



TRABAJO DE FIN DE MASTER

ELECTROMOVILIDAD EN ARGENTINA: EL IMPACTO ESPERADO

Autor: D. Maximiliano Daniel Roca Scarinci

Tutor/es: D^a. Cinta Romero

**Máster en Planificación, Economía y Operación del
Transporte Urbano y Metropolitano**

UNIVERSIDAD PABLO DE OLAVIDE

Curso Académico: 2021 / 2022

En Octubre de 2022

INDICE

1.- RESUMEN	3
2.- INTRODUCCION	4
Objetivos	4
Metodología	4
Estructura del trabajo	5
3.- LA ELECTROMOVILIDAD EN ARGENTINA HOY	6
Estado actual de la electromovilidad en la Argentina.....	6
Benchmarking de países de la región.....	8
Proyecto de Ley de Promoción de la Movilidad Sustentable	11
4.- LA ELECTROMOVILIDAD Y EL MEDIO AMBIENTE	13
La matriz energética Argentina	13
5.- IMPACTO DE LA ELECTROMOVILIDAD EN ARGENTINA	15
Metodología	15
Caracterización de los escenarios	15
Análisis Costo Beneficio	23
6.- CONCLUSIONES	29
7.- BIBLIOGRAFIA	31
8.- ANEXOS	34

INDICE TABLAS

Tabla 3-1. Benchmarking electromovilidad en la región.....	9
Tabla 5-1. Parque automotor 2021.....	16
Tabla 5-2. Tasa de renovación de flota por antigüedad	16
Tabla 5-3. Flota vehicular por tipo de combustible	16
Tabla 5-4. Distancia recorrida	17
Tabla 5-5. Tasas de emisión de Dióxido de Carbono.....	17
Tabla 5-6. Costo de mantenimiento	19
Tabla 5-7. Costo de operación	19
Tabla 5-8. Costo infraestructura de recarga.....	20
Tabla 5-9. Costo de adquisición	21
Tabla 5-10. Resumen flujo de fondos por escenario (millones USD)	24
Tabla 5-11. Beneficios vehículos eléctricos desde 2041 hasta el fin de su vida útil.....	26
Tabla 5-12. Análisis Costo Beneficio (millones USD).....	27

INDICE FIGURAS

Figura 3-1. Ubicación de cargadores en Argentina	8
Figura 4-1. Matriz de oferta energética Argentina	13
Figura 4-2. Escenario energético 2030	14

1.-RESUMEN

La electromovilidad es una tendencia mundial, sin embargo dadas las particulares que presenta, su desarrollo es diferente de país a país. Para su masificación se requiere una infraestructura de recarga que supone una inversión muy importante.

El objetivo de este trabajo es entender el punto de partida en Argentina y estimar el impacto que tendrá la electromovilidad a través de un análisis costo beneficio con un horizonte al año 2040.

Del benchmarking con los países de la región, surge que Argentina es el país más retrasado en términos de avance de la electromovilidad. La coyuntura económica de los últimos años, sumados a las restricciones a las importaciones y la escasez de divisas, se traduce en los ratios más bajos en términos de densidad de la infraestructura de recarga y cantidad de vehículos eléctricos.

La Argentina tiene un potencial muy grande para apalancar el crecimiento de la industria automotriz y la minería asociada al litio, a partir del avance de la electromovilidad. En consecuencia, se encuentra en estudio un proyecto de Ley de Promoción de la Movilidad Sustentable, para promover las industrias asociadas al desarrollo de vehículos propulsados por fuentes de energía sustentables. La electromovilidad traerá a su vez asociada reducciones en las emisiones de Dióxido de Carbono (CO₂), basado en las energías de fuentes renovables que se encuentran en crecimiento en la matriz energética del país y que en la actualidad representan el 37%.

Para cuantificar el impacto que puede tener la electromovilidad en la Argentina se realizó un análisis costo beneficio, el cual muestra que cualquiera sea el porcentaje de adopción de vehículos eléctricos el impacto es siempre positivo.

Dependiendo el escenario, la penetración de los vehículos eléctricos alcanza entre el 9% y el 38% del parque vehicular y la inversión totaliza entre 7.200 millones de dólares y 33.900 millones de dólares (75% asociada al costo adicional de adquisición de un vehículo eléctrico frente a uno convencional y 25% asociada al costo de la infraestructura de recarga necesaria).

El beneficio más importante de los vehículos eléctricos es el ahorro de costos de operación, seguido por el ahorro de los costos de mantenimiento y la reducción de emisiones de CO₂.

Alcanzar los escenarios planteados dependerá de las condiciones que pueda generar el país, sin embargo, dados los beneficios esperados y la potencialidad para las industrias asociadas (automotriz, autopartista y minera), Argentina debe tener una política orientada al desarrollo de la electromovilidad que permita avanzar rápidamente.

2.-INTRODUCCION

La electromovilidad es un concepto que está presente en todas las conversaciones en las que se habla sobre el futuro de la movilidad en la Argentina. Sin embargo, dado el retraso en la llegada de esta nueva tecnología en comparación con la mayoría de los países de Europa, es muy poco lo que se sabe sobre el impacto que tendrá en el corto, mediano y largo plazo.

Este trabajo busca generar un primer análisis cuantitativo sobre el impacto que puede tener en la Argentina la electromovilidad, en términos de costos y beneficios.

Objetivos

El objetivo principal es estimar el impacto que tendrá la electromovilidad en la Argentina a través de un análisis costo beneficio con un horizonte al año 2040. Para el desarrollo de este análisis se tomarán en consideración las principales variables asociadas a la electromovilidad.

Como objetivo secundario y para permitir entender el punto de partida y la visión a futuro, se relevará el estado actual de esta tecnología en la Argentina y se comparará con otros países de la región.

Metodología

Para estimar el impacto que tendrá la electromovilidad en la Argentina se realiza un Análisis Costo Beneficio (ACB). El ACB es una herramienta para la toma de decisiones que permite identificar la alternativa que tiene mayores beneficios.

El primer paso para la aplicación de esta herramienta es identificar las alternativas a evaluar, en este caso se desarrollan 4 escenarios:

- Escenario Base: situación actual en la cual la electromovilidad tiene una participación marginal.
- Escenario Pesimista: en este escenario la velocidad de adopción de vehículos eléctricos es muy baja, totalizando un 9% del parque automotor en el año 2040.
- Escenario Moderado: en este escenario la velocidad de adopción de vehículos eléctricos es moderada, totalizando un 19% del parque automotor en el año 2040.
- Escenario Optimista: en este escenario la velocidad de adopción de vehículos eléctricos es alta, totalizando un 38% del parque automotor en el año 2040.

Para cada alternativa se identifica la composición de la flota de vehículos y los kilómetros recorridos por cada tipo de vehículo. A partir de esta información, se determina para cada año el costo de adquisición de los nuevos vehículos (reemplazo y ampliación del parque), los costos de la infraestructura de recarga necesaria, los costos de operación y mantenimiento, y las emisiones de CO2.

A partir de la información anterior, se determina el costo de adquisición adicional de los vehículos en los escenarios pesimista, moderado y optimista frente al escenario Base. De igual manera, se calcula la diferencia en el costo de operación y mantenimiento de cada uno de los tres escenarios frente al escenario Base y en las emisiones de CO₂. Por último se estima la inversión necesaria en infraestructura de recarga, asociada a cada escenario.

A continuación se monetizan las emisiones de CO₂ y se desarrolla un flujo de fondos comparado de cada escenario versus el escenario Base. Sobre este flujo se calcula el Valor Presente Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el ratio Beneficio Costo, lo que permite valorizar el impacto de cada escenario frente al caso Base.

Estructura del trabajo

Este trabajo inicia con un relevamiento del estado de la electromovilidad en la Argentina en tres aspectos:

- Penetración de los vehículos eléctricos
- Comparativa de oferta y precios respecto a vehículos convencionales de combustión
- Infraestructura de recarga

Una vez caracterizada la electromovilidad en Argentina, se realiza un benchmarking con otros países de la región (Brasil, Chile y Uruguay), lo que permite entender la posición relativa del país en la adopción de esta nueva tecnología.

A continuación se recopilan los puntos centrales del Proyecto de Ley de Promoción de la Movilidad Sustentable, el cual está próximo a ser tratado en el Congreso de la Nación. Dada la relevancia que tiene la electromovilidad para el futuro ahorro de emisiones, se analizan los beneficios asociados y la importancia de la matriz energética del país.

Por último, se desarrolla el ACB obteniendo el Valor Presente Neto, la Tasa Interna de Retorno y el ratio Beneficio Costo, para los escenarios Pesimista, Moderado y Optimista frente al escenario Base. Con esta información se concluye sobre el impacto que puede tener la electromovilidad en la Argentina.

3.-LA ELECTROMOVILIDAD EN ARGENTINA HOY

De hace dos años a esta parte, la palabra electromovilidad ha comenzado a estar presente en cada artículo periodístico, en cada conferencia, en cada programa televisivo en el cual se trate el tema del futuro de la movilidad en el país.

Al ser Argentina un país con una industria automotriz histórica, estos temas siempre toman relevancia y generan expectativas sobre los cambios que vendrán a futuro.

Estado actual de la electromovilidad¹ en la Argentina

La electromovilidad en Argentina tiene su origen en el transporte público, a través de los sistemas ferroviarios (cercanía, metro y tranvía) y trolebuses. A lo largo de los años estos sistemas han ido transformándose y dado el monto de las inversiones han perdido protagonismo frente a los sistemas de buses.

De esta forma, el porcentaje de viajes realizados en modos eléctricos se ha ido reduciendo con el tiempo.

Penetración, oferta y precios en comparación con vehículos a combustión

La incorporación de la tecnología eléctrica en los sistemas de buses ha sido prácticamente nula, con una única excepción en el caso de la provincia de Mendoza que el año 2019 incorporó 18 buses eléctricos de las marcas BYD (12) y Zhongtong (6). Estas unidades fueron compradas a un precio cercano a cuatrocientos mil dólares cada unidad, es decir, el doble de una unidad diésel convencional.

Si analizamos la disponibilidad de vehículos eléctricos particulares, recién en el año 2018 se ofreció por primera vez un vehículo de estas características, el Renault Kangoo Z.E. Este vehículo utilitario tenía un precio un 80% mayor que la versión a nafta. Por ser una nueva tecnología y con restricciones en relación a la recarga de las baterías, la velocidad de adopción fue prácticamente nula y en 3 años apenas se vendieron 112 unidades.

En el segmento de vehículos particulares (no utilitarios), el primer vehículo eléctrico ofrecido fue el Nissan Leaf a mediados del año 2019. Este vehículo también ha tenido muy pocas ventas, totalizando a la fecha 47 unidades. Esto se debe a factores similares al caso del Renault Kangoo Z.E., es decir, una nueva tecnología con las incertidumbres asociadas, la red de recarga inexistente en un país de grandes extensiones y un precio muy elevado (USD63.600) de casi el doble en comparación a vehículos de combustión.

En el año 2020 se lanzó el tercer vehículo eléctrico, el Porsche Taycan con un precio de trescientos setenta y nueve mil dólares y en 2021 se presentó el Audi E-Tron con un precio superior a los doscientos mil dólares. Por el precio, estos

¹ En este trabajo, el término electromovilidad, hace referencia a vehículos 100% eléctricos. Es decir, no incluye las distintas versiones de vehículos híbridos.

vehículos están orientados a un público muy específico y a la fecha se han vendido tan sólo 5 unidades del segundo modelo.

Adicionalmente a estos vehículos de automotrices internacionales, a partir del año 2021 se han lanzado vehículos eléctricos de producción nacional (Coradir Tito y Sero Electric), con precios inferiores a los veinte mil dólares. Las ventas de estos vehículos han totalizado 65 unidades hasta la fecha.

Como se observa, la penetración que tienen actualmente los vehículos eléctricos en Argentina es prácticamente nula, lo cual principalmente se debe a 3 factores: la novedad tecnológica, la oferta muy reducida a un alto precio y la inexistencia de una red de infraestructura de recarga.

Infraestructura de recarga

Una de las limitaciones asociadas a la electromovilidad es la autonomía de los vehículos, sumada a los tiempos de recarga y la disponibilidad de infraestructura para realizar la misma.

En un país tan extenso como la Argentina (3.694 kilómetros de norte a sur y 1.423 kilómetros de este a oeste), la autonomía reducida, sumada a la imposibilidad de realizar las recargas de manera rápida por falta de infraestructura, atentan contra la adopción de los vehículos eléctricos.

Actualmente en la Argentina hay 101 ubicaciones con infraestructura de recarga para vehículos eléctricos, que totalizan unos 120 cargadores (1 cada 23.000km²). Si se compara con Noruega que tiene una de las mejores infraestructuras de recarga, posee 16.000 cargadores (1 cada 24km²), es decir una relación 1.000 a 1 con Argentina en densidad de cargadores. Si hacemos la misma comparación con España, este país tiene del orden de 12.000 cargadores (1 cada 42km²), es decir una relación 500 a 1 con Argentina en densidad de cargadores.

En el último año, se han sumado el 70% de los cargadores que hoy hay disponibles en la Argentina y han planes de diversas empresas de seguir incorporando puntos de recarga. Dada la extensión del país es esperable que en una primera etapa aumente significativamente la cantidad de cargadores en las principales ciudades del país y en una segunda etapa se comience a aumentar la densidad en los corredores interurbanos entre dichas ciudades.

Por otra parte, la rápida evolución de la tecnología de las baterías, hace esperar que la autonomía de los vehículos sea cada vez mayor y por otra parte los tiempos de recarga cada vez menores. Ambas mejoras, harán que la limitación que existe en la actualidad sea cada vez menor.

Figura 3-1. Ubicación de cargadores en Argentina



Fuente: www.dsautomobiles.com.ar

Benchmarking de países de la región

A fin de comparar el avance de la electromovilidad en la región, se presenta a continuación una tabla resumen con las principales variables por país.

Tabla 3-1. Benchmarking electromovilidad en la región

INDICADOR	METRICA	ARGENTINA	BRASIL	CHILE	URUGUAY
Amplitud del territorio	dimensión en sentido norte - sur y este - oeste	3.694 km NS 1.423 km EO	4.350 km NS 4.330 km EO	4.270 km NS 445 km EO	480 km NS 450 km EO
Infraestructura de recarga	cantidad total de cargadores	120	1.500	590	140
Densidad de cargadores	cantidad de cargadores sobre superficie	1 cargador cada 23.000km ²	1 cargador cada 5.700km ²	1 cargador cada 1.280km ²	1 cargador cada 1.250km ²
Oferta de vehículos particulares eléctricos	cantidad de modelos de automotrices internacionales ofrecidos	4	12	15	15
Vehículos particulares eléctricos* (V.E.)	vehículos particulares eléctricos cada millón de vehículos	24 V.E. por cada millón de vehículos	150 V.E. por cada millón de vehículos	170 V.E. por cada millón de vehículos	900 V.E. por cada millón de vehículos
Buses eléctricos (B.E.)	buses eléctricos cada diez mil buses	2 B.E. por cada diez mil de buses	9 B.E. por cada diez mil de buses	216 B.E. por cada diez mil de buses	58 B.E. por cada diez mil de buses

Fuente: Elaboración propia

*Automóviles particulares y vehículos livianos de carga

A los fines de comparar el avance de la electromovilidad en Sudamérica, es necesario entender las condiciones de cada país en cuanto a extensión e infraestructura de recarga disponible a la fecha.

Uruguay

Uruguay es el país de menor tamaño y con una extensión totalmente compatible con la autonomía que hoy presentan los vehículos eléctricos. Esto posibilita que con una infraestructura de recarga no muy densa, permite viajes de un extremo al otro del país en todas las direcciones. Actualmente posee la mayor densidad de cargadores del benchmarking.

Las condiciones mencionadas en Uruguay se traducen en que es el país con mayor cantidad de vehículos particulares eléctricos por cada millón de vehículos del benchmarking, con una gran distancia respecto del resto. Esto tiene su correlato en la cantidad de modelos ofrecidos, igualando a Chile con 15 modelos.

En términos de cantidad de buses eléctricos por cada diez mil buses, se ubica segundo detrás de Chile y por encima de Argentina y Brasil.

Chile

Por la forma de su territorio, Chile requiere de una infraestructura de recarga densa para poder conectar las principales ciudades del país. Actualmente posee una densidad de cargadores similar a Uruguay.

El país está avanzando con decisión en el fomento de los vehículos eléctricos, especialmente en el transporte público. Esto se traduce en que Chile sea el país con mayor cantidad de buses eléctricos cada diez mil buses del benchmarking y uno de los mayores de Latinoamérica.

En términos de cantidad de vehículos particulares eléctricos, posee un ratio similar a Brasil y lo mismo sucede respecto de la oferta existente de modelos eléctricos.

Brasil

Brasil es uno de los países de mayor territorio a nivel mundial, por lo cual la masividad de la electromovilidad presenta un gran desafío en las condiciones actuales de autonomía y tiempos de recarga de las baterías.

Si bien es el país con mayor cantidad de cargadores instalados, el ratio densidad de cargadores es menor que en Uruguay y Chile.

El avance de la electromovilidad se está dando para usuarios urbanos en las grandes ciudades como San Pablo. Posee un ratio de vehículos particulares eléctricos por cada millón de vehículos, similar a Chile y muy por debajo de Uruguay. En términos de buses eléctricos, hay proyectos puntuales en las ciudades más importantes, por lo que el ratio es sustancialmente menor que el de Chile y Uruguay, estando sólo por encima de Argentina.

Argentina

Argentina se presenta como el país más retrasado de la región en términos de avance de la electromovilidad. La coyuntura económica de los últimos años, sumados a las restricciones a las importaciones y la escasez de divisas, se traduce en los ratios más bajos del benchmarking, en términos de densidad de la infraestructura de recarga y cantidad de vehículos y buses eléctricos.

En línea con lo expuesto, es el país en el cuál se ofrece la menor cantidad de modelos de vehículos eléctricos, solamente cuatro.

En resumen, Uruguay y Chile son los países con mayor avance de la electromovilidad, el primero con una alta penetración en vehículos particulares y el segundo con una alta penetración en buses. Brasil se posiciona en tercer lugar, con avances en las principales ciudades del país y con un desafío importante por su extensión. Argentina es el país con menor desarrollo de la electromovilidad y con un desafío similar al de Brasil debido a la extensión del territorio.

Proyecto de Ley de Promoción de la Movilidad Sustentable

En Octubre de 2021, el Ministerio de Desarrollo Productivo presentó el proyecto de Ley de Promoción de la Movilidad Sustentable, que está próximo a ser tratado en el Congreso Nacional.

La Ley propone crear un régimen que promoverá el diseño, la investigación, la innovación, el desarrollo, la producción, la comercialización y la utilización de vehículos propulsados por fuentes de energía sustentables.

Motivación

El proyecto resume las razones por lo cual se considera de suma importancia para el país la promoción de la Movilidad Sustentable:

- Reducir las emisiones contaminantes (24% CO2 emitido cada año proviene del transporte).
- Reconvertir a la industria automotriz para producir y exportar estos nuevos vehículos.
- Desarrollar nuevos componentes aprovechando los recursos naturales (cobre y litio) y reemplazar importaciones.

Alcance

Propone crear la Agencia Nacional de Movilidad Sustentable, que tendrá como misión principal promover el desarrollo científico, tecnológico y volcarlo al sistema productivo de la Movilidad Sustentable.

El proyecto fija que desde el año 2041 no podrán comercializarse vehículos con motor de combustión interna nuevos en el territorio nacional.

Beneficios para la DEMANDA:

- Bono verde en forma de descuento directo sobre el precio del vehículo, así como para el equipamiento auxiliar (cargadores).
- Remoción de la base imponible en bienes personales de los vehículos de movilidad sustentable.

Beneficios para la OFERTA:

- Beneficios fiscales estáticos por la instalación de proyectos productivos de movilidad sustentable.
- Beneficios fiscales dinámicos por el cumplimiento de metas predeterminadas: exportaciones, creación de fuentes de trabajo, mejora tecnológica y productividad sostenidas, desarrollo de proveedores e inserción federal.

Resultados esperados

Para el año 2030, se estima que la Ley generará:

- 12.500 puestos de trabajo en terminales automotrices con inversiones estimadas en USD 5.000 millones.
- 6.000 puestos de trabajo en sectores autopartistas con inversiones por USD 1.500 millones.
- 2.500 puestos de trabajo en fabricantes de baterías con inversiones por USD 1.800 millones.
- Exportaciones por USD 5.000 millones.
- Ahorro acumulado de 10,7 millones de toneladas de CO2 equivalente.

4.- LA ELECTROMOVILIDAD Y EL MEDIO AMBIENTE

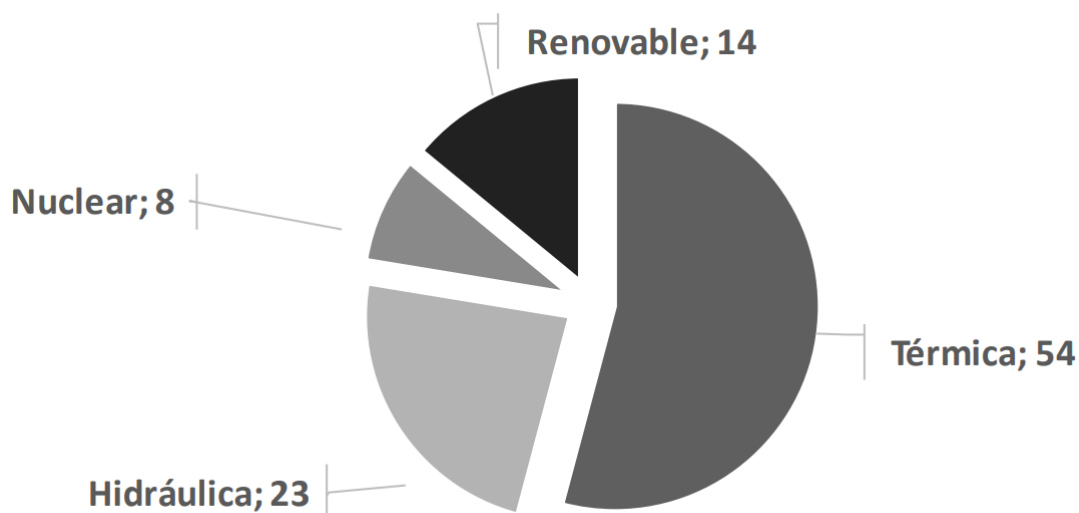
Un vehículo eléctrico es cero emisión, es decir, mientras está en movimiento no produce emisiones de gases ni partículas, lo que impacta directamente en mejorar la calidad de aire en las ciudades. Esta mejora genera beneficios de manera directa en la salud, reduciendo las enfermedades respiratorias.

Sin embargo, la emisión global depende del factor de emisión de la electricidad que lo alimenta. Un vehículo eléctrico disminuye la demanda de combustibles fósiles, pero aumenta la demanda de energía eléctrica, por lo que los beneficios ambientales netos de la electromovilidad dependerán de la composición de la matriz eléctrica del país. Por lo tanto, para avanzar en el camino de la movilidad sustentable es requisito contar con un suministro eléctrico limpio.

La matriz energética Argentina

La matriz energética es una representación cuantitativa de la totalidad de energía que utiliza un país, e indica la incidencia relativa de las fuentes de las que procede cada tipo de energía. A continuación se presenta el aporte relativo de cada fuente para la oferta energética de Agosto 2022.

Figura 4-1. Matriz de oferta energética Argentina



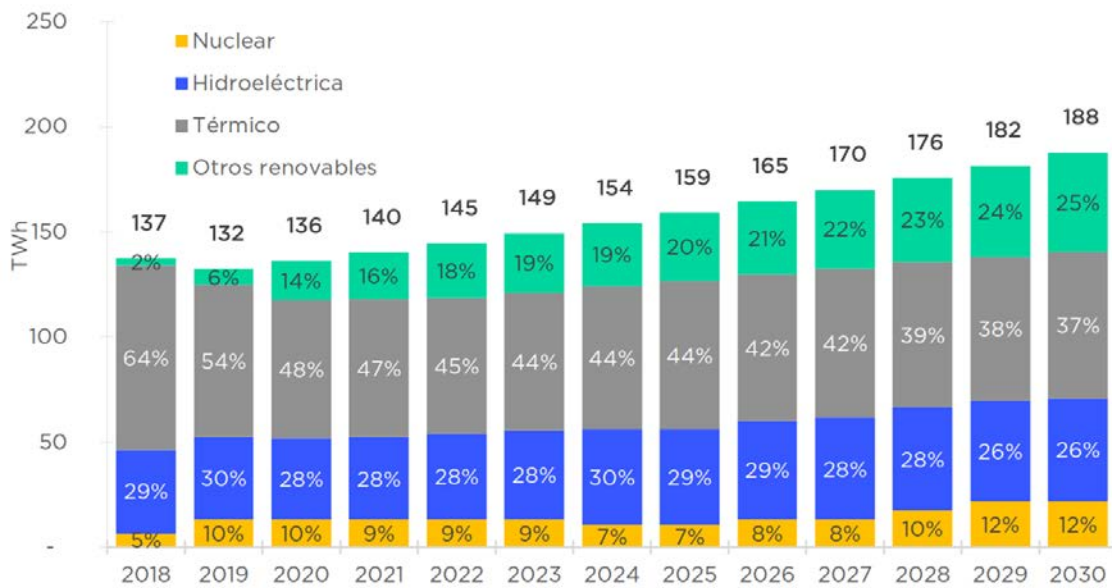
Fuente: CAMMESA – Informe mensual Agosto 2022

Analizando las proporciones de cada fuente, se observa que la Argentina, al igual que el resto del mundo, utiliza un alto porcentaje de hidrocarburos (petróleo y gas). Las energías renovables (solar, eólica y biomasa), si bien han incrementado su participación porcentual en 12 puntos en los últimos 5 años, alcanzan tan sólo el 14% y totalizan un 37% de energía renovable con la energía hidráulica.

Para que la electromovilidad tenga un beneficio neto positivo importante en términos de ahorros de emisiones contaminantes, resulta imprescindible que la Argentina continúe impulsando el desarrollo de la generación de energía de fuentes renovables.

El documento Escenarios Energéticos 2030, elaborado por la Subsecretaría de Planeamiento Energético en el año 2018, plantea una matriz energética al 2030 en la cual las energías renovables (solar, eólica y biomasa) representen un 25% y totalicen un 51% en conjunto con la hidráulica. Este aumento de las fuentes de energía renovables haría reducir la energía térmica a un 37%, lo que permitiría avanzar en el camino de la movilidad sustentable a partir de una matriz energética cada vez menos contaminante.

Figura 4-2. Escenario energético 2030



Fuente: Subsecretaría de Planeamiento Energético

5.-IMPACTO DE LA ELECTROMOVILIDAD EN ARGENTINA

Metodología

El objetivo de este trabajo es estimar el impacto de la electromovilidad en Argentina, por lo que se utiliza un Análisis Costo Beneficio como herramienta para poder aproximarlos.

Para aplicar esta herramienta se deben identificar las alternativas a evaluar. En este caso se propone un escenario Base que es una proyección de la situación actual, en la cual los vehículos eléctricos tienen una participación marginal.

Adicionalmente, se plantean 3 escenarios en los cuales la electromovilidad toma una participación mayor, con distintos grados de penetración:

- Escenario Pesimista: en este escenario la velocidad de adopción de vehículos eléctricos es muy baja, totalizando un 9% del parque automotor en el año 2040.
- Escenario Moderado: en este escenario la velocidad de adopción de vehículos eléctricos es moderada, totalizando un 19% del parque automotor en el año 2040.
- Escenario Optimista: en este escenario la velocidad de adopción de vehículos eléctricos es alta, totalizando un 38% del parque automotor en el año 2040.

En el Anexo 1 se puede observar para cada escenario la tasa de adopción de vehículos eléctricos para los vehículos nuevos (reemplazo y ampliación del parque) que se incorporan cada año.

A continuación, para cada uno de los escenarios, se definirá:

- Composición de la flota vehicular hasta el año 2040
- Recorrido anual por tipo de vehículos
- Emisiones anuales de CO2 y monetización
- Costo anual de operación y mantenimiento
- Costo de adquisición de los vehículos eléctricos
- Costo de la infraestructura de recarga

Caracterización de los escenarios

Parque automotor

Para la caracterización de cada escenario, el primer paso es determinar el parque automotor hasta el año 2040. Para estimar el parque automotor, se parte de la información disponible para el año 2021, contabilizando el parque con antigüedad menor a 20 años, dado que no hay certeza sobre la disponibilidad de los vehículos de mayor antigüedad que figuran en el informe de la Asociación de Fábricas Argentinas de Componentes (AFAC).

Tabla 5-1. Parque automotor 2021

PARQUE AUTOMOTOR	2021	
Autos	8.872.547	82,10%
Carga Liviana	1.523.787	14,10%
Camiones	328.533	3,04%
Buses	82.133	0,76%
TOTAL	10.807.000	100%

Fuente: Flota circulante 2021 - AFAC

En función de la antigüedad de cada tipo de vehículo, se calcula la tasa de renovación del parque por antigüedad, suponiendo una vida útil de 20 años. Esta tasa de recambio se mantendrá cada año en todo el período de análisis.

Tabla 5-2. Tasa de renovación de flota por antigüedad

RENOVACION ANUAL DEL PARQUE POR ANTIGÜEDAD	
Autos	7,86%
Carga Liviana	5,76%
Camiones	7,60%
Buses	7,60%

Fuente: Elaboración propia a partir del informe Flota circulante 2021 - AFAC

Por último, para determinar cuánto aumenta el parque automotor cada año, se calcula el aumento anual promedio entre el año 2011 y 2021, el cual resulta ser 2,8%. A partir de esta información se calcula el parque automotor anual hasta el año 2040 (ver Anexo 2).

Adicionalmente, en función de la información disponible, se calcula la cantidad de vehículos por tipo de combustible:

Tabla 5-3. Flota vehicular por tipo de combustible

NAFTA	6.700.340
Autos	5.973.520
Carga Liviana	45.714
Camiones	0
Buses	0
DIESEL	3.458.240
Autos	1.752.373
Carga Liviana	1.295.219
Camiones	328.533
Buses	82.115

GNC	1.329.261
Autos	1.146.519
Carga Liviana	182.742
Camiones	0
Buses	0
ELECTRICOS	247
Autos	135
Carga Liviana	112
Camiones	0
Buses	18

Fuente: Elaboración propia a partir del informe Flota circulante 2021 - AFAC

Distancia recorrida

Para estimar la distancia recorrida por cada tipo de vehículo se utiliza información secundaria, a partir de la cual se determina los kilómetros promedio que recorre anualmente cada tipo de vehículo:

Tabla 5-4. Distancia recorrida

VEHICULO	RECORRIDO ANUAL (km)
Autos	12.322
Carga Liviana	20.000
Camiones	40.000
Buses	30.000

Fuente: Elaboración propia a partir de información secundaria

Aplicando estas distancias anuales a la flota vehicular de cada escenario en cada año, se obtiene el total de kilómetros recorridos por cada tipo de vehículo y cada combustible.

Emisiones de Dióxido de Carbono

Para estimar la emisión de CO2 asociada a cada escenario, se recopiló información secundaria sobre tasas de generación de CO2 por tipo de vehículo y tipo de combustible.

Tabla 5-5. Tasas de emisión de Dióxido de Carbono

	EMISIONES CO2 (g/km)
NAFTA	
Autos	195
Carga Liviana	252

DIESEL	
Autos	162
Carga Liviana	222
Camiones	331
Buses	863
GNC	
Autos	110
Carga Liviana	150
ELECTRICOS	
Autos	0
Carga Liviana	0
Camiones	0
Buses	0

Fuente: Elaboración propia a partir de información secundaria

Para los vehículos eléctricos se considera que la energía eléctrica que utilizan proviene de fuentes renovables, motivo por el cual no hay emisión de CO₂.

Aplicando las tasas de emisiones a la distancia recorrida en cada escenario por cada tipo de vehículo de cada combustible, se estima la emisión total de CO₂ para cada año (ver Anexo 3).

Una vez estimadas las emisiones anuales en cada escenario, se monetizaron las mismas utilizando la información del Reporte de la Comisión de Alto Nivel sobre los Precios del Carbono del año 2017. De dicho informe se obtuvo un valor de 40USD para la tonelada de CO₂ equivalente para el año 2020 y un valor de 50USD para la tonelada de CO₂ equivalente para el año 2030. A partir de estos datos y suponiendo un crecimiento lineal del precio de la tonelada de CO₂eq (2,5% anual), se calcula el valor para cada uno de los años hasta el 2040.

Costo de mantenimiento y operación

Otra de las fuentes de beneficios de la electromovilidad es la reducción de los costos de mantenimiento de los vehículos, dado la simplicidad de los motores que cuentan con un menor número de partes en general (60% menos que un motor de combustión) y de partes móviles en particular.

A partir de la información del informe de Costos de Operación de Vehículos del año 2021 (COSTOP 2021), ejecutado por la Dirección Nacional de Vialidad, se estimó el costo de mantenimiento de los distintos tipos de vehículos para los combustibles nafta y diésel. Estos datos se complementaron con información secundaria sobre los costos de operación y mantenimiento de los vehículos a GNC y eléctricos, de manera de obtener el costo por kilómetro recorrido para cada tipología de vehículo y con cada combustible.

En relación al costo de mantenimiento de los vehículos eléctricos se ha encontrado información oficial de Peugeot que comparando un 208 convencional contra uno eléctrico, se observa que el eléctrico posee un mantenimiento menor de este último entre un 30% y un 40%. Suponiendo que a mitad de la vida útil se debe realizar un cambio de batería, se considera que el costo de mantenimiento de los vehículos eléctricos es un 20% menor que el de los vehículos convencionales.

Tabla 5-6. Costo de mantenimiento

	COSTO MANTENIMIENTO (USD/km)
NAFTA	
Autos	0,07
Carga Liviana	0,07
DIESEL	
Autos	0,07
Carga Liviana	0,07
Camiones	0,41
Buses	0,44
GNC	
Autos	0,07
Carga Liviana	0,07
ELECTRICOS	
Autos	0,06
Carga Liviana	0,06
Camiones	0,33
Buses	0,35

Fuente: Elaboración propia a partir de información secundaria y COSTOP 2021

De igual manera, a partir de información secundaria se obtuvo el costo de operación por tipo de vehículo y combustible.

Tabla 5-7. Costo de operación

	COSTO OPERACIÓN	
NAFTA		
Autos	0,1	l/km
Carga Liviana	0,11	l/km
DIESEL		
Autos	0,07	l/km
Carga Liviana	0,08	l/km

Camiones	0,35	l/km
Buses	0,47	l/km
GNC		
Autos	0,11	m3/km
Carga Liviana	0,12	m3/km
ELECTRICOS		
Autos	0,19	kWh/km
Carga Liviana	0,23	kWh/km
Camiones	1,09	kWh/km
Buses	1,31	kWh/km

Fuente: Elaboración propia a partir de información secundaria

A partir de los kilómetros recorridos en cada escenario por cada tipo de vehículo y combustible, se calcula el costo anual de mantenimiento y operación hasta el año 2040 para los cuatro escenarios (ver Anexo 4 y Anexo 5). En el Anexo 6 se incluyen los costos de los combustibles y las fuentes consultadas.

Costo de adquisición

Los vehículos eléctricos poseen un costo mayor de adquisición que los vehículos convencionales. Sin embargo la diferencia varía según los mercados y los impuestos aplicables. A continuación se incluyen los costos de adquisición de los diferentes tipos de vehículos, descontando los impuestos.

En el costo de adquisición se incluye el costo de la infraestructura de recarga, considerando que en el caso de los autos y carga liviana se adquieren con un cargador convencional (11-21 kW), en el caso de los camiones de flota se adquiere el proporcional a medio cargador rápido (150-180 kW) por cada unidad y en los buses se adquiere el proporcional a un cuarto de cargador rápido (150-180 kW) por cada unidad. Este supuesto considerado para los buses y pesados, se debe a que en su mayoría son vehículos que forman parte de flotas de empresas por lo que utilizan instalaciones centralizadas para el mantenimiento y estacionamiento.

Se utilizaron fuentes secundarias de información para obtener el costo de la infraestructura accesoria necesaria para permitir la instalación de los respectivos cargadores. Se utilizaron costos de Chile y México, mayorados un 300% por la extensión de Argentina y las limitantes en la capacidad de la red de distribución eléctrica del país.

Tabla 5-8. Costo infraestructura de recarga

COMPONENTE	COSTO	FUENTE	COSTO POR TIPOLOGIA (USD)
Cargador auto 11-21 KW	2.344	Agencia Sustentabilidad Energética Chile	12.894
Infraestructura auto 11-21 KW	10.550	Agencia Sustentabilidad Energética Chile	

COMPONENTE	COSTO	FUENTE	COSTO POR TIPOLOGIA (USD)
Cargador auto 50 KW - 149KW	55.200	Agencia Sustentabilidad Energética Chile	303.600
Infraestructura auto rápido	248.400	Agencia Sustentabilidad Energética Chile	
Cargador buses 150-180 KW	64.000	Portal movilidad - ENEL Línea 3	352.000
Infraestructura buses 150-180 KW	288.000	Portal movilidad - ENEL Línea 3	
Cargador camiones 150-180 KW	64.000	Portal movilidad	352.000
Infraestructura camiones 150-180 KW	288.000	Portal movilidad	

Fuente: Elaboración propia a partir de información secundaria

A continuación se presenta el costo de adquisición por tipología de vehículo incorporando la infraestructura privada de recarga.

Tabla 5-9. Costo de adquisición

	COSTO ADQUISICION (USD)
NAFTA	
Autos	18.959
Carga Liviana	44.750
DIESEL	
Autos	22.750
Carga Liviana	51.463
Camiones	90.127
Buses	186.691
GNC	
Autos	19.445
Carga Liviana	46.119
ELECTRICOS	
Autos	33.815
Carga Liviana	79.818
Camiones	300.921
Buses	365.562

Fuente: Elaboración propia a partir de información secundaria

Desde el lanzamiento de los vehículos eléctricos a la fecha, la diferencia entre los vehículos eléctricos y el mismo modelo (o similar) con motor de combustión convencional, ha ido disminuyendo. Los avances en la fabricación de baterías y la simplicidad de los motores eléctricos hacen suponer que a medida que

pasen los años, la diferencia de precio entre un modelo eléctrico y el mismo modelo a combustión, será cada vez menor. En el Anexo 7 se muestra como se supone que irá decreciendo en el tiempo la diferencia que se observa actualmente entre el costo de un vehículo eléctrico y el mismo con un motor convencional. En el Anexo 8 se presenta la evolución en el costo de adquisición de los vehículos eléctricos.

Partiendo de los vehículos eléctricos adicionales respecto del escenario Base que presentan los tres escenarios (Pesimista, Moderado y Optimista), se calcula el costo adicional de adquisición de vehículos que tiene cada uno frente al escenario Base (ver Anexo 9).

Costo de infraestructura de recarga

La adquisición de vehículos eléctricos por parte de los usuarios, requiere de una red de recarga asociada, con la misma funcionalidad que presta la red de estaciones de servicio a los vehículos de combustión.

En función del tipo de vehículos se requerirán diferentes tipos de cargadores y en diferentes ubicaciones. Dentro del costo de adquisición se contempla la compra e instalación de un cargador convencional en el caso de los autos y carga liviana. Por su parte, para los camiones y buses se considera una fracción (50% para camiones y 25% para buses) del costo de adquisición, instalación e infraestructura sobre la red eléctrica, ya que mayoritariamente formarán parte de flotas en las cuáles se comparta la infraestructura de recarga.

Adicionalmente a la infraestructura de recarga en los hogares o instalaciones centralizadas de los vehículos de flota, se requerirá una infraestructura adicional de recarga. En el caso de los autos y carga liviana, requerirán cargadores convencionales en las ciudades para los movimientos urbanos, que puedan complementarse con la infraestructura de recarga propia. A su vez para los viajes suburbanos y regionales, se requerirá una red de cargadores rápidos sobre las principales rutas del país. Para determinar esta red accesoria de cargadores, se ha fijado una tasa de instalación de un cargador convencional cada 100 vehículos eléctricos que se agregan al parque vehicular y un cargador rápido cada 1000 vehículos eléctricos que se incorporan al parque. A modo de ejemplo, en el escenario Moderado, el cálculo da que deben instalarse 37.000 cargadores (33.600 convencionales y 3.400 rápidos). Esta cantidad de cargadores, se traduce en una densidad de un cargador cada 75km², es decir, una relación 1 a 3, respecto de la densidad actual que posee Noruega. Esta densidad es insuficiente para la totalidad del país, pero si consideramos el territorio que totaliza el 80% del parque vehicular este está conformado por 8 provincias (Buenos Aires, Capital Federal, Córdoba, Santa Fe, Mendoza, Entre Ríos, Tucumán y Salta) y la densidad que se obtiene es de un cargador cada 25km², es decir, similar a la de Noruega.

En el caso de los buses y camiones, se ha considerado una tasa de un cargador rápido cada 100 vehículos (adicionales a los que forman parte de la infraestructura de cada flota). A modo de ejemplo, para el escenario Moderado, esto supone una dotación de 570 cargadores.

A los fines de estimar el costo de cada escenario, se utilizan los valores definidos en la Tabla 5-8.

Análisis Costo Beneficio

Habiendo obtenido para todo el período de análisis los costos adicionales de adquisición de vehículos eléctricos en cada escenario (Pesimista, Moderado y Optimista) respecto del escenario Base y los costos de infraestructura de recarga adicional al escenario Base, se desarrolla un flujo de fondos incorporando los beneficios (ahorro de emisiones y menores costos de operación y mantenimiento) que los tres escenarios presentan respecto del escenario Base por la incorporación de un porcentaje mayor de vehículos eléctricos.

A continuación se presenta el resumen de los costos y beneficios por escenario respecto del escenario Base, para todo el período de análisis.

Tabla 5-10. Resumen flujo de fondos por escenario (millones USD)

ESCENARIO PESIMISTA	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
BENEFICIOS VERSUS ESCENARIO BASE	0	1	1	6	11	17	29	42	55	123	193	266	416	570	730	978	1.234	1.499	1.774
Reducción emisiones CO2	0	0	0	1	1	2	4	5	7	16	25	36	57	80	104	143	184	228	275
Ahorros de costos de operación y mantenimiento	0	1	1	5	10	15	26	37	48	107	168	230	359	491	626	835	1.050	1.271	1.498
COSTOS VERSUS ESCENARIO BASE	-5	-5	-5	-81	-79	-77	-169	-156	-144	-629	-547	-476	-827	-717	-622	-808	-698	-602	-517
Costo adicional de adquisición de vehículos eléctricos	-5	-5	-5	-79	-77	-75	-163	-150	-138	-597	-515	-443	-759	-648	-550	-697	-584	-485	-397
Costo infraestructura recarga	0	0	0	-2	-2	-2	-6	-6	-6	-31	-32	-33	-68	-69	-72	-111	-114	-117	-120
BENEFICIOS-COSTOS	-4	-4	-4	-75	-68	-60	-140	-114	-89	-505	-354	-210	-411	-147	108	170	536	897	1.256

ESCENARIO MODERADO	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
BENEFICIOS VERSUS ESCENARIO BASE	1	1	2	12	23	34	59	85	112	257	407	562	881	1.211	1.552	2.080	2.626	3.192	3.777
Reducción emisiones CO2	0	0	0	1	3	4	7	10	14	33	53	74	119	167	219	299	386	479	579
Ahorros de costos de operación y mantenimiento	1	1	2	11	20	30	52	75	98	224	354	487	762	1.044	1.334	1.781	2.240	2.713	3.198
COSTOS VERSUS ESCENARIO BASE	-9	-10	-10	-163	-159	-156	-343	-317	-293	-1.357	-1.182	-1.029	-1.790	-1.556	-1.352	-1.759	-1.524	-1.319	-1.138
Costo adicional de adquisición de vehículos eléctricos	-9	-10	-10	-159	-154	-150	-331	-305	-280	-1.291	-1.115	-960	-1.649	-1.411	-1.202	-1.528	-1.287	-1.074	-888
Costo infraestructura recarga	0	0	0	-5	-5	-5	-12	-12	-13	-65	-67	-69	-141	-146	-150	-231	-238	-244	-251
BENEFICIOS-COSTOS	-9	-9	-8	-151	-137	-122	-284	-232	-181	-1.100	-775	-467	-910	-346	200	321	1.102	1.873	2.639

ESCENARIO OPTIMISTA	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
BENEFICIOS VERSUS ESCENARIO BASE	1	3	4	25	46	69	123	179	237	550	874	1.209	1.898	2.612	3.350	4.490	5.670	6.891	8.156
Reducción emisiones CO2	0	0	0	3	5	8	15	22	29	69	111	157	251	353	462	633	816	1.013	1.225
Ahorros de costos de operación y mantenimiento	1	2	4	22	41	60	108	157	208	481	763	1.052	1.647	2.259	2.887	3.857	4.854	5.878	6.931
COSTOS VERSUS ESCENARIO BASE	-21	-22	-22	-331	-322	-315	-747	-691	-638	-2.963	-2.584	-2.251	-3.924	-3.416	-2.973	-3.877	-3.368	-2.923	-2.533
Costo adicional de adquisición de vehículos eléctricos	-21	-22	-22	-320	-312	-304	-723	-665	-612	-2.825	-2.442	-2.106	-3.625	-3.109	-2.657	-3.390	-2.868	-2.409	-2.005
Costo infraestructura recarga	0	0	0	-10	-11	-11	-24	-25	-26	-137	-142	-145	-299	-307	-316	-487	-500	-514	-528
BENEFICIOS-COSTOS	-20	-20	-18	-306	-276	-246	-624	-512	-401	-2.413	-1.710	-1.042	-2.025	-805	377	612	2.301	3.968	5.623

Fuente: Elaboración propia

Del análisis se observa que los tres escenarios tienen en común que los costos son mayores que los beneficios hasta el año 2035, año a partir del cual los beneficios comienzan a superar a los costos. Este quiebre se da por dos efectos, en primer lugar por la disminución del precio de los vehículos eléctricos frente a los convencionales y en segundo lugar, debido al volumen acumulado de vehículos eléctricos, que incrementan sustancialmente los ahorros anuales por la reducción de emisiones de CO₂ y la reducción de los costos de operación y mantenimiento frente al escenario Base.

Del análisis, se observa que los vehículos eléctricos adquiridos desde el año 2027 en adelante, llegan al año 2040 con años restantes de vida útil. Es decir, para estos vehículos el flujo de fondos considera la totalidad del costo de adquisición, pero sólo una parte de los beneficios por disminución de emisiones contaminantes y ahorros de costos de mantenimiento y operación. En consecuencia, para considerar la totalidad de los costos y beneficios asociados a los vehículos eléctricos que se incorporan desde el año 2027, se calculan los ahorros asociados. Dado que los últimos vehículos eléctricos se incorporan en el año 2040, este análisis se realiza hasta el último año de operación (2054), suponiendo de manera conservadora una vida útil de 15 años.

Se aclara que para el periodo 2041 – 2054, sólo se consideran los beneficios que generan los vehículos eléctricos incorporados previamente hasta el fin de su vida útil. No se considera la incorporación de nuevos vehículos (ni costos, ni beneficios). A continuación se presenta el resumen de los beneficios por escenario respecto del escenario Base, para el período de análisis 2041 – 2054.

Tabla 5-11. Beneficios vehículos eléctricos desde 2041 hasta el fin de su vida útil

ESCENARIO PESIMISTA	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054
BENEFICIOS VERSUS ESCENARIO BASE	1.658	1.538	1.413	1.284	1.150	1.011	867	717	562	401	234	60	21	8
Reducción emisiones CO2	263	249	234	217	198	178	156	132	106	77	46	13	5	2
Ahorros de costos de operación y mantenimiento	1.395	1.288	1.179	1.067	951	833	711	585	456	324	188	47	16	6

ESCENARIO MODERADO	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054
BENEFICIOS VERSUS ESCENARIO BASE	3.531	3.277	3.013	2.739	2.455	2.160	1.855	1.538	1.210	869	515	147	55	20
Reducción emisiones CO2	553	524	492	457	418	376	330	280	225	166	101	32	14	5
Ahorros de costos de operación y mantenimiento	2.978	2.753	2.521	2.282	2.037	1.784	1.525	1.259	985	703	413	116	41	15

ESCENARIO OPTIMISTA	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054
BENEFICIOS VERSUS ESCENARIO BASE	7.627	7.079	6.511	5.922	5.311	4.678	4.022	3.341	2.635	1.902	1.142	353	137	51
Reducción emisiones CO2	1.170	1.109	1.042	969	888	799	702	596	482	357	222	75	34	13
Ahorros de costos de operación y mantenimiento	6.457	5.970	5.469	4.953	4.424	3.880	3.320	2.745	2.153	1.546	921	278	103	38

Fuente: Elaboración propia

A partir de estos flujos de fondos se calcula para cada escenario el VAN, la TIR y el ratio Beneficio Costo.

Para el cálculo del VAN se utiliza una tasa de descuento del 12%, que se utiliza en Argentina para proyectos de inversión pública.

Tabla 5-12. Análisis Costo Beneficio (millones USD)

ANALISIS COSTO BENEFICIO (millones USD)	ESCENARIO		
	PESIMISTA	MODERADO	OPTIMISTA
BENEFICIOS VERSUS ESCENARIO BASE			
Reducción emisiones CO2	361,8	760,0	1.608,2
Autos	281,6	563,2	1.126,5
Buses	30,5	61,0	122,4
Camiones	10,1	31,9	99,5
Carga Liviana	39,6	103,9	259,8
Ahorros de costos de operación y mantenimiento	1.999,1	4.256,8	9.217,8
Autos	1.486,2	2.972,7	5.945,5
Buses	208,9	418,0	838,7
Camiones	136,8	428,6	1.338,9
Carga Liviana	167,2	437,6	1.094,6
VALOR PRESENTE BENEFICIOS	2.361,0	5.016,8	10.826,0
COSTOS			
Costo adicional de adquisición de vehículos eléctricos	-1.675,9	-3.595,9	-7.866,6
Autos	-1.177,9	-2.356,2	-4.712,8
Buses	-171,2	-342,8	-690,4
Camiones	-116,6	-357,0	-1.113,5
Carga Liviana	-210,2	-539,8	-1.349,9
Costo infraestructura recarga	-163,1	-340,5	-718,3
VALOR PRESENTE COSTOS	-1.839,0	-3.936,4	-8.584,9
VAN	522	1.080	2.241
TIR	17%	17%	17%
Ratio Beneficio Costo	1,3	1,3	1,3

Fuente: Elaboración propia

Analizando los resultados obtenidos en la Tabla 5-12, se observa que los tres escenarios presentan un VAN positivo, con una TIR del 17%. A su vez los valores obtenidos para el ratio Beneficio Costo son similares en los tres escenarios, alcanzando un valor de 1,3. Estos resultados indican que la incorporación de vehículos eléctricos tiene un impacto positivo en el mediano plazo cualquiera sea el escenario y que a mayor porcentaje de vehículos eléctricos incorporados, mayores son los beneficios totales que se obtienen.

Si se observa el valor presente de los beneficios, se ve que el 85% proviene del ahorro en costos de operación (64%) y mantenimiento (21%), mientras que el 15% proviene de la reducción en la emisión de CO2. Es decir, la principal fuente de beneficios es la reducción de los costos operativos, seguida por la

reducción de los costos de mantenimiento y en último lugar, la reducción de emisiones de CO2.

Si se analiza el valor presente de los costos, el de mayor importancia (92%) es el costo adicional de adquisición de los vehículos eléctricos, mientras que el costo asociado a la infraestructura de recarga representa el 8%. En este caso se debe aclarar que los cargadores que se compran con el vehículo se encuentran dentro del subtotal de adquisición del vehículo. Si se realiza una reimputación de este costo en el subtotal de infraestructura de recarga, este ítem toma una importancia relativa del 25% en el total de los costos.

Revisando la participación por tipo de vehículo, el auto representa el 57% de los costos y 64% de los beneficios. Los vehículos livianos de carga representan el 14% de los costos y 19% de los beneficios. Los buses representan el 9% tanto de los costos como de los beneficios y por último los camiones proporcionan el 13% de los beneficios y representan el 15% de los costos.

Si se analiza cada escenario se observa que:

- El escenario Pesimista supone una inversión total de 7.200 millones de dólares, de los cuales 1.100 millones corresponde a infraestructura de recarga (considerando los cargadores comprados junto con los vehículos). En este escenario se alcanza un parque de 1,67 millones de vehículos eléctricos (9% de la flota vehicular), de los cuales 92% son autos, 6% son vehículos de carga liviana y el 2% restantes buses y pesados.
- El escenario Moderado supone una inversión total de 15.400 millones de dólares, de los cuales 4.000 millones corresponde a infraestructura de recarga (considerando los cargadores comprados junto con los vehículos). En este escenario se alcanza un parque de 3,4 millones de vehículos eléctricos (19% de la flota vehicular), de los cuales 90% son autos, 8% son vehículos de carga liviana y el 2% restantes buses y pesados.
- El escenario Optimista supone una inversión total de 33.900 millones de dólares, de los cuales 8.600 millones corresponde a infraestructura de recarga (considerando los cargadores comprados junto con los vehículos). En este escenario se alcanza un parque de 7 millones de vehículos eléctricos (38% de la flota vehicular), de los cuales 88% son autos, 10% son vehículos de carga liviana y el 2% restantes buses y pesados.

Las hipótesis adoptadas en este trabajo, no consideran la eficiencia que puede existir en términos de reducción de costos de mantenimiento en el escenario optimista frente al pesimista y moderado, debido al aumento en la velocidad de adopción de los vehículos eléctricos. De igual forma, el aumento en la velocidad de adopción de esta nueva tecnología puede generar una mayor disponibilidad de modelos eléctricos, una mayor competencia y en consecuencia una disminución más acelerada del costo de adquisición frente a un vehículo convencional. En consecuencia, el escenario optimista podría tener una mayor relación costo beneficio frente a los otros dos escenarios.

6.-CONCLUSIONES

La electromovilidad es una tendencia mundial que a largo plazo terminará llegando a todos los países, aunque con distinta velocidad de adopción y grado de penetración en el parque vehicular. Para su masificación se requiere una infraestructura específica de recarga que conlleva una inversión muy importante, lo que genera condiciones diferentes de país a país e inclusive de ciudad a ciudad dentro de cada país.

Latinoamérica tiene un ritmo de adopción sustancialmente menor respecto de otras regiones, como Europa, y la perspectiva a futuro es diferente según las condiciones generadas por cada país.

En la Argentina, si bien se ha instalado la electromovilidad como un tema central pensando en el futuro de la movilidad, los problemas macroeconómicos han hecho que no se ponga foco sobre este tema y las restricciones generales han afectado sustancialmente las primeras fases de adopción de esta nueva tecnología. En consecuencia, el país tiene un grado de desarrollo de la electromovilidad inferior al del resto de los países de la región, como Uruguay, Chile o Brasil, tanto en términos de cantidad de vehículos eléctricos, como en el desarrollo de la infraestructura de recarga.

Sin embargo, para la Argentina la electromovilidad tiene un potencial muy importante en el desarrollo industrial, tanto en la fabricación de vehículos eléctricos, como en la minería y la producción de baterías a partir de la disponibilidad en abundancia de litio. En consecuencia, está próximo a tratarse en el Congreso un proyecto de Ley de Promoción de la Movilidad Sustentable, el cuál puede sentar las bases para el desarrollo a corto y mediano plazo.

Para cuantificar el impacto que puede tener la electromovilidad en la Argentina se realizó un Análisis Costo Beneficio, el cual muestra que cualquiera sea la velocidad de adopción de esta nueva tecnología, los resultados son siempre positivos.

Más del 60% de los beneficios provienen del ahorro de costos de operación que tienen asociados los vehículos eléctricos, mientras que del orden del 20% de los beneficios están asociados al ahorro de los costos de mantenimiento. El 15% restante de los beneficios provienen de la reducción de emisiones de CO₂.

Desde la óptica de los costos asociados a la adopción de la electromovilidad, los resultados muestran que supone una inversión total que varía entre 7.200 millones de dólares y 33.900 millones de dólares, dependiendo el escenario. De esta inversión, un 75% está asociado al costo adicional de adquisición de un vehículo eléctrico frente a uno convencional, mientras que el 25% restante está asociado al costo de la infraestructura de recarga necesaria.

Dependiendo el escenario, la penetración de los vehículos eléctricos alcanza entre el 9% (Pesimista) y el 38% (Optimista) del parque vehicular. Las posibilidades de alcanzar los escenarios planteados, dependerá de las condiciones que pueda generar el país para masificar el uso de vehículos eléctricos, comenzando por la densidad de la infraestructura de recarga. Dados los beneficios estimados y las potencialidades de las industrias asociadas

(automotriz, autopartista y minera), el país debe tener una política orientada al desarrollo de la electromovilidad que permita avanzar rápidamente.

7.- BIBLIOGRAFIA

CAMMESA. *Informe anual 2021.* <https://cammesaweb.cammesa.com/informe-anual/>

PORTAL MOVILIDAD. *2022 a puro estreno: Conoce los 18 modelos de vehículos eléctricos e híbridos que incorporará Brasil (2022).* <https://portalmovilidad.com/>

PORTAL MOVILIDAD. *Enel gana licitación de estaciones de carga inteligentes para buses eléctricos de CDMX (2022).* <https://portalmovilidad.com/enel-gana-licitacion-de-estaciones-de-carga-inteligentes-para-buses-electricos-de-cdmx/>

Dirección Nacional de Vialidad. *Costos de Operación de Vehículos (COSTOP) (2021).* <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2018/08/if-2021-49197547-apn-pycdnv.pdf>

Ministerio de Industria, Energía y Minería de Uruguay. *Parque Automotor – Informe (2021).* <https://www.gub.uy/ministerio-industria-energia-mineria/datos-y-estadisticas/estadisticas/parque-automotor>

Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores. *Relatório da Frota Circulante (2022).* https://www.sindipecas.org.br/sindinews/Economia/2022/RelatorioFrotaCirculante_2022.pdf

Associação Brasileira do Veículo Elétrico. *100 mil eletrificados já circulam no Brasil (2022).* <http://www.abve.org.br/100-mil-eletrificados-circulam-no-brasil/>
https://www.sindipecas.org.br/sindinews/Economia/2022/RelatorioFrotaCirculante_2022.pdf

AUTOFACT. *Modelos y precios de autos 100% eléctricos que se venden en Chile en 2022 (2022).* <https://www.autofact.cl/blog/noticias/autofact/autos-electricos>

AUTOFACT. *Cómo y dónde cargar un auto eléctrico (2022).* <https://www.autofact.cl/blog/electromovilidad/conduccion/estaciones-de-carga>

Strategy&. *eReadiness 2022 - Survey Report (2022).* <https://www.pwc.es/es/publicaciones/automocion/assets/strategyand-ereadiness-study-2022.pdf>

Asociación Nacional Automotriz de Chile A.G. *Informe del Parque Automotriz (2022).* <https://www.anac.cl/informe-del-parque-automotriz/>

Ministro de Desarrollo Productivo de Argentina. *Proyecto de Ley de Promoción de la Movilidad Sustentable (2021).* https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2021/10/movilidad_sustentable.pdf

Peugeot. *Mantenimiento de tu coche eléctrico.* <https://www.peugeot.es/mantenimiento-y-servicio/mantenimiento-de-mi-vehiculo/mantenimiento-para-electricos-e-hibridos.html>

DS Automobiles. *Mapa de cargadores.*

<https://www.dsautomobiles.com.ar/electricos-e-hibridos/mapa-de-cargadores.html>

HYUNDAI. *kW y coches eléctricos: Todo lo que debes saber sobre su consumo y potencia eléctrica (2022).* <https://www.hyundai.com/es/zonaeco/eco-drive/tecnologia/cuanto-kw-necesita-coche-electrico>

GLOBAL PETROL PRICES. *Argentina Precios de la gasolina, 19-sept-2022 (2022).* https://es.globalpetrolprices.com/Argentina/gasoline_prices/

SURTIDORES. *Se actualizan desde hoy los precios del GNC (2022).* <https://surtidores.com.ar/se-actualizan-desde-hoy-los-precios-del-gnc/>

SUN EARTH TOOLS. *Las emisiones de CO2 de los vehículos de transporte (2022).* https://www.sunearthtools.com/es/tools/CO2-emissions-calculator.php#txtCO2_7

DIVIANI GNC. <https://divianignc.com.ar/calculadora/>

E-BUSRADAR. *Ómnibus eléctricos América Latina (2022).* <https://www.ebusradar.org/>

ELECTROMAPS. *Puntos de recarga (2022).* <https://www.electromaps.com/puntos-de-recarga>

Agencia de Sostenibilidad Energética. *Análisis de Costos – Infraestructura de carga para vehículos eléctricos (2021).* <https://www.ecomovilidad.cl/wp-content/uploads/2022/01/Analisis-de-costos-de-infraestructura-de-carga-para-vehiculos-electricos-Alta-calidad.pdf>

Comisión de Alto Nivel sobre los Precios del Carbono (CPLC). *Resumen ejecutivo (2017)* https://static1.squarespace.com/static/54ff9c5ce4b0a53decccfb4c/t/59b7f2cbe9bfdfbcc6401095/1505227469557/CarbonPricing_SpanishSummary.pdf

Luis Reyes. *¿Cómo calcular el CO2 a partir del consumo?: Diésel vs. gasolina vs. GLP vs. GNC vs. Electricidad (2021).* <https://www.autonocion.com/calcular-el-co2-a-partir-del-consumo/>

Adrián Lois. *¿Qué medio de transporte contamina más? Coche, autobús, avión, barco... (2019).* https://www.autopista.es/noticias-motor/que-medio-de-transporte-contamina-mas-coche-autobus-avion-barco_155360_102.html

García Flores. *Cuánto CO2 emite un camión por kilómetro? (2021).* <https://la-respuesta.com/blog/cuanto-co2-emite-un-camion-por-kilometro/>

Fernando Bedini. *Mendoza en el Top 10 de centros urbanos de Latinoamérica con movilidad sustentable (2022).* CUYOMOTOR. <https://cuyomotor.com.ar/2022/04/05/mendoza-top-10-movilidad-sustentable/>

Sofía Diamante. *Año récord: cuáles son los autos eléctricos e híbridos que lideran el boom de ventas en la Argentina (2022).* <https://www.lanacion.com.ar/economia/ano-record-cuales-son-los-autos-electricos-e-hibridos-que-lideran-el-boom-de-ventas-en-la-argentina-nid18012022/>

Gonzalo Charquero. *Vehículos eléctricos en Uruguay: gobierno prepara préstamos “blandos” en banco estatal (2022).* Bloomberg línea.

<https://www.bloomberglinea.com/2022/08/18/vehiculos-electricos-en-uruguay-gobierno-prepara-prestamos-blandos-en-banco-estatal/>

Luciano Salseduc. *Autos eléctricos: las diferencias entre Argentina, Brasil y Uruguay* (2022). INSIDEEVS. <https://insideevs.com.ar/news/607392/autos-electricos-diferencias-argentina-sudamerica/>

Leonardo Javier Mastronardi, Juan Pablo Vila Martínez, Pablo Gastón Lapun, Gustavo Barbaran, Luciano Caratori Daniela Giselle Vallés Puertas, Gustavo Ariel Ramírez, Daniel Kampel, Juan Christensen, Ignacio Agustín Rivas, Oscar Héctor Natale, Rocío Rodríguez, María Eliana Miranda, Eduardo Bobillo, Mariano Ramón, Victoria Rivero y Guillermo Koutoudjian (2019). Escenarios Energéticos 2030 - Documento de Síntesis. http://www.energia.gob.ar/contenidos/archivos/Reorganizacion/planeamiento/2019-11-14_SsPE-SGE_Documento_Escenarios_Energeticos_2030_ed2019_pub.pdf

8.-ANEXOS

Anexo 1. Tasa adopción vehículos eléctricos

ELECTRICOS ESC. PESIMISTA	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Autos	0,0%	0,0%	0,0%	0,5%	0,5%	0,5%	1,0%	1,0%	1,0%	5,0%	5,0%	5,0%	10,0%	10,0%	10,0%	15,0%	15,0%	15,0%	15,0%
Carga Liviana	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,5%	0,5%	0,5%	2,5%	2,5%	2,5%	5,0%	5,0%	5,0%	7,5%	7,5%	7,5%	7,5%
Camiones	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	0,2%	0,2%	0,8%	0,8%	0,8%	1,7%	1,7%	1,7%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%
Buses	0,1%	0,1%	0,1%	0,5%	0,5%	0,5%	1,0%	1,0%	1,0%	5,0%	5,0%	5,0%	10,0%	10,0%	10,0%	15,0%	15,0%	15,0%	15,0%
ELECTRICOS ESC. MODERADO	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Autos	0,0%	0,0%	0,0%	1,0%	1,0%	1,0%	2,0%	2,0%	2,0%	10,0%	10,0%	10,0%	20,0%	20,0%	20,0%	30,0%	30,0%	30,0%	30,0%
Carga Liviana	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	0,2%	0,2%	1,0%	1,0%	1,0%	6,7%	6,7%	6,7%	13,3%	13,3%	13,3%	20,0%	20,0%	20,0%	20,0%
Camiones	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,4%	0,4%	0,4%	2,7%	2,7%	2,7%	5,3%	5,3%	5,3%	8,0%	8,0%	8,0%	8,0%
Buses	0,2%	0,2%	0,2%	1,0%	1,0%	1,0%	2,0%	2,0%	2,0%	10,0%	10,0%	10,0%	20,0%	20,0%	20,0%	30,0%	30,0%	30,0%	30,0%
ELECTRICOS ESC. OPTIMISTA	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Autos	0,1%	0,1%	0,1%	2,0%	2,0%	2,0%	4,0%	4,0%	4,0%	20,0%	20,0%	20,0%	40,0%	40,0%	40,0%	60,0%	60,0%	60,0%	60,0%
Carga Liviana	0,0%	0,0%	0,0%	0,4%	0,4%	0,4%	2,7%	2,7%	2,7%	16,7%	16,7%	16,7%	33,3%	33,3%	33,3%	50,0%	50,0%	50,0%	50,0%
Camiones	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	0,2%	0,2%	1,3%	1,3%	1,3%	8,3%	8,3%	8,3%	16,7%	16,7%	16,7%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%
Buses	0,5%	0,5%	0,5%	2,0%	2,0%	2,0%	4,0%	4,0%	4,0%	20,0%	20,0%	20,0%	40,0%	40,0%	40,0%	60,0%	60,0%	60,0%	60,0%

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Flota vehicular

PARQUE AUTOMOTOR	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Autos	8.872.547	9.120.895	9.376.194	9.638.639	9.908.430	10.185.773	10.470.879	10.763.965	11.065.254	11.374.977
Carga Liviana	1.523.787	1.566.439	1.610.285	1.655.358	1.701.692	1.749.323	1.798.288	1.848.623	1.900.367	1.953.559
Camiones	328.533	337.729	347.182	356.900	366.890	377.159	387.716	398.568	409.724	421.192
Buses	82.133	84.432	86.795	89.224	91.721	94.288	96.927	99.640	102.429	105.296
TOTAL	10.807.000	11.109.494	11.420.455	11.740.120	12.068.733	12.406.543	12.753.810	13.110.796	13.477.775	13.855.025

PARQUE AUTOMOTOR	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Autos	11.693.369	12.020.673	12.357.138	12.703.021	13.058.586	13.424.103	13.799.851	14.186.117	14.583.194	14.991.386
Carga Liviana	2.008.240	2.064.452	2.122.237	2.181.640	2.242.705	2.305.480	2.370.012	2.436.350	2.504.545	2.574.649
Camiones	432.981	445.100	457.559	470.366	483.532	497.066	510.979	525.282	539.985	555.100
Buses	108.243	111.273	114.388	117.590	120.881	124.265	127.743	131.319	134.995	138.774
TOTAL	14.242.835	14.641.500	15.051.324	15.472.619	15.905.707	16.350.916	16.808.588	17.279.070	17.762.721	18.259.909

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3. Emisiones (millones ton CO2)

ESCENARIO BASE	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Autos	19,9	20,5	21,1	21,7	22,3	22,9	23,5	24,2	24,9	25,6	26,3	27,0	27,8	28,6	29,4	30,2	31,0	31,9	32,8
Carga Liviana	6,7	6,9	7,1	7,3	7,5	7,7	7,9	8,1	8,4	8,6	8,8	9,1	9,3	9,6	9,9	10,2	10,4	10,7	11,0
Camiones	4,5	4,6	4,7	4,9	5,0	5,1	5,3	5,4	5,6	5,7	5,9	6,1	6,2	6,4	6,6	6,8	7,0	7,2	7,4
Buses	2,2	2,2	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	3,0	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6
TOTAL	33,3	34,3	35,2	36,2	37,2	38,3	39,3	40,4	41,6	42,7	43,9	45,1	46,4	47,7	49,0	50,4	51,8	53,3	54,8
ESCENARIO PESIMISTA	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Autos	19,9	20,5	21,1	21,7	22,3	22,9	23,5	24,1	24,8	25,3	25,9	26,5	27,0	27,5	28,0	28,3	28,7	29,0	29,4
Carga Liviana	6,7	6,9	7,1	7,3	7,5	7,7	7,9	8,1	8,4	8,6	8,8	9,0	9,2	9,5	9,7	9,9	10,1	10,3	10,6
Camiones	4,5	4,6	4,7	4,9	5,0	5,1	5,3	5,4	5,6	5,7	5,9	6,0	6,2	6,4	6,5	6,7	6,9	7,1	7,2
Buses	2,2	2,2	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,6	2,7	2,8	2,8	2,9	3,0	3,0	3,1	3,1	3,1	3,2	3,2
TOTAL	33,3	34,3	35,2	36,2	37,2	38,2	39,2	40,3	41,4	42,4	43,4	44,5	45,4	46,3	47,2	48,0	48,8	49,6	50,5
ESCENARIO MODERADO	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Autos	19,9	20,5	21,1	21,6	22,2	22,8	23,4	24,0	24,7	25,1	25,5	26,0	26,2	26,4	26,5	26,4	26,3	26,2	26,1
Carga Liviana	6,7	6,9	7,1	7,3	7,5	7,7	7,9	8,1	8,3	8,5	8,7	8,9	9,1	9,2	9,4	9,5	9,6	9,7	9,8
Camiones	4,5	4,6	4,7	4,9	5,0	5,1	5,3	5,4	5,6	5,7	5,9	6,0	6,1	6,3	6,4	6,6	6,7	6,8	7,0
Buses	2,2	2,2	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9
TOTAL	33,3	34,3	35,2	36,2	37,2	38,2	39,2	40,2	41,3	42,1	42,9	43,8	44,3	44,8	45,3	45,4	45,5	45,6	45,7
ESCENARIO OPTIMISTA	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Autos	19,9	20,5	21,1	21,6	22,2	22,8	23,3	23,9	24,4	24,6	24,8	24,9	24,6	24,1	23,7	22,7	21,6	20,5	19,3
Carga Liviana	6,7	6,9	7,1	7,3	7,5	7,7	7,9	8,1	8,3	8,4	8,5	8,7	8,7	8,7	8,6	8,5	8,4	8,2	8,0
Camiones	4,5	4,6	4,7	4,9	5,0	5,1	5,3	5,4	5,6	5,7	5,8	5,9	6,0	6,0	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1
Buses	2,2	2,2	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,6	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,6	2,5	2,4	2,3	2,1
TOTAL	33,3	34,2	35,2	36,1	37,1	38,1	39,0	40,0	41,0	41,4	41,8	42,2	41,9	41,5	41,1	39,8	38,4	37,1	35,7

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4. Costo de mantenimiento (miles de millones de USD)

ESCENARIO BASE	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Autos	7,7	7,9	8,1	8,3	8,5	8,8	9,0	9,3	9,5	9,8	10,1	10,4	10,7	11,0	11,3	11,6	11,9	12,2	12,6
Carga Liviana	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5
Camiones	5,4	5,5	5,7	5,9	6,0	6,2	6,4	6,5	6,7	6,9	7,1	7,3	7,5	7,7	7,9	8,2	8,4	8,6	8,9
Buses	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8
TOTAL	16,3	16,7	17,2	17,7	18,2	18,7	19,2	19,7	20,3	20,8	21,4	22,0	22,6	23,3	23,9	24,6	25,3	26,0	26,7
ESCENARIO PESIMISTA	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Autos	7,7	7,9	8,1	8,3	8,5	8,8	9,0	9,3	9,5	9,8	10,1	10,3	10,6	10,9	11,2	11,5	11,8	12,0	12,4
Carga Liviana	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	3,0	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5
Camiones	5,4	5,5	5,7	5,9	6,0	6,2	6,4	6,5	6,7	6,9	7,1	7,3	7,5	7,7	7,9	8,1	8,4	8,6	8,8
Buses	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8
TOTAL	16,3	16,7	17,2	17,7	18,2	18,7	19,2	19,7	20,3	20,8	21,4	22,0	22,6	23,2	23,8	24,4	25,1	25,7	26,4
ESCENARIO MODERADO	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Autos	7,7	7,9	8,1	8,3	8,5	8,8	9,0	9,3	9,5	9,8	10,0	10,3	10,6	10,8	11,1	11,4	11,6	11,9	12,1
Carga Liviana	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	3,0	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,4
Camiones	5,4	5,5	5,7	5,9	6,0	6,2	6,4	6,5	6,7	6,9	7,1	7,3	7,5	7,7	7,9	8,1	8,3	8,5	8,8
Buses	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,7	1,7
TOTAL	16,3	16,7	17,2	17,7	18,2	18,7	19,2	19,7	20,3	20,8	21,4	21,9	22,5	23,1	23,7	24,3	24,9	25,4	26,1
ESCENARIO OPTIMISTA	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Autos	7,7	7,9	8,1	8,3	8,5	8,8	9,0	9,3	9,5	9,8	10,0	10,2	10,5	10,7	10,9	11,1	11,3	11,5	11,7
Carga Liviana	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	2,9	3,0	3,1	3,1	3,2	3,3	3,3
Camiones	5,4	5,5	5,7	5,9	6,0	6,2	6,4	6,5	6,7	6,9	7,1	7,3	7,5	7,6	7,8	8,0	8,2	8,4	8,6
Buses	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,7
TOTAL	16,3	16,7	17,2	17,7	18,2	18,7	19,2	19,7	20,2	20,8	21,3	21,8	22,4	22,9	23,4	23,9	24,3	24,8	25,3

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5. Costo de operación (miles de millones de USD)

ESCENARIO BASE	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Autos	7,1	7,3	7,5	7,7	7,9	8,1	8,3	8,6	8,8	9,0	9,3	9,6	9,8	10,1	10,4	10,7	11,0	11,3	11,6
Carga Liviana	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,5	2,5	2,6	2,7	2,8	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4
Camiones	4,1	4,2	4,3	4,4	4,6	4,7	4,8	5,0	5,1	5,2	5,4	5,5	5,7	5,9	6,0	6,2	6,4	6,5	6,7
Buses	1,0	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,7
TOTAL	14,2	14,6	15,0	15,5	15,9	16,3	16,8	17,3	17,7	18,2	18,7	19,3	19,8	20,4	20,9	21,5	22,1	22,7	23,4
ESCENARIO PESIMISTA	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Autos	7,1	7,3	7,5	7,7	7,9	8,1	8,3	8,5	8,8	9,0	9,2	9,4	9,6	9,8	10,0	10,2	10,4	10,6	10,7
Carga Liviana	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,5	2,5	2,6	2,7	2,8	2,8	2,9	3,0	3,0	3,1	3,2	3,3
Camiones	4,1	4,2	4,3	4,4	4,6	4,7	4,8	5,0	5,1	5,2	5,4	5,5	5,7	5,8	6,0	6,2	6,3	6,5	6,7
Buses	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,6
TOTAL	14,2	14,6	15,0	15,4	15,9	16,3	16,8	17,2	17,7	18,2	18,6	19,1	19,5	20,0	20,5	20,9	21,3	21,8	22,2
ESCENARIO MODERADO	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Autos	7,1	7,3	7,5	7,7	7,9	8,1	8,3	8,5	8,7	8,9	9,1	9,3	9,4	9,5	9,7	9,7	9,8	9,8	9,9
Carga Liviana	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,5	2,5	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	3,0	3,0	3,1	3,1
Camiones	4,1	4,2	4,3	4,4	4,6	4,7	4,8	5,0	5,1	5,2	5,4	5,5	5,6	5,8	5,9	6,1	6,2	6,3	6,5
Buses	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,5
TOTAL	14,2	14,6	15,0	15,4	15,9	16,3	16,7	17,2	17,7	18,1	18,5	18,9	19,2	19,6	19,9	20,2	20,4	20,7	21,0
ESCENARIO OPTIMISTA	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Autos	7,1	7,3	7,5	7,7	7,9	8,1	8,3	8,5	8,7	8,8	8,9	9,0	9,0	9,0	9,0	8,8	8,6	8,4	8,2
Carga Liviana	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,5	2,5	2,6	2,6	2,7	2,7	2,7	2,8	2,8	2,8	2,8	2,7
Camiones	4,1	4,2	4,3	4,4	4,6	4,7	4,8	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9	5,9	6,0
Buses	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2
TOTAL	14,2	14,6	15,0	15,4	15,9	16,3	16,7	17,1	17,6	17,9	18,2	18,5	18,6	18,7	18,8	18,6	18,5	18,3	18,2

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6. Costo de los combustibles

	Valor (USD)	Unidad	Fuente
Costo combustibles	-	-	-
Gasolina	0,92	USD/l	https://surtidores.com.ar/precios/
Diésel	1,12	USD/l	https://surtidores.com.ar/precios/
GNC	0,55	USD/m3	https://surtidores.com.ar/se-actualizan-desde-hoy-los-precios-del-gnc/
Electricidad	0,06	USD/kWh	Normativa EDESUR
Impuestos combustibles	-	-	-
Gasolina	0,26	USD/l	
Diésel	0,26	USD/l	
GNC	0,09	USD/m3	
Subsidios Combustibles	-	-	-
Electricidad	0,03	USD/kWh	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7. Variación respecto del año 2021 de la diferencia en el costo de adquisición de un vehículo eléctrico versus uno convencional

	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
AUTO GASOLINA	100%	100%	100%	90%	86%	81%	77%	69%	63%	53%	45%	38%	33%	28%	24%	20%	17%	14%	12%
BUSES DIESEL	100%	100%	100%	97%	92%	88%	83%	75%	67%	57%	49%	41%	35%	30%	25%	22%	18%	16%	13%
CARGA LIVIANA DIESEL	100%	100%	100%	90%	86%	81%	77%	69%	63%	53%	45%	38%	33%	28%	24%	20%	17%	14%	12%
CAMIONES DIESEL	100%	100%	100%	97%	92%	88%	83%	75%	67%	57%	49%	41%	35%	30%	25%	22%	18%	16%	13%

Fuente: Elaboración propia

Anexo 8. Costo de adquisición vehículos (miles USD)

NAFTA	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Autos	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
Carga Liviana	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
DIESEL	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Autos	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
Carga Liviana	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
Camiones	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Buses	187	187	187	187	187	187	187	187	187	187	187	187	187	187	187	187	187	187	187
GNC	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Autos	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
Carga Liviana	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46
ELECTRICOS	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Autos	34	34	34	34	32	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	22	21	21
Carga Liviana	80	80	80	80	79	78	76	75	73	71	68	65	63	61	60	59	58	57	56
Camiones	301	301	301	301	280	270	261	253	237	222	202	185	171	159	149	140	132	126	121
Buses	366	366	366	366	360	352	343	335	321	307	289	274	261	250	240	232	225	220	215

Fuente: Elaboración propia

Anexo 9. Costo adicional de adquisición de vehículos respecto el Escenario Base

ESCENARIO PESIMISTA	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Autos	3	3	3	64	63	61	119	109	100	429	367	313	531	448	374	465	379	304	237
Carga Liviana	0	0	0	4	4	4	19	17	16	71	63	55	98	87	77	103	92	82	74
Camiones	0	0	0	2	2	2	11	10	9	41	36	31	55	48	42	55	48	42	36
Buses	1	2	1	8	8	8	15	14	13	56	49	43	75	65	57	75	65	57	50
ESCENARIO MODERADO	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Autos	5	5	6	129	126	122	238	218	200	858	735	627	1063	896	749	929	758	607	474
Carga Liviana	1	1	1	8	8	8	37	35	32	190	168	148	262	232	206	275	245	219	197
Camiones	1	1	1	6	6	5	26	24	22	131	114	100	174	152	133	175	153	133	117
Buses	3	3	3	16	15	15	30	28	26	112	98	86	150	131	114	150	131	114	100
ESCENARIO OPTIMISTA	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Autos	11	11	11	258	251	244	475	436	400	1.717	1.470	1.253	2.126	1.792	1.498	1.858	1.516	1.215	948
Carga Liviana	1	1	1	16	16	15	100	93	86	476	419	370	654	580	515	687	613	549	493
Camiones	1	1	1	14	14	13	88	81	75	409	357	312	545	477	416	546	477	417	364
Buses	8	8	8	32	31	31	60	55	51	224	196	171	299	261	228	299	262	229	200

Fuente: Elaboración propia