_la_energia	3,556 USD		2,577	356	356	356	356	356
mantenimiento_flota	15,574 USD		11,287	1,557	1,557	1,557	1,557	1,557
costo_del_seguro_flota	16,694 USD		12,098	1,669	1,669	1,669	1,669	1,669
Impuesto_de_circulación_flota	15,335 USD		11,113	1,533	1,533	1,533	1,533	1,533
costo_del_vehiculo_total_flota	143,910 USD		143,910	143,910	-	-	-	-
Intereses del vehiculo	- USD		-	-	-	-	-	-
comisión	- USD		-	-	-	-	-	-
costo de sustitución de la batería	- USD		-	-	-	-	-	-
costo_infraestructura_carga_total_flota	18,000 USD		18,000	18,000	-	-	-	-
Total	229,233 USD		210,698	168,642	6,732	6,732	6,732	6,732
Intereses del vehiculo	- USD		-	-	-	-	-	-
costo del vehiculo - con subvenciones	143,910 USD		143,910	143,910	-	-	-	-
costo_total	229,233 USD		210,698	168,642	6,732	6,732	6,732	6,732
Ratios			VPN	2023	2024	2025	2026	2027
costo total por km	Constant		23,864	23,864				
Kilómetros previstos por vehiculo y año	23,864 km		10					
Vida útil del vehiculo	10 años		71,591	71,591	71,591	71,591	71,591	
Kilómetros totales de la flota al año	71,591 km*veh		0.3202	0.2943				
costo total por km*vehiculo	0.3202 USD / veh*km por año		0.2943					
costo total por km*vehiculo (con subvenciones)	0.2943 USD / veh*km por año							

Fuente: Steer (2023)

Manejo del conjunto de hojas “CTP” (Costo Total de la Propiedad)

6.20 Se puede agregar más de estas hojas, copiando las hojas existentes y renombrando las hojas nuevas ocupando la misma nomenclatura. Por ejemplo, si quisiéramos agregar hojas para una sexta categoría, éstas se deberían llamar así:

- CTP_Flota1_Categoría_6
- CTP_Flota2_Categoría_6

6.21 Se pueden quitar hojas de este tipo también, si se quiere reducir la cantidad de hojas en la planilla. No es necesario eliminar hojas desde el punto de vista de los cálculos: para eliminar una categoría de los resultados es suficiente vaciar las celdas correspondientes en la hoja “Definición_Requerimientos”.

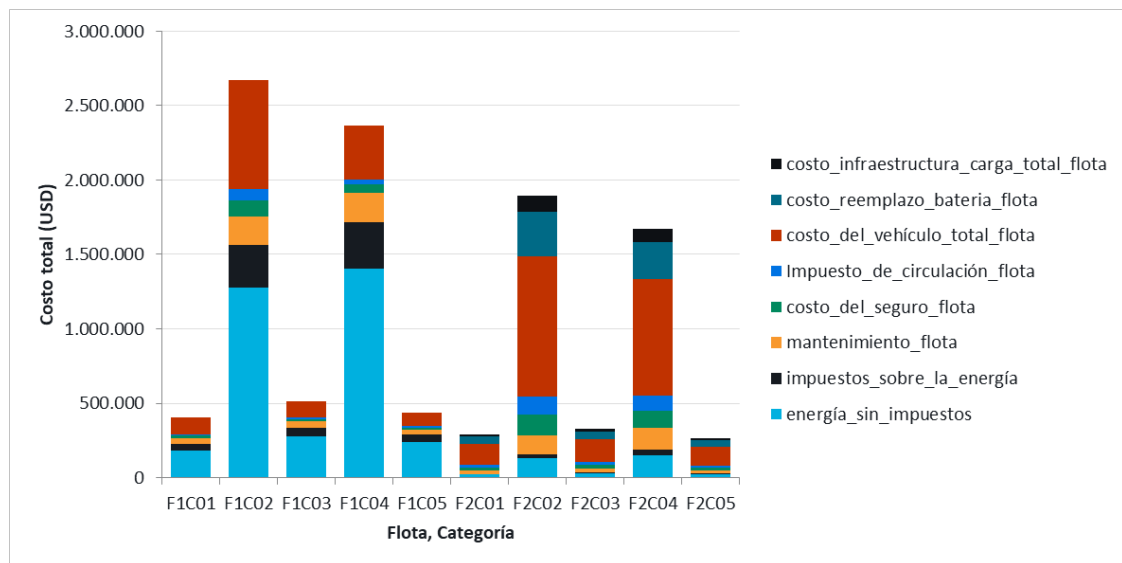
Revisión de los resultados

6.22 Se pueden revisar los resultados obtenidos en las siguientes hojas:

- Flota_1 – para revisar los resultados detallados de la Flota 1
- Flota_2 – para revisar los resultados detallados de la Flota 2
- Comparación_Flotas – para comparar los resultados de ambas flotas

6.23 La Figura 6.6 muestra un gráfico comparativo de dos flotas por categoría y tipo de costo, disponible en la hoja “Comparación_Flotas”. En este caso la flota 1 consiste en vehículos con motores de combustión interna y la flota 2 consiste en vehículos eléctricos.

Figura 6.6: Resumen de los costos totales (valores presentes netos) de ambas flotas



Fuente: Steer (2023)

Supuestos

6.24 Los supuestos se encuentran en la sección “Entradas” de la planilla. La hoja principal es la hoja “Supuestos”.

Figura 6.7: Los contenidos de la sección “Entradas” de la planilla.

Hoja	Nombre	Chequeo	Descripción
4	Entradas >>>	OK	
5	Supuestos	OK	Supuestos.
6	Escala_de_Tiempo	OK	La escala de tiempo para la simulación.
7	Rendimiento_convencional	OK	Función de rendimiento para motores de combustión interna.
8	Rendimiento_eléctrico	OK	Función de rendimiento para motores eléctricos.
9	Precios_combustibles	OK	Datos referenciales de los precios de los combustibles. Fuente: ANCAP (2022).
10	Tarifas_electricidad	OK	Extractos del pliego de la UTE. Solo para referencia. Fuente: UTE (2022). Pliego Tarifario Vigente desde 1 de Enero de 2022.

Fuente: Steer (2023)

Plazo de la simulación

- 6.25 En la primera parte de la hoja “Supuestos” se puede escoger la fecha inicial de la simulación, la vida útil de los vehículos, y el plazo de reemplazo de las baterías de los vehículos eléctricos. La Figura 6.8 muestra los supuestos del escenario base.

Figura 6.8: Supuestos del plazo de la simulación**Plazo de la simulación**

Variable	Valor	Unidades
Fecha inicial del modelo	01-Jan-23	fecha
vida_util_vehiculo_años	14	años
plazo_reemplazo_bateria_años	7	años

Fuente: Steer (2023)

- 6.26 La vida útil de los vehículos define el plazo de la simulación y se considera un máximo de 20 años. Si bien en la realidad algunos vehículos podrían tener vidas útiles más largas que otras, para el propósito de la evaluación se considera un supuesto de vida útil que se aplica a todos los vehículos por igual. Se supone 14 años como la vida útil promedio de los vehículos, basado en “*Improvements to the definition of lifetime mileage of light duty vehicles*” (Dun et al., 2015) donde se encontró que la vida útil promedio de los vehículos de carga livianos en Europa era aproximadamente 14 años.
- 6.27 Se considera un supuesto base de 7 años para la vida útil de las baterías de los vehículos eléctricos, lo que implica que habrá un costo de reemplazo de la batería en el periodo de la evaluación.

Parámetros financieros

- 6.28 Se puede escoger entre pesos Uruguayos (UYU) o Dólares (USD) para la presentación de los resultados de la evaluación.
- 6.29 Se puede definir la tasa de cambio (1 UYU en USD) y la tasa de descuento también. La Figura 6.9 muestra los supuestos del escenario base.

Figura 6.9: Supuestos de los parámetros financieros**Parámetros financieros**

Variable	Valor	Unidades
Seleccionar la moneda:	USD	Código de la moneda
1 USD en USD	1,00	tasa de cambio
1 UYU en USD	0,0250	tasa de cambio
1 USD en UYU	40,00	tasa de cambio
Tipo de cambio	1,00	USD/USD
Tasa de descuento	2,0%	%

Fuente: Steer (2023)

- 6.30 Se considera una tasa de descuento modesto de 2% ya que los últimos años la tasa de interés real de Uruguay oscilaba entre un mínimo de -2,3% (2021) y un máximo de 8,4% (2017) (World Bank, 2021).

Impuestos

- 6.31 Se pueden variar los supuestos sobre la tasa de IVA, si se incluye o no el IVA, la tasa del IMESI para vehículos diésel y la tasa del IMESI para vehículos eléctricos. La Figura 6.10 muestra los supuestos del escenario base.

Figura 6.10: Supuestos de los impuestos

Impuestos		
Variable	Valor	Unidades
iva_uy_pcmt	22%	sin dimensión
incluir_iva	1	sin dimensión
imesi_diesel_uy_pcmt	34,70%	sin dimensión
imesi_eléctrico_uy_pcmt	0,00%	sin dimensión

Fuente: Steer (2023)

- 6.32 Se considera el IVA por defecto en su tasa base de 22% (Uruguay XXI, 2022b). Hay por lo menos otro estudio sobre los vehículos eléctricos que no incluye el IVA (García et al., 2018). Se puede apagar el IVA colocando “incluir_iva” en 0 para probar su impacto en los resultados. Incluso, se puede colocar un valor entre 0 y 1 en “incluir_iva” para probar una tasa reducida del IVA.
- 6.33 Los supuestos sobre el IMESI están basados en el documento “Decreto MIEM - Nov 12 - IMESI eléctricos” (MIEM & MEF, 2021).

Costos

- 6.34 Hay varios supuestos relacionados a los costos que se pueden variar. La Figura 6.11 muestra los supuestos del escenario base.

Figura 6.11: Supuestos de los costos

Costos		
Variable	Valor	Unidades
costo_seguro_anual_ve_pcmt_valor	1,16%	sin dimensión
costo_seguro_anual_vc_pcmt_valor	1,70%	sin dimensión
costo_anual_patente_pcmt_valor	1,30%	sin dimensión
factorPrecioCompraPrecioLeasing	1,22	sin dimensión
factorPrecioCompraPrecioCIF	1,30	sin dimensión

Source: Steer (2023)

- 6.35 Los supuestos sobre los costos de los seguros han sido adoptados desde el estudio “Estructura metodológica para herramienta de cálculo de costo total de propiedad” (UM & CINOI, 2022b, p. 13).

- 6.36 El supuesto sobre el costo anual de la patente está basado en “Normas de determinación del tributo de patente de rodados. art. 297 de la constitución – ley 18860 - ejercicio 2021” (Congreso de Intendentes, 2021).
- 6.37 Los factores de precios (precio de compra versus precio leasing y precio de compra versus precio CIF³) están basados en observaciones de los precios del mercado en Uruguay considerando múltiples fuentes. Estos se pueden modificar, pero no se recomienda ya que solamente se modificarían los precios de algunos de los vehículos en el modelo. Estos factores aplican en algunos casos y no otros debido a que no toda la información estaba disponible en todos los casos.

Tecnología de los vehículos eléctricos

- 6.38 Hay varios supuestos relacionados específicamente a la tecnología de los vehículos eléctricos que se pueden variar. La Figura 6.12 muestra los supuestos del escenario base.

Figura 6.12: Supuestos de la tecnología de los vehículos eléctricos

Tecnología de vehículos eléctricos

supuesto_costo_infraestructura_carga_usd	6000
factor_mantenimiento_ve_vs_vmci	0,66
eficiencia_carga_eléctrica	90%
factor_autonomía_mundo_real	0,87
factor_carga	0,88
costo_reemplazo_bateria_pcmt	36,0%
costo_reemplazo_bateria_USD/kWh	153

Fuente: Steer (2023)

- 6.39 El factor de costo de mantenimiento para vehículos eléctricos en relación a vehículos convencionales está basado en varias fuentes, específicamente “Estructura metodológica para herramienta de cálculo de costo total de propiedad” (UM & CINOI, 2022b, p. 11) y “Estimating Maintenance and Repair Costs for Battery Electric and Fuel Cell Heavy Duty Trucks” (G. Wang et al., 2022).
- 6.40 El factor de eficiencia de la carga eléctrica está basado en “Battery Electric Truck and Bus Energy Efficiency Compared to Conventional Diesel Vehicles” (California Air Resources Board, 2018a).
- 6.41 Hay dos factores que ajustan hacia abajo las cifras de autonomía publicadas por los fabricantes de los vehículos eléctricos:
- El factor de autonomía
 - El factor de carga
- 6.42 Estos ajustes son necesarios porque se entiende que las cifras de autonomía publicadas por las fabricantes están basadas en pruebas formales en condiciones de laboratorio, sin carga. Estas cifras representan las autonomías máximas, y para este modelo se requieren promedios, no máximos.

³ CIF = *Cost, Insurance, and Freight*, es decir el costo en el lugar de origen más los costos de transporte y los seguros correspondientes. Refiere al costo total de un bien de importación al punto de entrada al país.

- 6.43 El factor de autonomía toma en cuenta el terreno, la temperatura, y el estilo de conducción. Está basado en el artículo “Model-Based Range Prediction for Electric Cars and Trucks under Real-World Conditions” (Dollinger & Fischerauer, 2021).
- 6.44 El factor de carga toma en cuenta el impacto de llevar carga en la autonomía del vehículo. Está basado en “eLCV Electric fleet transition powered by real-world data” (ARVAL, 2021).

Costo infraestructura de carga

- 6.45 El costo de la infraestructura de carga es uno de los costos que más variación puede sufrir al momento de estimar un proyecto de compra de vehículos eléctricos, ya que depende no sólo de los vehículos que se estén considerando, si no también de la ubicación donde se pretende hacer la carga de ellos y de como se espera desarrollar la carga.
- 6.46 El costo total de la infraestructura de carga se compone del costo de los cargadores, el costo de la instalación de los cargadores y el posible costo de aumentar la potencia disponible en el lugar. Los cargadores tienen un costo conocido, pero el costo de la instalación y el posible aumento de potencia es muy variable.
- 6.47 Los cargadores varían de precio entre aproximadamente \$USD 600 (cargador de corriente alterna de 7,4 kW) hasta \$USD 18900 (cargador de corriente continua de 120 kW). Depende del cargador este puede ser usado para cargar más de un vehículo a la vez, o para varios vehículos de forma sucesiva en el tiempo. En el caso que el mismo cargador sea usado para cargar varios vehículos el costo que se incluya en la planilla debe ser dividido por vehículo.
- 6.48 Se recomienda revisar con detalle este costo antes de usar la planilla. Sin embargo, en la planilla se dejó un supuesto de costo de 6000 USD, basado principalmente en el artículo “How Much Do EV Charging Stations Cost?” (DiNello, 2021) y validado con la entrevista a una empresa que desarrolla proyectos de infraestructura de carga.

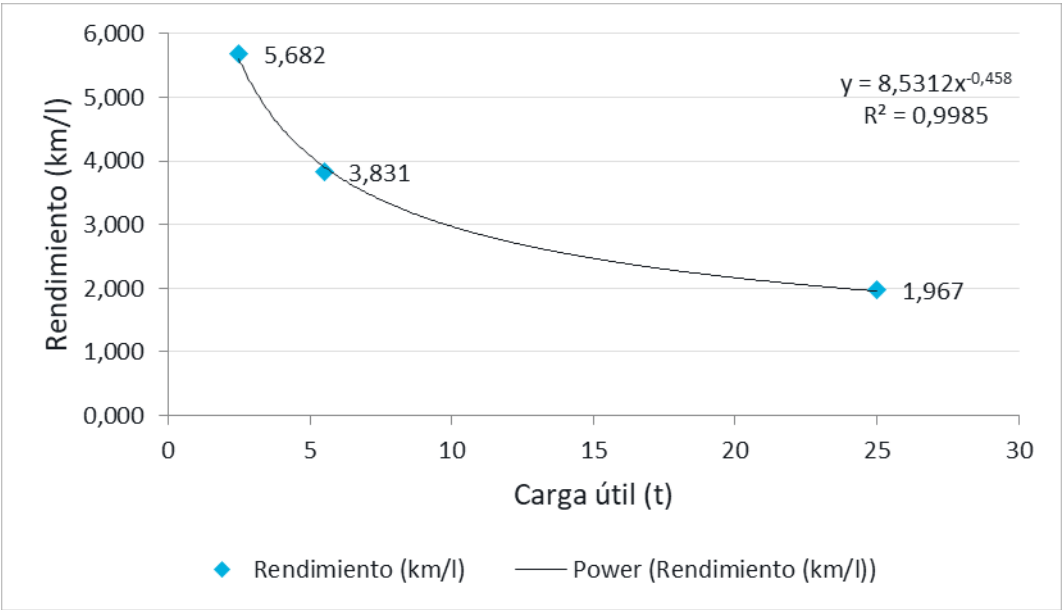
Costo de reemplazo de la batería

- 6.49 Se representa el costo de reemplazo de la batería como un costo por kWh de capacidad de las baterías. El costo debe representar el costo total de la batería que incluye el suministro de la batería y la mano de obra.
- 6.50 El valor recomendado para la celdas de las baterías en origen según “Electric Vehicle Battery Pack Costs in 2022 Are Nearly 90% Lower than in 2008, according to DOE Estimates” (Office of Energy efficiency & renewable Energy, 2023) para el 2022 es de \$USD 153/kWh, este precio es pensado en compañías que produzcan baterías a gran escala, que es el caso de las marcas de las baterías de los modelos que actualmente se comercializan en Uruguay (SAIC, CATL, BYD).
- 6.51 Sin embargo, el valor final de la batería puesta en Uruguay es más cercana al doble, y se dejó como valor referencial el costo del reciente cambio de baterías para la flota de UTE, donde el costo en promedio es de \$USD 333/kWh.

El rendimiento de los vehículos convencionales

- 6.52 El rendimiento de los vehículos convencionales se modela como una función de la carga útil, a partir de la información en “Estructura metodológica para herramienta de cálculo de costo total de propiedad” (UM & CINOI, 2022b, p. 9). En la medida que aumenta el tamaño del vehículo se va disminuyendo el rendimiento de cada litro de combustible, de una manera no-lineal tal como se muestra en la Figura 6.13.

Figura 6.13: El rendimiento de los vehículos convencionales como una función de la carga útil

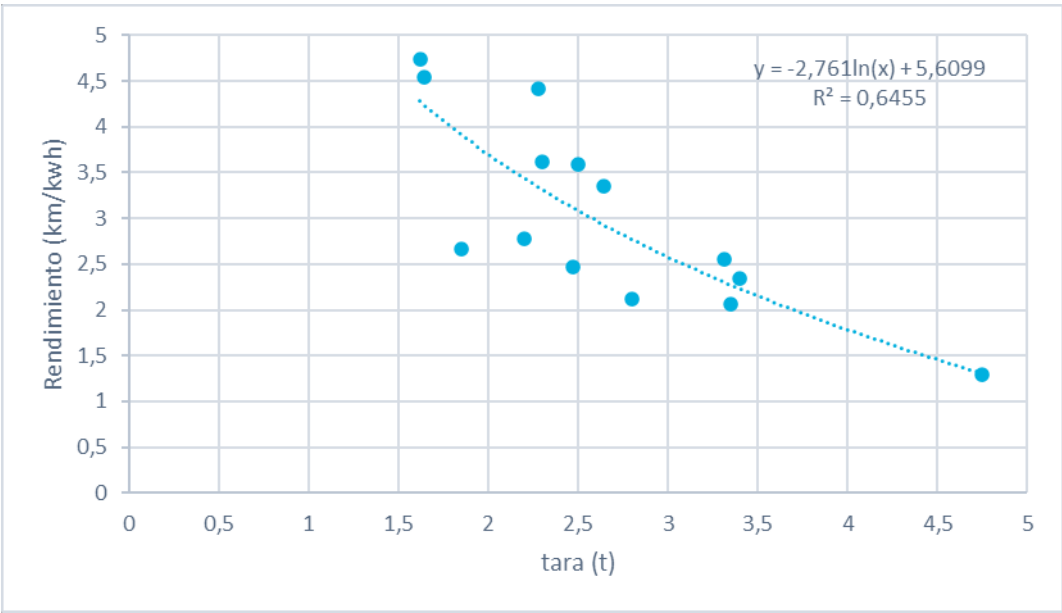


Fuente: Steer a partir de datos de “Estructura metodológica para herramienta de cálculo de costo total de propiedad” (UM & CINOI, 2022b, p. 9) Notas: $\text{beta_carga_util_modelo_rendimiento} = -0,458$ y $\text{constante_modelo_rendimiento} = 8,5312$. $R^2 = 0,9985$.

El rendimiento de los vehículos eléctricos

6.53 El rendimiento de los vehículos eléctricos se puede aproximar considerando los datos de los fabricantes sobre las autonomías de los vehículos y las capacidades de las baterías. La relación entre la autonomía y la capacidad de la batería ofrece una primera aproximación al rendimiento del vehículo en km/kwh. La Figura 6.14 muestra los datos preliminares de rendimiento obtenidos de esta manera para los vehículos eléctricos representados en el modelo, en relación con la tara (peso vacío) de los vehículos.

Figura 6.14: El rendimiento de los vehículos eléctricos como una función de la tara



Fuente: Steer a partir de datos de las autonomías y las capacidades de las baterías provenientes de los fabricantes de modelos de vehículos livianos de carga disponibles en Uruguay

- 6.54 El rendimiento de los vehículos eléctricos se ajustó para tomar en cuenta los factores que lo reducirían, tal como se detalla en la formula (2).

$$rendimiento_{adj} = rendimiento_{pre} * f_a * f_c * f_e \quad (2)$$

Donde: adj = ajustado, pre = preliminar, f = factor, a = autonomía, c = carga, y e = eficiencia de la carga eléctrica

- 6.55 El efecto conjunto de los factores de ajuste es que se reduce el rendimiento preliminar en aproximadamente un 31%.
- 6.56 Finalmente se compararon los rendimientos ajustados con datos del calculador California Air Resources Board (California Air Resources Board, 2018b). Los resultados obtenidos se ven razonablemente consistentes con los datos de California.

Tabla 6.1: Comparación del rendimiento ajustado con datos del estudio California Air Resources Board

Tara (toneladas)	2,5	3	3,5	4	4,5	5
Rendimiento preliminar (km/kwh)	3,08	2,58	2,15	1,78	1,46	1,17
Rendimiento ajustado (km/kwh)	2,12	1,78	1,48	1,23	1,00	0,80
Rendimiento CARB 2018 (km/kwh)	2,41	1,81	1,45	1,21	1,03	0,91

Fuente: Steer y “Battery-Electric Truck and Bus Charging Cost Calculator” (California Air Resources Board, 2018b)

Los precios de los combustibles

- 6.57 Los datos de referencia sobre los costos de los combustibles se encuentran en la hoja “Precios_combustibles”. Se usa el precio del Gasoil 50S (ANCAP, 2022) para representar el costo del combustible, considerando que este precio incluye IVA.

Otros supuestos

- 6.58 Los resultados del modelo se expresan en pesos Uruguayos (UYU) o dólares (USD) corrientes de la fecha de inicio de la simulación.
- 6.59 El supuesto base es que los precios se mantendrán en el plazo de la evaluación en términos reales. Es posible probar otros supuestos sobre las variaciones en el tiempo de los precios. El modelo permite probar cambios porcentuales anuales a los siguientes precios:

- Electricidad
- Impuestos sobre la electricidad
- Combustible
- Impuesto sobre el combustible
- Mantenimiento
- Batería

Ejemplo del uso del modelo

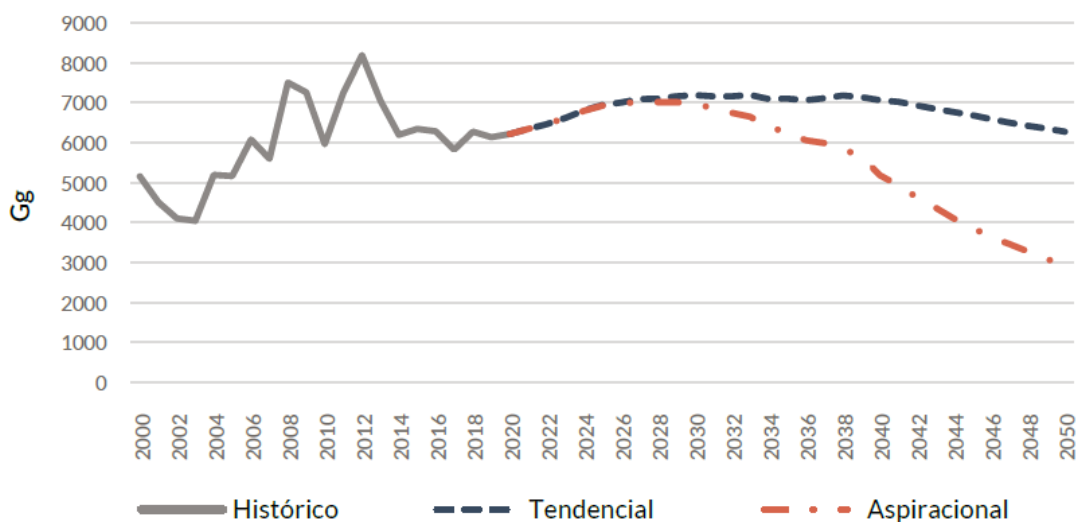
- 6.60 Un ejemplo del uso práctico del modelo se comentará en el próximo capítulo.

7 Escenarios y resultados aplicados

Definición de escenarios

- 7.1 Debido a la incertidumbre sobre la velocidad en que se van a ir adoptando los cambios tecnológicos orientados a la descarbonización, es necesario proponer escenarios de evaluación, para finalmente tener rangos entre los cuales se van a mover los costos y beneficios.
- 7.2 En este caso se definen tres escenarios de evolución del ingreso de la electromovilidad para los vehículos de carga liviana. Para esto se revisaron la “Estrategia Climática de Largo Plazo de Uruguay” (SNRCC Uruguay, 2021) y la “Segunda Contribución Determinada a nivel Nacional al Acuerdo de París” (República Oriental de Uruguay, 2022), documentos que plantean escenarios con objetivos de cantidad de emisiones, y para llegar a esos niveles de emisiones plantean una cantidad o porcentaje de vehículos eléctricos operando.
- 7.3 La ECLP propone un escenario tendencial y uno aspiracional. La siguiente figura muestra la evolución de las emisiones de CO₂ históricas, y de los escenarios propuestos.

Figura 7.1: Emisiones de CO₂ por escenario (Histórico, Tendencial y Aspiracional)



Fuente: Estrategia climática de largo plazo

- 7.4 En los anexos de la ECLP se presentan los supuestos que se usaron para el cálculo de las emisiones en los distintos escenarios, que en el caso del sector transporte carretero incluye la forma de proyectar la cantidad de vehículos y la penetración de vehículos menos contaminantes. La proyección de cantidad de vehículos para ambos escenarios es la misma, lo que varía son los grados de penetración de las distintas tecnologías que reducen el consumo de combustibles fósiles.

- 7.5 Para vehículos livianos, se plantea la penetración de vehículos eléctricos a batería (BEV) e híbridos enchufables y no enchufables (HEV y PHEV respectivamente) mientras que, para el transporte de carga, las hipótesis consideradas son las siguientes: los camiones chicos o livianos de menor peso bruto total (PBT) serán sustituidos por vehículos eléctricos a batería mientras que los pesados por vehículos de celdas de combustible alimentados por hidrógeno (FCEV) en el escenario aspiracional.
- 7.6 En el escenario aspiracional, para lograr una mayor penetración de vehículos que no sean de combustión interna, se asumen los siguientes hitos:
- A 2035 todos los vehículos nuevos de pasajeros son cero emisiones.
 - A 2040 los vehículos nuevos de carga de menor capacidad son cero emisiones.
 - A 2045 todos los vehículos nuevos de carga son cero emisiones.
- 7.7 La siguiente tabla muestra un resumen de la composición del parque vehicular resultante según las hipótesis consideradas para ambos escenarios, y se destaca la fila de vehículos utilitarios, que son los que principalmente atienden el transporte de carga liviana.

Tabla 7.1: Escenarios Tendencial y Aspiracional del Parque Vehicular

Tabla 09: Escenarios Tendencial y Aspiracional del Parque Vehicular

SECTOR TRANSPORTE CARRETERO - PARQUE VEHICULAR							
Año	2019	2030		2040		2050	
Categoría	Parque Actual	Tendencial	Aspiracional	Tendencial	Aspiracional	Tendencial	Aspiracional
Autos y SUV	672.660	1,4 % BEV	6 % BEV	13,5 % BEV	50,2 % BEV	49,6 % BEV	81,2 % BEV
Pick Up	159.453	0,7 % BEV	2,4 % BEV	6,2 % BEV	38,2 % BEV	40,9 % BEV	79,1 % BEV
Utilitarios	59.665	4,3 % BEV	17,3 % BEV	29,6 % BEV	67,9 % BEV	72 % BEV	91,5 % BEV
Taxis y Rem	8.511	16 % BEV	16 % BEV	80 % BEV	80 % BEV	100 % BEV	100 % BEV
Buses	5.449	9,4 % BEV	11,2 % BEV/H2	30,5 % BEV	38,3 % BEV/H2	48,2 % BEV	100 % BEV/H2
Carga	54.906	0,3 % BEV	1,2 % BEV/H2	3,8 % BEV	17,6 % BEV/H2	22,7 % BEV	52,1 % BEV/H2

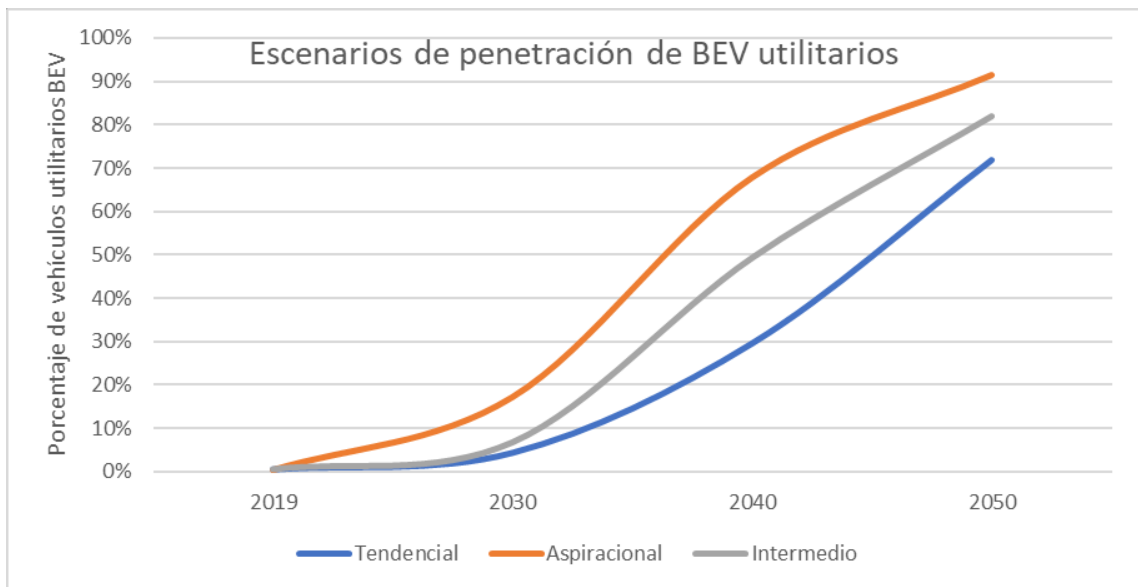
Fuente: Estrategia climática de largo plazo

- 7.8 La segunda contribución determinada a nivel nacional propone como objetivo de mitigación a 2030 no superar las 9.237Gg de emisiones de CO₂, y para ello, en el sector de transporte carretero se asume la siguiente flota de vehículos eléctricos: 900 buses, 600 taxis, remises y de aplicaciones digitales, **5.000 utilitarios** y 20.000 livianos.
- 7.9 Para poder comparar este escenario con lo que se planteó en la ECLP fue necesario hacer una proyección de la cantidad de vehículos utilitarios. Para esto se revisó la información histórica de cantidad de vehículos publicada por el MIEM, y partir de esta información se proyectó que a 2030 se tendrán 74.637 vehículos utilitarios, y por lo tanto, los 5.000 vehículos eléctricos a batería asumidos en la CDN2, representan un 6,7% del total de vehículos utilitarios en el país año 2030.
- 7.10 Para definir los escenarios a usar en este estudio se propone usar los porcentajes de penetración de electromovilidad de vehículos utilitarios de los escenarios tendencial y aspiracional de la ECLP, y construir un escenario intermedio, que para el año 2030 tenga el porcentaje esperado por la CDN2 y para los años 2040 y 2050 y valor intermedio entre el tendencial y el aspiracional. Las siguientes tabla y gráfico muestran la proyección de penetración de vehículos eléctricos en vehículos utilitarios por cada uno de los escenarios definidos.

Tabla 7.2: Definición de escenarios de porcentaje de vehículos eléctricos utilitarios en Uruguay

Año	Tendencial	Aspiracional	Intermedio
2019	0,5%	0,5%	0,5%
2030	4,3%	17,3%	6,7%
2040	29,6%	67,9%	49,3%
2050	72,0%	91,5%	82,0%

Fuente: Elaboración propia en base a la ECLP y la CDN2

Figura 7.2: Escenarios de penetración de BEV utilitarios

Fuente: Elaboración propia en base a la ECLP y la CDN2

Resultados de escenarios para modelo social

Proyección y escenarios

- 7.11 Con los porcentajes ya definidos en los escenarios, se construyó la proyección en el tiempo del porcentaje de vehículos eléctricos disponibles en cada sector encuestado. Para simplificar su aplicación, se consideró el ingreso de los vehículos eléctricos de manera discreta o escalonada en cada uno de los sectores analizados. Además se aplicó de igual manera en todos los sectores, es decir si en el sistema de transporte el 4% de los vehículos son eléctricos, ese mismo 4% se aplicó en cada una de las composiciones tecnológicas de las empresas modeladas.
- 7.12 Con estas definiciones se obtuvieron los siguientes resultados de CO2 equivalente por vehículo en cada uno de los cinco sectores calculados. Estos resultados también se pueden ver en la hoja "Ev.Social Cambio Climático Alt." de la planilla del modelo.

Tabla 7.3: CO2 equivalente emitido por vehículo (ton/año), situación base

Total CO2eq ton/año por vehículo	Año Base	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
8-IBRILAN S.A.	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102
6-Tumayorista.	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102
5-Acodike	0,071	0,071	0,071	0,071	0,071	0,071	0,071	0,071	0,071	0,071	0,071	0,071	0,071	0,071	0,071	0,071	0,071	0,071	0,071	0,071	0,071
1-Rsubierbe	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112
10-Congelados Ártico	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112

Fuente: Elaboración propia

7.13 Para cada uno de los escenarios, se obtuvieron los siguientes valores de emisión anual por vehículo (CO2 equivalente ton/año)

Tabla 7.4: CO2 equivalente emitido por vehículo (ton/año), escenario Tendencial

Total CO2eq ton/año por vehículo	Año Base	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
8-IBRILAN S.A.	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,097	0,097	0,097	0,097	0,097	0,097	0,097	0,097	0,097	0,097	0,072	0,072	0,072
6-Tumayorista.	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,097	0,097	0,097	0,097	0,097	0,097	0,097	0,097	0,097	0,097	0,072	0,072	0,072
5-Acodike	0,071	0,071	0,071	0,071	0,071	0,071	0,071	0,071	0,068	0,068	0,068	0,068	0,068	0,068	0,068	0,068	0,068	0,068	0,050	0,050	0,050
1-Rsubierbe	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,107	0,107	0,107	0,107	0,107	0,107	0,107	0,107	0,107	0,107	0,079	0,079	0,079
10-Congelados Ártico	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,107	0,107	0,107	0,107	0,107	0,107	0,107	0,107	0,107	0,107	0,079	0,079	0,079

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7.5: CO2 equivalente emitido por vehículo (ton/año), escenario aspiracional

Total CO2eq ton/año por vehículo	Año Base	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
8-IBRILAN S.A.	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,084	0,084	0,084	0,084	0,084	0,084	0,084	0,084	0,084	0,084	0,033	0,033	0,033
6-Tumayorista.	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,084	0,084	0,084	0,084	0,084	0,084	0,084	0,084	0,084	0,084	0,033	0,033	0,033
5-Acodike	0,071	0,071	0,071	0,071	0,071	0,071	0,071	0,071	0,059	0,059	0,059	0,059	0,059	0,059	0,059	0,059	0,059	0,059	0,023	0,023	0,023
1-Rsubierbe	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,093	0,093	0,093	0,093	0,093	0,093	0,093	0,093	0,093	0,093	0,036	0,036	0,036
10-Congelados Ártico	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,093	0,093	0,093	0,093	0,093	0,093	0,093	0,093	0,093	0,093	0,036	0,036	0,036

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7.6: CO2 equivalente emitido por vehículo (ton/año), escenario intermedio

Total CO2eq ton/año por vehículo	Año Base	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
8-IBRILAN S.A.	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,095	0,095	0,095	0,095	0,095	0,095	0,095	0,095	0,095	0,095	0,052	0,052	0,052
6-Tumayorista.	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,095	0,095	0,095	0,095	0,095	0,095	0,095	0,095	0,095	0,095	0,052	0,052	0,052
5-Acodike	0,071	0,071	0,071	0,071	0,071	0,071	0,071	0,071	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066	0,036	0,036	0,036
1-Rsubierbe	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104	0,057	0,057	0,057
10-Congelados Ártico	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,112	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104	0,057	0,057	0,057

Fuente: Elaboración propia

Cuantificación

- 7.14 Con los valores de emisión recientemente calculados, es posible determinar el **costo evitado** al aplicar cualquier de estos escenarios con respecto a la situación base. Para ello se realizó una revisión de la valorización utilizada en la presentación de resultados del informe “Externalidades y movilidad sostenible implicancias para Uruguay” (MOVÉS, 2022a). En este documento se presentan los siguientes valores de referencia:
- Factor de ajuste: 0,53. Este factor hace referencia a un escalar que permita ajustar la metodología externa a la realidad del Uruguay, este factor está incluido en las estimaciones de impacto en el corto y mediano plazo.
 - Estimación de impacto en corto y mediano plazo (2022-2040)
 - Bajo: 31,5 USD/ tCO₂
 - Medio: 52,6 USD/ tCO₂
 - Alto: 99,4 USD/ tCO₂
- 7.15 Si bien el factor anterior se define hasta el 2040, en este ejercicio hipotético se decidió extender su aplicación hasta el año 2042 dado que los factores disponibles como referencia para largo plazo (2041-2060) parecían ser demasiado altos.
- 7.16 Para realizar una comparación entre cada uno de los escenarios en contra de la situación base, se estimó el indicador valor presente neto (VPN) considerando una tasa de descuento de un 6%. De esta manera, estimando un impacto medio para cada escenario se obtienen los siguientes resultados.

Tabla 7.7: Comparación VPN por escenario

Daño evitado en USD por vehículo	VPN		
	Tendencial	Aspiracional	Intermedio
8-IBRILAN S.A.	1,3	4,1	2,2
6-Tumayorista.	1,3	4,1	2,2
5-Acodike	0,9	2,8	1,5
1-Rsubierbe	1,5	4,5	2,4
10-Congelados Ártico	1,5	4,5	2,4

Fuente: Elaboración propia

- 7.17 Al observar los valores de la tabla se aprecia que en los tres escenarios evaluados las empresas Rsubierbe y Congelados Ártico, presentan los mejores niveles de rentabilidad. Dado este resultado, se optó por efectuar un ejercicio de sensibilidad para determinar las variables que más impactan en la determinación de este resultado.
- 7.18 De esta manera se realizaron variaciones en la composición tecnológica de vehículos Diesel, Petróleo y vehículos kilómetro recorridos para cada móvil. Al revisar los resultados se obtuvo como conclusión que el mayor impacto corresponde a las variables kilómetros recorridos con variaciones de casi un 100% ante mayores distancias recorridas por vehículos mientras que los cambios en la composición tecnológica (número de vehículos diésel/petrolero o euro 5/euro 6) las variaciones son en torno a un 10%. Esto se debe principalmente que los factores de emisión para este tipo de vehículos son muy similares entre sí.

Otras externalidades para considerar

- 7.19 Si bien en este caso en particular se estimó la evaluación social mediante la emisión de GEI, existen otras externalidades asociadas al transporte, y en específico a la electromovilidad, que no necesariamente son cuantificables en un estudio de características más agregadas como este. A continuación se detallan estas externalidades y además se agregan referencias a casos donde han sido cuantificadas para orientar el sentido del impacto que generan.

Reducción de contaminantes locales

- 7.20 Además de los efectos de los GEI, es posible cuantificar las emisiones de gases contaminantes locales para los vehículos de combustión interna, tales como Material Particulado 10 (PM10), Material Particulado 2.5 (PM2.5), Óxido de Azufre (SO₂), Óxido Nitroso (NO_x), entre otros. Un vehículo eléctrico es CERO EMISIÓN, es decir, mientras está en movimiento no produce emisiones de gases ni partículas, lo que impacta directamente en mejorar la calidad de aire en las ciudades pues se disminuye la contaminación local. Las emisiones que podrían medirse son insignificantes: sólo pueden medirse algunas partículas procedentes del desgaste de los neumáticos o de los frenos (Jochem et al. 2016).
- 7.21 El resultado de esta cuantificación podría ser positiva en el cálculo de la evaluación, y estos podrían ser valorizados mediante los factores de compensación económicos que tienen una directa relación con la generación de enfermedades respiratorias en la población.
- 7.22 Estudios como el de Arita Ghosh (2020) plantean que al analizar el impacto en la reducción de contaminantes puede ser relevante considerar también las emisiones que se producen en la generación de la energía con la que se cargan los vehículos eléctricos, y el posible efecto que puede generar en la demanda de energía (y por lo tanto en la generación) la programación de la carga de los vehículos. Uruguay ya cuenta con una matriz de generación de energía eléctrica 76 % de fuente renovable para el 2021, en la cual ha ido aumentando rápidamente las fuentes renovables para la capacidad potencia, por lo cual la principal fuente para la generación de energía no es los combustibles fósiles, con la consecuente menor emisión de contaminantes durante el proceso. Además UTE tiene tarifas diferenciadas por tramo horario que incentivan la carga de los vehículos en los periodos de menor demanda de la red eléctrica, de forma que no se sobre cargue el sistema.

Reducción de ruido

- 7.23 El cálculo de este ítem también puede considerarse como una variable positiva en la estimación de las externalidades. Según la ficha de cada vehículo, éste viene definido en su proceso de homologación con un valor de base de ruido que según revisiones de otras experiencias internacionales, como por ejemplo estudios realizados en España “Estudio del nivel de ruido emitido por los vehículos del parque automovilístico valenciano y su relación con la calidad acústica de nuestras ciudades” (Velasco Sánchez, 2014) indica que entre 0,13 a 0,50 decibeles por año se incrementa los niveles de emisión sonora a causa del paso del tiempo del vehículo. Por lo que dada la información recopilada mediante las entrevistas, donde la mayoría considera una flota de 10 años de antigüedad máxima, la aparición de los vehículos eléctricos permite disminuir considerablemente los niveles de ruido.
- 7.24 Otro estudio (Jochem et al. 2016) propone que el efecto de la reducción de ruido depende en gran medida del nivel de ruido de los demás vehículos (es decir, el nivel de ruido de fondo) y de la densidad del tráfico. Como la parte de ruido que corresponde al motor es marginal, si la velocidad del vehículo supera los 40 km/h (25 mph) y el ruido de los neumáticos y de la forma

aerodinámica del vehículo domina, los vehículos eléctricos no difieren de los vehículos de combustión interna en el tráfico habitual, excepto en el tráfico urbano nocturno a baja velocidad. En el horario nocturno el impacto es positivo y notorio.

Accidentabilidad

- 7.25 Muy relacionado con el ítem anterior se encuentra el número de accidentes debido a los vehículos eléctricos. Si bien la reducción de ruido genera una externalidad positiva, esto a su vez se transforma en un mayor peligro para los peatones y ciclistas que no logran identificar la presencia de estos vehículos sufriendo algún tipo de lesión a causa del impacto del móvil.
- 7.26 Otro elemento a considerar corresponde a la ausencia de ruido del motor por lo que inicialmente el conductor no logra asociar el movimiento de pisar el pedal con el grado de aceleración requerido para el vehículo, obteniendo como resultado una aceleración más agresiva a lo deseado provocando accidentes por colisión. Si bien esto se analiza como una variable negativa, tiende a disminuir con el tiempo una vez que el conductor ya posee la experiencia mediante un mayor número de horas de manejo del vehículo eléctrico.
- 7.27 Según la recopilación de información presentada por Jochem et al. (2016) las externalidades de los vehículos eléctricos en las categorías de accidentes y congestión no difieren significativamente de los de los vehículos de combustión interna. Por un lado, algunos autores sostienen que el número de accidentes a baja velocidad (por debajo de 25 km/h) podría aumentar debido a la rodadura silenciosa de los vehículos eléctricos, aunque el problema parece ser marginal. Por otro lado, la velocidad máxima de los vehículos eléctricos podría ser menor (o los conductores evitan la alta velocidad debido a ineficiencias), lo que podría disminuir la gravedad de los accidentes a alta velocidad. Los problemas de seguridad relacionados con los conductores de vehículos eléctricos son comparables a los de los vehículos convencionales. Por lo tanto, los autores defienden la igualdad de los factores en estas externalidades para los vehículos eléctricos y de combustión.

Generación de empleo

- 7.28 Tal como lo propone el documento Movilidad eléctrica: Avances en América Latina y el Caribe 2019, del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), de la oficina para América Latina y el Caribe, la electrificación del transporte supone una oportunidad para la creación de nuevos modelos de negocio en muchas áreas, desde la digitalización hasta la producción de vehículos, pasando por el mantenimiento, la optimización y muchos otros. Esta revolución tecnológica supone la creación de empleos ligados tanto al sector automovilístico como al de la energía y el de las tecnologías de la información; los cuales, unidos, pueden generar sinergias que aceleren la descarbonización de la economía.
- 7.29 Este mismo documento también menciona que se observa un crecimiento en la cantidad de programas de formación y educación asociados a las tecnologías de la movilidad eléctrica, lo que demuestra que tanto la industria como la sociedad comienzan a demostrar interés en estas tecnologías. La demanda de mano de obra formada en estas materias, la innovación, así como la extracción y manufactura de materias primas para implementar esta transición, se encuentran en crecimiento y continuarán creciendo en los próximos años.
- 7.30 Ya algunos países de América Latina como Brasil, Chile, Costa Rica, Ecuador o Perú cuentan con programas educativos y de capacitación, que van desde seminarios a carreras técnicas, de pregrado y posgrado. Esto es una clara evidencia del potencial de generación de empleo que conllevará la adopción de las tecnologías de la movilidad eléctrica (PNUMA, 2020).

- 7.31 El Boletín 388 de Facilitación, comercio y logística en América Latina y el Caribe, de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2021) reflexiona que el cambio tecnológico, además de sustituir el uso de combustibles fósiles, genera también nuevas oportunidades de crecimiento y empleo de calidad, tanto en la fabricación, mantenimiento y transformación de estos equipos a los nuevos estándares, lo cual puede resultar crucial en la fase de recuperación económica y reconstrucción del tejido social tras la pandemia.
- 7.32 Ambas publicaciones apuntan a que la calidad del empleo que se genere con el cambio tecnológico puede ser mejor que el actual empleo en el sector transporte y automotriz. Inicialmente se necesitará la contratación de fuerza de trabajo especializada en temas de carga eléctrica, reparación y mantención de equipos y vehículos. Esta fuerza de trabajo en estos años se mantiene en bajas cifras, pero una vez que se incremente el parque vehicular será necesario contar con el personal adecuado con estudios y experiencia requeridos. Por esta razón se considera una externalidad positiva
- 7.33 Ahora al revisar el cambio en el mercado laboral debido la desaparición de los vehículos a combustión, se prevé un efecto negativo dado que la cantidad de negocios asociados a este rubro (talleres mecánicos, venta de repuestos, gasolineras, entre otros) desaparecerán.
- 7.34 El efecto a largo plazo en número se puede compensar y el resultado final será un impacto nulo.
- 7.35 Una oportunidad adicional que se ve en la formación y capacitación que esta nueva fuerza laboral requiere, es la posibilidad de orientar oportunidades de capacitación directamente a segmentos de la población que hoy día tienen una muy baja participación de este mercado laboral, como puede ser el caso de las mujeres. Si se aprovechan estas oportunidades el impacto finalmente puede ser positivo.

Reducción de importaciones de combustibles fósiles

- 7.36 Al revisar la literatura sobre las externalidades positivas del paso a vehículos eléctricos en países que no producen combustibles fósiles, la reducción en la dependencia de este tipo de combustibles aparece como una relevante (Lavee y Parsha, 2021; Jochem et al. 2016).
- 7.37 En general, para los países de LATAM, los combustibles fósiles (crudos o refinados) son importados desde otros países o mercados. Este cambio hacia la a la electromovilidad mejorará los niveles de autosuficiencia energética generando un incentivo a un cambio en la matriz energética dada la cantidad de energía eléctrica que se debe generar. Si bien en el Uruguay las energías renovables componen cerca del 57% del total de la matriz energética (MIEM, 2022a) durante los últimos meses la compra de combustibles fósiles ha ido en aumento. Por esta razón, el ingreso de la electromovilidad apoyaría aún más el cambio hacia energías más limpias hacia el largo plazo en el país, de acorde al incremento en el mercado por parte de los vehículos eléctricos.
- 7.38 La reducción de la dependencia del petróleo se podría calcular en función del número de vehículos eléctricos a lo largo de los años, la media anual de kilómetros recorridos (ponderada por la antigüedad del vehículo), la eficiencia energética del vehículo y el valor social estimado del costo de la dependencia del petróleo (Lavee y Parsha, 2021).

Mayor comodidad o confort para los usuarios

- 7.39 En esta variable, posee una correlación con el alto estándar de los vehículos eléctricos con respecto al equipamiento del vehículo. Además permite mejorar los niveles de comodidad

para el conductor y pasajeros del vehículo y por ende producir de manera indirecta un incremento en el número de mujeres que pueden ingresar al mundo laboral de la distribución de elementos.

- 7.40 Según la experiencia compartida en las entrevistas realizadas a empresas que cuentan con vehículos eléctricos en su operación, los conductores prefieren usar los vehículos eléctricos, y cambian su comportamiento (mayor cuidado del vehículo) cuando les es asignado uno de estos para su conducción.

Economías de escala y apoyo a la industria nacional

- 7.41 El ingreso de la electromovilidad en el país puede generar una serie de modificaciones positivas en el sistema económico dado que se debe generar todo un sistema de apoyo desde servicios técnicos especializados hasta posible desarrollo en innovación en la construcción de partes del vehículo hasta procesos ensamblaje de modelos importados o incluso en la generación de modelos de fabricación nacional. Esta variable puede considerarse como una externalidad positiva.

Resumen

- 7.42 Una vez analizadas cada una de las variables que se vería afectadas por la entrada y desarrollo de la electromovilidad en el sistema de distribución del Uruguay, se presenta la siguiente tabla resumen con el efecto de cada una de éstas en el sistema.

Tabla 7.8: Resumen impacto externalidades en el sistema ante la entrada de la electromovilidad

Variable	Impacto
GEI	Positivo. Aumenta su impacto a medida que los viajes son más largos
Otros Contaminantes	Positivo. Aumenta su impacto a medida que los viajes son más largos
Reducción del Ruido	Positivo.
Accidentabilidad	Nulo
Generación de Empleo	Nulo (podría ser positivo en caso que se aproveche la formación para que sectores que hoy día tienen una baja participación en estos sectores puedan acceder a empleos)
Reducción de importaciones	Positiva
Mayor comodidad	Positiva
Economías de escala y apoyo a la industria	Positiva

Fuente: Elaboración propia

Impacto de sustitución de la flota completa del país

- 7.43 A partir de la información recopilada en las entrevistas, más la información del parque vehicular en Uruguay, se construyó la información de una empresa que representa el total de vehículos utilitarios en el país. Los supuestos usados fueron:

- Tamaño flota: 65036 (proyección de la flota al 2023, basada en la información del parque del MIEM)
- Kilómetros recorridos diarios: 110 (moda de kilómetros recorridos informada en las entrevistas)
- Rendimiento (km/lts): 8 (moda de rendimiento informada en las entrevistas)

- 7.44 Con estos supuestos y los escenarios definidos se puede estimar que el consumo de CO₂ equivalente para el total de la flota de utilitarios es de 7.276 ton/año. Los siguientes son los valores evitados en los años donde se producen los cambios de composición de flota.

Tabla 7.9: Disminución de emisiones de CO₂ equivalente(ton/año) por sustitución de la flota completa del país, según escenario

Escenario	2030	2040
Tendencial	313	2.154
Aspiracional	1.259	4.940
Intermedio	487	3.590

Fuente: Elaboración propia

- 7.45 Considerando que el total de emisiones de CO₂ provenientes de la quema de combustibles fósiles del transporte individual y/o colectivo por medios aéreos / terrestres / fluviales el 2021 en Uruguay fue de 3.886 Gg (BEN, MIEM), las disminuciones de emisiones que se muestran anteriormente representan entre un 0,008% y un 0,127% de estas emisiones en el país.

- 7.46 Se hizo la estimación de costo evitado anual, y la siguiente es la corriente de flujo de costo evitado, y en valor presente neto (VPN) para cada uno de los escenarios.

Tabla 7.10: Costos evitado en USD, según impacto medio, por sustitución de la flota completa del país, por escenario

Año	Tendencial	Aspiracional	Intermedio
2023	0	0	0
2024	0	0	0
2025	0	0	0
2026	0	0	0
2027	0	0	0
2028	0	0	0
2029	0	0	0
2030	16.457	66.211	25.639
2031	16.457	66.211	25.639
2032	16.457	66.211	25.639
2033	16.457	66.211	25.639
2034	16.457	66.211	25.639
2035	16.457	66.211	25.639
2036	16.457	66.211	25.639
2037	16.457	66.211	25.639
2038	16.457	66.211	25.639
2039	16.457	66.211	25.639
2040	113.285	259.868	188.821
2041	113.285	259.868	188.821
2042	113.285	259.868	188.821
VPN	182.084	549.108	295.222

Fuente: Elaboración propia

Resultados de escenario para modelo de costos privados

- 7.47 En esta sección se revisará un caso de uso del modelo de costos privados.

7.48 Se agregaron a la planilla 5 categorías de requerimientos, basadas en las entrevistas llevadas a cabo como parte de este proyecto.

Figura 7.3: Definición de requerimientos

categoría	descripción	cantidad_vehiculos	capacidad_carga_promedio_ton	recorrido_diario_km	factor_anualización	UYU	
						costo_electricidad_uy	
1	Tumayorista. (Ecommerce de venta de	3	1,5	100	305		2,49
2	Acodike (soluciones energéticas)	20	3,5	70	305		2,49
3	IBRILAN S.A. (Productos Porcinos)	3	3,5	100	305		2,49
4	Congelados Artico	13	4,0	110	305		2,49
5	Rsubierbe (combustibles)	2	5,0	110	305		2,49
6							
7							
8							
9							
10							

Fuente: Steer (2023)

7.49 Para comparar cómo se podrían cumplir los requerimientos con distintos vehículos, se definieron dos flotas, una flota de vehículos convencionales y otra flota de vehículos eléctricos, las cuales se detallan en la Figura 7.4 y la Figura 7.5.

Figura 7.4: Flota 1 – vehículos convencionales

categoría	descripción	hoja_referencia	existe	marca_modelo	tipo_motor	cantidad_vehiculos	capacidad_carga_t
1	Tumayorista. (Ecommerce de venta de	CTP_Flota1_Categoría_1	1	JMC_N520_Touring_Cargo_Box	Combustión	3	1,5
2	Acodike (soluciones energéticas)	CTP_Flota1_Categoría_2	1	JMC_N720_Cabina_Simple_Medium	Combustión	20	3,42
3	IBRILAN S.A. (Productos Porcinos)	CTP_Flota1_Categoría_3	1	JMC_N720_Cabina_Simple_Medium	Combustión	3	3,42
4	Congelados Artico	CTP_Flota1_Categoría_4	1	JMC_N800_3360	Combustión	13	3,83
5	Rsubierbe (combustibles)	CTP_Flota1_Categoría_5	1	JMC_N800_3815	Combustión	2	4,76

Fuente: Steer (2023)

Figura 7.5: Flota 2 – vehículos eléctricos

categoría	descripción	hoja_referencia	existe	marca_modelo	tipo_motor	cantidad_vehiculos	capacidad_carga_t
1	Tumayorista. (Ecommerce de venta de	CTP_Flota2_Categoría_1	1	Farizon_E200S	Eléctrico	3	1,92
2	Acodike (soluciones energéticas)	CTP_Flota2_Categoría_2	1	Farizon_E200M	Eléctrico	18	3,43
3	IBRILAN S.A. (Productos Porcinos)	CTP_Flota2_Categoría_3	1	Farizon_E200M	Eléctrico	3	3,43
4	Congelados Artico	CTP_Flota2_Categoría_4	1	Farizon_E200M	Eléctrico	15	3,43
5	Rsubierbe (combustibles)	CTP_Flota2_Categoría_5	1	Farizon_E200X	Eléctrico	2	5,6

Fuente: Steer (2023)

7.50 Las dos flotas cumplen bien los requerimientos de movimiento de carga.

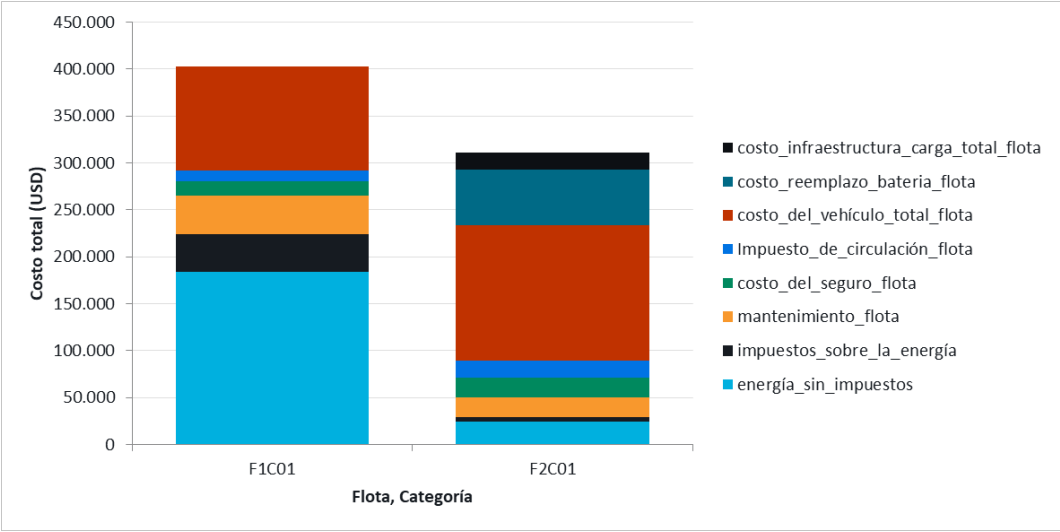
Figura 7.6: Resumen de demanda versus oferta

categoría	existe	Demanda		Flota_1		Flota_2		Flota_1		Flota_2		Flota_1		Flota_2	
		tonelada_km_anuales	tipo_motor1	tipo_motor2	cantidad_veh	cantidad_veh	capacidad_ca	capacidad_ca	tonelada_km_anuales1	tonelada_km_anuales2		tonelada_km_anuales1	tonelada_km_anuales2		
1	1	137.455	Combustión Interna	Eléctrico	3	3	1,5	1,92	137.455	137.455		137.455	137.455		
2	1	1.496.727	Combustión Interna	Eléctrico	20	18	3,42	3,43	1.496.727	1.496.727		1.496.727	1.496.727		
3	1	320.727	Combustión Interna	Eléctrico	3	3	3,42	3,43	320.727	320.727		320.727	320.727		
4	1	1.747.200	Combustión Interna	Eléctrico	13	15	3,83	3,43	1.747.200	1.747.200		1.747.200	1.747.200		
5	1	336.000	Combustión Interna	Eléctrico	2	2	4,76	5,6	336.000	336.000		336.000	336.000		

Fuente: Steer (2023)

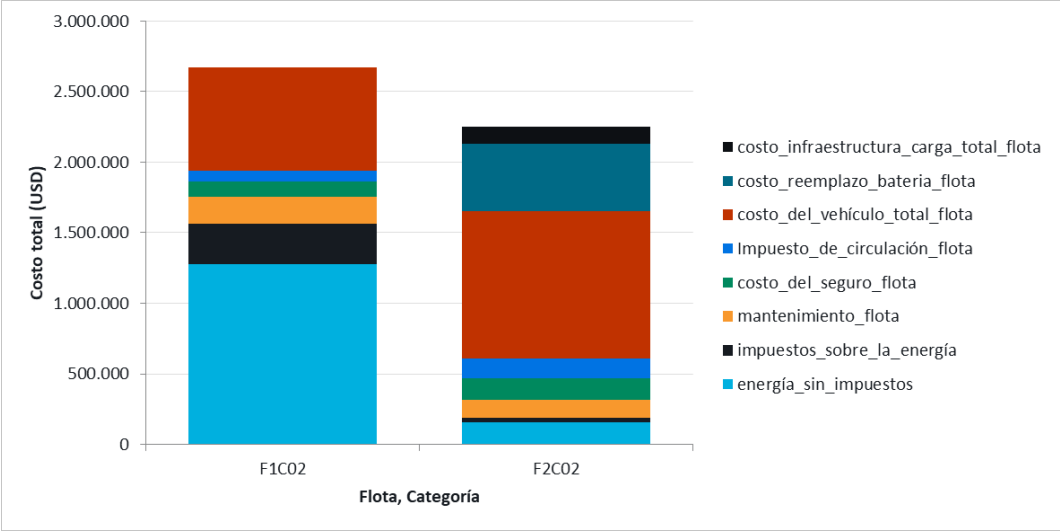
7.51 Las siguiente figuras muestran el detalle la composición del costo total de la propiedad por flota, para cada categoría.

Figura 7.7: Comparación de costos totales (valores presentes netos), categoría 1



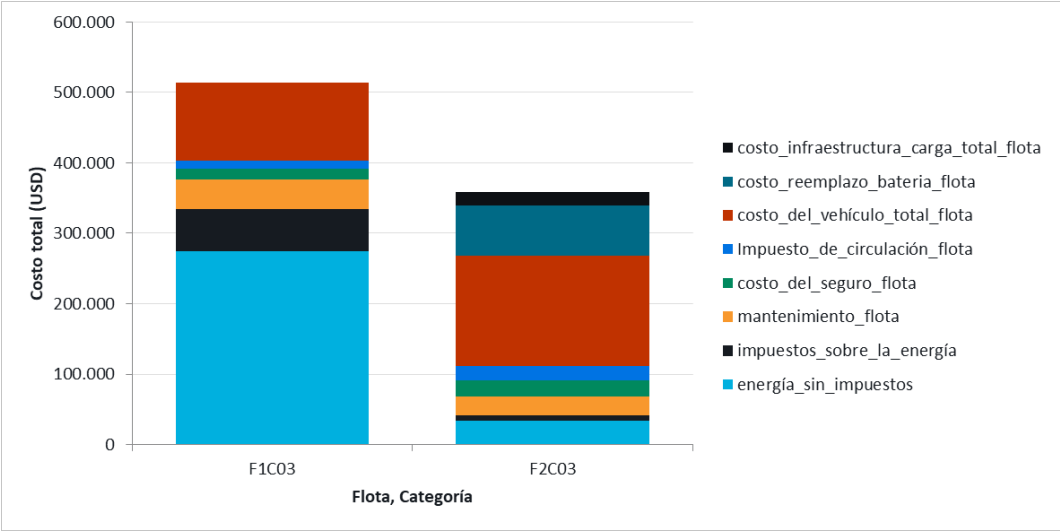
Fuente: Steer (2023)

Figura 7.8: Comparación de costos totales (valores presentes netos), categoría 2



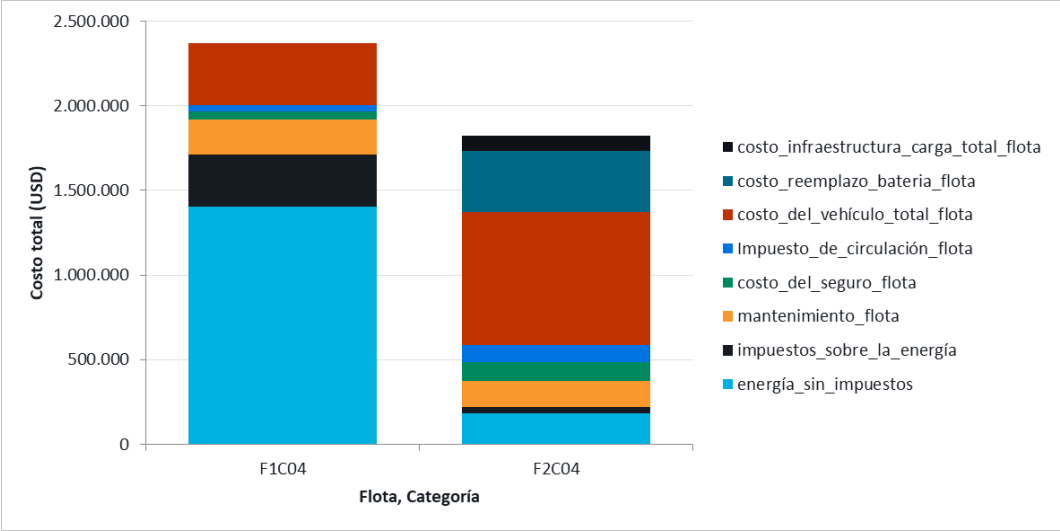
Fuente: Steer (2023)

Figura 7.9: Comparación de costos totales (valores presentes netos), categoría 3



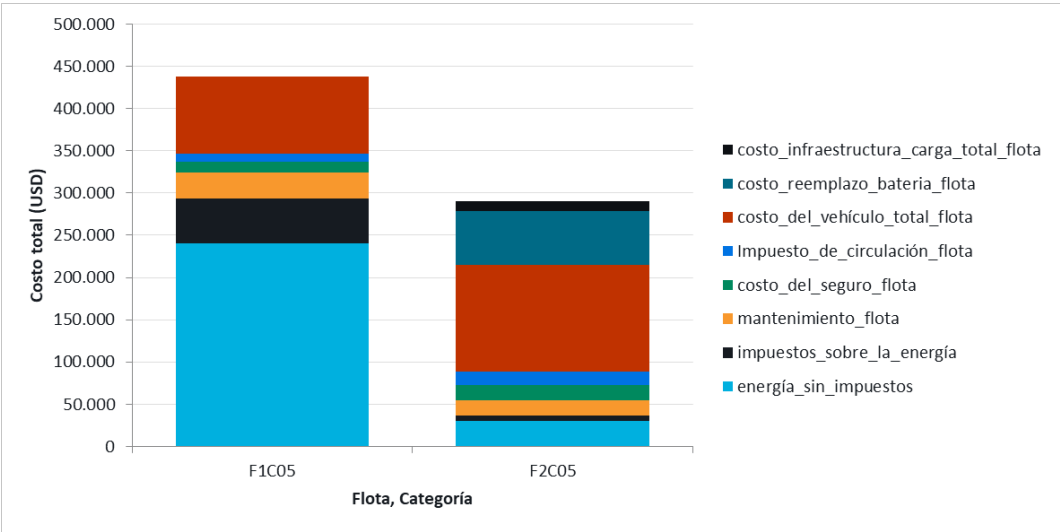
Fuente: Steer (2023)

Figura 7.10: Comparación de costos totales (valores presentes netos), categoría 4



Fuente: Steer (2023)

Figura 7.11: Comparación de costos totales (valores presentes netos), categoría 5



Fuente: Steer (2023)

- 7.52 La distribución de costos por concepto difiere mucho entre los dos tipos de flota, como era esperable. Los elementos de costo más importantes para los vehículos eléctricos son los costos de la compra inicial y del reemplazo de la batería. Como consecuencia, los elementos proporcionales al costo de compra, como son los impuestos y el costo de la patente, también pesan más para los vehículos eléctricos. En cambio, en el caso de los vehículos convencionales, domina el costo del combustible. Debido a esta estructura de costos, mientras más uso se puede sacar de los vehículos eléctricos, más eficiente será la inversión.
- 7.53 El modelo ofrece un resumen de los resultados en términos del costo total de la propiedad por tonelada-km, tal como se ve en la Figura 7.12.

Figura 7.12: Resumen en términos del costo total por tonelada-km

categoría	tonelada_km_a	tipo_motor1	tipo_motor2	costo_total1	costo_total2	costo_por_tkm1	costo_por_tkm2
1	137.455	Combustión	Eléctrico	402.370	310.901	2,93	2,26
2	1.496.727	Combustión	Eléctrico	2.672.620	2.250.365	1,79	1,50
3	320.727	Combustión	Eléctrico	513.751	358.018	1,60	1,12
4	1.747.200	Combustión	Eléctrico	2.368.038	1.820.625	1,36	1,04
5	336.000	Combustión	Eléctrico	437.507	290.665	1,30	0,87

Fuente: Steer (2023)

- 7.54 Se observa que, con los supuestos detallados anteriormente, los vehículos eléctricos ofrecen potenciales ahorros en el costo total de la propiedad en todas las categorías analizadas.

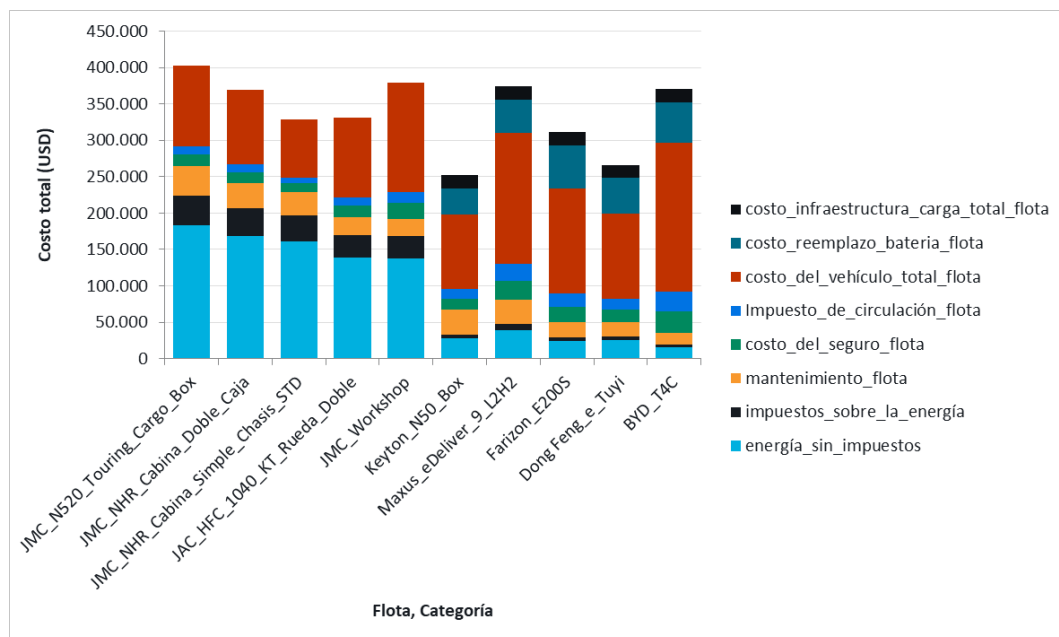
Sensibilidad de elección de modelos de vehículos

- 7.55 Al revisar cuales son las variables más sensibles al estimar el costo total vemos que la elección del modelo de vehículo tiene un impacto muy relevante, ya que vehículos con similares características de carga útil pueden tener rendimientos variados y costos de compra inicial muy diferentes.
- 7.56 Para revisar que no se estuviera haciendo una elección de modelos que fuera sesgada y que estuviera mostrando costos mucho mayores o menores para algunas de las tecnologías, se

hicieron sensibilidades donde se estiman los costos con 10 alternativas de flotas (5 de combustión interna y 5 eléctricas) para una misma categoría de requerimientos.

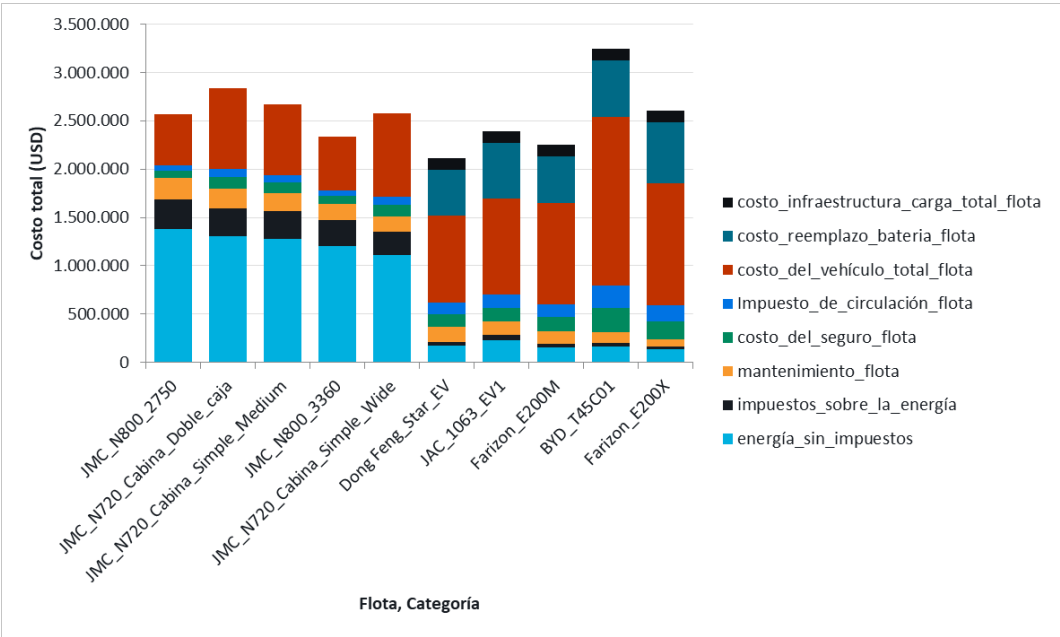
- 7.57 Las siguientes figuras muestran la comparación de flotas para cada una de las categorías de requerimientos, donde las primeras 5 alternativas de flota están compuestas por vehículos de combustión interna, mientras que las últimas 5 se componen de vehículos eléctricos. Los nombres de las categorías en este caso corresponden a las marca y modelo de los vehículos. Se puede ver que si bien para algunas categorías puede haber una alternativa de flota eléctrica que tenga un costo mayor a alguna alternativa de combustión interna, en su mayoría las alternativas eléctricas tienen costos menores a las de las alternativas de combustión interna. Para la categoría 5, sólo 3 vehículos eléctricos cumplen la combinación de necesidades de carga útil y autonomía, así que en ese caso se muestra la comparación sólo con esas 3 marcas y modelos.

Figura 7.13: Comparación de costos totales (valores presentes netos), alternativas de flota para categoría 1 de requerimientos



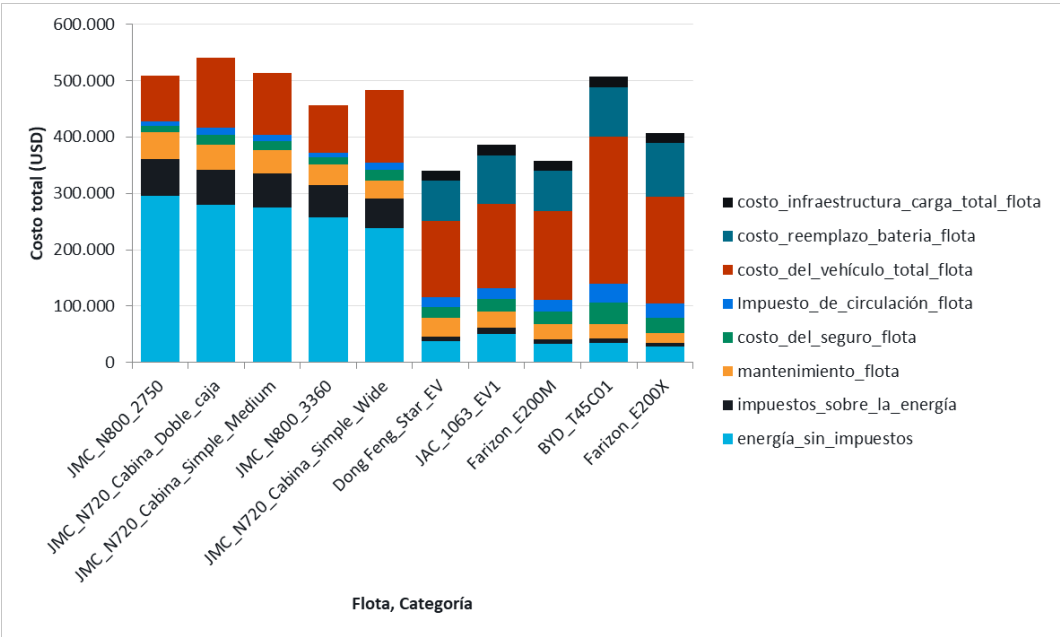
Fuente: Steer (2023)

Figura 7.14: Comparación de costos totales (valores presentes netos), alternativas de flota para categoría 2 de requerimientos



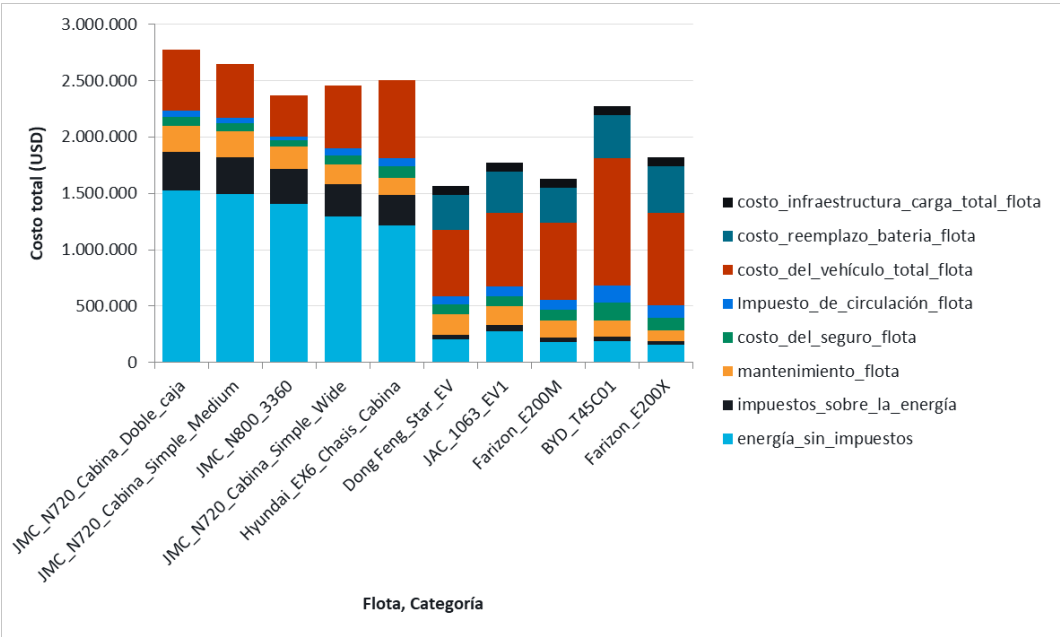
Fuente: Steer (2023)

Figura 7.15: Comparación de costos totales (valores presentes netos), alternativas de flota para categoría 3 de requerimientos



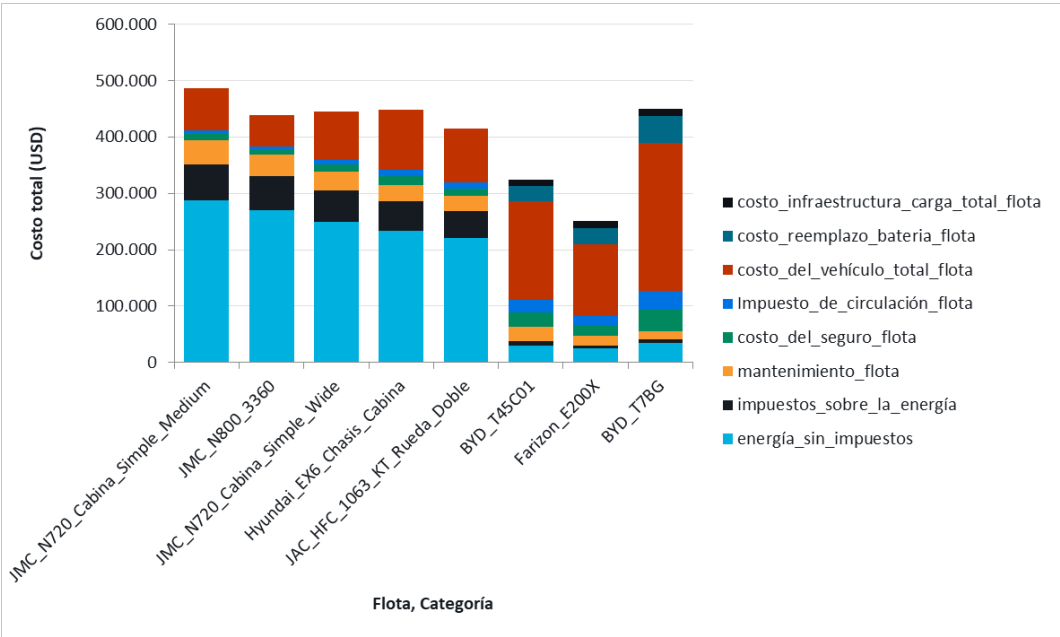
Fuente: Steer (2023)

Figura 7.16: Comparación de costos totales (valores presentes netos), alternativas de flota para categoría 4 de requerimientos



Fuente: Steer (2023)

Figura 7.17: Comparación de costos totales (valores presentes netos), alternativas de flota para categoría 5 de requerimientos



Fuente: Steer (2023)

7.58 Los detalles de los modelos de vehículos elegidos para cada alternativa de flota y todos los parámetros se pueden revisar en las planillas de sensibilidades de modelos de vehículos que se encuentran en los anexos magnéticos.

Sensibilidad a cantidad de kilómetros recorridos

- 7.59 Dado que los costos de combustible son el costo más grande para los vehículos de combustión, y que este costo está directamente relacionado con la distancia recorrida, se hizo una sensibilidad a la cantidad de kilómetros que recorren en promedio los vehículos diariamente.
- 7.60 Como los costos dependen también del tipo de vehículo, para esta sensibilidad se eligieron 2 pares de vehículos, un par de furgones pequeños, de capacidad de carga menos a 0,9 toneladas, y un par de camiones de capacidad de 3,5 toneladas.

Comparación de furgones

- 7.61 La siguiente tabla presenta las principales características de los 2 furgones elegidos para esta sensibilidad.

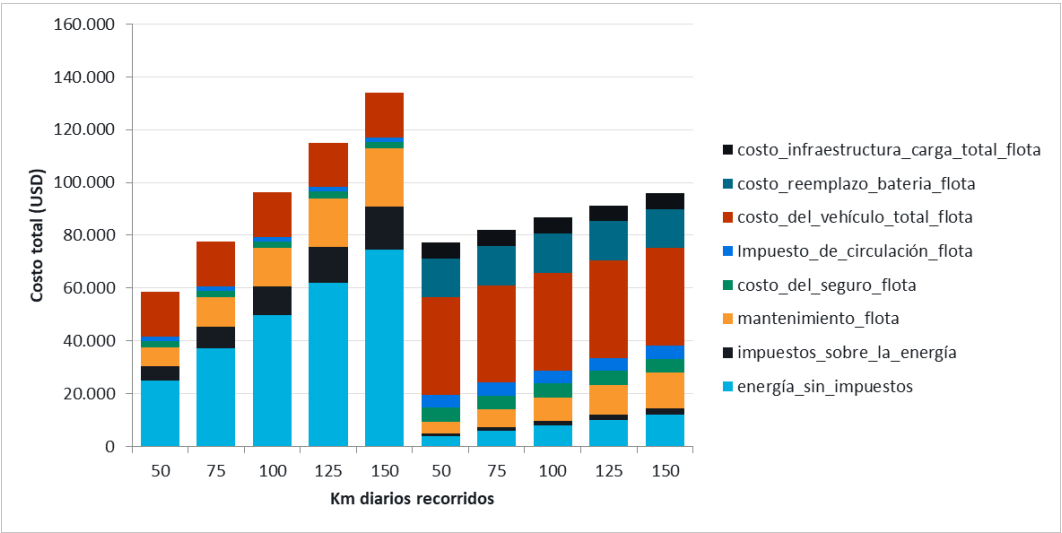
Tabla 7.11:

Marca - modelo	Karry_Q22_Furgón	Maxus_eDeliver_3_SWB
Tipo de motor	Combustión	Eléctrico
Capacidad de carga (toneladas)	0,8	0,865
Vida útil (años)	14	14

Fuente: Steer (2023)

- 7.62 En la siguiente comparación se puede ver que a medida que más kilómetros se recorre mayores son los beneficios económicos del uso de vehículos eléctricos, y particularmente para la comparación entre estos furgones el punto de equilibrio, donde el costo total de propiedad comienza a ser mejor para el furgón eléctrico, está alrededor de 75km. Con recorrido promedio de 150 km el costo total de propiedad en el caso del furgón eléctrico es 28% menor al de combustión.

Figura 7.18: Ejemplo de comparación de costos de 1 vehículo, de capacidad de carga promedio menor a 0,9 ton y 14 años de vida útil



Fuente: Steer (2023)

Comparación de camiones

7.63 La siguiente tabla presenta las principales características de los 2 camiones elegidos para esta sensibilidad.

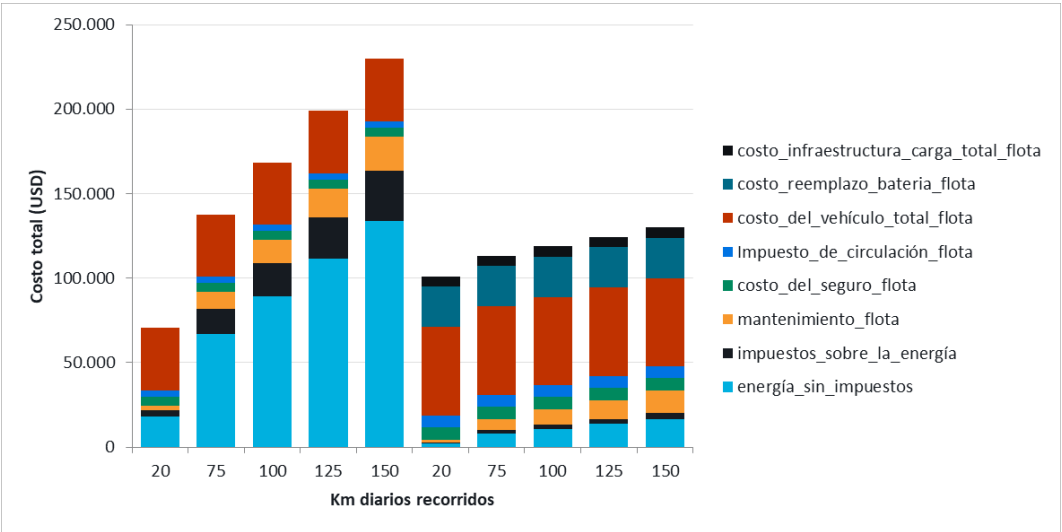
Tabla 7.12:

Marca - modelo	JMC_N720 Cabina_Simple_Medium	Farizon_E200M
Tipo de motor	Combustión	Eléctrico
Capacidad de carga (toneladas)	3,4	3,4
Vida util (años)	14	14

Fuente: Steer (2023)

7.64 En esta comparación para los camiones de 3.4 toneladas el punto de equilibrio, donde el costo total de propiedad comienza a ser mejor para el furgón eléctrico, se da desde los 50km. Con recorrido promedio de 150 km el costo total de propiedad en el caso del camión eléctrico es 43% menor al de combustión.

Figura 7.19: Ejemplo de comparación de costos de 1 vehículo, de capacidad de carga promedio de 3,4 ton y 14 años de vida útil



Fuente: Steer (2023)

Sensibilidad a años de evaluación

7.65 La cantidad de años a los que se evalúa la compra del vehículo es muy relevante para la comparación, dado que el vehículo eléctrico presenta costos más bajos de mantenimiento y operación y esto hace que sea a largo plazo donde se puedan observar los mayores ahorros.

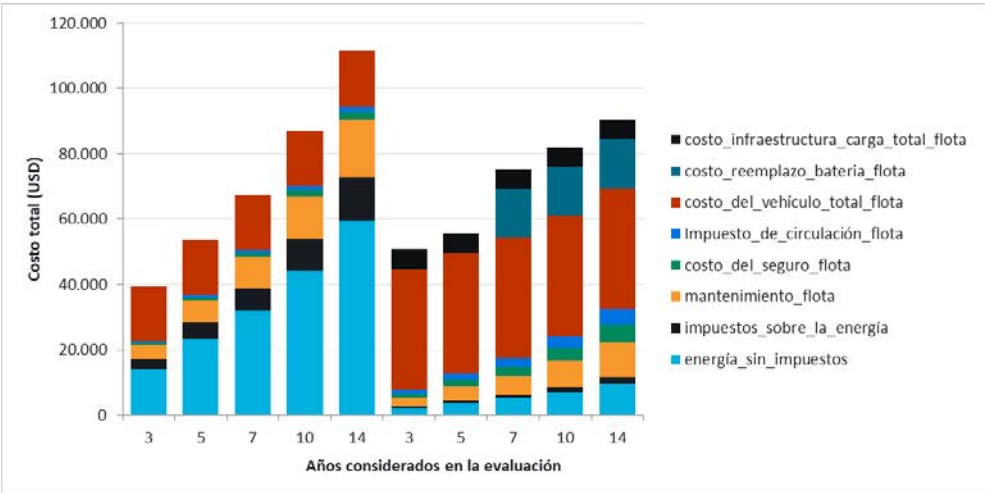
7.66 El mercado de los vehículos eléctricos todavía es muy joven para que se sepa bien cómo será el valor de venta de los vehículos usados, por lo tanto es la siguiente comparación no está incluido el valor de la posible venta del vehículo (para ninguno de los dos vehículos).

7.67 Para esta sensibilidad se usaron los mismos vehículos que para la sensibilidad de cantidad de kilómetros diarios recorridos, fijando la distancia promedio diaria en 120 km.

Comparación de furgones

7.68 En la siguiente comparación se puede ver que en el corto plazo los ahorros de energía en comparación al costo del combustible no alcanzan a compensar los costos y evaluando a 5 años el costo total de propiedad del furgón eléctrico es 4% mayor al de combustión. Con el reemplazo de la batería en el año 7 los costos del eléctrico vuelven a subir, por lo que recién en al año 10 de evaluación el furgón eléctrico presenta un costo total de propiedad menor al de combustión.

Figura 7.20: Ejemplo de comparación de costos de 1 vehículo, de capacidad de carga promedio menor a 0,9 ton y 120 kilómetros recorridos

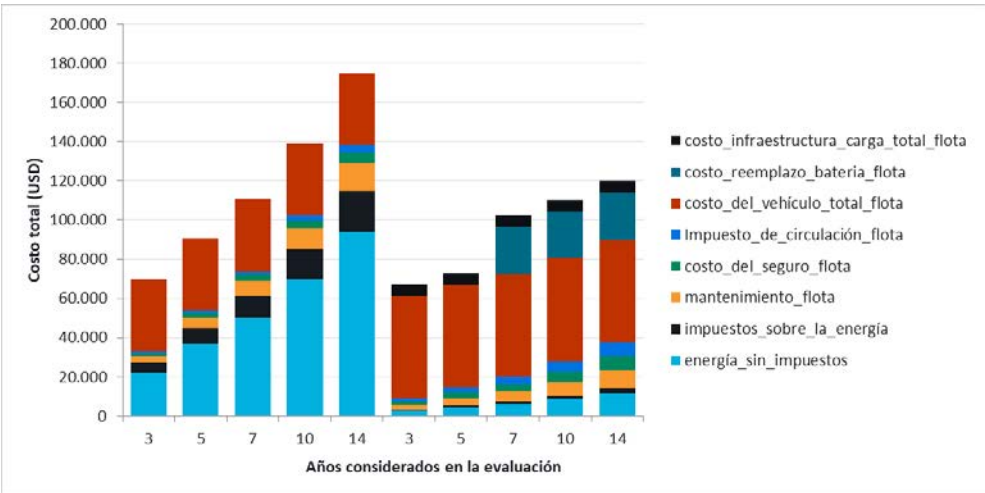


Fuente: Steer (2023)

Comparación de camiones

7.69 En el caso de los camiones de 3.4 toneladas, las diferencias en el costo del vehículo si logran ser compensadas con los ahorros en la operación (costos de energía) aun en la evaluación a sólo 3 años, y en el año 7, cuando se hace el reemplazo de la batería, esta situación se mantiene y mejora con mayor tiempo de evaluación.

Figura 7.21: Ejemplo de comparación de costos de 1 vehículo, de capacidad de carga promedio de 3,4 ton y 120 kilómetros recorridos



Fuente: Steer (2023)

Sustitución parcial de la flota

- 7.70 En el caso de las empresas privadas la sustitución de la flota se da de manera escalonada y no lineal, como se puede pensar que se dé al hacer análisis de costos sociales por sectores, dado que cada empresa hoy día cuenta con una flota y puede hacer el cambio de uno, varios o todos sus vehículos. En el caso de las empresas que hemos estado usando como ejemplo de los sectores, hay una de las empresas que tiene sólo 2 vehículos y otra que tiene 20, por lo tanto al hacer la sustitución de un vehículo, el impacto en el total de la flota es diferente.
- 7.71 La siguiente tabla muestra lo que sería el porcentaje de penetración de vehículos eléctricos en cada una de las flotas de las empresas ejemplo, en caso de sustituir un vehículo de combustión interna por uno eléctrico.

Tabla 7.13: Porcentaje de penetración con sustitución de un vehículo

Categoría	Cantidad de vehículos	% de penetración con sustitución de 1 vehículo
Tumayorista. (Ecommerce de venta de alimentos por mayor y menor)	3	33%
Acodike (soluciones energéticas)	20	5%
IBRILAN S.A. (Productos Porcinos)	3	33%
Congelados Artico	13	8%
Rsubierbe (combustibles)	2	50%

Fuente: Steer (2023)

- 7.72 Dado lo discreto de la sustitución parcial de flota desde la perspectiva privada, no es posible replicar los porcentajes de sustitución de flota presentados para la evaluación social. Adicionalmente para el privado la decisión de compra o sustitución se realiza en general de manera unitaria, comparando entre alternativas, por lo tanto una comparación de sustitución de 1 vehículo o de la flota completa es más útil y atingente, que el componer cambio de flota mixto.
- 7.73 El modelo construido para la evaluación de costos privados no incluye posibles economías de escala, tales como negociación de precio de los vehículos por un volumen mayor, negociación de construcción de infraestructura de carga y cambios en las tarifas de energía en el caso que la empresa cambie de tramo de demanda.

Comparación Modelo Universidad de Montevideo

- 7.74 Se realizó una comparación entre el Modelo de Evaluación de Costos Privados y un modelo de costos desarrollado por la Universidad de Montevideo como parte del proyecto “Transporte eléctrico de carga: Análisis de los desafíos para su introducción en Uruguay” el que fue financiado por la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII).
- 7.75 El objetivo del proyecto de la Universidad de Montevideo fue “*evaluar los principales desafíos, facilitadores y oportunidades que la introducción del vehículo eléctrico de carga puede tener para el transporte de carga del Uruguay, analizando en sus distintos segmentos de carga, sectores de actividad y tipos de operación*”. Como parte de las tareas desarrolladas en el proyecto se construyó una herramienta de cálculo de costo total de propiedad que permite realizar comparaciones entre vehículos eléctricos, vehículos que utilizan hidrogeno como combustible y vehículos convencionales.

7.76 La herramienta evaluar y comparar los costos de todo el ciclo de vida de camiones convencionales, eléctricos y a hidrogeno ya que incluye costos de adquisición, operación y de fin de ciclo de vida.

7.77 La herramienta está compuesta de 3 módulos:

- El primero permite ingresar los datos de los camiones que van a ser sujeto de la comparación.

Figura 7.22: Ejemplo modulo "Datos" de Calculadora TCO de la Universidad de Montevideo

Camión	Operación	Economía
Peso bruto * 6.495 ton	Tarifa UTE * MC1	Costo seguro \$/año
Tara * 2.8 ton	Potencia contratada * 100 kW	☒ No disponible
Batería * 99 kWh ☐ No disponible	Horario carga * Valle	Precio camión * 87000 USD
Modelo disponible en Uruguay BYD T45C01	Horas de carga necesarias * 1.2 horas	☐ No disponible ☐ Descuento COMAP

Fuente: <https://www2.um.edu.uy/camiones-tco/calculadora>

- El segundo módulo muestra los supuestos utilizados para los cálculos de las comparaciones (precio de combustible, precio de la electricidad, vida útil de los vehículos y sus partes, tasa de descuento, etc.).

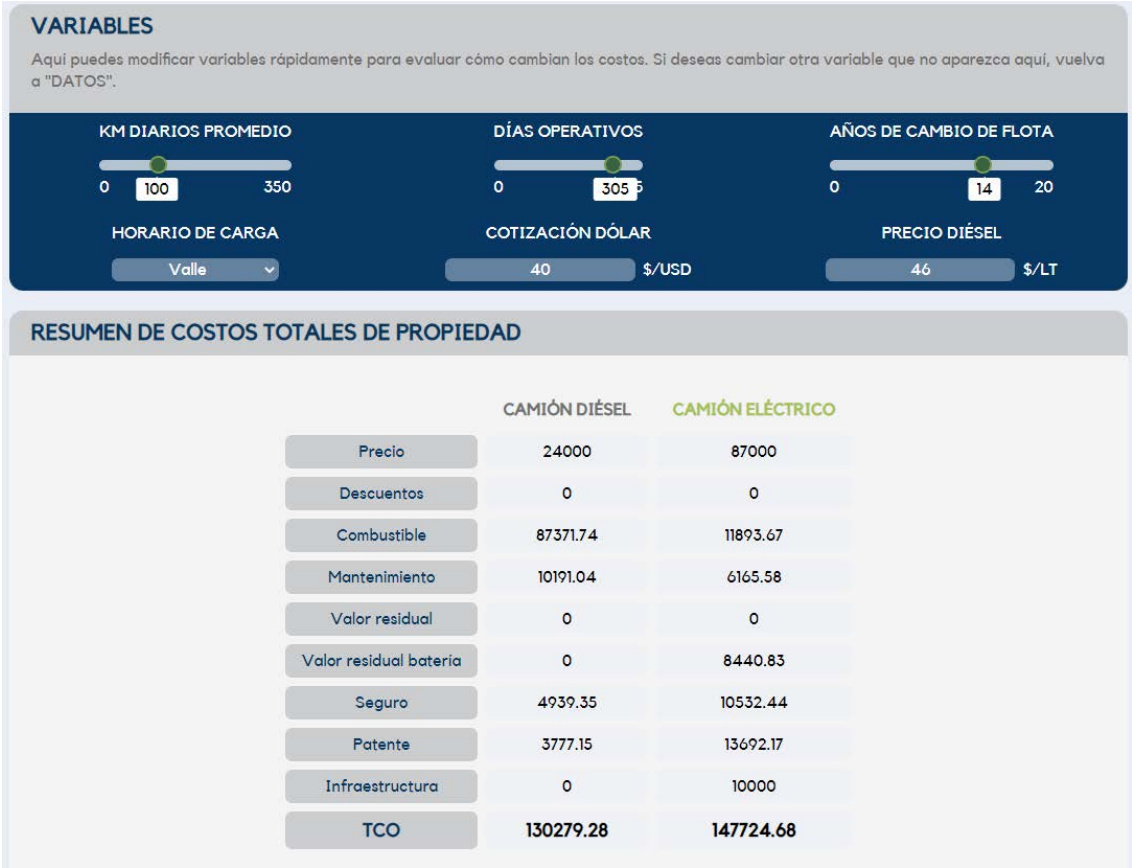
Figura 7.23: Ejemplo modulo “Supuestos” de Calculadora TCO de la Universidad de Montevideo

Inflación	0	%
Gasoil S50	0	%
Electricidad	0	%
Tasa de descuento Coste del capital que determina el valor actual de un pago futuro	2	%
Tasa de mejora del hidrógeno Porcentaje de mejora anual en la tecnología que impacta en los costos	1	%
Vidas útiles de los camiones		
Camión diésel	14	años
Camión eléctrico	14	años
Garantía batería	7	años
Garantía batería	500000	km
Ciclos totales de batería	1500	

Fuente: <https://www2.um.edu.uy/camiones-tco/calculadora>

- El tercer modulo muestra los resultados de la comparación. En este módulo se pueden modificar algunas variables para evaluar como varían los costos.

Figura 7.24: Ejemplo modulo “Resultados” de Calculadora TCO de la Universidad de Montevideo



Fuente: <https://www2.um.edu.uy/camiones-tco/calculadora>

Comparación

- 7.78 Para realizar la comparación se utilizaron los datos de 4 modelos de camiones:
- Dong Feng e-Tuyi
 - Farizon E200M
 - Farizon E200X
 - BYD T45C01
- 7.79 En la siguiente tabla se muestran los datos de los vehículos utilizados para la comparación.

Tabla 7.14: Datos de vehículos utilizados para la comparación

	Dong Feng e-Tuyi	Farizon E200M	Farizon E200X	BYD T45C01
Precio vehículo [USD]	38.805	52.250	63.250	87.000
Peso bruto [ton]	4,5	5,9	9,0	6,5
Tara [ton]	2,5	2,5	3,4	2,8
Capacidad batería [Kwh]	55,7	81,14	106,95	99,0

Fuente: Elaborado por Steer

Para la comparación de los modelos se consideró que:

- Los camiones recorren 100 km diarios en promedio

- Días operativos al año: 305

Los resultados fueron los siguientes.

1. Dong Feng e-Tuyi

	Modelo U. Montevideo		Modelo Steer	
	Costos Totales (VPN USD)	Costos anuales (USD)	Costos Totales (VPN USD)	Costos anuales (USD)
Precio (inversión)	38.805		38.805	
Electricidad	11.894	963	10.114	682
Mantenimiento	6.166	499	6.688	542
Seguro	4.698	380	5.558	450
Patente	6.107	495	5.106	413
Infraestructura	4.000		6.000	
Reemplazo de batería	11.397		16.470	
Total	83.066		88.742	

Fuente: Elaborado por Steer

2. Farizon E200M

	Modelo U. Montevideo		Modelo Steer	
	Costos Totales (VPN USD)	Costos anuales (USD)	Costos Totales (VPN USD)	Costos anuales (USD)
Precio (inversión)	52.250		52.250	
Electricidad	11.894	963	13.638	920
Mantenimiento	6.166	499	9.100	737
Seguro	6.326	512	7.484	606
Patente	8.223	666	6.875	557
Infraestructura	4.000		6.000	
Reemplazo de batería	9.224		23.993	
Total	98.082		119.339	

Fuente: Elaborado por Steer

3. Farizon E200X

	Modelo U. Montevideo		Modelo Steer	
	Costos Totales (VPN USD)	Costos anuales (USD)	Costos Totales (VPN USD)	Costos anuales (USD)
Precio (inversión)	63.250		63.250	
Electricidad	11.894	963	11.656	944
Mantenimiento	6.166	499	5.574	451
Seguro	7.657	620	9.060	734
Patente	9.954	806	8.323	674
Infraestructura	4.000		6.000	
Reemplazo de batería	6.755		31.625	
Total	109.675		135.487	

Fuente: Elaborado por Steer

4. BYD T45C01

	Modelo U. Montevideo		Modelo Steer	
	Costos Totales (VPN USD)	Costos anuales (USD)	Costos Totales (VPN USD)	Costos anuales (USD)
Precio (inversión)	87.000		87.000	
Electricidad	11.894	963	16.278	1.318
Mantenimiento	6.166	499	9.654	782
Seguro	10.532	853	12.462	1.009
Patente	13.692	1.109	11.448	927
Infraestructura	4.000		6.000	
Reemplazo de batería	8.441		29.274	
Total	141.725		172.115	

Fuente: Elaborado por Steer

- 7.80 Como se puede ver los valores resultantes para ambos modelos están dentro del mismo orden de magnitud. De la revisión de las metodologías usadas, las principales diferencias están en el cálculo del consumo de electricidad. Para la herramienta construida por la Universidad de Montevideo la variable relevante para determinar el consumo de energía es la velocidad promedio de conducción y la distancia promedio recorrida, pero no considera la capacidad de carga o peso de los vehículos, por este motivo en la comparación se ve que para los 4 modelos de vehículos considerados el consumo de energía es igual. En el caso del modelo de costos del presente estudio, se usa un modelo de rendimiento de energía que depende de la tara de los camiones, ya que se tiene evidencia que el rendimiento de las baterías disminuye con el aumento de peso del vehículo.
- 7.81 Por la estructura de la planilla del modelo del presente estudio, este permite que en casos donde el usuario no tenga tanta información use muchos de los parámetros propuestos, pero en el caso de usuarios que tengan más información, puedan modificar algunos de los parámetros. Un ejemplo es la tarifa del consumo de energía, que permite incluir directamente el valor que se tenga contratado. Esto hace que el modelo en planilla tenga mayor transparencia, que se pueden revisar todos los cálculos y supuestos, sin cajas negras o cálculos ocultos.
- 7.82 El modelo presentado en este estudio también tiene la flexibilidad de modelar flotas enteras con mezclas de distintos tipos de vehículos y tipos de requerimiento, lo cual puede ayudar a tomar decisiones.
- 7.83 En el caso que no se tenga información específica, el modelo de planilla ya cuenta con la información de varios modelos de vehículos eléctricos y de combustión, lo que facilita su uso, ya que se pueden pre-llenar datos de una variedad de modelos sin tener que llenar casi nada a mano.

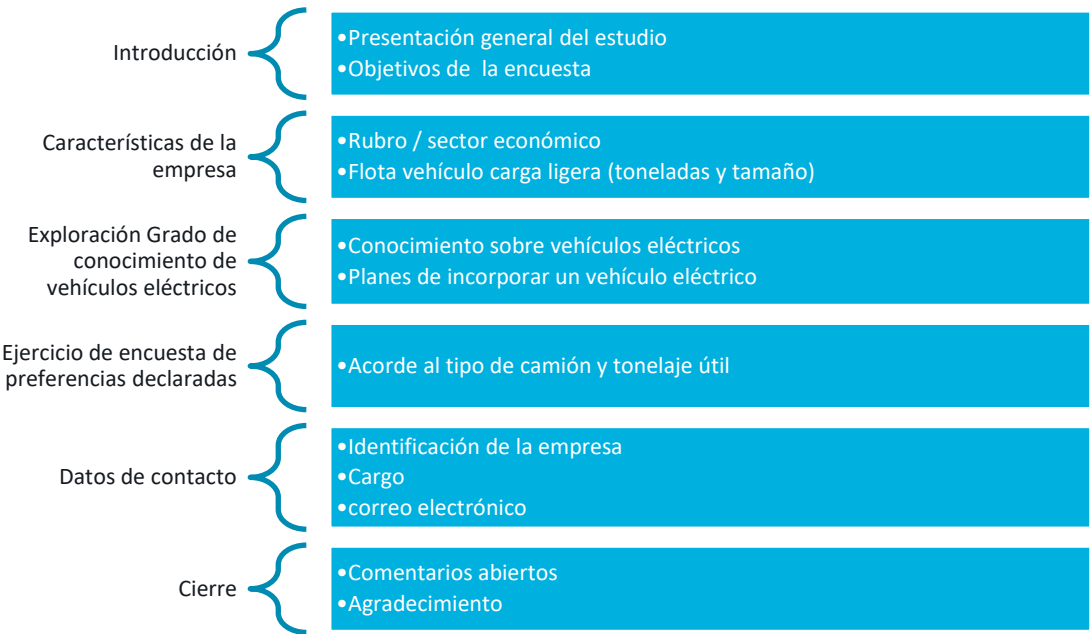
8 Encuesta de preferencias declaradas

- 8.1 Con el objetivo de identificar las principales barreras para el cambio de vehículos de carga liviana desde tecnología diésel a eléctrica, se elaboró una encuesta de preferencias declaradas dirigida a empresas relacionadas principalmente con la distribución de carga de última milla.
- 8.2 Como resultado de la encuesta se obtendrá la valorización y peso relativo de las variables más relevantes en la toma de decisión al momento de comprar un vehículo eléctrico.
- 8.3 Para validar el diseño se realizó una encuesta piloto cuyo resultado permitió realizar ajustes a la encuesta.
- 8.4 A continuación se presenta el diseño de la encuesta y resultados de la prueba piloto.

Diseño de la encuesta

- 8.5 La encuesta está compuesta por secciones. La primera sección corresponde a la introducción, presentando los objetivos de la encuesta y del estudio. La segunda sección contiene preguntas relacionadas con la actividad de la empresa, flota de vehículos de carga liviana y nivel de conocimiento sobre los vehículos eléctricos. En la tercera sección se incluye un ejercicio de preferencias declaradas donde se presenta la elección entre la compra de un vehículo diésel y uno eléctrico. Finalmente se solicita datos de contacto y se agrade.

Figura 8.1: Estructura de la encuesta



Fuente: Elaborado pro Steer

Diseño ejercicio PD

Reseña teórica

- 8.6 Un tipo de modelo de demanda muy utilizado en planificación de transporte corresponde a los modelos logit de elección discreta. Este tipo de modelos predicen la probabilidad con que un individuo escogerá una alternativa, tomando en cuenta las características de las personas y las características propias de las alternativas disponibles.
- 8.7 Con este fin, es necesario construir una función de utilidad que mide la satisfacción asociada a cada combinación alternativa-individuo. Esta función de utilidad se compone de 2 elementos:
- una parte determinística integrada por atributos observables y medibles por el modelador (por ejemplo, tiempo de viaje, costo del pasaje, etc.).
 - una parte aleatoria que incluye todas las cosas que el modelador no puede conocer o medir (por ejemplo, miedo a los aviones).

- 8.8 A continuación se presenta la estructura de la función de utilidad:

$$U_{ni} = V_{ni} + \varepsilon_{ni}$$

- 8.9 Donde V_{ni} es la utilidad determinística o medible asociada al modo i e individuo n y ε_{ni} corresponde al error aleatorio asociada al modo i e individuo n , es decir, todo aquello que el modelador no conoce.

- 8.10 En general, V_{ni} está compuesta por características de la alternativa i y del individuo n . En los modelos estimados para este tipo de proyectos, se suele usar una estructura como la que se describe a continuación:

$$V_{ni} = \theta_i \cdot x_i + \theta_n \cdot x_n$$

- 8.11 En que x_i es el conjunto de características de la alternativa (por ejemplo costo, tiempo de viaje, etc.), x_n es el conjunto de características del individuo (por ejemplo propósito del viaje, ingreso, etc.) y θ_i y θ_n dan cuenta de los efectos de las características de la alternativa y del individuo en la “utilidad” o “satisfacción” percibida.
- 8.12 Los modelos logit simple (MNL) se utilizan para modelar estructuras más bien sencillas, en que todos los errores ε_{ni} provienen de funciones Gumbel idénticamente distribuidas.
- 8.13 La forma general de los modelos logit simple (MNL) es como sigue:

$$P_{ni} = \frac{e^{V_{ni}}}{\sum_{A_j \in A(n)} e^{V_{nj}}}$$

- 8.14 En que P_{ni} es la probabilidad que el individuo n elija la alternativa i desde el set de alternativas $A(n)$ y donde V_{ni} es la utilidad determinística (por ejemplo, satisfacción) de la alternativa i para el individuo n .

Diseño experimental

- 8.15 Para el diseño se seleccionaron 5 variables, las que corresponden a aquellas identificadas como más relevantes en la toma de decisión para cambio de tecnología (ver capítulo 8). Las variables del diseño corresponden a:

- Costo de inversión: compra del vehículo y en caso del vehículo eléctrico, contiene la inversión en infraestructura propia de carga eléctricas.

- Costo de mantenimiento y operación: contiene el costo de la energía, permiso de circulación, seguros y mantenimiento
- Costos de cambio de batería: Aplica al vehículo eléctrico y es un gasto que se realiza durante el año 7.
- Emisión de contaminantes, expresada en kilogramos de CO2 equivalente
- Tiempo de autonomía del vehículo eléctrico, expresada en kilómetro.

- 8.16 Cada una de las variables tiene dos niveles, de tal manera que se utiliza un diseño experimental de 8 tarjetas. Los niveles de las variables corresponden a las diferencias entre alternativas.
- 8.17 Con el objetivo de presentar un ejercicio realista a los encuestados, se generaron 3 versiones del diseño. Cada empresa encuestada se clasifica de acuerdo con la capacidad de carga de la flota más representativa (se le consulta al encuestado).
- D1: Vehículo de carga hasta 2,5 toneladas de capacidad
 - D2: Vehículo de carga entre 2,5 y 5, 0 toneladas de capacidad
 - D3: Vehículo de carga entre 5,0 y 12 toneladas de capacidad
- 8.18 Los valores de las variables fueron determinados a partir del modelo de evaluación de costos privados presentado en el capítulo 6, utilizando como escenario de cálculo un camión que recorre 120 km al día en promedio con capacidad de 1,5 toneladas, 4 y según los diseños 1, 2 y 3.

Figura 8.2: Introducción a la sección del ejercicio PD.

steer
¡Conectate!

A continuación le presentaremos 8 ejercicios de elección, donde deberá elegir entre adquirir un vehículo de carga liviana eléctrico versus uno diésel.

Considere que ambos vehículos tienen una vida útil de 10 años, que recorren en promedio 120 km al día y tienen una capacidad de carga de 4 toneladas

Se presentan en cada opción:

- Costo de inversión inicial (incluye infraestructura de carga en el caso del vehículo eléctrico)
- Costo de operación y mantención durante el total de periodo de 10 años.
- Emisión total de contaminantes de gases de efecto invernadero (GEI), expresada en Kilos de CO2 equivalente, en el periodo de 10 años
- Reemplazo batería vehículo eléctrico, el cual se realiza en el año 7
- Autonomía de la batería del vehículo eléctrico

Considere que el resto de las características y costos son iguales entre ambas opciones

Siguiente

0% 100%

REIF Fondo de Inversión en energías renovables

Ministerio de Industria, Comercio y Turismo

ute

PNUD

Fuente: elaborado por Steer

Los valores de los niveles de cada diseño (diferencias entre alternativa eléctrica y alternativa diésel) se presentan en la siguiente tabla

Tabla 8.1: Deltas entre alternativas por variable y diseño

Variable	Nivel	Diferencia entre alternativa vehículo eléctrico y diésel		
		D1	D2	D3
Inversión inicial (\$USD)	1	20.000	30.000	40.000
	2	30.000	40.000	50.000
Costo en mantenimiento y operación en 10 años (\$USD)	1	-50.000	-60.000	-70.000
	2	-60.000	-70.000	-80.000
Reemplazo de batería vehículo eléctrico (\$USD), que se paga en año 7	1	10.000	10.000	10.000
	2	20.000	20.000	20.000
Emisión de GEI (kg CO2eq) en periodo de 10 años	1	-1.000	-1.000	-1.000
	2	-2.000	-2.000	-2.000
Autonomía vehículo	1	100	100	100
	2	200	200	200

Fuente: elaborado por Steer

8.19 La aplicación del diseño experimental se presenta en la tabla siguiente

Tabla 8.2: Diseños PD

Diseño	Tarjet	Inversión inicial (\$USD)			Mantenimiento y operación (USD por 10 años)			Reemplazo batería (\$USD en año 7)			Emisión GEI (Kg de CO2eq en 10 años)			Autonomía (km)		
		Diésel	Eléctrico	Delta	Diésel	Eléctrico	Delta	Diése	Eléctrico	Delta	Diése	Eléctrico	Delta	Diése	Eléctrico	Delta
Vehículo con capacidad de carga hasta 2,5 ton	1	40.000	60.000	20.000	80.000	30.000	-50.000	0	10.000	10.000	1.000	0	-1.000	0	100	100
	2	40.000	60.000	20.000	80.000	30.000	-50.000	0	10.000	10.000	2.000	0	-2.000	0	200	200
	3	40.000	60.000	20.000	80.000	20.000	-60.000	0	20.000	20.000	1.000	0	-1.000	0	200	200
	4	40.000	60.000	20.000	80.000	20.000	-60.000	0	20.000	20.000	2.000	0	-2.000	0	100	100
	5	40.000	70.000	30.000	80.000	30.000	-50.000	0	20.000	20.000	1.000	0	-1.000	0	200	200
	6	40.000	70.000	30.000	80.000	30.000	-50.000	0	20.000	20.000	2.000	0	-2.000	0	100	100
	7	40.000	70.000	30.000	80.000	20.000	-60.000	0	10.000	10.000	1.000	0	-1.000	0	100	100
	8	40.000	70.000	30.000	80.000	20.000	-60.000	0	10.000	10.000	2.000	0	-2.000	0	200	200
Vehículo con capacidad de carga entre:2,5 a 5 toneladas	1	40.000	60.000	20.000	80.000	30.000	-50.000	0	10.000	10.000	1.000	0	-1.000	0	100	100
	2	40.000	60.000	20.000	80.000	30.000	-50.000	0	10.000	10.000	2.000	0	-2.000	0	200	200
	3	40.000	60.000	20.000	80.000	20.000	-60.000	0	20.000	20.000	1.000	0	-1.000	0	200	200
	4	40.000	60.000	20.000	80.000	20.000	-60.000	0	20.000	20.000	2.000	0	-2.000	0	100	100
	5	40.000	70.000	30.000	80.000	30.000	-50.000	0	20.000	20.000	1.000	0	-1.000	0	200	200
	6	40.000	70.000	30.000	80.000	30.000	-50.000	0	20.000	20.000	2.000	0	-2.000	0	100	100
	7	40.000	70.000	30.000	80.000	20.000	-60.000	0	10.000	10.000	1.000	0	-1.000	0	100	100

Diseño	Tarjet	Inversión inicial (\$USD)			Mantenimiento y operación (USD por 10 años)			Reemplazo batería (\$USD en año 7)			Emisión GEI (Kg de CO2eq en 10 años)			Autonomía (km)		
		Diésel	Eléctrico	Delta	Diésel	Eléctrico	Delta	Diése	Eléctrico	Delta	Diése	Eléctrico	Delta	Diése	Eléctrico	Delta
	8	40.000	70.000	30.000	80.000	20.000	-60.000	0	10.000	10.000	2.000	0	-2.000	0	200	200
Vehículo con capacidad de carga entre 5 y 12 toneladas	1	40.000	60.000	20.000	80.000	30.000	-50.000	0	10.000	10.000	1.000	0	-1.000	0	100	100
	2	40.000	60.000	20.000	80.000	30.000	-50.000	0	10.000	10.000	2.000	0	-2.000	0	200	200
	3	40.000	60.000	20.000	80.000	20.000	-60.000	0	20.000	20.000	1.000	0	-1.000	0	200	200
	4	40.000	60.000	20.000	80.000	20.000	-60.000	0	20.000	20.000	2.000	0	-2.000	0	100	100
	5	40.000	70.000	30.000	80.000	30.000	-50.000	0	20.000	20.000	1.000	0	-1.000	0	200	200
	6	40.000	70.000	30.000	80.000	30.000	-50.000	0	20.000	20.000	2.000	0	-2.000	0	100	100
	7	40.000	70.000	30.000	80.000	20.000	-60.000	0	10.000	10.000	1.000	0	-1.000	0	100	100
	8	40.000	70.000	30.000	80.000	20.000	-60.000	0	10.000	10.000	2.000	0	-2.000	0	200	200

Fuente: Elaborado por Steer

A continuación un figura de ejemplo del ejercicio PD

Figura 8.3: Ejemplo tarjeta 1 Diseño vehículo de 2,5 a 5 toneladas de capacidad

steer ¡Conectate!

Ejercicio 1 de 8

Si éstas fueran sus dos únicas alternativas para comprar un vehículo de carga liviana . ¿Cuál elegiría?

Camión Diesel	Camión Eléctrico
Inversión inicial: 50.000 \$USD	Inversión inicial: 80.000 \$USD
Mantenimiento y operación: 110.000 \$USD en 10 años (917 \$USD al mes)	Mantenimiento y operación: 50.000 \$USD en 10 años (417 \$USD al mes)
Emisión de contaminantes (GEI): 1.000 kilos de CO2eq en 10 años	Emisión de contaminantes (GEI): 0 en 10 años
	Reemplazo batería: 10.000 \$USD solo en el año 7
	Autonomía de batería: 100 KM
Selección	Selección

0% 100%

Fuente: elaborado por Steer

8.20 En Anexo B se presenta el formulario completo de la encuesta

Levantamiento

8.21 Para el levantamiento se programó la encuesta en un sitio web www.cargaliviana.com.uy. Se utilizó una invitación digital para enviar a una base de datos de empresas de distintos sectores.

8.22 La figura siguiente presenta la invitación digital.

Figura 8.4: Invitación digital para invitar a contestar la encuesta



Fuente: elaborado por Steer

Encuesta piloto

8.23 Se realizó una prueba piloto para validar el formulario y el diseño del ejercicio PD. Como resultado de esta prueba se tiene:

i. Respecto al diseño del ejercicio PD:

- Se verifica que el 100% de los encuestados hacen “trade of” entre alternativas, es decir, un mismo encuestado a veces elige la alternativa diésel y otras la alternativa eléctrica, lo que indica que están respondiendo al diseño (sensibilidad a los valores de las variables)
- Se observa coherencia en la forma de elección de alternativas:
 - Inversión: En aquellas tarjetas donde la diferencia de inversión entre la alternativa Diesel vs eléctrico es menor, es elegido mayormente la opción eléctrica que cuando las diferencias son mayores.
 - Emisiones GEI: Las elecciones de la alternativa eléctrica son mayores en aquellas tarjetas donde el ahorro de contaminantes es mayor.
 - Autonomía: Las tarjetas que presentan valores con mayor autonomía, se elige más que aquellas con valores menores.

ii. Respecto al formulario

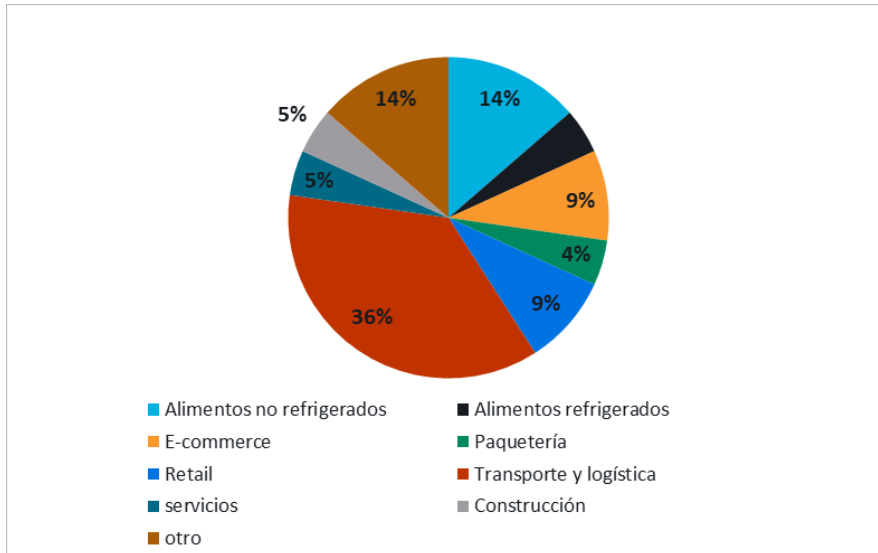
- Se realizaron cambios en redacción y ortografía.
- Se incorporaron logos de instituciones vinculadas con el estudio.
- Se incorporaron sugerencias gráficas.

Resultados de la encuesta

Caracterización de la empresa

- 8.24 Se obtuvo una muestra de 22 encuestas completas. Del total de empresas que contestaron, el 36% de la muestra corresponde al sector logística y transporte, seguido por alimentos, e-commerce y retail.

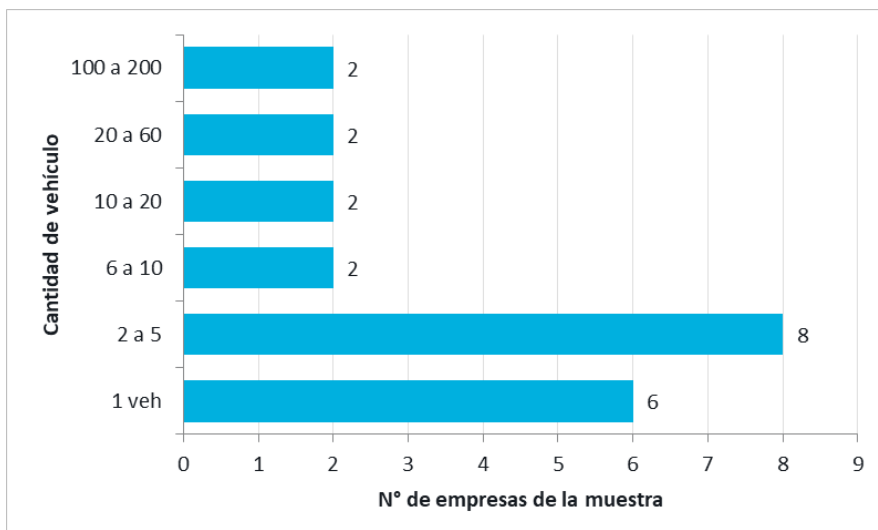
Figura 8.5: Sector económico de la muestra de empresas



Fuente: Elaborado por Steer

- 8.25 Del total de empresas encuestadas, alrededor del 60% de la muestra posee una flota pequeña, de 1 a 5 vehículos. También hay 2 empresas que presentan una flota grande, con más de 150 vehículos de carga.

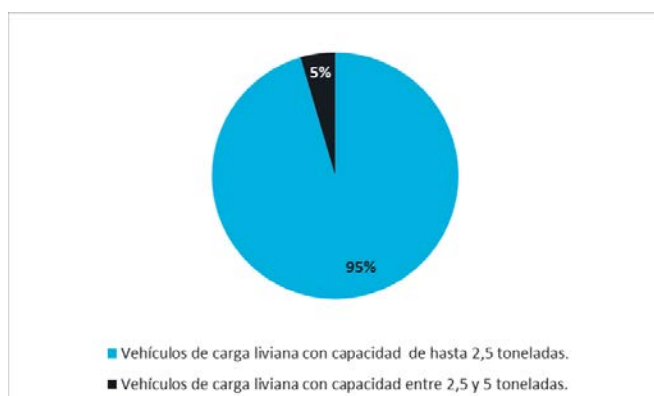
Figura 8.6: Cantidad de vehículos de carga liviana de las empresas encuestadas



Fuente: Elaborado por Steer

Respecto a la capacidad de carga del vehículo más representativo de carga liviana de la flota, el 95% tiene vehículos de hasta 2,5 toneladas. El 5% restante tiene entre 2,5 a 5 toneladas.

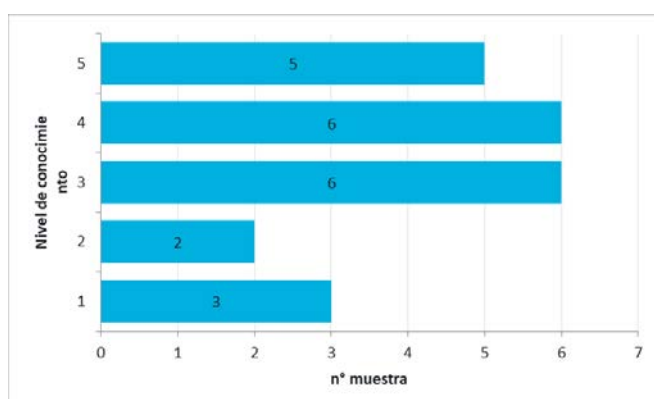
Figura 8.7: Capacidad de carga del vehículo representativo



Fuente: Elaborado por Steer

- 8.26 Se consultó a los encuestados cuál es su nivel de conocimiento sobre los costos de inversión y operación de los vehículos eléctricos. El 23% declara tener un alto nivel de conocimiento (nota 5), mientras que el 14% declara tener muy poco conocimiento (nota 1)

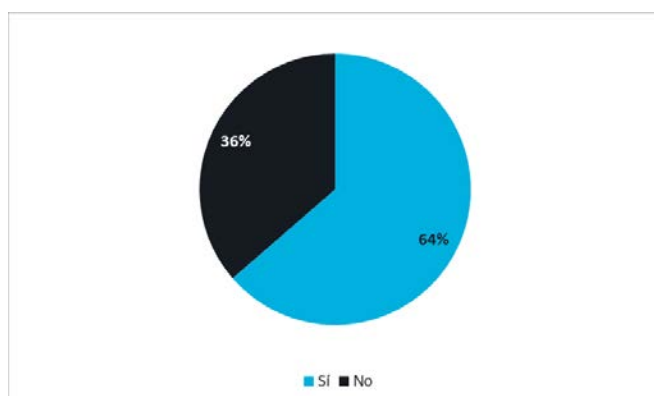
Figura 8.8: Nivel de conocimiento sobre costos de inversión y operación de vehículos eléctricos



Fuente: Elaborado por Steer

- 8.27 También se investigó respecto a la tenencia de vehículos de carga liviana con tecnología eléctrica. El 63% declaró que la empresa posee en su flota al menos 1 vehículo eléctrico.

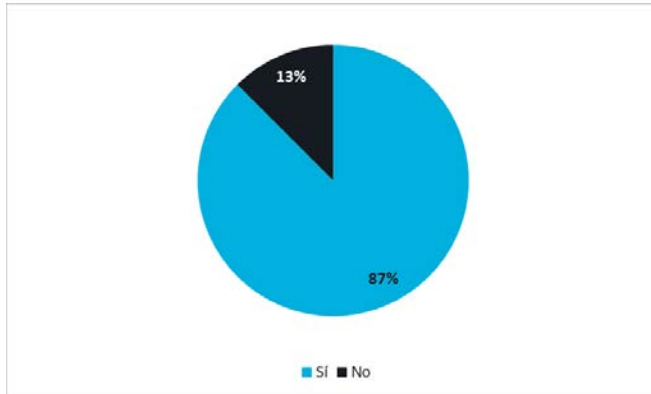
Figura 8.9: ¿En la empresa, ¿poseen vehículos de carga liviana (camionetas, furgones o camión hasta 12 toneladas) que sean eléctricos?



Fuente: Elaborado por Steer

Para aquellas empresas que no poseen vehículos eléctricos de carga liviana se consultó si se ha evaluado la opción de comprar un vehículo de carga liviana eléctrico. El 87% de éstos señaló que sí.

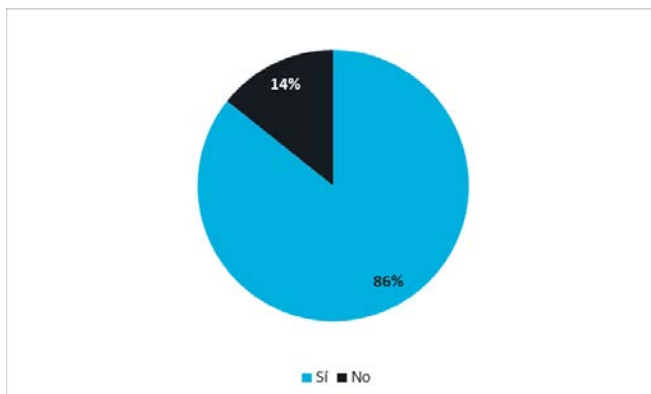
Figura 8.10: Empresas que actualmente no tienen vehículos eléctricos en la flota y que han evaluado la incorporación de éstos.



Fuente: Elaborado por Steer

- 8.28 Finalmente se consultó sobre su injerencia en la decisión de compra de un vehículo de carga liviana. Como resultado se tiene que mayoritariamente respondieron la encuesta personas con capacidad de decidir sobre la adquisición de vehículos (86%)

Figura 8.11: Capacidad de decidir sobre la compra de un vehículo en la empresa encuestada

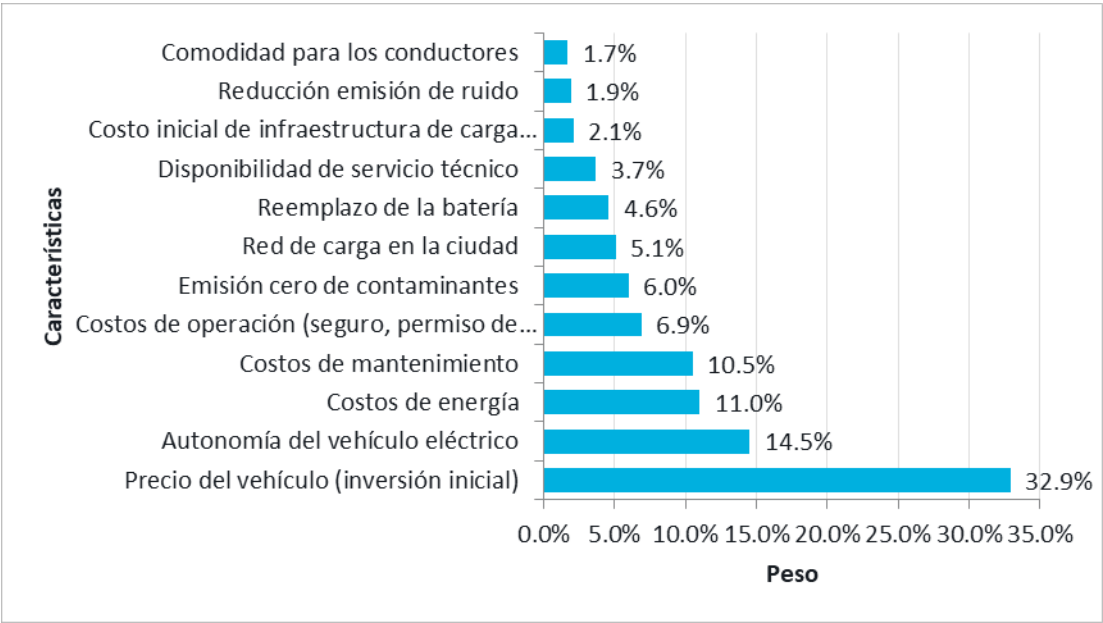


Fuente: Elaborado por Steer

Importancia de las características para la compra de un vehículo eléctrico.

- 8.29 Se consultó a los entrevistados, cuáles son las características más relevantes al momento de analizar la compra de un vehículo de carga eléctrico. Para ello se solicitó repartir 100 puntos entre las características más relevantes.
- 8.30 Se observa que la característica más relevante es la inversión inicial, con un peso de 33%, seguido por la autonomía del vehículo eléctrico con un 14,5%, el costo de energía y el de mantenimiento pesan el 11% cada uno. Los aspectos que pesan menos en la decisión corresponden a los aspectos de comodidad cercanos al 2%. El aspecto ambiental de reducción de contaminantes tiene un peso del 6% en la decisión.
- 8.31 La figura siguiente presenta el peso de los distintos aspectos que son considerados cuando se analiza la compra de un vehículo eléctrico.

Figura 8.12: Peso relativo entre las características para analizar compra de vehículo eléctrico



Fuente: Elaborado por Steer

Modelo de elección discreta

8.32 A partir de las respuestas de los ejercicios de preferencias declaradas se calibró un modelo de elección para determinar la probabilidad de comprar un vehículo eléctrico en función de los valores de las variables incorporadas en el diseño.

Tabla 8.3: Modelo de elección discreta ejercicio de preferencia declaradas

Variable	Coficiente	Tes t	[Intervalo de confianza al 95%]*	
Inversión inicial	-0.0000616	-2.02	-0.0001215	-0.0000017
Costos de mantenimiento y operación	-0.0000196	-1.1	-0.0000546	0.0000154
Reemplazo batería	-0.0000574	-1.6	-0.0001279	0.0000131
Emisión GEI	-0.000352	-0.97	-0.0010644	0.0003604
Autonomía	0.0120566	3.35	0.0049926	0.0191206

Fuente: Elaborado por Steer
Muestra: 176 Pseudoindividuos

- 8.33 Se observa en el modelo anterior que los signos de las variables son correctos. En el caso de los parámetros de costos, son negativos, es decir a mayor valor menor utilidad. En el caso de la autonomía el signo es positivo, lo que implica que, a mayor autonomía, mayor es la utilidad.
- 8.34 Respecto a la emisión de contaminantes, el signo es negativo, ya que a mayor emisión menor es la utilidad.
- 8.35 Respecto a los estadígrafos, se tiene que la inversión inicial y la autonomía del vehículo tienen una significancia estadística del 95% (test t mayor a 1,96), el parámetro del reemplazo de la batería una significancia del 90%, mientras que para el mantenimiento y operación un valor cercano al 80%. En el caso de la emisión de gases de efecto invernadero, la significancia es del 60%

- 8.36 Dado lo anterior se concluye que las variables más importantes en la elección corresponden a la inversión inicial, la autonomía del vehículo y en menor grado el reemplazo de la batería.

Ejemplo de aplicación del modelo de elección

A continuación, se presenta un ejemplo de aplicación del modelo. Para ello definimos un escenario base que nos permita comparar los resultados cuando se varía de manera independiente las variables más relevantes.

Los valores del escenario base de este ejemplo se presentan en la tabla siguiente. Estos valores fueron obtenidos del modelo de costos Privados para un periodo de evaluación de 10 años (capítulo 6).

Como resultado de la combinación de los valores del escenario base, se obtiene una probabilidad de elección del vehículo eléctrico del 39%

Tabla 8.4: Definición escenario base para ejercicio de aplicación del modelo de elección

Variable	Alternativa Diesel	Alternativa eléctrica	Delta
Inversión inicial (USD)	40.000	70.000	30.000
Mantenimiento y operación (USD)	80.000	30.000	50.000
Reemplazo batería (USD)		20.000	20.000
Emisión GEI (kg Co2 eq)	1.000		-1.000
Autonomía (KM)		100	100
Probabilidad de elección	61%	39%	

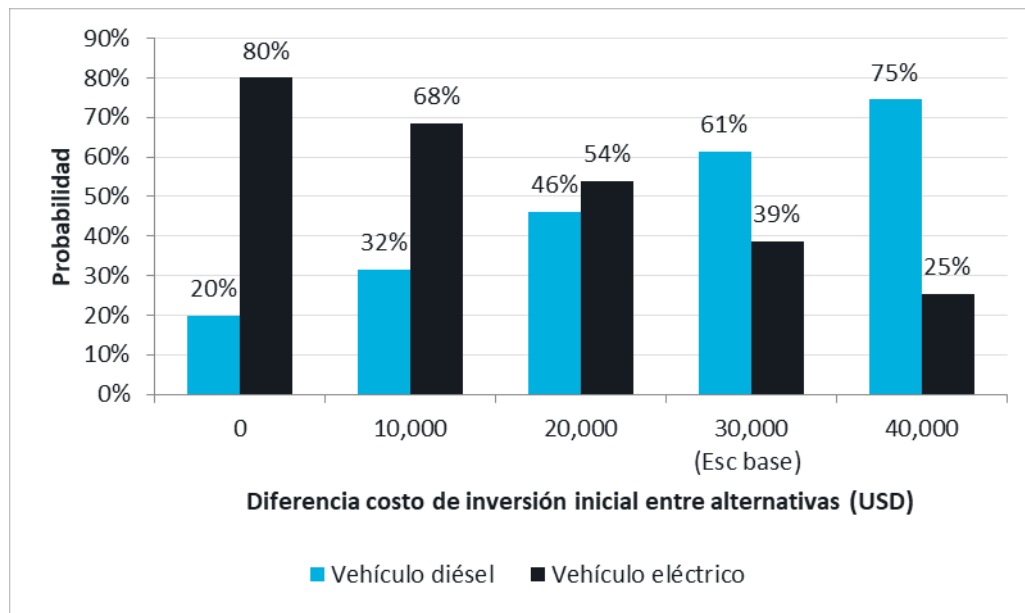
Fuente: Elaborado por Steer

A continuación, presentamos como cambia la elección si movemos de manera independiente las variables más relevantes:

- Costo de inversión del vehículo eléctrico.
- Autonomía del vehículo eléctrico

1. Probabilidad de elección al variar el costo de inversión

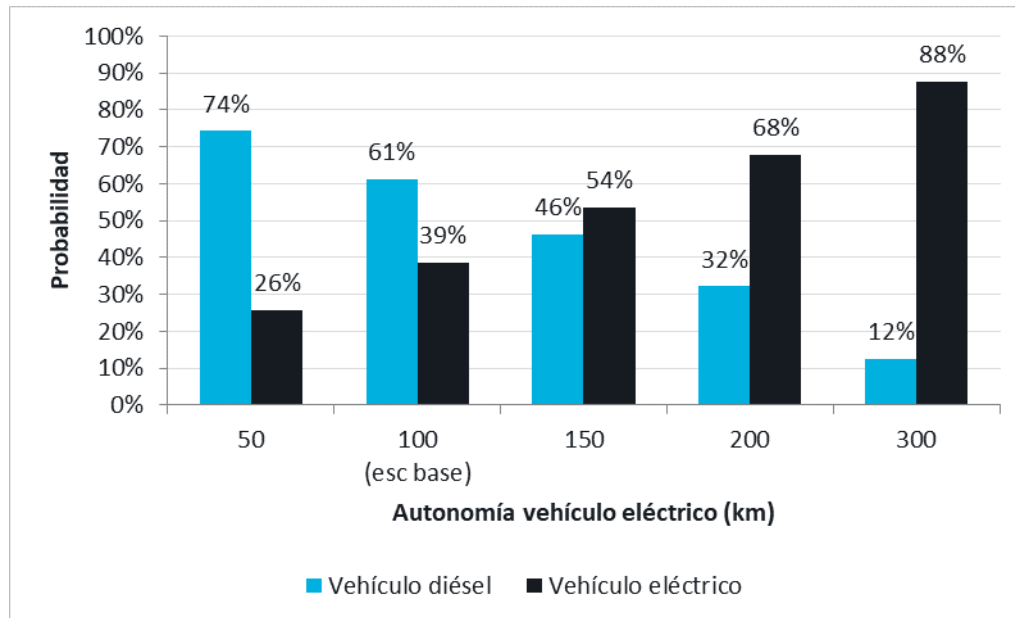
Considerando los valores del escenario base definido en el ejemplo, si se varía el valor del costo de inversión del vehículo eléctrico, considerando valores desde 40.000 a 80.000 USD (lo que se traduce en diferencias de inversión entre alternativas de 0 a 40.000 USD) se observa que cuando el costo de inversión es igual entre ambas alternativas (diésel y eléctrico). la probabilidad de elegir un vehículo eléctrico es de 80%, mientras que, si el valor del eléctrico es el doble que el diésel la elección baja a un 25%, tal como se presenta en la figura siguiente.

Figura 8.13: Sensibilidad de la inversión inicial entre alternativas


Fuente: Elaborado por Steer

2. Probabilidad de elección variando la autonomía

Se observa en este ejercicio que la autonomía es una variable relevante en la elección. Al triplicar el valor de la autonomía (en relación con el base), se aumenta la probabilidad de elección del vehículo eléctrico del 39% a 88%.

Figura 9.13: Sensibilidad de la autonomía del vehículo eléctrico


Fuente: Elaborado por Steer

Conclusiones del modelo de elección

A partir de los análisis anteriores se puede señalar que:

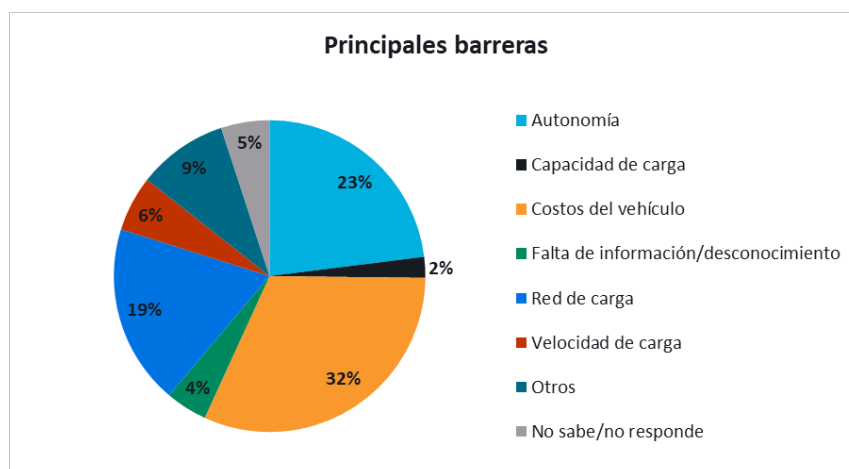
- Las variables más relevantes en la decisión de compra de un vehículo eléctrico son la inversión inicial, la autonomía y el remplazo de la batería en menor grado. Las variables de menor peso son el costo de mantenimiento y operación y la emisión de gases de efecto invernadero.
- En el caso del costo de inversión, si ambas alternativas tuvieran el mismo costo, la probabilidad de elegir un vehículo eléctrico sería cercana al 80%. Esto implica que hay otros aspectos que influyen en la decisión, tanto las incluidas en el diseño como otros que no se incluyeron en el ejercicio PD (tales como, disponibilidad de servicio técnico, conocimientos de la tecnología, repuestos, precios de reventa, etc.).
- Respecto de la autonomía del vehículo eléctrico, se obtuvo un parámetro altamente significativo, implicando un alto impacto en la decisión de compra. En el ejercicio presentado se observó que al aumentar un 100% la autonomía, la elección del vehículo eléctrico aumenta desde 39% a 68%.
- Aunque el parámetro relacionado con la emisión e contaminantes obtuvo poca significancia estadística (60%), el signo obtenido indica que tiene cierto peso en la decisión.

9 Barreras y recomendaciones

Barreras

- 9.1 El objetivo de este último apartado es identificar las barreras que podrían limitar el traspaso de las flotas de vehículos de las empresas desde convencionales a eléctricos.
- 9.2 Para ello se revisaron los datos obtenidos de la encuesta realizada en el marco del programa de Pruebas TuVE del Proyecto MOVÉS y se complementó dicha información con los resultados obtenidos durante el proceso de entrevistas presentado en el capítulo 2 y la encuesta de preferencias declaradas presentadas en el capítulo 8.
- 9.3 El programa de Pruebas TuVE del Proyecto MOVÉS acercó a instituciones públicas, organismos y empresas –beneficiarias– la tecnología de vehículos eléctricos para transporte de carga, operativa urbana y logística de última milla. Los vehículos se pudieron probar sin costo durante un mes, para que las beneficiarias pudieran comprobar los beneficios en su operativa habitual. Al finalizar las pruebas se realizó una encuesta a aquellas empresas y organizaciones que participaron de las pruebas de vehículos eléctricos, realizadas durante el período oct-2019/ago-2022.
- 9.4 De las preguntas de la encuesta resulta particularmente útil revisar las respuestas a la pregunta “Mencionar los tres principales factores que operan como una barrera al cambio a vehículo eléctrico”.
- 9.5 La principal barrera mencionada fue el costo de los vehículos eléctricos con un 32%, seguido por la autonomía de la batería con un 23% y la red de carga con un 19%. Otras barreras mencionadas fueron la velocidad de carga de las baterías, la falta de información y/o conocimiento respecto de los vehículos eléctricos y la capacidad de carga de los vehículos.

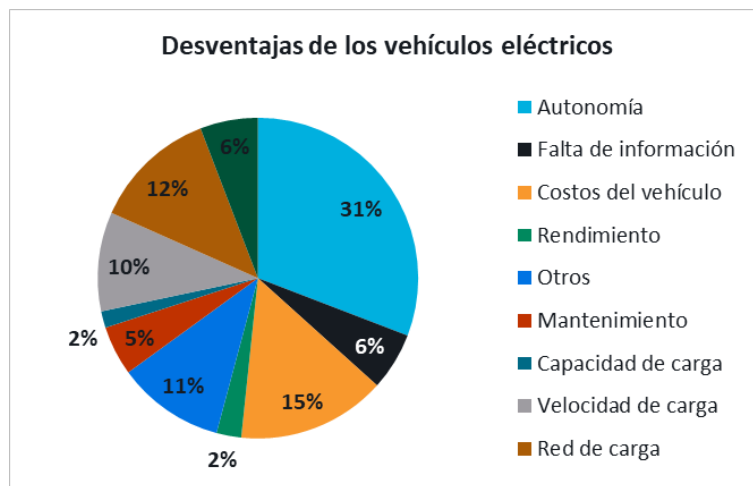
Figura 9.1: Principales barreras para el cambio de flota a vehículos eléctricos



Fuente: Elaborado por Steer con datos de Encuesta MOVES

- 9.6 Cabe destacar que un 9% mencionó otras barreras entre las que destacan la falta de beneficios fiscales que incentiven la compra de vehículos eléctricos, la falta de talleres para realizar la mantención/reparación de los vehículos y que aún existe pocos modelos en el mercado lo que limita la oferta.
- 9.7 La encuesta de MOVES también preguntó por la experiencia con el uso de vehículos eléctricos. En este punto es de interés las preguntas respecto de las principales desventajas y los aspectos negativos de la experiencia con vehículos eléctricos.
- 9.8 Respecto de las principales desventajas de los vehículos eléctricos las 3 principales se repiten respecto de las barreras y son la autonomía, el costo del vehículo y la red de carga.

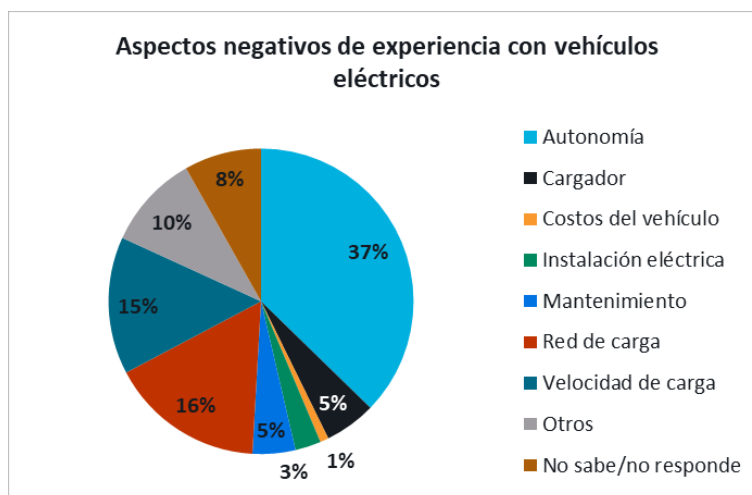
Figura 9.2: Principales desventajas de la experiencia con vehículos eléctricos



Fuente: Elaborado por Steer con datos de Encuesta MOVES

- 9.9 Los principales aspectos negativos respecto de la experiencia de operación del vehículo eléctrico están relacionados a la autonomía y a la carga del vehículo (red de carga o velocidad de carga).

Figura 9.3: Principales aspectos negativos de la operación con vehículos eléctricos



Fuente: Elaborado por Steer con datos de Encuesta MOVES

- 9.10 Por otro lado, durante el proceso de entrevistas se consultó también a representantes de empresas de distintos sectores económicos del país las barreras que ellos identificaban para la adquisición de vehículos eléctricos.
- 9.11 Nuevamente los principales conceptos mencionados fueron el alto costo inicial que tienen este tipo de vehículos, la autonomía de la batería, la red de carga del país que todavía es escasa, la falta de información y/o conocimiento respecto de los vehículos eléctricos y la dificultad para la mantención/reparación de este tipo de vehículos debido a que actualmente no existen talleres en el país que cuenten con la especialización requerida.
- 9.12 En la misma línea, en la encuesta de preferencias declaradas, se resalta la importancia que tiene el costo de inversión inicial en la toma de decisión para la adquisición del vehículo eléctrico, junto con la autonomía que ofrecen estos vehículos.
- 9.13 A continuación se profundiza en las principales barreras
- Costo del vehículo
- 9.14 El costo de los vehículos eléctricos es la principal barrera mencionada tanto durante las entrevistas como en la encuesta MOVES y en la encuesta de preferencias declaradas.
- 9.15 El alto costo de inversión inicial que implica la adquisición de un vehículo eléctrico en comparación con un vehículo convencional es un impedimento para la gran mayoría de actores que participan en el transporte de carga de última milla.
- 9.16 Es tan relevante en la toma de decisión de compra de un vehículo de carga, que de acuerdo con el modelo de elección discreta resultante de la encuesta declarada, en el caso que los vehículos eléctricos tuviesen el mismo costo que uno diésel, la probabilidad de elegir un vehículo eléctrico sería cercano al 80%.
- 9.17 El transporte de carga última milla es un sector atomizado que se caracteriza por poseer un gran número de pequeñas empresas con flotas que no superan los 10 camiones por lo que tienen un acceso restringido a créditos para financiar la compra de vehículos eléctricos y, si bien existen algunos beneficios fiscales, estos no son suficientes.
- 9.18 Por otro lado, si bien el precio de los vehículos es la componente más importante, no es lo único mencionado por los actores. También destacan los costos de los seguros y las patentes que también son altos en comparación con los vehículos convencionales. En términos de importancia, los costos de mantenimiento, operación y seguros representan el 28% en la toma de decisión de comprar un vehículo eléctrico, de acuerdo a la encuesta PD.
- Autonomía y velocidad de carga.
- 9.19 La autonomía es otra barrera que se repite en todos los instrumentos analizados. En general, los vehículos eléctricos tienen una autonomía promedio de 200 km con carga completa, lo que limita los viajes de larga distancia y, por lo tanto, el uso de vehículos eléctricos para el transporte de carga interdepartamental.
- 9.20 Esta variable es muy relevante en el momento de analizar la compra de un vehículo eléctrico, siendo la segunda variable más importante para decidir la compra. De acuerdo al modelo de

elección calibrado, si la autonomía aumentara al doble, la probabilidad de elegir un vehículo eléctrico también se duplicaría.

- 9.21 Los vehículos eléctricos de carga se utilizan casi exclusivamente para el transporte de carga urbano y, aun así, la autonomía es un aspecto para considerar debido a, entre otros factores, la eficiencia en la carga del vehículo.
- 9.22 El poco conocimiento y la falta de experiencia en el uso de vehículos eléctricos provoca que se realice un proceso poco eficiente de la carga de la batería, generalmente cargando menos de las horas necesarias para una carga completa.
- 9.23 La velocidad de carga también es un factor que influye en la autonomía del vehículo ya que, en general, los modelos disponibles en el mercado requieren varias horas para que la batería se cargue completamente. Esto provoca que los vehículos sean cargados preferentemente en horario nocturno y si estos se descargan durante el día se generan retrasos en los servicios debido al tiempo que toma cargarlos.
- 9.24 La velocidad de carga se ve influenciada también por los tipos de cargadores que se utilizan. En la mayoría de los casos, los dueños de vehículos eléctricos no cuentan con la infraestructura adecuada para la carga de las baterías y esta se realiza con los cargadores externos que entregan las concesionarias junto con los vehículos, que, dependiendo de la potencia requerida, podrían demorar más en cargar que, por ejemplo, un cargador conectado a la red domiciliaria de electricidad.

- Red de carga

- 9.25 En línea con lo anterior, otra barrera identificada por diversos actores es la baja cobertura de la red de carga en el país, la que principalmente se distribuye en las zonas urbanas. En este sentido, hace falta aumentar la infraestructura de carga en las vías interurbanas con el fin de facilitar el uso de vehículos eléctricos para recorridos de larga distancia.

De acuerdo con la encuesta PD, la red de carga tiene una importancia menor que las señaladas anteriormente, pero sí afecta la decisión de compra, teniendo un 5% de peso en ella.

- Mantenimiento

- 9.26 En la actualidad no existen talleres ni personal especializado en la reparación de vehículos eléctricos de carga. Por lo general, esta se realiza por las concesionarias que importan estos vehículos o por los mismos dueños de los vehículos.
- 9.27 La falta de talleres especializados también influye en que no existan en el mercado interno piezas y repuestos para este tipo de vehículos por lo que, frente a la necesidad de cualquiera de estas, deben ser importadas lo que retrasa el proceso de mantención/repación, por lo tanto, el vehículo pasa más tiempo sin ser usado generando ineficiencias en la cadena de suministros.

- Falta de información/desconocimiento

- 9.28 Una barrera importante, señalada por distintos actores, es la falta de difusión de los beneficios e incentivos disponibles para promover el uso de vehículos de cero y bajas emisiones en general y de los vehículos eléctricos en particular.

- 9.29 Esto, acompañado de un entendimiento escaso del funcionamiento de estas tecnologías es una barrera en el momento de la compra del vehículo. Los compradores no cuentan con información de la eficiencia energética y el rendimiento de los vehículos de manera comprensible y explícita como parte de las especificaciones técnicas comparables entre tecnologías, para tomar decisiones de adquisición.
- Capacidad de carga/modelos disponibles
- 9.30 Otros factores que aparecen mencionados, aunque no tan frecuentemente y que podrían significar una barrera para la adquisición de vehículos eléctricos son la capacidad de carga y los modelos de vehículos disponibles en el mercado.
- 9.31 En general, los vehículos eléctricos disponibles en el mercado tienen una menor capacidad de carga en comparación con los vehículos convencionales lo que limita su uso cuando se movilizan un gran volumen de carga.
- 9.32 La capacidad de carga se ve restringida, además, porque todavía existen pocos modelos de vehículos eléctricos de carga en el mercado nacional, limitando las opciones. Esto se debe a que los vehículos eléctricos todavía representan una proporción muy pequeña del parque vehicular y se espera que, en la medida que el parque aumente también aumenten los modelos que las marcas ingresen al país.

Barreras específicas del transporte de carga liviana

- 9.33 El sector de carga liviana tiene características particulares que hacen que dentro de él se puedan percibir otras barreras para el traspaso tecnológico a los vehículos eléctricos. A partir de las entrevistas se pudieron identificar las siguientes, como las más relevantes.
- Propiedad atomizada
En general, el transporte de última milla, asociado a los sectores económicos con mayor potencial de traspaso a flotas eléctricas (como, por ejemplo, paquetería, e-commerce, entre otros) es un sector altamente atomizado en donde la mayoría del transporte lo realizan pequeñas empresas con flotas de unos pocos vehículos (máximo 3). Esto fue confirmado por la gremial de fleteros, así como también por empresas que tercerizan parte o el total del transporte de reparto.
 - Acceso financiero
Usualmente, estas empresas de transporte que tienen flotas pequeñas, o los propietarios de 1 camión, tienen una estructura empresarial muy poco formal, y no tienen como cumplir con los requisitos y exigencias que tienen las entidades financieras para acceder a créditos, así como tampoco tienen como respaldar las deudas ante los bancos tradicionales para acceder al capital necesario para adquirir vehículos eléctricos.
 - Mirada de corto plazo
En promedio, la relación del precio de compra de un vehículo eléctrico en comparación con un vehículo convencional es de 2:1, es decir, por la compra de un vehículo eléctrico se pueden comprar 2 convencionales. Esta relación de precios incentiva a las pequeñas empresas a invertir en vehículos convencionales de menor costo sin tomar en cuenta los

beneficios y ahorros que generan en el largo plazo otro tipo de tecnologías como los vehículos eléctricos.

- **Interés de los generadores de carga**
El segmento de los generadores de carga, en su mayoría, no cuentan con políticas medioambientales y de sustentabilidad que busquen reducir las emisiones que generan a lo largo de su cadena de producción, con excepción de algunas grandes empresas. Esto hace que no se perciba un interés/incentivo por contratar servicios de transporte que generen menos emisiones de contaminante y tampoco están dispuestos a pagar más por este tipo de servicios por lo que no existe, actualmente, un incentivo para los pequeños transportistas para traspasar su flota a vehículos eléctricos. Esta tendencia poco a poco va a ir cambiando, y algunas de las empresas que si cuentan con vehículos eléctricos cuentan que una vez que ya han adquiridos los vehículos algunos clientes han manifestado mayor interés (por ejemplo pidiendo poder incluir el logo en el vehículo), y que han llegado algunos nuevos clientes a consultar, dado que es un diferenciador de la competencia.

Medidas para impulsar el uso de vehículos eléctricos

- 9.34 Existen una serie de medidas que se han ido adoptando en el mundo y también en Uruguay para fomentar el cambio tecnológico hacia vehículos eléctricos. Aquí se presenta una revisión de la experiencia internacional y de las medidas que hoy día se encuentran implementadas en Uruguay.

Experiencia internacional

- 9.35 Se revisaron medidas y políticas implementados en distintos países como Alemania, Reino Unido, Estados Unidos y Chile para impulsar el uso de vehículos eléctricos.

Figura 9.4: Medidas implementadas por países para impulsar electromovilidad

	Alemania • Beneficios fiscales a vehículos eléctricos: • Sin impuesto de compra y sin IVA • Reducción de impuestos del 75-90% en el permiso de circulación • Otros beneficios: cobro del 50% o menos respecto vehículos diésel en infraestructura pública. • Infraestructura de carga: Alta Inversión pública (ejemplo puntos de carga cada 50 Km en carreteras)
	Reino Unido • Subsidios de 20% a 35% del valor de compra • Exención impuesto de circulación para vehículos 48.000 USD • Exención pago tasa de congestión en centro de Londres • Infraestructura de carga: Subvención hasta 75% en compra e instalación de servicio de carga • Descontar de impuestos el costo de la instalación de infraestructura
	USA • Subvención hasta 25% (limite 48MM USD). Subsidio 50% cuando tiene uso comercial. • Subsidios para combustibles limpios • Exención de impuesto • Subsidio de la infraestructura de carga (4.000 USD estado • Tarifa rebajada de CC (22 KW a 100 KW)
	CHILE • El 10% de la flota de buses es eléctrico • Exención impuesto verde • La posibilidad de generar un pago directo desde el Estado hacia el financista, que permite entregarles certeza a los financistas del pago, disminuyendo la incertidumbre.

Fuente: Elaborado por Steer

- 9.36 A partir de la revisión se encontró que las medidas más comunes, implementadas en estos países, tienen relación principalmente con disminuir la brecha en el precio de compra entre los vehículos eléctricos y los vehículos de combustión interna.
- 9.37 Otras medidas observadas corresponden a: establecimiento de políticas gubernamentales que crean incentivos fiscales y/o inversiones directas en la industria, junto con el despliegue de infraestructura de carga pública.
- 9.38 A continuación se presenta un detalle de las principales medidas implementadas en los países analizados para impulsar el uso de vehículos eléctricos:
- Beneficios fiscales:
 - Reducción o eliminación de impuestos a la compra de vehículos eléctricos
 - Reducción de impuestos en los permisos de circulación
 - Recuperación de capital a través de reducción de impuestos a la renta
 - Costos de compra de los vehículos:
 - Implementación de subvención y subsidios para la compra de vehículos eléctricos
 - Implementación de condiciones crediticias especiales para la compra de vehículos eléctricos
 - Infraestructura de carga:
 - Subsidio para el desarrollo de infraestructura de carga

- Alta inversión pública en la red de carga
- Descuento de impuestos en el costo de la instalación de infraestructura propia
- Energía:
 - Subsidios para combustibles limpios
 - Tarifa rebajada en el uso de energía para la carga de vehículos

Experiencia en Uruguay

- 9.39 Se revisaron también algunas medidas que han sido adoptadas en el país para impulsar el mercado de los vehículos eléctricos. Estas son:

Ley de promoción de inversiones (COMAP)

- 9.40 La ley 16.906 promueve la promoción de inversiones mediante beneficios fiscales específicos, donde es elegible la que se realice en vehículos eléctricos. Permite una exoneración de IRAE desde el 35% a más del 70% del valor del vehículo, dependiendo de cómo esté estructurada la inversión.
- 9.41 Para aplicar a este beneficio es necesario realizar la presentación de un proyecto de inversión a la Comisión de Aplicación de la Ley de Inversiones (COMAP), donde el porcentaje de la inversión a exonerar dependerá del puntaje de la matriz de evaluación del proyecto. Esta matriz contempla indicadores como: la generación de empleo, el aumento de las exportaciones, la descentralización, la inclusión de tecnologías limpias, una apuesta a investigación, desarrollo e innovación, y otros indicadores sectoriales.
- 9.42 A la fecha de este informe, para los proyectos de inversión presentados al amparo del artículo 23 del Decreto Nº 268/020 y hasta el 31 de agosto de 2023, se considerará inversión elegible la adquisición de:
- 9.43 a) vehículos de pasajeros con motorización exclusivamente eléctrica cuya batería de densidad de energía gravimétrica sea mayor o igual a 100 Wh/kg, que se destinen directamente a la actividad de la empresa. En el caso de los automóviles, el valor de importación CIF no podrá superar los US\$ 40.000.
- 9.44 A efectos de la promoción de estos bienes, los mismos deberán formar parte de un proyecto de inversión en el cual representen como máximo el 25% del total del mismo. Se exceptúan de esta exigencia, aquellos proyectos de inversión para la adquisición de flota exclusivamente eléctrica, entendiéndose a estos efectos la compra de 5 o más vehículos.
- 9.45 Más información se puede encontrar en <https://www.gub.uy/ministerio-economia-finanzas/sites/ministerio-economia-finanzas/files/2023-02/Criterios-b%C3%A1sicos-generales-de-funcionamiento-decreto%20268.pdf>
- IMESI y TGA 0%*
- 9.46 Atendiendo el mayor costo de los vehículos eléctricos respecto a los de combustión, se generó una tasa de Impuesto Específico Interno (IMESI) preferencial para las unidades más eficientes: híbridos y eléctricos. El IMESI de los vehículos eléctricos es 0%, mientras que el de las unidades a combustión oscila entre 23% y 115%.
- 9.47 La Tasa Global Arancelaria (TGA) de los vehículos eléctricos se redujo de 23% a 0%.

Certificados de eficiencia energética

9.48 Instrumento económico del MIEM por las medidas de eficiencia energética realizadas. En particular, los vehículos eléctricos se premian más. Beneficio económico: de 3 % a 30 % de la inversión.

9.49 Más información se puede encontrar en <http://www.eficienciaenergetica.gub.uy/certificados-de-eficiencia-energetica-cee->

Créditos verdes con la banca privada

9.50 En el marco del Proyecto MOVÉS, se buscó reducir la barrera de compra a través de una mejora en las condiciones de financiamiento de estos vehículos. Es así que MOVÉS contactó a diferentes instituciones financieras para promover la creación de productos específicos para la compra de este tipo de vehículos: Créditos Verdes.

9.51 Por su naturaleza de más alto costo en la compra y bajo costo de operación, incorporar vehículos eléctricos requiere un producto financiero que aproveche los ahorros futuros para costear la inversión inicial.

Patente reducida

9.52 El valor de la patente de los vehículos eléctricos y combustión se calcula como un porcentaje del valor del vehículo.

9.53 Atendiendo los objetivos de eficiencia y sostenibilidad de la política energética, el Congreso de Intendentes aprobó que para el caso de los vehículos eléctricos, exclusivamente, se considere el valor del vehículo sin IVA, y el porcentaje aplicado es además la mitad (2,5%) de aquel utilizado para los vehículos a combustión (5%).

Convenios para acceder a seguros con descuento

9.54 El Banco de Seguros del Estado (BSE) ofrece mejores condiciones en su propuesta de seguros para los vehículos eléctricos respecto a los vehículos a combustión: propone un descuento del 20% en la póliza de los seguros de vehículos eléctricos.

9.55 Asimismo, el BSE generó un seguro específico para triciclos y bicicletas eléctricas de pedaleo asistido, no autopropulsadas (que no sean motos), habitualmente utilizadas en delivery y logística de última milla.

9.56 Más información se puede encontrar en <https://www.bse.com.uy/portal-comercial/beneficios/vehiculos/programa-moves/>

Descuento a la energía eléctrica

9.57 El esquema tarifario de UTE tiene una diferenciación de horarios para consumir la energía (valido según el tipo de contrato que se tenga). Este esquema permite hacer una programación de carga eficiente, en el caso de vehículos que no se mueven durante la noche, y que se pueda aprovechar las horas de tarifa valle para hacer la carga de los mismo.

9.58 Adicionalmente, UTE tiene una tarifa para Movilidad Eléctrica, que se aplica en todos los puntos de la Red de Recarga de UTE. En esta tarifa los costos se diferencian en tres tramos horarios (Valle, Llano y Punta) con distintos precios de la energía. Durante el horario valle, el precio es sensiblemente más económico que los restantes tramos.

- 9.59 Los tramos horarios responden al actual sistema de generación eléctrica basado en fuentes renovables, donde existe una mayor oferta de energía en las madrugadas con capacidad remanente de las redes eléctricas.

Revisión del impacto de medidas en la adopción de electromovilidad

- 9.60 En las etapas más tempranas de la introducción de la electromovilidad, Sierzchula et al. (2014) realizó un análisis de la relación de los incentivos financieros y otros factores en la adopción de vehículos eléctricos. Inicialmente realizaron una revisión de la literatura existente, identificando varios factores socioeconómicos adicionales, adicionales a los incentivos financieros, que se esperaba influyeran en la determinación de las tasas de adopción de vehículos eléctricos, y mediante un análisis de regresión lineal múltiple, examinaron la relación entre esas variables y los porcentajes del mercado nacionales de vehículos eléctricos para 30 países, en el año 2012.
- 9.61 Los incentivos económicos, el número de estaciones de carga (corregido en función de la población) y la presencia de fabricación local de vehículos eléctricos resultaron positivos y significativos a la hora de predecir las tasas de adopción de vehículos eléctricos en los países del estudio. De estas variables, la infraestructura de carga fue la que mejor predijo la cuota de mercado de VE de un país. Sin embargo, los análisis descriptivos indicaron cómo factores específicos de cada país, como los planes de contratación pública o el destinatario de las subvenciones, podían afectar drásticamente a la tasa de adopción de un país (Sierzchula et al., 2014).
- 9.62 Según el análisis de las mejores prácticas y obstáculos para la elaboración de políticas a partir de las experiencias de Europa y Estados Unidos presentada por Broadbent et al. (2017) si bien los incentivos financieros gubernamentales parecen esenciales para el desarrollo del mercado, las exenciones fiscales en el momento de la compra han sido más eficaces que los créditos fiscales sobre la renta diferidos. Sin embargo, el mismo análisis también propone que la adopción de la electromovilidad no es uniforme y depende de múltiples factores, como las subvenciones a la compra de vehículos, la disponibilidad de modelos, las promociones de concienciación en las ciudades/países y el buen acceso a estaciones públicas de recarga eléctrica.
- 9.63 En la revisión que desarrollaron sobre el impacto de las medidas que ha tomado Noruega (país que el 2016 tuvo la mayor proporción vehículos eléctricos vendidos en el mercado de vehículos nuevos) vieron que fuera de incentivos hacia la reducción del precio, se implementaron otro tipo de incentivos como como: el despliegue de infraestructuras de recarga; la recarga gratuita de las baterías; el estacionamiento gratuito en estacionamientos públicos; la exención de peajes en carreteras y transbordadores públicos; y el acceso gratuito de los vehículos eléctricos a los carriles bus. De estos incentivos la exención de peajes y el acceso a carriles de bus tuvieron bajo impacto (Broadbent et al., 2017).
- 9.64 En esta revisión se reconoce la importancia del incentivo económico a la compra, y se comenta que “Noruega ofreció el mayor beneficio económico y fue el mercado con más éxito. Sin embargo, en 2015, otros países (como China, Francia y Estados Unidos) ofrecían incentivos económicos por vehículo iguales o superiores a los del segundo país con más éxito, los Países Bajos, pero no lograron el éxito neerlandés a la hora de fomentar la adopción de VE” (Broadbent et al., 2017).

- 9.65 Dentro de los hallazgos más significativos que encontró Broadbent et al. (2017) sobre la red de infraestructura de carga son que esta debe incluir:
- Despliegue de una red pública de recarga adecuada. Una red de este tipo puede considerarse crítica; el apoyo gubernamental es evidente en la mayoría de los países con éxito.
 - Legislación que garantice el acceso abierto y el pago con tarjeta de crédito/débito.
 - Normalización y armonización del hardware de recarga.
 - Legislación que garantice la disponibilidad de cargadores en edificios de varios inquilinos y estacionamientos.
 - Centralización de los datos sobre la ubicación y el estado de las recargas
- 9.66 Finalmente el análisis de Broadbent et al. (2017) propone otros tres temas como predictores de altos índices de electromovilidad, estos son:
- Difusión de información precisa y actualizada sobre los vehículos eléctricos y sensibilización de los consumidores, por ejemplo mediante jornadas de campo o aplicaciones para teléfonos inteligentes con mapas de redes de recarga.
 - Adopción de políticas de compra pública de vehículos: lo cual aumenta el mercado de vehículos usados al cabo de unos años e incrementa la difusión de información a través del uso de vehículos por parte de los empleados.
 - Implantación de una serie de incentivos blandos adaptados a las condiciones del mercado: acceso gratuito a las autopistas de peaje, acceso a los carriles solo bus o de alta ocupación, uso gratuito de los transbordadores locales, electricidad gratuita en los puntos de carga públicos, etc.
- 9.67 La revisión de la literatura internacional sobre el impacto de las medidas adoptadas para fomentar la electromovilidad respalda que es necesario mantener incentivos financieros mientras los precios de los vehículos eléctricos sean muy superiores a los de combustión, y también que funcionan mejor con incentivos en la compra, más que los que están orientados a disminución de futuros costos (como disminución o devolución de impuestos futuros). Adicionalmente muestran lo relevante de promover una buena red de carga. Los factores locales muestran que es necesario entender las barreras propias del país para poder ajustar las medidas.

Recomendaciones

- 9.68 A partir de las barreras identificadas se proponen una serie de recomendaciones que permitirían fomentar la incorporación de los vehículos eléctricos en el segmento del transporte de carga liviana.
- Ayuda financiera para el cambio de flota (subsidios, impuestos, acceso a créditos).
 - Desarrollar políticas públicas que permitan el acceso a créditos blandos para facilitar el acceso al financiamiento para la renovación de los vehículos de carga a través de entidades financieras.
 - Las entidades gubernamentales tienen una mayor facilidad para acudir y adquirir recursos de bancas internacionales e instituciones multilaterales para el desarrollo de programas que permitan subsidiar la renovación de flota vehicular de carga a energías más limpias con el objetivo de generar ciudades más sostenibles.

- Diseñar mecanismos para monetizar las externalidades positivas generadas por la renovación vehicular hacia tecnologías de baja o cero emisiones. Estos mecanismos contribuyen a trasladar al pequeño comprador, el beneficio que recibe la sociedad en términos de reducción de gases efecto invernadero y reducción de afectación en salud por el cambio de vehículo, de esta manera se mejora la condición financiera de estos agentes para modernizar sus activos.
- Aumentar infraestructura (más estaciones de carga, subsidiar/fomentar cargadores domiciliarios, subsidios a la energía).
 - Mejorar la infraestructura de suministro a nivel urbano aprovechando los instrumentos de planificación territorial para incorporar programas y proyectos explícitos que permitan ampliar este servicio. Por ejemplo, se plantean prioridades para la ubicación de estaciones de servicio que tengan facilidades para la carga de vehículos eléctricos (y otras energías limpias) y beneficios desde las perspectivas del uso del suelo con incentivos para que el sector privado realice inversiones en la infraestructura con una operación a menor costo.
 - Generación de lineamientos estratégicos por parte del sector transporte y energía para incluir en planes departamentales, incluyendo temas definición de espacios para el desarrollo de infraestructura de recarga, autorización de gasolineras para incluir otros energéticos, etc.
 - Fomentar la utilización de redes privadas de carga para uso público en horarios donde no sean usualmente usadas, revisar la posibilidad de mejorar la tarifa de energía en esos casos.
- Campañas de información (gobiernos locales, gobierno nacional).
 - Se recomienda realizar una labor de educación para que los actores privados, especialmente los conductores y propietarios de vehículos de carga, reconozcan los beneficios e impactos a la salud y el medio ambiente por el uso de vehículos de menor eficiencia y tecnologías más contaminantes.
 - Mejorar las competencias en el aprendizaje de nuevas tecnológicas relacionado con su mantenimiento, repuestos, rendimientos, usos, entre otros.
- Promover prácticas de responsabilidad social y ambiental en los generadores de carga para que se incentive la contratación de flotas más limpias para la distribución de sus productos, con lo que se van creando incentivos directos y económicos para cambiarse a tecnologías más limpias. En este sentido, una medida posible es crear reconocimientos gremiales o sectoriales para empresas que realicen esta transformación.
- Otras
 - Formulación e implementación de política de vida útil de baterías de vehículos eléctricos que incluya estrategias y acciones para disposición final de estas y de sistemas de almacenamiento.
 - Implementación de programas de conciencia ambiental y reducción de huella de carbono a nivel empresarial.

Recomendaciones específicas para el transporte de carga liviana

9.69 Las siguientes son las recomendaciones que buscan atender específicamente las barreras detectadas para el sector de transporte de carga liviana, y están agrupadas por los temas que

las engloban, pero no específicamente por cada una de las barreras, ya que algunas de las barreras son complementarias.

Recomendaciones para mejorar el conocimiento de las empresas para focalizar los esfuerzos

- Establecer un catastro de las empresas de transporte existentes en el país, con el objetivo de proponer beneficios más focalizados y mejor orientados a las necesidades de estas empresas. Como parte de este catastro sería ideal identificar los principales orígenes y destinos de las cargas que moviliza cada empresa, así como identificar microcentros.
- Campañas de información focalizadas (dónde encontrarlos y qué ofrecer).
- Campañas con "casos de éxito" en los sectores identificados, de manera de poder acercar a las empresas la posibilidad concreta que se dio en su sector, pudiendo incluso consultar
- Programas o convenios para mejorar el acceso al crédito para pequeñas empresas de transporte orientados a la compra de vehículos eléctricos/renovación de flota.
- Desarrollo de otros modelos de negocio, con empresas que manejen la tecnología y tengan capital, que puedan hacer la inversión inicial y darlo en formato de alquiler. Esto hace que pase a ser sólo un costo mensual, no afectando la capacidad de crédito, además de disminuir el riesgo sobre la vida útil y la disposición final.
- Capacitación a empresas de transporte desde temas financieros y fiscales hasta aspectos como eficiencia en la conducción y mantenimiento de los vehículos.
- Apoyo en la capacitación del ecosistema de la movilidad eléctrica, con énfasis en los servicios de mantenimiento, mecánica eléctrica y servicios de carga (oportunidad de mejorar inclusión).
- Programas de colaboración orientados a compra de flota para empresas pequeñas.

Recomendaciones orientadas a desinsentivar el uso de vehículos de combustión y facilitar el uso de eléctricos (medidas de corto-mediano plazo)

- Establecer estacionamientos para camiones y/o lugares de carga/descarga prioritarios para vehículos eléctricos
- Tarifas rebajadas en estacionamientos para vehículos eléctricos
- Instalación de puntos de carga eléctrica en los principales puntos de origen y destino de las cargas y en los microcentros más importantes del país.

Recomendaciones orientadas a desinsentivar el uso de vehículos de combustión y facilitar el uso de eléctricos (medidas de largo plazo)

- Establecer zonas de baja emisión que permitan establecer restricciones de circulación en ciertos periodos horarios a los vehículos de combustión
- Planificación de centros logísticos en puntos estratégicos del país que hagan factible el uso de vehículos eléctricos para el transporte de última milla.

Recomendaciones para el monitoreo y mejorar la información disponible para la planificación

- Generar un observatorio de carga nacional con información de variables de implementación de la electromovilidad en el país como, por ejemplo, georreferenciación de principales orígenes y destinos de la carga, tiempos de detención en los puntos.

10 Referencias

- Abate, M., & De Jong, G. (2014). The optimal shipment size and truck size choice—The allocation of trucks across hauls. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 59, 262–277.
- Ahmed, U., & Roorda, M. J. (2022). Modeling Freight Vehicle Type Choice using Machine Learning and Discrete Choice Methods. *Transportation Research Record*, 2676(2), 541–552. <https://doi.org/10.1177/03611981211044462>
- ANCAP. (2022, December). *Gasol 50-S*. <https://www.ancap.com.uy/1642/1/gasol--50-s.html>
- ARVAL. (2021). *ELCV Electric fleet transition powered by real-world data*. <https://www.arval.co.uk/sites/default/files/153/2021/05/eLCV%20Electric%20fleet%20transiti%20powered%20by%20real-world%20data.pdf>
- Bonnafeous, A., Patier, D., Routhier, J.-L., Toilier, F., & Serouge, M. (2016). French Surveys of the Delivery Approach: From Cross-section to Diachronic Analyses. *Transportation Research Procedia*, 12, 181–192. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.02.057>
- Broadbent, G., Drozdowski, D. and Metternicht, G. (2017) Electric vehicle adoption: an analysis of best practice and pitfalls for policy making from experiences of Europe and the US. *Geography Compass*. 2017;e12358. <https://doi.org/10.1111/gec3.12358>
- California Air Resources Board. (2018a). *Battery Electric Truck and Bus Energy Efficiency Compared to Conventional Diesel Vehicles*. <https://ww2.arb.ca.gov/sites/default/files/2018-11/180124hdbvefficiency.pdf>
- California Air Resources Board. (2018b, December). *Battery-Electric Truck and Bus Charging Cost Calculator*. <https://ww2.arb.ca.gov/resources/documents/battery-electric-truck-and-bus-charging-cost-calculator>
- CCU. (2021, May 13). *Empresas apuestan por electromovilidad para reducir sus emisiones contaminantes*. <https://www.ccu.cl/empresas-apuestan-por-electromovilidad-para-reducir-sus-emisiones-contaminantes/>
- CEPAL. (2021). *Boletín 388—Facilitación, comercio y logística en América Latina y el Caribe*. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/47385/1/S2100543_es.pdf
- Coca-Cola FEMSA. (2022, July 2). *Movilidad sostenible en Coca-Cola FEMSA - KOF*. <https://coca-colafemsa.com/noticias/coca-cola-femsa-movilidad-sostenible/>
- Congreso de Intendentes. (2021). *Normas de determinación del tributo de patente de rodados. Art. 297 de la constitución – ley 18860—Ejercicio 2021*. <https://montevideo.gub.uy/sites/default/files/biblioteca/tos2021.pdf>
- Diario Sustentable. (2022, January 7). Sodimac obtuvo nuevamente la certificación del programa Giro Limpio. *Diario Sustentable*.

<https://www.diariosustentable.com/2022/01/sodimac-obtuvo-nuevamente-la-certificacion-del-programa-giro-limpio/>

DiNello, S. (2021, July 1). *How Much Do EV Charging Stations Cost?* Future Energy. <https://futureenergy.com/how-much-do-ev-charging-stations-cost/>

Dollinger, M., & Fischerauer, G. (2021). Model-Based Range Prediction for Electric Cars and Trucks under Real-World Conditions. *Energies*, 14(18), 5804. <https://doi.org/10.3390/en14185804>

Dun, C., Horton, G., & Kollamthodi, S. (2015). *Improvements to the definition of lifetime mileage of light duty vehicles*. https://climate.ec.europa.eu/system/files/2016-11/ldv_mileage_improvement_en.pdf

Edwards, J., Wang, Y., Potter, A., & Cullinane, S. (2010). E-business, e-logistics, and the environment. *Green Logistics: Improving the Environmental Sustainability of Logistics*.

EMEP/EEA. (2020). *Air pollutant emission inventory guidebook 2019*.

Farmared - Logired. (2021, July 6). *Incorporamos el primer móvil eléctrico a nuestra flota de Distribución*. <https://www.farmared.com.uy/noticias/?incorporamos-el-primer-movil-electrico-a-nuestra-flota-de-distribucion>

García, R., Mena, C., Tambasco, A., & Zanetti, M. P. (2018). *Vehículos Utilitarios Eléctricos: Una Inversión Rentable*. MIEM. http://www.eficienciaenergetica.gub.uy/documents/20182/56464/Utilitarios+el%C3%A9ctricos+_inversi%C3%B3n+rentable.pdf/02d5a347-2bbc-42e2-b527-723637eaefc8

Ghosh, A. (2020). Possibilities and Challenges for the Inclusion of the Electric Vehicle (EV) to Reduce the Carbon Footprint in the Transport Sector: A Review. *Energies*, 13(10), 10. <https://doi.org/10.3390/en13102602>

González, D. (2020, October 6). *Unilever y Grupo Mirtrans incorporan vehículo eléctrico al sistema de distribución*. América Retail. <https://www.america-retail.com/uruguay/unilever-y-grupo-mirtrans-incorporan-vehiculo-electrico-al-sistema-de-distribucion/>

Hinicio. (2022). *Guía sobre Movilidad Urbana Eléctrica en Uruguay*.

Jochem, P., Doll, C., & Fichtner, W. (2016). External costs of electric vehicles. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 42, 60–76. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2015.09.022>

Juárez, C. (2020, December 22). *Mercado Libre y sustentabilidad: Integra flota de vehículos eléctricos para su logística de entregas*. <https://thelogisticsworld.com/transporte/mercado-libre-apuesta-por-la-sustentabilidad-integra-una-flota-de-vehiculos-electricos-en-latinoamerica/>

Kin, B., Hopman, M., & Quak, H. (2021). Different charging strategies for electric vehicle fleets in urban freight transport. *Sustainability*, 13(23), 13080.

Lavee, D., & Parsha, A. (2021). Cost-benefit analyses of policy tools to encourage the use of Plug-in electric vehicles. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 11, 100404. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2021.100404>

Lund, J., Schroeder, J., Porter, E., & Mullaney, D. (2022). *Charting the Course for Early Truck Electrification*. RMI. <https://rmi.org/insight/electrify-trucking/>

MIEM. (2022a). *Indicadores Energéticos*. https://www.segingenieria.com/wp-content/uploads/2022/09/Indicadores-Energ%C3%A9ticos_2208-1.pdf

MIEM. (2022b). *Parque automotor*. Ministerio de Industria, Energía y Minería. <https://www.gub.uy/ministerio-industria-energia-mineria/datos-y-estadisticas/estadisticas/parque-automotor>

MIEM & MEF. (2021). *Decreto MIEM - Nov 12—IMESI eléctricos*. <http://media.autoblog.com.uy/docs/MIEM%20-%20Nov%2012%20-%20IMESI%20el%C3%A9ctricos.pdf>

Ministerio de Energía. (2021, May 14). *Plataforma de Electromovilidad—Camión eléctrico de compañía cervecera en Brasil*. [//transporte-de-carga/camion-electrico-compania-cervecera-brasil2](https://transporte-de-carga/camion-electrico-compania-cervecera-brasil2)

Mitrani, A. (2022). *Sin título*. <https://photos.app.goo.gl/j22RGh4dQtqtsDSD7>

MOVÉS. (2022a). *Externalidades y movilidad sostenible implicancias para Uruguay*. <https://moves.gub.uy/wp-content/uploads/2022/10/Externalidades-y-movilidad-sostenible-Implicancias-para-Uruguay.pdf>

MOVÉS. (2022b). *Reporte Pruebas Tecnológicas*. <https://moves.gub.uy/wp-content/uploads/2022/10/Informe-final-Octubre-2022-Proyecto-MOVES-Reporte-Pruebas-Tecnologicas.pdf>

Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático. (2007). *Cambio climático 2007: Base de las Ciencias Físicas*. <https://cidoc.marn.gob.sv/documentos/cambio-climatico-2007-base-de-las-ciencias-fisicas/>

PNUD. (2022). *SOLICITUD DE PROPUESTA (SdP) SdP ONU21001-1248 “Identificación y análisis de actividades con potencial de incorporación de vehículos eléctricos de carga liviana”*.

PNUMA. (2019). *Movilidad eléctrica: Avances en América Latina y el Caribe 2019*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. <http://movelatam.org/transicion/>

República Oriental de Uruguay. (2022). *Segunda Contribución Determinada a nivel Nacional al Acuerdo de París*. <https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/sites/ministerio-ambiente/files/documentos/noticias/2022.12.29%20-%20Segunda%20CDN%20%2B%20Segunda%20ComAd%20%28Uruguay%29.pdf>

SICE. (2022). *Reglamento Armonizado Clasificación de los Vehículos*. <http://www.sice.oas.org/trade/mrcsrs/resolutions/AN3594.asp>

Sierzychula, W., Bakker, S., Maat, K., & Van Wee, B. (2014). The influence of financial incentives and other socio-economic factors on electric vehicle adoption. *Energy policy*, 68, 183-194.

Siragusa, C., Tumino, A., Mangiaracina, R., & Perego, A. (2022). Electric vehicles performing last-mile delivery in B2C e-commerce: An economic and environmental assessment. *International Journal of Sustainable Transportation*, 16(1), 22–33. <https://doi.org/10.1080/15568318.2020.1847367>

SNRCC Uruguay. (2021). *Estrategia Climática de Largo Plazo de Uruguay*. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/URY_LTS_Dec2021.pdf

Steer. (2020a). *Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la*

construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE (23925301; No. 1; p. 82). Steer.
https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/Caracterizacion_energetica_transporte_automotor_carretero_carga_informe_01.pdf

Steer. (2020b). *Realizar la caracterización energética del transporte automotor carretero de carga urbano e interurbano en el Territorio Nacional, con el propósito de fortalecer la construcción de las proyecciones de demanda, de los balances energéticos del país y de las medidas del plan de acción del PROURE* (23925301; No. 3; p. 34). Steer.
https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/Informe_final_caracterizacion_transporte.pdf

Steer. (2020c). *Realizar un estudio que permita identificar las clases de vehículos y modalidades de transporte susceptibles de realizar el ascenso tecnológico hacia tecnologías de cero y bajas emisiones a nivel nacional* (23918101). Unidad de Planeación Minero Energética; Steer.

Steer Davies Gleave. (2015). *Actualización y ajuste de la matriz origen destino de transporte de carga en la ciudad de Bogotá D.C.*

Teoh, T. (2022). Electric vehicle charging strategies for Urban freight transport: Concept and typology. *Transport Reviews*, 42(2), 157–180.

UM & CINOI. (2022a). *Estado del Arte de Camiones Eléctricos en Uruguay* (Transporte Eléctrico de Carga: Análisis de Los Desafíos Para Su Introducción En Uruguay). ANII.
<https://um.edu.uy/cinoi/fse-2019-transporte-electrico-de-carga-analisis-de-los-desafios-para-su-introduccion-en>

UM & CINOI. (2022b). *Estructura metodológica para herramienta de cálculo de costo total de propiedad* (Transporte Eléctrico de Carga: Análisis de Los Desafíos Para Su Introducción En Uruguay). ANII. <https://um.edu.uy/cinoi/fse-2019-transporte-electrico-de-carga-analisis-de-los-desafios-para-su-introduccion-en>

Uruguay XXI. (2022a). *Sector Retail & E-Commerce en Uruguay*.
<https://www.uruguayxxi.gub.uy/uploads/informacion/5b16fefe1ede632f2db111a01c44a6a87eb7.pdf>

Uruguay XXI. (2022b). *Sistema Tributario*. <https://www.uruguayxxi.gub.uy/es/quiero-invertir/guias-inversor/sistema-tributario/descarga/>

Velasco Sánchez, E. (2014). *Estudio del nivel de ruido emitido por los vehículos del parque automovilístico Valenciano y su relación con la calidad acústica de nuestras ciudades*. Congreso Nacional del Medio Ambiente.
<http://www.conama2014.conama.org/conama2014/download/files/conama2014/CT%202014/1896711948.pdf>

Wang, G., Miller, M., & Fulton, L. (2022). *Estimating Maintenance and Repair Costs for Battery Electric and Fuel Cell Heavy Duty Trucks*. University of California, Davis.
https://escholarship.org/content/qt36c08395/qt36c08395_noSplash_589098e470b036b3010eae00f3b7b618.pdf?t=r6zwjb

Wang, M., Thoben, K.-D., Bernardo, M., & Daudi, M. (2018). Diversity in employment of electric commercial vehicles in urban freight transport: A literature review. *Logistics Research*, 11(10), 1–13.

World Bank. (2021). *Tasa de interés real (%)—Uruguay*.

<https://datos.bancomundial.org/indicador/FR.INR.RINR?locations=UY>

A Entrevistas

Intergremial de transporte profesional de carga terrestre de Uruguay

Asistentes	• Ignacio (Intergremial) • Natalia Duran (Steer) • Ester Villavicencio (Steer) • Cristian Baeza (Steer)
Fecha	30/11/2022

La Intergremial esta integrada por más de 23 asociaciones que representan a todos los sectores del comercio exterior del Uruguay.

Las empresas que componen la intergremial trabajan principalmente con camiones de carga pesada (más de 25 toneladas), sin embargo, cuentan igual con un porcentaje pequeño de camiones de carga liviana cuyo principal uso es la distribución urbana de productos.

Respecto de algunos de los principales económicos a los que se les prestan servicios las empresas que integran la intergremial, se destaca lo siguiente:

- Sector forestal:
 - La carga se mueve toda a través de camiones de carga pasada y el uso de camiones livianos es marginal y para uso principalmente de apoyo en labores de faena)
 - En general el transporte y la logística en este sector es subcontratado
- Lácteos:
 - En general, se utilizan camiones de carga pesada para el traslado de la producción desde su origen a las plantas
 - Se generan rutas que recogen la producción tanto de grandes como pequeños productores para su traslado a las plantas
- Bebidas:
 - Este es uno de los sectores con mayor proporción de uso de camiones de carga liviana. SU uso principal es para distribución de carga en los sectores urbanos a los clientes finales. Los principales productos incluyen la distribución de bebidas, aguas minerales y cervezas.
 - Las empresas de la intergremial distribuyen en todas las capitales provinciales del país.
- Otros sectores:
 - Los supermercados y el e-commerce utilizan camiones de carga liviana principalmente para la distribución de sus productos en zonas urbanas. En general estos sectores cuentan con flotas de camiones propios.

Respecto de los vehículos eléctricos:

La principales barreras observadas fueron las siguientes:

- La alta inversión inicial que requieren este tipo de vehículos en comparación con camiones convencionales. En general las empresas de transporte son pequeñas (flota de 4-5 camiones) por lo que cuentan con poco capital para grandes inversiones.
- La autonomía de los vehículos eléctricos también genera restricciones, principalmente para trayectos de grandes distancias, por lo que su mayor potencial es en los camiones que distribuyen productos en los centros urbanos de las ciudades.
- Falta de información respecto de los vehículos eléctricos. Beneficios (económicos y ambientales), ahorros que genera, uso de la tecnología, diferencias con camiones convencionales, costos de la energía eléctrica.
- La infraestructura asociada a los vehículos eléctricos todavía es escasa, principalmente lo que tiene que ver con la red de carga:
 - Todavía existen pocas estaciones de carga y el crecimiento de estas a nivel nacional es lento (debería haber más estaciones)
 - En general las empresas que cuentan con vehículos eléctricos en la actualidad tienen sus propios puntos de carga

En cuanto a los principales beneficios que se perciben de este tipo de tecnología:

- Ahorro en los costos de combustible (energía eléctrica es más barata que combustibles fósiles)
- Las empresas que cuentan con certificaciones ambientales observan un valor agregado en transportar sus productos con energías limpias
- Ayuda a las empresas en general a reducir su huella de carbono lo que permite generar valor agregado a sus productos.

Sería importante que se generará un plan de incentivos a la inversión en vehículos eléctricos en el sector del transporte de carga por parte del Gobierno, similar a lo que se ha hecho en el transporte público como, por ejemplo, subsidios para la renovación de flotas.

Unión de Transportes Fleteros del Uruguay

Asistentes	• Fernando Piano (UFTU) • Natalia Duran (Steer) • Ester Villavicencio (Steer) • Cristian Baeza (Steer)
Fecha	06/12/2022

La asociación cuenta con aproximadamente 280 socios/empresas que transportan carga para distintos sectores económicos del país. Los principales sectores abarcan el reparto de mercancías en sectores urbanos, graneles, traslado de productos desde/hacia puerto y aeropuerto, transporte urbano e interurbano dentro del país.

La asociación está compuesta principalmente por pequeñas empresas de transporte que cuentan con flotas de menos de 30 camiones que varían entre 10 ton y 45 ton.

Su principal función es de asesorar a las empresas asociadas en temas administrativos y legales.

Respecto de las principales barreras que observan para la implementación de vehículos eléctricos:

- La alta inversión inicial que requiere este tipo de tecnología
- Falta de información respecto de esta tecnología (duración de las baterías, autonomía de los vehículos, forma de carga, mantención del vehículo, cambio de baterías, etc.)
- La alternativa de vehículos con que utilicen hidrogeno liquido podría generar una competencia con el mercado de los vehículos eléctricos

El principal potencial de los vehículos eléctricos en el sector del transporte de carga es en empresas cuyos camiones recorren distancias menores a 100 km ya que en esos tramos la energía eléctrica es más rentable. Para distancias mayores a 100 km sigue siendo más rentable los camiones que utilizan combustibles fósiles.

Dirox S.A.

Asistentes	• Gabriel Nater (Dirox) • Natalia Duran (Steer) • Cristian Baeza (Steer)
Fecha	30/11/2022

Empresa dedicada a la producción de insumos para la ganadería (vitamina k3) y para la industria del cuero (sulfato de cromo) ubicada aproximadamente a 50 km de Montevideo, en Libertad, departamento de San José.

- En el caso de la vitamina K3, este insumo es parte de la cadena productiva para la cría de ganado, siendo la empresa un cliente intermedio, mientras que en el caso del sulfato de cromo este es suministrado directamente al cliente final.

La empresa se dedica principalmente a la exportación y esta se realiza tanto por vía marítima como por vía terrestre.

El transporte de la carga de exportación es tercerizado y los principales destinos son el Puerto de Montevideo y países como Brasil, Paraguay y Argentina. Los principales formatos de la carga son contenedores y granel líquido.

En general, la empresa busca una tasa de ocupación de los camiones lo más alta posible para eficientar los costos de transporte de la carga.

La empresa realizó la prueba de un vehículo eléctrico a través del proyecto MOVES. Se le entregó un vehículo utilitario el que fue utilizado principalmente para traslado de personas.

- En general la empresa cuenta con una flota de vehículos que utiliza para el traslado de los trabajadores (gerencia, visitas a terreno y para el traslado de trabajadores).
- Los vehículos de la empresa recorren en promedio más de 5.000 km al mes.

Respecto de la experiencia con vehículos eléctricos, destacaron lo siguiente:

- Una de las principales barreras que observan para el uso de esta tecnología es la dificultad para dar a conocer los ahorros que representan el uso de este tipo de vehículos a los clientes. En este sentido es vital la información que pueda entregar el proyecto MOVES respecto de los ahorros que significa la energía eléctrica.

- Otra dificultad observada fue la lentitud con que se cargaba el vehículo utilizado, lo que podía tardar un par de horas. De acuerdo a lo señalado en la entrevista, si bien existen estaciones de carga rápida en el país, la tecnología del vehículo no permitía usar esta modalidad de carga.
- Si bien se reconocen los beneficios del uso de automóviles eléctricos se señaló que es importante una mayor difusión de los ahorros y los costos que generan este tipo de vehículos para una mayor transparencia hacia sus clientes y para fomentar el uso de esta tecnología por parte de otras empresas.

Acodike

Identificación de la empresa

Datos generales:

- Razón social – Acodike Supergas S.A.
- Dirección – Francisco Lecocq 1031
- Teléfono – 235777
- Página web – www.Acodike.com.uy
- Identificación de persona de contacto: Ingeniero Martínez, teléfono: 0943804055, Responsable de logística

Caracterización de la empresa:

El Gas Licuado de Petróleo suministrado a granel es la solución ideal para instalaciones que exigen un consumo energético elevado. Implica la instalación de prácticos y seguros recipientes de distintas capacidades, que son periódicamente recargados por nuestra moderna flota de camiones.

Desarrollamos soluciones a medida de las necesidades energéticas de nuestros clientes. Alcanzamos todos los rincones del país, suministrando el producto a un amplio espectro de consumidores domiciliarios, comerciales, industriales y de servicios, y permaneciendo como pioneros y líderes del sector.

Nuestros camiones cuentan con avanzada tecnología en seguridad, medición y facturación. En el área de logística contamos con un software específico, que nos permite anticipar y organizar las entregas a cada instalación, en la frecuencia que determinen sus necesidades específicas,

Ventajas

- Energía de gran potencia calorífica para cocción, calefacción y calentamiento de agua de alto rendimiento y versatilidad.
- El producto tiene un alto contenido de propano que combinado con el almacenamiento que se diseña a medida, es capaz de abastecer las demandas de cualquier tipo de proceso: residencial, comercial o industrial.
- Energía limpia, combustión completa y homogénea que evita humo y cenizas.
- Independiente de las condiciones climáticas o las interrupciones de suministro.
- Almacenamiento de grandes cantidades de energía en espacios reducidos.
- Sencilla instalación exterior, que requiere un mantenimiento mínimo.
- Seguridad, asesoramiento técnico y service avalados por más de 30 años de experiencia en distribución a Granel.

- Práctico sistema de suministro con una moderna flota de camiones graneleros.
- Envases con nivel magnético que permiten verificar el nivel de carga (*) Acodike Supergas, desde 1956 es la primera empresa en el envasado y distribución de GLP en Uruguay.
- En poco tiempo posicionó al supergás como líder en cocción e incorporó nuevos usos y equipos para desarrollar el mercado.
- Envasa y distribuye el producto en garrafas de 13 kg y cilindros de 45 kg. Para grandes consumidores se suministra a granel en garrafones y tanques estacionarios de distintas capacidades.

Acodike llega a más de 400.000 hogares en todo el país gracias a su gran red de distribuidores y subdistribuidores. Cuenta con un parque de más de 1 millón de garrafas, el más grande a nivel nacional.

Acodike posee una moderna flota de camiones equipados con la última tecnología, con la que atiende a más de 3.000 clientes domiciliarios, comerciales e industriales.

Acodike se enfocó desde siempre en brindar a sus clientes la mayor seguridad y calidad de servicio logrando su confianza. Perfecciona en forma permanente sus sistemas de distribución y comercialización, adaptándolos a las necesidades cambiantes del público usuario.

Realiza inversiones en plantas de almacenaje y puestos de venta en todo el país, parque de envases y tecnología con el fin de brindar cada vez un mejor servicio.

Cuenta con personal calificado que actualiza sus competencias permanentemente. El estímulo, motivación y capacitación forman parte del desarrollo profesional y humano de todos sus integrantes. La innovación es impulsada para ejercitar permanentemente la capacidad de crear y ser más competentes.

Acodike aplica y difunde una filosofía de trabajo en equipo y los valores que hizo propios y han sido pilares fundamentales para forjar el prestigio de su trayectoria.

Estos logros han consolidado una cultura basada en un cliente satisfecho, una marca prestigiosa y la permanencia y el liderazgo en el mercado desde su fundación, en 1956.

(*) Posibilidad de instalar sistema de monitoreo a distancia.

Caracterización del sector:

- Cantidad de empresas en el sector – se reparte el mercado con Ancap y Rio-gas
- Tamaño de las empresas (flotas de vehículos) – 15 vehículos
- Porcentaje del mercado que su empresa atiende -20%

Conocimiento de la electromovilidad

- Experiencia con vehículos eléctricos – Tuvieron experiencia, más lo utilizaron para movimientos propios de la empresa
- Qué barreras percibe para el cambio tecnológico – El tema con este tipo de carga, es el peso, entonces, el vehículo que se utilice debe de poder tener la misma capacidad de carga que hoy en día tienen los vehículos que utilizan.
- Qué beneficios percibe para del cambio tecnológico – Ahorro y reducción del impacto ambiental, además contarían con centros de carga propios, ya que Axion,

compro hace dos meses Acodike, y siendo una cadena de estaciones de servicio, sería muy fácil tener centros de carga en toda la zona urbana.

- Tocar temas de baterías, autonomía, costo del recambio de las baterías y talleres especializados para poder reparar los vehículos, que tienen que estar en la calle permanentemente.
- ¿Consideraría implementar vehículos de carga dentro de su flota? ¿Para qué rutas/servicios? ¿Por qué? – Si, algunos triciclos hoy son eléctricos.

Respecto de su participación en el Proyecto Movés, no se utilizó para el core business, sino para movimientos puntuales del utilitario. por lo que no se midió nada de lo anteriormente planteado, y tampoco se hizo gran énfasis por parte del ente, en saber como se usaba y en que se usaba.

Información de Flota

- Estructura de propiedad de la flota: Propia
- Tamaño de la flota: En zona urbana hay unos 20 vehículos que recorren 70 kilómetros por día
- Caracterización de los vehículos:
 - i. Los camiones cuentan, en promedio, con una capacidad de carga de 3,5 tons
 - ii. N° de ejes, 2 simple
 - iii. N° de neumáticos (incluyendo repuestos) 5
 - iv. Valor de compra (\$), 20000
 - v. Vida útil (años) 10 aprox

Costos

3. Costos fijos

- i. Seguro obligatorio si, 45 aprox por cada vehículo
- ii. Seguro de riesgos
 - Responsabilidad Civil Empresa - Si
 - Responsabilidad Civil Vehículos - Si
 - Riesgos de Carga Transportada - si
 - Daños propios - Si
 - Daños a terceros - Si
- iii. Costos fijos de circulación: Valor anual (\$/año) de:
 - Permiso nacional de circulación - No
 - Revisión Técnica (CAT) – 10.000

4. Costos Variables

- i. Combustible
 - Rendimiento: 10 km/lit en promedio
 - Valor combustible (\$/lit) 74.8 y de gasoil 64.99
- ii. Lubricantes
 - Capacidad por tipo de lubricante: 4 litro de aceite para motor
 - Rendimiento: 200 kilómetros por litro

- Valor lubricante: 300 (\$/lt)

iii. Neumáticos

- Rendimiento de los neumáticos (km): 40.000
- Valor neumático (\$/neumático) 3.000 cada una de las dong feng y 5.400 cada una del fotón

iv. Uso de infraestructura:

- Gasto mensual en peajes: \$1000

Comentarios generales

A- En la situación de Acodike, si bien están contentos con la flota, y conformes con la capacidad de carga, si entienden que es imprescindible un cambio en el vehículo, ya que es muy pesado, y hoy hay una tendencia a que las garrafas sean mas livianas, por lo que sus 20 vehículos hoy, le son a veces un dolor de cabeza, al momento del desgaste de cubierta y mantenimiento.

B- En lo que respecta al cambio de matriz energética, lo ve como una política a estas alturas necesaria de ser aplicada lo antes posible, además Acodike fue adquirida por Axion una empresa de combustibles reconocida a nivel internacional, donde podrían tener una red de carga urbana asegurada. En su caso particular, lo visualiza ya como un atraso el seguir con los vehículos actuales.

C- Su propuesta es justamente que se continúe con un trabajo de profundización ya que el sector de camion de carga liviana esta hiper fragmentado, por lo que son las empresas mas grandes las que deben ponerse el proyecto al hombro, resalta que le parece importante continuar trabajando con una Consultoría extranjera y un interlocutor local, lo primero, porque es desconfiado del mercado interno de sugerencias, y lo segundo por la llegada, y la implementación lo antes posible.

Farmashop

Identificación de la empresa

Datos generales:

- Razón social – COBOE S.A. (farmashop)
- Dirección – Santander y Avenida Italia
- Teléfono – 099 172 089
- Página web – <https://tienda.farmashop.com.uy/>
- Identificación de persona de contacto – Ignacio Mignone, teléfono: 099172089, Gerente General de logística.

Caracterización de la empresa:

Cuenta con 1.700 colaboradores en total, tiene más de 100 farmacias distribuidoras en 18 departamentos, Artigas, Canelones, cerro Largo, Colonia, Lavalleja, Maldonado, Montevideo, Paysandu, Flores, Rio Negro, Rivera, Salto, San Jose, Soriano, Tacuarembó y 33.

El Servicio es especializado en salud, contando con laboratorio propio para análisis ligeros. Hoy en día cuentan con 5 centros especializados en belleza OM by farmashop.

Cuentan con un centro de distribución con más de 5.000 m² donde se centralizan todas las compras y se abastece a todas las sucursales, permitiendo con mayor stock y respuesta del mercado.

La empresa subarrienda vehículos, gestión compartida, no son propietarios. El transporte se realiza a las sucursales y a cliente final. También se realiza e-commerce en motos que hacen 60 km similar y cuentan, además, con 7 camiones de 5 toneladas apróx.

Respecto al cambio hacia la electromovilidad, la empresa lo ve como positivo dado que en conjunto se produce un ahorro energético, económico y es una energía amigable con el medio ambiente

Respecto a las barreras para el cambio a vehículos eléctricos, en el caso de las motos no se observa una barrera, mientras que en el caso de los camiones dependerá de los beneficios que genere esta tecnología.

La empresa actualmente está en proceso de hacer la transición a vehículos eléctricos, sin embargo, existen temas operativos como, por ejemplo, cierta autonomía la cual en general los vehículos son con carga de batería y se observan posibles complicaciones, especialmente con temas como el acomode de la carga, mantenimiento y autonomía, servicios post venta.

De acuerdo a lo señalado en la entrevista, no hay mucha experiencia a nivel nacional en temas de electromovilidad, a pesar de que cada vez más se observa mayor experiencia. Tampoco existe el personal de mantenimiento necesario y el poco que no están preparados para de mantención a los vehículos.

Un punto importante para la empresa es que necesitan que los vehículos estén en uso todo el tiempo, a contra turno, por lo que es aconsejable que los vehículos no realicen cargas parciales.

Caracterización del sector:

- Cantidad de empresas en el sector – además de la cadena Global Farmared, hoy en día son tanto dentro del rubro farmacia como e-commerce la empresa más grande.
- Tamaño de las empresas (flotas de vehículos) – todas las empresas tienen aproximadamente entre 7 y 8 camiones de 5 toneladas, triciclos, y motos, no se cuenta con el total de los vehículos más pequeños.
- Porcentaje del mercado que su empresa atiende - la empresa cuenta con el 70% del mercado.

Conocimiento de la electromovilidad

- Experiencia con vehículos eléctricos – Tienen triciclos y motos eléctricas, no han probado los vehículos del programa MOVÉS
- Qué barreras percibe para el cambio tecnológico – No encuentran barreras de hecho pueden incluso contar con su propio establecimiento de carga.
- Qué beneficios percibe para del cambio tecnológico – Ahorro y reducción del impacto ambiental,
- ¿Consideraría implementar vehículos de carga dentro de su flota? ¿Para qué rutas/servicios? ¿Por qué? Si. Las que realizamos en la empresa. Por el motivo mencionado anteriormente, sobre el ahorro e impacto ambiental

Información de Flota

- Estructura de propiedad de la flota por tipo de vehículo, tienen una flota que gestionan con empresas de transporte profesional, a la cual ayudan con el mantenimiento y estarían dispuestos a ayudares también con el cambio de la misma.
- En el caso de flota arrendada, el valor arriendo, cada vehículo valor mensual es de aproximadamente 30.000 pesos por año.
- Tipo de rutas de los vehículos – Urbana
- Cantidad de kilómetros recorridos – En promedio cada vehículo recorre más de 150 kilómetros diarios
- Caracterización de los vehículos:
 - Capacidad de carga promedio: 5 toneladas
 - N° de ejes, 2 simple
 - N° de neumáticos (incluyendo repuestos) 5
 - Valor de compra (\$), 30000
 - Vida útil (años) 10 aprox

Costos

5. Costos Fijos

- i. Seguro obligatorio si, 45 aprox por cada vehículo
- ii. Seguro de riesgos
 - Responsabilidad Civil Empresa - Si
 - Responsabilidad Civil Vehículos - Si
 - Riesgos de Carga Transportada - SI
 - Daños propios - Si
 - Daños a terceros - Si
- iii. Costos fijos de circulación: Valor anual (\$/año) de:
 - Permiso nacional de circulación - si
 - Revisión Técnica (CAT) – 10.000

1. Costos Variables

- i. Combustible
 - Rendimiento (km/lit) 8 en promedio
 - Valor combustible (\$/lit) 74.8 y de gasoil 64.99
- ii. Lubricantes
 - Capacidad por tipo de 4 litro de aceite para motor
 - Rendimiento: 200 kilómetros por litro
 - Valor lubricante 300 (\$/lit)
- iii. Neumáticos
 - Rendimiento de los neumáticos (km) 40.000
- iv. Uso de infraestructura:
 - Gasto mensual en estacionamientos \$2.000
 - Gasto mensual en peajes \$2.400

Comentarios generales

A- De la conversación surge que, al tener más de 20.000 pedidos al día entre toda la cadena de farmacias, lo que está siendo dificultoso es poder encontrar rápidamente un recambio de

vehículo en caso de que alguno falle, ya que su servicio se basa en la última milla, es decir la eficiencia en la rapidez y eficacia con la que entregan el producto. Al no existir una normativa determinada, en cuanto a la actualización de la flota, sino que no puede ser mayor a 10 años, en varios casos al subarrendar (más allá de que co-gestionan la flota de camiones específicamente) dependen del transportista que decida cambiar el vehículo para que cumpla con las expectativas de la empresa, ya que en su caso dependen de como llegue el producto final, tanto al consumidor como a otras farmacias a las que distribuyen. Por lo que si existiera una opción con menor mantenimiento estarían dispuestos a realizar el cambio necesario, tanto interno como externo.

B- En el caso específico de Farmashop, hoy en día tienen vehículos eléctricos como triciclos y motos, lo cual les ha resultado en un cambio sumamente positivo en el ahorro energético, lo que notaron al principio, fue la falta de repuestos y el problema con la carga, ya que no existe una red de carga, y depende de ellos el procurar cargar los vehículos. En cuanto a los camiones de carga liviana, se muestran totalmente entusiastas, y más allá de si existen o no promociones por parte del gobierno, entienden que pueden afrontar el cambio y colaborar con quienes gestionan la flota para poder concretarlos. Además, cuentan con un sitio donde tener su red de carga, tal cual lo tienen algunas empresas de buses hoy por hoy. Además, agregan que va de la mano de la política verde que tiene la empresa en cuanto al transporte y reparto de sus productos, lo ven como un diferencial.

C- Con respecto a la propuesta de Farmashop, es que se continúe trabajando en mostrar los resultados positivos que tendrían estos camiones, y en mitigar los problemas que pueden surgir de la falta de red de carga, autonomía, uso de las baterías, y su uso post consumos. Plantean, prestamos verdes, más flexibles para el cambio de flota y una buena campaña informativa, entienden que el equipo que comienza a contactarse con ellos, es importante que se mantenga al igual que la consultora, ya que a las empresas de gran porte y a las pequeñas les da seguridad, sobre todo cuando los cambios implican dinero.

Diego Espinosa

Identificación de la empresa

Datos generales:

- Razón social – Diego Espinosa
- Dirección – Carpintería 4441
- Teléfono – 098 738 954
- Página web – www.tumayorista.uy – www.jamonyeso.uy
- Identificación de persona de contacto (Nombre, teléfono, correo electrónico, cargo) Diego Espinosa, 098 738 954, diegogermanespinosa@gmail.com, Director.

Caracterización de la empresa:

La empresa se dedica al e-commerce de venta de alimentos por mayor y menor, se encuentra situada en la ciudad de Montevideo, cuenta con locales (2) en zona Unión y en zona Atahualpa. Realizan entregas en Ciudad de La Costa (hasta el segundo peaje), Pando, Las Piedras y La Paz además de todo Montevideo. Los principales productos que comercializan corresponden a productos congelados, frescos y no perecederos.

La distribución de sus productos la realizan con vehículos propios y el formato de la carga es cerrado, carga sólida con temperatura controlada.

Conocimiento de la electromovilidad

- Experiencia con vehículos eléctricos – No aún
- Qué barreras percibe para el cambio tecnológico – No hemos encontrado vehículos con capacidad de controlar la temperatura de la carga hasta -20Cº
- Qué beneficios percibe para del cambio tecnológico – Ahorro y reducción del impacto ambiental
- Los aspectos más relevantes para el cambio de tecnología, de acuerdo al entrevistado, son alta inversión, costos de operación, mantención, personal capacitado en esta tecnología, cambio en la cantidad de empleados por el cambio de tecnología.
- ¿Consideraría implementar vehículos de carga dentro de su flota? ¿Para qué rutas/servicios? ¿Por qué? Si. Las que realizamos en la empresa. Por el motivo mencionado anteriormente, sobre el ahorro e impacto ambiental

Información de Flota

- Estructura de propiedad de la flota: Propia
- Tipo de rutas de los vehículos - Urbana
- Cantidad de kilómetros recorridos – En promedio cada vehículo recorre 100 kilómetros diarios
-
- Caracterización de los vehículos:
 - Modelos – Foton Ollin, Dong Feng, Dong Feng
 - Años – 2012, 2018, 2021
 - Capacidad de carga: Varía entre 2 toneladas y 1 tonelada
 - N° de ejes, 2 simple
 - N° de neumáticos (incluyendo repuestos) 5
 - Valor de compra (\$), 630.000
 - Vida útil (años) 10 aprox

Costos

2. Costos Fijos

- i. Seguro obligatorio si, 45 aprox por cada vehículo
- ii. Seguro de riesgos
 - Responsabilidad Civil Empresa - Si
 - Responsabilidad Civil Vehículos - Si
 - Riesgos de Carga Transportada - No
 - Daños propios - Si
 - Daños a terceros - Si
- iii. Costos fijos de circulación: Valor anual (\$/año) de:
 - Permiso nacional de circulación - No
 - Revisión Técnica (CAT) – \$10.000

3. Costos Variables

- i. Combustible
 - Rendimiento: 10 (km/Lt) en promedio

- Valor combustible (\$/lt) 74.8 y de gasoil 64.99
- ii. Lubricantes
- Capacidad: 4 litro de aceite para motor
 - Rendimiento: 200 kilómetros por litro
 - Valor lubricante: 300 \$/lt
- iii. Neumáticos
- Rendimiento de los neumáticos (km) 40.000
 - Valor neumático (\$/neumático) 3.000 cada una de las dong feng y 5.400 cada una del fotón
- iv. Uso de infraestructura:
- Gasto mensual en estacionamientos \$2.000
 - Gasto mensual en peajes \$2.400

Comentarios generales

A- En cuanto a la flota, el caso del reparto de jamones, chocolates, y otros productos perecederos, especialmente los chacinados, tienen la particularidad del nivel de frío que tienen que tener el camión, por lo que hoy no tienen mayores opciones que subarrendar al mismo que los importa, lo cual limita la baja de precio de alquiler de los vehículos. Si pudieran tener una flota propia marcan como un punto muy importante que el vehículo tenga la caja con la capacidad de mantener los productos a -20 grados, sin implicar un desgaste mayor del uso y vida útil de las baterías, en caso de que fueran eléctricas.

B- En el caso de Diego, lo ve como una evolución inminente, y que sería positivo, si los participantes en una primera instancia no son muchos, poder realizar un piloto, de préstamo de un vehículo, para que eso tenga un efecto derrame en el resto de las empresas, y lo vean como una inversión en todos sentido, ya que es promotor del cambio al vehículo eléctrico. Tanto en el ahorro del mantenimiento como en la vida útil del vehículo, ahorro energético, y descarbonización en la ciudad. Son más ágiles y fáciles de estacionar. Lo que si remarca so los repuestos, y que si es monopolizado como hoy, que no se establezcan precios máximos para los repuestos y demás exigencias que surjan del cambio en sí.

C- Su propuesta es básicamente, expandir los resultados luego de los talleres, que es serio mantener las caras con las que se contactan y que además de sugerencias se continúe con un acompañamiento imparcial que permita coordinar la puesta en marcha más veloz del cambio de matriz energética.

Greenpet

Identificación de la empresa

Datos generales:

- Razón social: Green Pet
- Dirección:
- Teléfono

- Página web: Greenpet.uy
- Identificación de persona de contacto: Juan Juncal, ventas@greenpet.uy, Director

Caracterización de la empresa:

Empresa dedicada a la producción y comercialización de alimentos para mascotas con presencia en Montevideo, Canelones, Colonia, Maldonado, Paysandú. Atiende principalmente el mercado interno y la distribución de los productos se realiza a través de empresas de transporte externa particularmente en el caso de Montevideo y Canelones y en el caso de las cargas de larga distancia el transporte es realizado directamente por la empresa

Caracterización del sector:

- Cantidad de empresas en el sector: 10
- Tamaño de las empresas (flotas de vehículos): Tercerizados
- Porcentaje del mercado que su empresa atiende: 0.1%

Conocimiento de la electromovilidad

- Experiencia con vehículos eléctricos – No
- Qué barreras percibe para el cambio tecnológico: En larga distancia red de cargadores, en corta distancia mantenimiento de los cargadores, costo de los vehículos, reciente baja de tope de precio CIF de vehículos, dificultad para saber precios de reventa de vehículos, retorno de baterías, proveedores de vehículos con poco antecedente en el país
- Qué beneficios percibe para del cambio tecnológico: Imagen de marca, baja de costos en corta distancia únicamente
- ¿Consideraría implementar vehículos de carga dentro de su flota? ¿Para qué rutas/servicios? ¿Por qué?: Solo corta distancia, por problemas de carga

Información de Flota

- Estructura de propiedad de la flota: Arrendada
- Tamaño de la flota (n° de camiones): vehículos livianos y pequeños, arrendamiento por envío, no de vehículos fijos, 100 vehículos.
- En el caso de flota arrendada:
 - Valor arriendo (\$/mes-vehículo): 170 a 300 pesos por envío
 - N° de meses de arriendo: 2 años de arriendo a la fecha
 - Ítems incluidos en el arriendo: Solo vehículo y chofer con carga y descarga
- Tipo de rutas de los vehículos : Urbana
- Cantidad de kilómetros recorridos: 20 km diarios por vehículo
- Caracterización de los vehículos. Se pide indicar para toda la flota:
 - Modelo: la empresa utiliza todo tipo de vehículos (motos, autos, camionetas, camiones livianos)
 - Año: 2000 a la fecha
 - Capacidad de carga (ton) desde 50 kilos a 6 toneladas
 - N° de ejes: 2
 - N° de neumáticos (incluyendo repuestos): 5

Comentarios generales

A- Si bien Juan comenta que es una empresa en crecimiento, hoy sub arrienda vehículos, por lo que espera en un futuro poder tener sus vehículos propios, su principal barrera es hoy en día lo que cuesta mantener un vehículo a combustible fósil, no solo por el precio, sino por el rendimiento, y los servicios anuales.

B- En cuanto al cambio Tecnológico, es el que más énfasis hizo, y cree fervientemente que más empresas optarían por comprar vehículos de carga liviana si fueran eléctricos, y si existiera una red de carga eficiente, es uno más de los que concuerda que tener un vehículo parado media hora no resulta carga eficiente, sin embargo, apoya el cambio de matriz energética y reconoce que es nuestra matriz por naturaleza, y al existir ya buses, triciclos, motos, etc., entiende que algunos obstáculos, como los repuestos etc. ya de se deben de haber resuelto.

C- En cuanto a la propuesta para la implementación, entiende, que las empresas que están comenzando a desarrollarse deben tener beneficios para la adquisición y posterior mantenimiento de los vehículos, con determinadas exoneraciones que hagan posible el proyecto, si le gustaría participar de un piloto y entiende imprescindible, ya que con el Banco Mundial funcione el cambio de matriz, que continúe un mismo equipo, sino es volver a foja cero.

Ibrilan

Identificación de la empresa

Datos generales:

- Razón social – IBRILAN S.A.
- Dirección – Burgues 2886
- Teléfono – 22002001580
- Identificación de persona de contacto (Nombre, teléfono, correo electrónico, cargo)
Fernando Oliveros, 094 405 800, ibrilan@adinet.com.uy, Director.

Caracterización de la empresa:

Empresa dedicada a la distribución de productos porcinos, sus principales productos son congelados, frescos y no perecederos. Cuenta con operación en Montevideo y Canelones y atiende principalmente el mercado interno del país.

El transporte de la carga es realizado por la propia empresa y el formato de esta corresponde principalmente a carga sólida con temperatura controlada.

Caracterización del sector:

- Cantidad de empresas en el sector – 10
- Tamaño de las empresas (flotas de vehículos) – más de 100
- Porcentaje del mercado que su empresa atiende - 10%

Conocimiento de la electromovilidad

- Experiencia con vehículos eléctricos – No aún
- Qué barreras percibe para el cambio tecnológico – Todavía falta servicio, en tema recarga y baterías.
- Qué beneficios percibe para del cambio tecnológico – Ahorro mensual en el consumo energético

- ¿Consideraría implementar vehículos de carga dentro de su flota? ¿Para qué rutas/servicios? ¿Por qué? Si. Sería una buena manera de ahorro, tanto para Canelones como para Montevideo

Información de Flota

- Estructura de propiedad de la flota: Propia
- Tamaño de la flota (n° de camiones): 2 camiones de 3500 kilos y una camioneta utilitaria de 1500 kilos
- Tipo de rutas de los vehículos – Urbana
- Cantidad de kilómetros recorridos – En promedio 2.000 kilómetros mensuales por vehículo
- Caracterización de los vehículos:
 - Modelo – Kia Bongo
 - Año – 2012 y 2016
 - Capacidad de carga: 3,5 toneladas
 - N° de ejes, 2 simple
 - N° de neumáticos (incluyendo repuestos) 5
 - Valor de compra (\$), 24.000
 - Vida útil (años) 10 apróx

Costos

4. Costos Fijos

- Seguro obligatorio: si, \$10.000 apróx por cada vehículo
- Seguro de riesgos
 - Responsabilidad Civil Empresa - Si
 - Responsabilidad Civil Vehículos - Si
 - Riesgos de Carga Transportada - si
 - Daños propios - Si
 - Daños a terceros - Si

5. Costos Variables

- Combustible
 - Rendimiento: 8 km/litro en promedio
 - Valor combustible (\$/litro) 74.8 y de gasoil 64.99
- Lubricantes
 - Capacidad: 4 litro de aceite para motor
 - Rendimiento: 200 kilómetros por litro
 - Valor lubricante (\$/litro) 300
- Neumáticos
 - Rendimiento de los neumáticos (km) 40.000
- Mantenimiento:
 - Costo de mantención (\$/km) adicionales (sin considerar lubricantes y neumáticos): Cada 15.000 km servicio total por \$20.000
- Uso de infraestructura:
 - Gasto mensual en estacionamientos no tiene

- Gasto mensual en peajes \$1.000

Comentarios generales

A- En el caso de Fernando tiene hoy en día dos camiones que cumplen con las características de los vehículos que están dentro del universo de estudio, que son de 3,5 toneladas, el mas antiguo tiene 10 años y el otro 8, en su caso, sucede exactamente lo mismo que con Diego, ya que transportan perecederos, sin embargo, el es uno de los mayores empresarios de reparto de chacinado de Uruguay y su hermano es dueño de una de las empresas de chacinados que se llevan al menos un 30% del mercado, que es Sarubi, por lo que allí hay otro universo a explorar en cuanto al estado de arte del reparto, ya que hoy Fernando utiliza luego vehículos mas grandes, mas le es muy difícil el reparto en la ultima milla urbana por la congestión del parque automotor, hay que tener en cuenta, que ellos reparten a grandes superficies como a minimercados y almacenes de toda la ciudad de Montevideo y Canelones. Por lo que si bien se muestra conforme con su flota actual, entiende que seria realmente necesario un cambio que que promoviera mas y mejor movilidad.

B- Para Fernando, que tiene al rededor de 60 años y ha vivido todos los cambios y propuestas en el sector de transporte de Chacinados, entiende que no es lo mejor que exista un solo competidor para vender los vehículos eléctricos, el también podría adquirir vehículos y plantea lo mismo que Diego en cuanto a la caja del mismo que tiene que si o si venir con el frío ya instalado, y evaluar el consumo de esa electricidad, que no afecte la autonomía del mismo. En cuanto a las barreras, comenta que ha escuchado que pueden existir problemas con la autonomía de las mismas, que no hay una red de carga preparada, que no puede tener un vehículo parado media hora cargando si tiene productos dentro del mismo, ya que generaría un corte en la cadena de frío.

C- Resalta que le gustaría probar y ser parte de un piloto, y que le es de seguridad continuar trabajando con las personas que le contactaron, ya que no es de participar de este tipo de proyectos, es muy reservado y lo hizo porque Diego le recomendó que era una empresa de confianza. No tiene ninguna propuesta en cuanto a como le parece debería ser llevada a cabo la transición, si le gustaría escucharlas y poder elegir.

Suberbie

1 Entrevista a empresas con transporte propio. Pauta detallada de información a recopilar

Información del proyecto

Steer está desarrollando el proyecto "Identificación y análisis de actividades con potencial de incorporación de vehículos eléctricos de carga liviana en Uruguay", cuyo objetivo principal es contar con información relevante para definir acciones concretas que promuevan la incorporación de vehículos eléctricos de mediano porte (vehículos de carga liviana) en sectores productivos. Este proyecto fue contratado por el PNUD.

Identificación de la empresa

Datos generales:

- Razón social Ricardo Suberbie SRL
- Dirección Cno Las Higuieritas 2129
- Teléfono 094-449599 / 23139999
- Página web www.rsuberbie.com.uy
- Identificación de persona de contacto (Nombre, teléfono, correo electrónico, cargo)
- Ricardo Suberbié Director

Caracterización de la empresa:

- Localización y ciudades donde opera Montevideo y Canelones
- Rubro Transporte de combustible
- Productos Combustibles
- Mercado (interno/externo) Interno
- Quien hace la distribución de sus productos (asumimos que al menos parte la hacen directamente)
- Principales orígenes y destinos Estaciones de servicio a clientes varios
- Puertos/aeropuertos/polos logísticos utilizados
- Formato de carga Granel

Caracterización del sector:

- Cantidad de empresas en el sector
- Tamaño de las empresas (flotas de vehículos) 2 unidades
- Porcentaje del mercado que su empresa atiende

Conocimiento de la electromovilidad (ajustar si contacto viene de prueba Movés con la información de la encuesta, profundizar en lo que ya respondió)

- Experiencia con vehículos eléctricos? (Prueba Movés, otra prueba, tenencia de vehículos eléctricos) No
- Qué barreras percibe para el cambio tecnológico Autonomía
- Qué beneficios percibe para el cambio tecnológico Economía y medio ambiente
- Tocar temas de baterías, autonomía, red/infraestructura de carga, temas ambientales, inversión, costos de operación, mantención, personal capacitado en esta tecnología, cambio en la cantidad de empleados por el cambio de tecnología.
- ¿Consideraría implementar vehículos de carga dentro de su flota? ¿Para qué rutas/servicios? ¿Por qué? Si distribución dentro de Montevideo, costos operativos y medio ambiente

Proyecto Movés

Pregunta inicial, como fue la experiencia, el tipo de vehículo que probaron.

Cómo se hacía la carga del vehículo que probó?

- -Cuántos km en promedio recorría cada vehículo entre cargas?
- -En qué % variaron sus costos de operación respecto de un veh de CI?
- qué fue lo más complejo del proceso o el principal inconveniente?

Información de Flota

- Estructura de propiedad de la flota (propia, arrendada, mixta), por tipo de vehículo Propia
- Tamaño de la flota (n° de camiones) propia, arrendada, mixta, por tipo de vehículo 2 unidades
- En el caso de flota arrendada:
 - Valor arriendo (\$/mes-vehículo)
 - N° de meses de arriendo
 - Ítems incluidos en el arriendo (vehículos, insumos (¿cuáles?), mantenimiento (¿cuáles?), otro (¿cuáles?))
- Tipo de rutas de los vehículos (urbana, rural, interurbana), ejemplo? Urbana
- Cantidad de kilómetros recorridos (diarios y/o mensuales) por tipo de ruta, y vehículo. 110 Km diarios 2800 por mes

Caracterización de los vehículos. Se pide indicar para toda la flota:

- Modelo VW
- Año 2011
- Capacidad de carga (ton) 5 ton
- Tipo de carrocería
- N° de ejes 2
- N° de neumáticos (incluyendo repuestos) 7
- Valor de compra (\$) 1.600.000
-

- Vida útil (años) **15 años**
- Valor residual (%)

Costos Fijos

Seguros: Valor prima de:

- Seguro obligatorio
- Seguro de riesgos
 - Responsabilidad Civil Empresa
 - Responsabilidad Civil Vehículos
 - Riesgos de Carga Transportada
 - Daños propios
 - Daños a terceros
- Otros seguros (indicar cuál)
\$ 70.000 por año

Costos fijos de circulación: Valor anual (\$/año) de:

- Permiso nacional de circulación **2500**
- Revisión Técnica (CAT) **5850**

Costos Variables

Combustible

- Por modelo de vehículo indicar:
 - Rendimiento (km/lt) **4 km por L**
 - Valor combustible (\$/lt) **64.99**

Lubricantes

- Por modelo de vehículo indicar:
 - Capacidad (lt) por tipo de lubricante (aceite motor, aceite caja de cambios, aceite diferencial) **10 l**
 - Rendimiento (km/lt) por tipo de lubricante (aceite motor, aceite caja de cambios, aceite diferencial) **10.000 km**
 - Valor lubricante (\$/lt) por tipo de lubricante **210**

Neumáticos

- Por modelo de vehículo indicar:
 - Rendimiento de los neumáticos (km) **50.000**
 - Valor neumático (\$/neumático) **10250**

Mantenimiento:

- Por modelo de vehículo indicar:
 - Costo de mantención (\$/km) adicionales (sin considerar lubricantes y neumáticos)

- Indicar que incluye este ítem.

Uso de infraestructura:

- Gasto mensual en estacionamientos
- Gasto mensual en peajes

Información adicional

- Factor de ocupación promedio de los vehículos.
- Proporción de distancias recorridas de carácter no comercial.

Comentarios generales

A- Hoy en día para el reparto de combustible utiliza vehículos grandes, de mayor tonelaje. Tiene más pequeños para determinadas situaciones urbanas. Si bien está conforme con su flota, entiende que sería más competitivo si pudiera llevara más combustible a hogares en vehículos más pequeños, mas hoy en día no le vale la pena, ya que tienen un costo alto de compra, mantenimiento y no darían el rédito económico necesario.

B- En cuanto al cambio de matriz energética, se muestra totalmente abierto, y entiende que cuanto mejor es la tecnología también es mejor el servicio. Ricardo no se explaya demasiado, sin embargo hace hincapié en que para el sector si pudiera repartir combustible a superficies más chicas con vehículos más eficientes, ahí entiende que tiene que existir una construcción de un plan para el cambio.

C- No tiene ninguna propuesta específica, si que exista un subsidio al igual que tienen los buses, y que espera no quede solamente el proyecto en esta etapa, sino que se haga un acompañamiento, en lo posible con un tercero de por medio, ya que en su opinión acá somos pocos y nos conocemos todos, desconfía del control que luego se pueda hacer de la adquisición de los vehículos y quien sea el principal vendedor.

Nave Cargo

Asistentes	• Daniel Martinez (Nave Cargo) • Natalia Duran (Steer) • Ester Villavicencio (Steer) • Cristian Baeza (Steer)
Fecha	09/12/2022

Nave Cargo es una empresa de paquetería, encargada del reparto de productos en su última milla. Su principal cliente es Mercado Libre que representa entre el 79%-80% del total de la carga que movilizan.

La flota total de la empresa es de 30 camiones de distintos tamaños que varían entre 4 y 2,5 toneladas. Del total de la flota, 15 camiones se dedican al retiro/despacho de productos dentro de Montevideo y, además, cuentan con 5 camiones fleteros de apoyo.

En general, los camiones recorren entre 50km y 100km diarios con excepción de una ruta que es de aproximadamente 140km.

Adicionalmente, cuentan con transporte tercerizado principalmente para movilizar carga en rutas interiores (desde/hacia Montevideo). El transporte tercerizado representa el 95% de las rutas de reparto de la empresa. Además, el 99% de la carga movilizada es tercerizada y las entregas corresponden a bultos pequeños repartidos principalmente en camionetas y motos/ciclos.

Las empresas que entregan servicios de transporte corresponden en general a pequeñas empresas con una flota de 5 camiones o menos.

Por último, la empresa cuenta con agencias en Maldonado y Florida donde tienen una flota propia de aproximadamente 3 camiones cada una y cuentan con una flota de camiones (entre 2 y 5 camionetas) en la agencia de Montevideo que son utilizadas principalmente para apoyo en el traslado de personal y en algunas ocasiones para traslado de carga.

A partir de la pandemia, el volumen de carga movilizada se triplicó debido al aumento de las ventas online.

Respecto de su experiencia con vehículos eléctricos, no han tenido la oportunidad de utilizar vehículos eléctricos, salvo por una experiencia con un par de vehículos a través de Miltrans.

En general, las principales barreras que observan al momento de hacer el cambio a electromovilidad son:

- El tema económico y la alta inversión que requieren este tipo de vehículos
- La capacidad de carga que tienen los camiones eléctricos. Hace un par de años tuvieron una experiencia con un camión eléctrico con una capacidad máxima de 2500 kg lo que es bajo para los volúmenes de carga que moviliza la empresa en general.

Actualmente ninguno de sus clientes le exige utilizar vehículos eléctricos por temas de certificación ambiental, sin embargo, la tendencia a futuro es que cada vez más las empresas empiecen a cambiar a tecnologías más limpias y amigables con el medioambiente incluidos los vehículos eléctricos.

Congelados Artico

Asistentes	- Fernando Artagaveytia (Congelados Artico) - Miguel Angel Cordone (Congelados Artico) - Ana María Puebla (Steer) - Cristian Baeza (Steer) - Eugenia Yeghyaian (Steer)
Fecha	03/01/2023

La empresa se dedica a la distribución de congelados en la zona urbana de Montevideo y Maldonado. Los principales clientes corresponden a restaurantes y comercio en general.

Cuentan con una flota de 13 vehículos de carga liviana con capacidad de entre 2000 kg y 6000 kg. Como parte de la flota cuentan con un vehículo eléctrico que apoya en la distribución de productos.

Los vehículos de la empresa recorren en promedio 100-120 km diarios. La empresa trabaja de lunes a sábado.

En general, en la empresa no observan mayores diferencias en el rendimiento del vehículo eléctrico en comparación con los vehículos convencionales.

En términos de las barreras que observan para la adquisición de un mayor número de vehículos para la empresa se encuentra:

- En primer lugar, el alto costo de inversión que significa la compra de un vehículo eléctrico.
 - Si bien existen algunos incentivos fiscales para la compra de vehículos eléctricos estos no son suficientes y es necesario implementar una política permanente que incentive la adquisición de este tipo de vehículos
 - La adquisición de un vehículo eléctrico incluye, en el caso de las empresas de camiones, la compra de un cargador propio ya que las estaciones de carga de vehículos eléctricos no están habilitadas para la carga de camiones. De todos modos, es más práctico y conveniente para la empresa realizar la carga dentro de sus instalaciones que llevar sus camiones a estaciones de carga debido al tiempo que demora la carga.
 - El precio de adquisición del vehículo es, en promedio de 90 mil USD mientras que el cargados tienen un precio de 10 mil USD apróx.
- La autonomía de los vehículos eléctricos no es particularmente relevante en el entorno urbano, sin embargo, es una limitante para transporte de carga en distancias superiores a los 200 km.

La empresa en particular tuvo una falla en la batería de su vehículo eléctrico, sin embargo, el proveedor respondió por la falla como parte de la garantía de la batería.

- En general las baterías tienen una garantía de 7-8 años (vida útil de las baterías). Posterior a ese periodo las baterías tienen un rendimiento del 20% apróx. y queda a criterio de cada empresa la necesidad de un cambio.

En cuanto a los costos de mantenimiento de un vehículo eléctrico en comparación con vehículos convencionales, estos son menores ya que en general requieren una menor mantención de sus partes y varias de las mantenciones regulares que se realizan a vehículos

convencionales no son necesarias en el caso de los vehículos eléctricos (por ejemplo, cambio de filtros, aceites, lubricantes, entre otros).

En general, las empresas del sector de productos congelados cuentan con flotas propias de camiones de carga liviana para la distribución en zonas urbanas mientras que los viajes interurbanos son tercerizados.

TGRide

Asistentes	• Joaquín Larieto (TGRide) • Natalia Duran (Steer) • Ester Villavicencio (Steer) • Cristian Baeza (Steer) • Eugenia Yeghyaian (Steer)
Fecha	15/12/2022

La empresa se dedica al servicio de post venta de vehículos eléctricos, es decir, es un taller de movilidad eléctrica que trabaja principalmente con vehículos livianos eléctricos (automóviles) de menos de 100 volt. También han trabajado en la mantención de bicicletas y triciclos eléctricos y actualmente están empezando a trabajar con vehículos de carga liviana.

En general los vehículos a los que realizan mantención (100 volt) tienen una autonomía de entre 80 km y 100 km.

Los sectores más importantes en donde se observa un cambio hacia la electromovilidad se encuentran: Empresas de plomería, Pedidos Ya (paquetería) y Farmashop (farmacias) entre otros.

La principal barrera que se observa en Uruguay para la implementación de la electromovilidad es por un lado el alto precio de los vehículos eléctricos y también la falta de información y el tema de la mantención.

- En el caso de la falta de información, en general hay poca información respecto de la forma de carga de los vehículos, los puntos de carga que existen en el país y existe poco conocimiento respecto de la autonomía de los vehículos eléctricos (no se tienen datos, por ejemplo, de los kilómetros recorridos por los vehículos eléctricos en comparación con los vehículos convencionales)
- En cuanto a la mantención de los vehículos eléctricos los principales aspectos que podrían ser una barrera para la electromovilidad:
 - Existen aun pocos talleres que realizan mantención a vehículos eléctricos por lo que hay poca experiencia y poco stock de piezas de repuesto para este tipo de vehículos lo que podría ser un problema en la medida que crezca el parque de vehículos eléctricos.
 - No existen repuestos genéricos por lo que solo se puede trabajar con los repuestos originales de las marcas lo que reduce el mercado de repuestos de este tipo de vehículos.
- En este sentido es importante adaptar el mercado de los talleres de mantención de vehículos eléctricos aumentando el número de esto para que así se pueda absorber el mayor número de este tipo de vehículos debido a la tendencia hacia la electromovilidad que se observa en el país en los últimos años.

Actualmente las capacitaciones para la reparación y mantención de vehículos eléctricos se realizan afuera de Uruguay (en el extranjero), en la UTE/UTEC que realiza cursos de capacitación y las importadoras de vehículos eléctricos que capacitan a sus mecánicos.

La mantención de los vehículos eléctricos se realiza 1 vez al año o dependiendo de la cantidad de kilómetros recorridos. El mantenimiento en general es de manera preventiva y se revisan aspectos como:

- La mantención de la parte mecánica es similar a la que se realiza a los vehículos convencionales.
- En cuanto a la parte eléctrica se revisan temas como la batería, el motor, el sistema de control, entre otros. Se revisa, además, el cableado, el sistema de alarmas/panel de alertas

En general, la mantención de los vehículos eléctricos es mas barato que los vehículos convencionales (a modo de ejemplo la mantención de un vehículo eléctrico cada 12.000 km cuesta 170 USD)

En cuanto al mercado de la electromovilidad, este se ha ido adaptando a las necesidades en la medida que existe un mayor número de vehículos eléctricos existiendo más opciones para cargar en casa y puntos de carga a lo largo del país para estos vehículos.

Los principales beneficios que se observan en el tema de la electromovilidad son por un lado los beneficios ambientales producto de la menor contaminación que producen los vehículos eléctricos, generan una menor huella de carbono que los vehículos convencionales y, además, actualmente el gobierno de Uruguay tiene algunos beneficios fiscales para la adquisición de vehículos eléctricos (automóviles) devolviendo un porcentaje del precio de compra del vehículo en base a una cierta cantidad de kilómetros recorridos.

En cuanto a los temas ambientales, actualmente se las baterías de litio de los vehículos eléctricos se reciclan y reutilizan ya que es más barato que comprar litio extraído de la minería

Por último, se están explorando nuevas tecnologías que puedan hacer mas eficientes el uso de los vehículos eléctricos.

Mercado Libre

Asistentes	- Jonathan Szwarcman (Mercado Libre) - Nicolas Salari (Mercado Libre) - Federico Rosso (Mercado Libre) - Natalia Duran (Steer) - Ester Villavicencio (Steer) - Cristian Baeza (Steer) - Eugenia Yeghyaian (Steer)
Fecha	17/02/2023 24/02/2023

Desde Mercado Libre compartieron algunos datos respecto del mercado de los vehículos eléctricos en Uruguay:

- En la actualidad existen aproximadamente 1.500 vehículos 100% eléctricos en el país.
- El mercado de los vehículos eléctricos esta compuesto principalmente por vehículos livianos (automóviles y camionetas), sin embargo, en los últimos años ha aumentado la demanda por camiones y vehículos utilitarios, principalmente para viajes de última milla.
- En los últimos años se ha observado un aumento sostenido en la participación de vehículos eléctricos en el mercado de venta de vehículos (tanto nuevos como usados).
- El valor de venta de un vehículo eléctrico nuevo varía entre los \$5.000 USD y \$80.000 USD en las marcas de lujo.
- En general el Estado entrega distintos beneficios fiscales para la adquisición de vehículos eléctricos como, por ejemplo, bonificación de la mitad del costo de la patente del vehículo.

Respecto de su propia experiencia en el uso de vehículos eléctricos:

- Mercado Libre es una empresa que cuenta con presencia en toda Latinoamérica y actualmente cuenta con una flota propia de vehículos eléctricos en Chile, Brasil, México y Colombia.
- En general en los países en que no cuenta con flota propia, se incentiva a las empresas que prestan servicios al uso de vehículos eléctricos para el transporte de la carga.
- En el caso de Uruguay el transporte es tercerizado.
 - En el caso de los productos enviados por Mercado Envío estos son realizados principalmente por dos empresas: UES y Nave Cargo, de las que solo UES cuenta con una flota de vehículos eléctricos que operan en Montevideo.
 - En el caso del servicio flex (servicio de entrega de productos durante el mismo día), este es operado principalmente por pequeñas empresas de transporte. Actualmente cuentan con aproximadamente 15 operadores para este servicio de los que solo 2 cuentan con flota de vehículos eléctricos.
- En general, en las empresas con las que trabaja Mercado Libre, la propiedad del vehículo varía según el tipo. En el caso de los vehículos convencionales el dueño es el propio conductor mientras que en el caso de las flotas eléctricas es la empresa de transporte la que hace la inversión y, por lo tanto, es la dueña de los vehículos. Sin embargo, en general, de acuerdo a lo observado por Mercado Libre, estas hacen un uso poco eficiente de su flota eléctrica.
- Algunas de las malas prácticas observadas son:

- No se utilizan los cargadores adecuados para cada vehículo eléctrico
- Proceso de carga por eficiente (no se realiza la carga completa de la batería y el vehículo tiende a quedarse sin batería en medio de las entregas)
- Falta de capacitación/conocimiento respecto del uso de los vehículos eléctricos, en especial lo que tiene relación con el sistema de carga de estos vehículos.
- Mercado Libre cuenta con una política de transporte sustentable la cual es aplicada en todos los países en los que tiene participación. Si bien actualmente Mercado Libre no exige que las empresas con las que trabaja en Uruguay cuenten con una flota de vehículos eléctricos, se espera que en el mediano plazo esto pase a ser una exigencia.

KPN Energía

Asistentes	• Eduardo Quezada (KPN) • Ivan Regueiro (KPN) • Natalia Duran (Steer) • Ester Villavicencio (Steer) • Cristian Baeza (Steer) • Eugenia Yeghyaian (Steer)
Fecha	17/02/2023

La empresa KPN se dedica hace más de 15 años a la venta de soluciones de seguridad en Uruguay ofreciendo productos y servicios relacionados con la seguridad.

Hace 4 años atrás, a partir de la relación que ha formado con sus clientes y de los requerimientos que estos mismos han tenido, se formó la división de generación de energía de la compañía, la que se dedicaba, en principio, a dos temas en específico:

- Desarrollo de proyectos fotovoltaicos
- Fomento del uso de vehículos eléctricos, con especial énfasis en el desarrollo de la infraestructura necesaria (cargadores, red de cargadores del país, etc.)

A medida que la nueva división de energía se fue desarrollando esta se fue concentrando más en el área de infraestructura necesaria para el fomento del uso de vehículos eléctricos ya que, en particular los cargadores, forman parte de la inversión inicial necesaria para adquirir un vehículo eléctrico.

La inversión inicial en un cargador para el vehículo se sustenta en dos aspectos fundamentales:

- La inversión pública en infraestructura de carga, es decir en la construcción de una red nacional de carga, es limitada, tanto técnica como financieramente.
- Las estaciones de carga no son suficientes para resolver el tema de la carga de los vehículos eléctricos ya que la carga domiciliaria es mas efectiva y eficiente en términos de que el dueño del vehículo puede determinar los periodos de carga y la cantidad de carga que necesita para el vehículo.

En este sentido KPN asesora con distintas soluciones para la carga de vehículos eléctricos como la instalación de cargadores en casas/empresas, venta de cargadores móviles para empresas con flotas importantes de vehículos eléctricos y apoyo y asesoramiento en proyectos de desarrollos de HUBs de carga.

Como parte de las soluciones de carga entregadas por KPN, cada cargador tiene asociado un software que permite controlar el cargador lo que a su vez permite realizar gestión de flota y analizar la eficiencia y el rendimiento del cargador permitiendo una óptima gestión de la carga del vehículo.

La principal barrera observada por la empresa es la autonomía de los vehículos. En este sentido algo importante que destaca KPN es que, en la práctica la autonomía del vehículo es menor a la informada por el fabricante.

Otro tema observado por KPN es que la red de carga de Uruguay no esta preparada para el aumento del parque de vehículos eléctricos. Los principales aspectos observados en este sentido son:

- La red de carga del país cuenta con distintos estándares (p.e. Chino o Europeo) por lo que no pueden ser utilizados por todos los vehículos eléctricos que ingresan al país. En este sentido se hace necesario realizar una homologación de las normas de los nuevos cargados que se incorporen a la red.
- Los adaptadores utilizados en general para solucionar los problemas con las distintas normas de los cargadores no cuentan con las certificaciones necesarias debido a la falta de experiencia del país en relación con los vehículos eléctricos, lo que podría, eventualmente, ocasionar problemas de seguridad.

UES

Asistentes	• Santiago Botti (UES) • Octavio Marziotte (UES) • Natalia Duran (Steer) • Cristian Baeza (Steer) • Eugenia Yeghyaian (Steer)
Fecha	01/03/2023

La empresa cuenta con 3 vehículos eléctricos como parte de su flota de vehículos. Estos vehículos fueron incorporados a partir de un proyecto/prueba piloto para probar vehículos eléctricos como. La prueba buscaba dos objetivos:

- Contribuir a la disminución de contaminantes ambientales como parte de su política medioambiental.
- Probar la operativa y eficiencia de este tipo de vehículos.

La empresa cuenta con una flota de 40 vehículos para la distribución de productos, 16 vehículos de levante y, adicionalmente, tienen 1 camión por cada agencia departamental. Del total de la flota, actualmente cuentan con 3 vehículos eléctricos modelo BYD T3 y se encuentran testeando un nuevo vehículo eléctrico modelo Peugeot Expert.

Los vehículos eléctricos se utilizan uno para la distribución de comercio electrónico y dos para el catering y en promedio recorren 200 km diarios.

Dentro de los beneficios observados por la empresa por el uso de vehículos eléctricos:

- Las baterías de los vehículos en ciudad tienen un muy buen rendimiento (los vehículos cuentan con un sistema de carga cuando frenan)
- Son vehículos más cómodos y silenciosos en comparación con los vehículos convencionales

En cuanto a los problemas que han tenido con este tipo de vehículos:

- En general, la autonomía de la batería es menor a la informada por el fabricante debido, principalmente por el uso y el peso de la carga transportada.
- Al principio tuvieron problemas técnicos con la batería de uno de los vehículos, sin embargo, hicieron uso de la garantía y la batería fue reemplazada. Producto de este inconveniente el vehículo estuvo parado 2 semanas. De todos modos, señalaron, este no es un problema recurrente en este tipo de vehículos.
- Actualmente utilizan los cargadores externos de los vehículos (que son los que vienen con los vehículos de fabrica) ya que no cuentan con la infraestructura para conectarse a la red domiciliaria.
 - La carga del vehículo dura entre 7-8 horas en comparación, por ejemplo, con una estación de carga donde la carga dura entre 1-2 horas. Por lo mismo la carga de la batería se realiza durante la noche y en el día se realizan cargas complementarias entre turnos.

La principal barrera identificada para la incorporación de más vehículos eléctricos es costo de este tipo de vehículos (la inversión inicial es muy alta en comparación con los vehículos convencionales).

De todos modos, la empresa está evaluando la incorporación de nuevos vehículos eléctricos ya que en general la experiencia ha sido buena. Además, los clientes, cada vez más, les piden la utilización de vehículos eléctricos como parte de la flota (por ejemplo, Mercado Libre solicitó que uno de los vehículos que utilizan para prestar servicios a esa empresa fueran plateados con el logo de Mercado Libre).

Las empresas también están empezando a exigir políticas de reducción de la huella de carbono, en línea con sus propias políticas, lo que es un incentivo para la incorporación de este tipo de vehículos.

Por último, existe expectativa respecto a la evolución que pueda tener el mercado de los vehículos eléctricos en cuanto a nuevas tecnologías, nuevos modelos, costos, etc. Ya que este es un mercado que recién se está empezando a masificar y consolidar en el mundo.

Encargo

Asistentes	• Guillermo Regueiro (Encargo) • Natalia Duran (Steer) • Ester Villavicencio (Steer) • Cristian Baeza (Steer) • Eugenia Yeghyaian (Steer)
Fecha	01/03/2023

La empresa cuenta con políticas medioambientales y de sustentabilidad a partir de las cuales han incorporado vehículos eléctricos como parte de su flota. Actualmente, la empresa cuenta con una flota de 18 vehículos de los cuales 4 corresponden a vehículos eléctricos modelo BYD T3.

La flota de vehículos de la empresa es propia y en promedio mueven 3500-4000 paquetes diarios en su servicio de reparto, sin embargo, existen planes de tercerizar parte de estos servicios.

La empresa Encargo partió como una empresa de paquetería de reparto local. Luego de un par de años de funcionamiento ganaron una licitación para la distribución nacional de periódicos lo que permitió su ampliación. Actualmente la empresa, además del servicio de reparto cuenta con servicio de logística que moviliza carga desde y hacia el puerto.

Algunos de los problemas/barreras identificados en la implementación de los vehículos eléctricos son:

- La oferta de modelos de vehículos eléctricos es escasa en el país y es necesario que en el mercado ingresen vehículos con mayor capacidad de carga.
- La principal barrera de los vehículos eléctricos es la autonomía de las baterías que restringe en particular los viajes de larga distancia (viajes interdepartamentales fuera de Montevideo). Incluso para algunos recorridos dentro de Montevideo la autonomía no es suficiente.
- Otra barrera importante son los costos de los vehículos eléctricos, principalmente el costo de adquisición, sin embargo, los costos de los seguros y las patentes también son mas altos que los vehículos convencionales.
- La empresa utiliza cargadores externos para la carga de las baterías por lo que los tiempos de carga son más altos que en las estaciones de carga. Por lo mismo la empresa esta evaluando planes para el desarrollo de una estación de carga dentro de sus instalaciones.

La empresa señaló que actualmente existe un beneficio por parte de la UTE que permite un descuento de 50% en el costo de la energía en las estaciones de carga.

En el corto plazo no existen planes de adquirir nuevos vehículos eléctricos debido al alto costo de adquisición, la baja capacidad de carga que tiene los modelos disponibles en el mercado nacional, entre otros motivos.

Prosepac

Asistentes	- Juan Zorrilla de San Martín (Prosepac) - Gonzalo Ubilla (Prosepac) - Natalia Duran (Steer) - Ester Villavicencio (Steer) - Ana María Puebla (Steer)
Fecha	24/03/2023

La empresa se dedica a la movilidad eléctrica y tienen 8 años operando. En ese momento recién UTE estaban comenzando a traer para ellos mismos las camionetas Kangoo. Comenzaron con infraestructura de carga y a trabajar con UTE para implementar la ruta eléctrica. El primer tramo de la ruta eléctrica la hicieron con ellos. Ahora hay cargadores rápidos de corriente continua, y de corriente alterna de buena capacidad. La idea es que tenga 1 punto de carga cada 60km. Se comenzó con cargadores de corriente alterna y después se ha ido cambiando a los de corriente continua.

En la segunda etapa de la empresa, UTE deja de ser el único o principal cliente, y pasan a instalar en infraestructura de carga en casa y con las empresas. Las empresas tienen varias alternativas de infraestructura para poder combinar cargadores rápidos y lentos.

Hoy día los clientes son hoteles, parking y edificios, centros comerciales, solicitando la instalación de infraestructura de carga.

Tienen toda la gama de cargadores.

- De corriente alterna: carga lenta 7,4, 22, rápida de 43. Cargador portátil más lenta (de emergencia) 3.7kW.
- Cargadores rápidos de corriente continua de 20, 30, 50 ,60 y 120kW. El que más venden es de 30kW (2 a 3 horas carga completa). Este cargador es de 6000 usd

Los proyectos de infraestructura de carga dependen de las rutas o forma de operar de la flota. Ejemplo vehículos que operan de día y duermen (se cargan en la noche) pueden usar cargadores más lentos. Empresas de seguridad, que tienen vehículos 24 horas, instalan combinaciones de cargadores (lentos y rápidos).

Aconsejan al cliente el proyecto de infraestructura que se requiere. Lo más crítico es que la potencia que se tiene instalada no implique mayores costos de sobre carga. El cliente toma las decisiones

Effiza

Asistentes	- Federico Arismendi (Effiza) - Natalia Duran (Steer) - Ana María Puebla (Steer)
Fecha	24/03/2023

La empresa comenzo por 2019 fabricando los propios cargadores.

Pasaron a la parte de gestion. Han trabajado con una empresa de transporte público, de 6 vehículos (flota total 50 vehículos). Ya con 4 buses el tema de la carga se complejo. Desarrollaron un proyecto para la infraestructura de carga para 6 buses con 5 cargadores. En ese proyecto usaron cargadores de corriente continua, de 80kW.

Los cargadores de corriente alternas para no son tan útiles para batería más grande.

Comenzaron a trabajar para bajar la potencia de un mismo cargador. La potencia contratada puede ser variable durante el día y la noche.

Ahora trabajando con una aplicación para ver la red pública y/o redes privadas. La aplicación tiene pasarela de pago asociado (sólo para redes privadas).

B Talleres

- B.1 Se realizaron dos talleres de presentación de resultados, el primero orientado a hacer la presentación del estudio a todas las instituciones que están vinculadas con el REIF y el segundo orientado a presentar los resultados al sector privado.
- B.2 Los talleres se desarrollaron los días 14 y 15 de marzo.
- B.3 La convocatoria para el taller institucional la realizó directamente la contraparte técnica, mientras que para el taller del sector privado la contraparte diseñó un volante electrónico y se distribuyó en la base de datos de empresas que se fue recopilando para el estudio, además de publicarla en las RRSS del REIF y otros organismos que participan del mismo.
- B.4 El registro de inscripción y participación se generó en un formulario online de la contraparte técnica.
- B.5 En el taller para el sector privado se contó con la participación de dos empresas que compartieron la experiencia que ellos han tenido con el uso de los vehículos eléctricos en su operación. Estas empresas son UES y Encargo.
- B.6 El siguiente es un registro gráfico de algunos momentos de los talleres

Figura B.1: Fotos taller institucional



Figura B.2: Fotos taller sector privado



Figura B.3: Fotos taller sector privado – participación empresas



HOJA DE CONTROL

Preparado por

Steer
Holanda 100, Oficina 504, Providencia
Santiago - Chile
+56 2 2757 2600
www.steergroup.com

Preparado para

PNUD
Paraguay 1470, Piso 5
Montevideo
Uruguay

Nº Proyecto/propuesta Steer

24361001

Referencia cliente/nº proyecto

ONU21001-1248

Autor

Natalia Duran

Revisor/autorizador

Ester Villavicencio, Ana María Puebla

Otros colaboradores

Cristian Baeza, Eugenia Yeghyaian, Alex Mitrani

Distribución

Cliente: 1 copia digital Steer: Copia en servidor

Versión

Versión 1

Fecha

27/01/2023

 reifuruguay.org.uy
 REIF Uruguay
 @REIF_Uruguay

REIF Fondo de
innovación en
energías renovables

  JOINT SDG FUND

