



**UNIVERSIDAD
TORCUATO DI TELLA**

**TRABAJO FINAL – MAESTRÍA EN DIRECCIÓN
DE EMPRESAS: ELECTROMOVILIDAD EN EL
TRANSPORTE DE ÚLTIMA MILLA**

MBA 2020

ALUMNO: Mauro Zitta

TUTOR: Leonardo Monsalvo

Dedicatoria – Agradecimientos

A mi familia, quienes cada uno desde su lugar me apoyaron en este proceso bajo la premisa del crecimiento personal y la motivación a romper barreras mediante el estudio.

A la Universidad Torcuato Di Tella, personal docente y no docente, que hizo posible que esta experiencia transformadora se lleve a cabo en dos años llenos de desafíos.

Al equipo de trabajo del que fui parte y que me acompañó durante esos desafíos: Mariana Minafro, Darío Jares, Pablo Witte, Juan Manuel Pitz y Matías Scorini.

A los profesionales, colegas y docentes que durante mi carrera profesional me enseñaron y ayudaron, compartiendo su experiencia con motivación y pasión.

Resumen ejecutivo

En este trabajo se evaluó el potencial de la aplicación de la movilidad eléctrica al transporte de mercaderías de última milla. Realizando un abordaje desde los aspectos político, económico, ambiental y energético.

Para identificar qué prácticas favorecieron la adopción de esta tecnología, se partió desde una perspectiva global, analizando las tendencias alrededor del mundo e identificando qué políticas facilitaron la inserción de vehículos eléctricos. Luego en el plano regional, se investigó la situación en Latinoamérica para identificar, en un contexto con características diferentes a las de Norteamérica o Europa, las mejores prácticas de los precursores vecinos. Finalmente, se llegó a Argentina dónde se analizó el potencial desde un punto de vista económico. Este abordaje se basó en el cálculo del TCO del inglés Total Cost of Ownership, y permitió conocer a partir de qué kilometraje sería conveniente incorporar un vehículo eléctrico para la distribución de mercaderías. Además, se identificó cómo pueden favorecer o perjudicar la variación en los componentes del costo.

Se utilizó una metodología de tipo documental, tomando como fuente reportes, informes, registros y estudios, que permitieron extrapolar las buenas prácticas de otros mercados, y al mismo tiempo, identificar las características particulares del mercado objeto de estudio. Esto aportó características descriptivas en relación a la determinación de las cualidades del producto y población consumidora, y características exploratorias en relación a determinar las buenas prácticas en mercados donde los vehículos eléctricos han tenido éxito.

Se concluyó que, para un horizonte de 5 años el vehículo eléctrico tiene un TCO menor al diésel desde los 75.000 km anuales. El impacto en la demanda eléctrica por la incorporación de vehículos a batería sería de 1,2% sobre la demanda total. Por último, la incorporación de nuevas tecnologías al transporte permite una reducción de las emisiones totales de dióxido de Carbono del 17%.

Palabras clave

Movilidad eléctrica, movilidad sustentable, transporte.

Introducción

En medio de las turbulencias del año 2020, un fuerte deseo e interés por la salud del planeta ha surgido. Al mismo tiempo la industria automotriz está cambiando hacia los vehículos eléctricos (EV), incluso más rápido de lo que se imaginaba a finales de 2019. Con el apoyo constante de los gobiernos y los principales fabricantes de automóviles frente a la crisis de COVID-19, la participación de mercado de automóviles eléctricos, SUV (Sport Utility Vehicle) y otros vehículos ligeros creció del 8% en 2019 al 12% en 2020, y ha mostrado que esa tendencia continúa a principios de 2021 (Arora, 2021).

Las motivaciones para el crecimiento de la movilidad eléctrica son diversas, además del deseo de un medioambiente más limpio y sustentable, existe una motivación por encontrar combustibles más económicos y crear oportunidades de negocio a su alrededor. Por parte de las autoridades gubernamentales, iniciativas como determinación de zonas con cero emisiones, estándares de consumo de combustible, rebajas, créditos fiscales, préstamos para la compra de EVs, y establecimiento de corredores con puntos de carga para estos vehículos, han influenciado positivamente el desarrollo de la electro-movilidad, muchas de estas iniciativas están impulsadas por el Acuerdo de París.

El Acuerdo de París tiene como objetivo de largo plazo mantener el aumento de la temperatura media mundial por debajo de los 2 °C sobre los niveles preindustriales y alcanzar un límite de 1,5 °C sobre estos niveles, lo que reducirá considerablemente los riesgos y el impacto del cambio climático. Además, busca que las emisiones globales alcancen su nivel máximo cuanto antes, reconociendo que en los países en desarrollo, el proceso será más largo. Al margen de las negociaciones oficiales intergubernamentales, los países, ciudades, regiones, empresas y miembros de la sociedad civil de todo el mundo están tomando medidas para acelerar la cooperación para combatir el cambio climático en apoyo al Acuerdo y en el marco de la Agenda Mundial de Acción por el Clima.

En línea con estas medidas surge la necesidad de explicar, ¿cómo puede influir la movilidad eléctrica en el cambio climático? Como resultado de la combustión de los motores, los vehículos emiten gases de CO₂ (dióxido de Carbono) que contribuyen al efecto de calentamiento global, en promedio 120 g/km recorrido, al reemplazar un motor de combustión por uno eléctrico, se elimina la emisión de estos gases. Ahora bien, se debe considerar que fabricar un vehículo eléctrico requiere en promedio más emisiones de CO₂ que un vehículo convencional, mientras que dependiendo de la fuente con la que se generó

la energía eléctrica, la emisión total por kilómetro será mayor o menor. Por ejemplo, en China donde el 68% de la energía eléctrica proviene del carbón, un vehículo eléctrico generará en promedio 182 g/km de CO₂ mientras que en Noruega donde el 100% de la energía es renovable la emisión equivalente será solo de 73 g/km de CO₂, correspondientes a la fabricación del vehículo, en la Ilustración 32 del apéndice se puede ver representado este efecto. En síntesis, para que el efecto de la movilidad eléctrica tenga impacto positivo en el medio ambiente, debe estar acompañada de la generación de energía eléctrica limpia.

Las flotas de vehículos eléctricos darán forma al negocio de la electro-movilidad (IEA, 2021). Desde el punto de vista de los fabricantes de vehículos, tiene sentido enfocarse en los clientes de flota, ya que las flotas recorren comúnmente un alto número de kilómetros en relación a un vehículo de uso familiar. Al mismo tiempo, el costo total de propiedad TCO, Total Cost Ownership) en la medida que los precios de las nuevas tecnologías se reduzcan será menor frente a vehículos con motores de combustión interna (Baik, 2019). En línea con este punto, un estudio de BCG (Mosquet X. Z., 2018) que calcula la evolución del TCO para diferentes tipos de motorizaciones en base a un recorrido anual de 80.000 a 120.000 km, tomando como referencia un taxi de Nueva York, indica que para 2028 se espera que el TCO para un vehículo a batería, sea menor al de un vehículo de combustión interna (ICE), e inclusive menor al del resto de las tecnologías, esto se puede ver en la Ilustración 33 del apéndice.

Como guía de la investigación se consideraron las siguientes preguntas:

1. ¿Cuánto se espera que crezca el parque vehicular eléctrico para 2030?
2. ¿Qué medidas o regulaciones colaboran con la adopción de EVs?
3. ¿Puede un EV ser más económico que uno diésel?
4. ¿A partir de qué recorrido anual sería conveniente un EV?
5. ¿Cuáles son los costos asociados a la operación de un EV?
6. ¿Cuál sería el impacto sobre la demanda de energía ante un crecimiento del parque vehicular eléctrico?
7. ¿Cómo impactaría la incorporación de EVs sobre la emisión de dióxido de Carbono?

En este marco, los objetivos principales de este trabajo son:

- Analizar las buenas prácticas utilizadas para impulsar el desarrollo de la movilidad eléctrica alrededor del mundo y examinar su potencial en el segmento de transporte de mercaderías de última milla en Argentina.
- Determinar el tamaño de los potenciales nichos de mercado y características de uso en cada uno de estos, que permitan hacer de la electromovilidad una alternativa conveniente para el cliente.
- Determinar el volumen necesario en cuanto a inversiones en infraestructura y subsidios que harían de la electromovilidad una opción atractiva.

La metodología de investigación estará basada en un trabajo de tipo documental en cuanto a la fuente de investigación. Ya que, estará respaldado en documentos y registros que permitan extrapolar las buenas prácticas de otros mercados, y al mismo tiempo, identificar las características particulares del mercado objeto de estudio.

En relación al alcance del trabajo se tratará de una investigación descriptiva enfocada en la necesidad de determinar las características del producto y población consumidora. A su vez, el trabajo tendrá características exploratorias, dado que, el alcance de su objetivo requiere determinar las buenas prácticas en mercados donde la electromovilidad ha tenido éxito.

Se utilizará como fuente de datos primarios papers, trabajos de investigación y reportes relacionados al tema de estudio. Reportes de importación y patentamiento para el dimensionamiento del mercado. Encuestas a potenciales clientes. Entrevistas a expertos del área.

La fuente de datos secundarios estará constituida por la participación en eventos de electromovilidad. Boletines y reportes de entidades que promueven la movilidad sustentable. Entrevistas a key players en la fabricación y comercialización de vehículos eléctricos.

Índice

Dedicatoria – Agradecimientos	2
Resumen ejecutivo	3
Palabras clave	4
Introducción	5
Índice	8
Lista de tablas	10
Lista de ilustraciones	11
CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO	12
1.1 – Tipos de vehículos eléctricos	12
1.2 – Tipos de equipamiento de carga	13
1.3 – Estado de situación en países con mayor evolución	15
1.3.1 – Desarrollo de mercado automotor	15
1.3.2 – Desarrollo de los sistemas de carga para vehículos eléctricos	18
1.3.3 – Factores clave para la adopción de la movilidad eléctrica	20
1.3.4 – Políticas que afectan al mercado de los vehículos eléctricos	21
1.3.5 – Caso DHL EEUU	23
1.4 – Marco legislativo y mercado en Argentina	26
1.5 – Buenas prácticas y early adopters en la región	27
1.6 – Definición de la problemática y objetivo	29
CAPÍTULO 2: ANÁLISIS DEL COSTO TOTAL DE OPERACIÓN	32
2.1 – Costo de adquisición y costos asociados	33
2.2 – Costo de energía y combustible	34
2.3 – Costo de mantenimiento	36
2.4 – Costo de seguro y patente	37
2.5 – Valor residual	38
2.6 – Conclusiones TCO	39
2.7 – Punto de equilibrio	40
CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	41
3.1 – Aumento de la tarifa eléctrica	42
3.1.1 – Reducción de los subsidios del 30%	42

3.1.2 – Reducción de los subsidios del 45%	43
3.2 – Aumento del Combustible.....	44
3.3 – Reducción del precio de las baterías.....	45
3.3.1 – Reducción del precio de las baterías en un 25%.....	46
3.3.2 – Reducción del precio de las baterías en un 40%.....	47
3.4 – Efectos de la inflación y congelamiento de precios	48
CAPÍTULO 4: TAMAÑO DEL MERCADO	49
4.1 – Tamaño del mercado y crecimiento esperado.....	50
4.2 – Demanda incremental de energía.....	53
4.2.1 – Demanda de Energía en Argentina	53
4.2.2 – Escenarios 2030.....	54
CAPÍTULO 5: CONCLUSIÓN.....	59
CAPÍTULO 6: RECOMENDACIONES.....	60
Bibliografía	62
Acrónimos	63
Apéndices.....	65

Lista de tablas

Tabla 1 - Características de los cargadores	14
Tabla 2 - Métricas para puntos de carga.....	19
Tabla 3 - Ratios para la adopción de electromovilidad.....	21
Tabla 4 - Aranceles de Importación xEVs	26
Tabla 5 – Market Share Small Size Vans.....	51
Tabla 6 – Costo por Km 40.000 Km Anuales	67
Tabla 7 - Beneficios impositivos para xEVs en Argentina.....	68
Tabla 8 - Depreciación Kangoo 5 años	68
Tabla 9 - Resumen TCO	69
Tabla 10 - Apertura de costos BEV.....	72
Tabla 11 - Resumen de escenarios del capítulo 3	73

Lista de ilustraciones

Ilustración 1 – Resumen de tecnologías para automóviles y comerciales livianos.....	13
Ilustración 2 - Evolución en ventas de las nuevas tecnologías.....	16
Ilustración 3 - Subsidios para la compra de EVs en Europa y China.....	22
Ilustración 4 - Entregas de última milla en Norteamérica	23
Ilustración 5 - Impacto del transporte de última milla en las emisiones de CO2	24
Ilustración 6 - Evolución de patentamientos en Argentina.....	27
Ilustración 7 - Rango de alcance vehículo a batería en EEUU 2011 vs 2018.....	30
Ilustración 8 - Evolución del precio de las baterías.....	31
Ilustración 9 - Costo Total de Propiedad.....	32
Ilustración 10 - Costo de adquisición Renault Kangoo.....	33
Ilustración 11 - Costo de energía eléctrica / km 10 vehículos 2 turnos de carga	34
Ilustración 12 - Costo de energía o combustible, 40.000 km anuales.	35
Ilustración 13 - Costo anual de mantenimiento.....	36
Ilustración 14 - Costo anual de seguro y patente	37
Ilustración 15 - Valor residual 5 años.....	38
Ilustración 16 - TCO 5 años totales.....	40
Ilustración 17 - Punto de Equilibrio TCO 5 años.....	41
Ilustración 18 - TCO 5 años reducción de subsidios de un 30%.....	42
Ilustración 19 - TCO 5 años reducción de subsidios de un 45%.....	44
Ilustración 20 - TCO con aumento de combustible del 12%.....	45
Ilustración 21 - TCO con reducción de precio batería de 25%.....	46
Ilustración 22 – TCO con reducción de precio batería de 40%	47
Ilustración 23 - TCO 40.000 km julio 2021 vs diciembre 2021.....	49
Ilustración 24 - Estimación de patentamientos 2030	50
Ilustración 25 - BEV YTD agosto 2021	52
Ilustración 26 - Matriz Primaria Nacional, año 2020 (%)	53
Ilustración 27 - Oferta Eléctrica en Argentina.....	54
Ilustración 28 - Demanda de Combustibles para Transportes.....	55
Ilustración 29 - Demanda Eléctrica 2030.....	56
Ilustración 30 - Oferta Eléctrica Nacional 2020 vs REN20 y REN30	57
Ilustración 31 - Emisiones de CO2 2016 vs REN20 y REN30.....	58
Ilustración 32 - Oferta Eléctrica Nacional 2020 vs REN20 y REN30	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 33 - Emisiones de CO2 por tipo de vehículo.....	65
Ilustración 34 - Evolución del TCO para las distintas tecnologías.	65
Ilustración 35 - Sistema On-Site de producción de Hidrógeno	66
Ilustración 36 - Evolución modal del transporte en América Latina	67
Ilustración 37 - Costo de energía o combustible, reducción de los subsidios a 30%.....	69
Ilustración 38 - TCO 5 Años PDE con reducción del 30% en subsidio	70
Ilustración 39 - Costo de energía o combustible, reducción del 45 % en subsidio.....	70
Ilustración 40 - TCO 5 Años PDE con reducción del 45% en subsidio	71
Ilustración 41 - TCO 5 años PDE con aumento de combustibles del 12%.....	71
Ilustración 42 - PDE TCO 5 años reducción del costo de las baterías del 25%.....	72
Ilustración 43 - PDE TCO 5 años reducción del costo de las baterías del 40%.....	73

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO

1.1 – Tipos de vehículos eléctricos

La evolución de los vehículos eléctricos ha puesto en el mercado distintas tecnologías y de acuerdo a esto se dividen en 6 grupos principales que se detallan a continuación (ACARA, 2021):

MHEV (Mild-hybrid Electric Vehicle) o híbridos de 48V. Esta tecnología consiste en añadir al motor de combustión una pequeña batería y un generador de arranque integrado que reemplaza el alternador. Con este agregado se recupera energía de las desaceleraciones y frenadas y se reduce el consumo en hasta un 15% con la consecuente reducción de emisiones de CO₂. Es la tecnología más adoptada por las automotrices ya que permitiría obtener el 70% de los beneficios de un híbrido completo con un 30% del costo de fabricación.

HEV (Hybrid Electric Vehicle) o híbridos no enchufables. Son vehículos con un motor de combustión interna como propulsor principal con un motor eléctrico y una batería que se utilizan en momentos específicos como durante el arranque o como refuerzo en aceleraciones fuertes. Con esta tecnología el auto puede funcionar durante trayectos cortos, a baja velocidad y por poco tiempo en modo 100% eléctrico. A diferencia de los híbridos enchufables, que veremos a continuación, la batería de estos vehículos se recarga mediante un sistema de recuperación de energía durante la frenada o desaceleración. Esto último hace que puedan reducir su consumo principalmente en el uso en ciudades.

PHEV (Plug-in Hybrid Electric Vehicle) o híbridos enchufables. Son vehículos con un motor de combustión interna, uno o más motores eléctricos y una batería de mayor capacidad en relación a los HEV. La principal diferencia con estos últimos es que los PHEV se recargan conectándolos a la red eléctrica y sus baterías de mayor tamaño le permiten mayor autonomía en modo 100% eléctrico, llegando a los 50 o 60 km en algunos casos.

EREV (Extended Range Electric Vehicle) o eléctricos de autonomía extendida. Son los híbridos de menor presencia en el mercado. Además de un motor de combustión, el cual no está conectado al tren motriz, sino que se usa para cargar las baterías, cuenta con uno o más motores eléctricos y con una o más baterías. Ya casi no quedan EREV en oferta.

BEV (Battery Electric Vehicle) o eléctricos puros. Son vehículos 100% eléctricos, no cuentan con un motor de combustión interna ni tanque de combustible y obtienen toda su energía desde sus baterías, las cuales se recargan al conectarse a la red eléctrica y al igual que en el resto de los EV, mediante el frenado regenerativo.

FCEV (Fuel Cell Electric Vehicle) o eléctrico de pila de combustible. Estos vehículos utilizan una pila de combustible para alimentar su motor eléctrico. La pila utiliza hidrógeno comprimido que, mediante un proceso de oxidación, libera electrones que alimentan las baterías. Esta tecnología produce cero emisiones contaminantes ya que su residuo es vapor de agua.

A continuación, en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se puede ver un resumen de las tecnologías antes presentadas y diferenciando a estas por sus principales características en lo referente a fuentes de energía, consumo y emisiones.




	 CONVENCIONAL	 MHEV & HEV	 PHEV & EREV	 BEV	 FCEV
FUENTES DE ENERGÍA					
CONSUMO					
EMISIONES					

ILUSTRACIÓN 1 – RESUMEN DE TECNOLOGÍAS PARA AUTOMÓVILES Y COMERCIALES LIVIANOS

1.2 – Tipos de equipamiento de carga

El equipamiento para carga de vehículos eléctricos se categoriza en tres grandes grupos de acuerdo a su ubicación, capacidad de carga en kW y tipo de conexión (Hall, 2020). Comenzando por los cargadores regulares de más baja potencia, los cuales comúnmente se proveen junto con el vehículo, pasando por los cargadores rápidos de corriente alterna, comúnmente utilizados en lugares públicos como estacionamientos, para finalmente llegar

a los más rápidos y de mayor potencia que utilizan corriente continua, y comúnmente se ubican en estaciones de servicio. En la Tabla 1 se muestran las principales características de los distintos sistemas de carga de acuerdo al modelo europeo.

	Regular (240 v AC, 2-7 kW)	AC rápido (240 v AC, 7-43 kW)	DC rápido (480 +-v DC, 50+ kW)
			
Costo del Hardware	€200-€700, generalmente incluido en el vehículo	€2.500 para vía pública	€15.000
Costo de instalación y conexión a la red^a	€0-€500	€5.000 para vía pública	€15.000
Tiempo de carga	8 horas para carga completa	4 horas para carga completa	45 minutos para 80% de la carga
Compatibilidad	Todos los EVs	Todos los EVs	BEVs
Standard (Europeo/Norte América)	Tipo 2 / J1772	Tipo 2 / J1772	Tipo 2 CCS / Tipo 1 CCS, CHAdeMO
Ubicaciones Típicas	Hogares, lugar de trabajo, cocheras	Estacionamientos y vía pública	Estaciones de servicio

^a Basado en los costos promedio para Alemania en 2020

^b Basado en un Nissan LEAF 2019

TABLA 1 - CARACTERÍSTICAS DE LOS CARGADORES

En la etapa de introducción de la movilidad eléctrica, lo más común es que los primeros usuarios realicen la carga en su domicilio, ya sea particular para vehículos de uso privado o dentro de las empresas para vehículos de flota. Para este tipo de usuarios, los sistemas de carga AC y DC públicos serían necesarios solo para viajes de larga distancia o en situaciones irregulares. Para aquellos que no tienen la posibilidad de cargar en su domicilio, o usualmente recorren largas distancias, la disponibilidad de un sistema público de carga será un factor crítico para la adopción de los EVs.

Por otro lado, y en relación a los vehículos de pila de combustible FCEV, existen otro tipo de instalaciones para cargar hidrógeno a estos vehículos. Estas instalaciones pueden ser on site cuando el hidrógeno se produce y almacena en el lugar donde se realiza la carga y

off site cuando el hidrógeno se produce en un sitio y posteriormente se traslada a la estación de carga. En ambos casos el hidrógeno se debe comprimir a una presión de 700 bar para ser cargado a esta misma presión en el vehículo, el tiempo de recarga varía de 3 a 5 minutos y esta recarga permite alcanzar un rango de entre 385 y 700 km (Speers, 2021). En la Ilustración 34 del apéndice se muestra el esquema de producción para un sistema on site.

1.3 – Estado de situación en países con mayor evolución

1.3.1 – Desarrollo de mercado automotor

A nivel mundial se espera que en 2021 las ventas de automóviles eléctricos xEVs representen un 13%. Al mismo tiempo, se espera que para 2025 las ventas asciendan a un tercio del mercado. Mientras que para 2030, se espera que lleguen a superar el 50% del mercado.

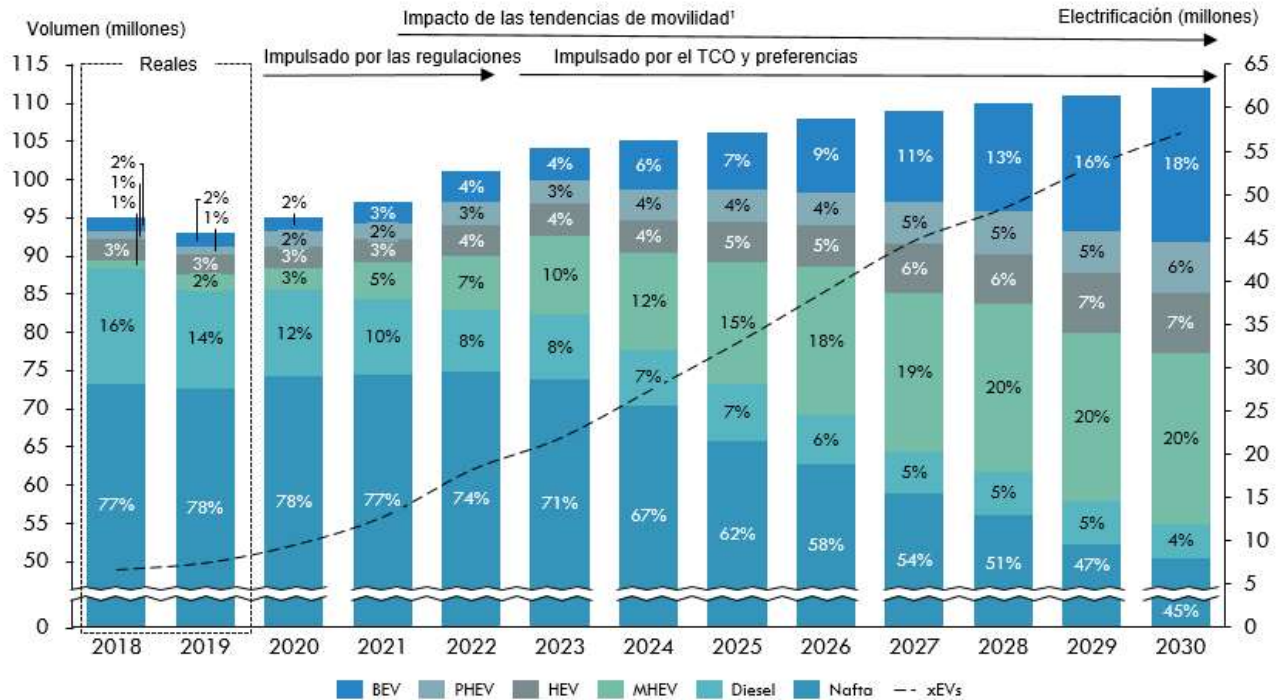
Específicamente los BEVs, en 2021 representarían un 3% de participación, se espera que esta cifra crezca al 7% para 2025 y alcanzaría un 18% en 2030 (Mosquet X. A., 2020). En la Ilustración 2 se puede ver reflejado el crecimiento en participación de las nuevas tecnologías.

Diferentes factores impulsan el crecimiento de los xEVs, y especialmente los de los BEVs y MHEVs. Uno, y quizás el más preponderante, corresponde a los incentivos del gobierno, orientados a reducir el TCO para los consumidores y favoreciendo así la adopción. Estos incentivos pueden ser monetarios y no monetarios.

Los incentivos monetarios son, por ejemplo, la quita de impuestos para la adquisición de vehículos xEVs. Mientras que los no monetarios son, por ejemplo, la determinación de áreas exclusivas de estacionamiento para xEVs, la creación de carriles exclusivos para xEVs o la prohibición de ingreso con vehículos ICE a determinadas ciudades.

Otro factor que impulsa el crecimiento de los xEVs son las regulaciones contra emisiones de CO₂ que obligan a los fabricantes a producir vehículos que emitan cada vez menos gases de escape. Entonces, regulaciones cada vez más exigentes obligan en algún punto, a los fabricantes, a adoptar nuevas tecnologías asociadas a los xEVs. El tercer factor es la caída de los precios de las baterías, junto con la extensión del rango de alcance, lo que contribuye a una mejor adopción por parte de los consumidores.

Ventas globales de automóviles por tipo de motorización



Fuente: Análisis BCG, 2020.

Nota: Debido al redondeo, el porcentaje total de un año particular puede no ser igual a 100%. ¹Incluyendo cambios en el comportamiento del consumidor como la adopción de vehículo y viaje compartido.

ILUSTRACIÓN 2 - EVOLUCIÓN EN VENTAS DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS

Este crecimiento se llevaría a cabo en la medida en que las autoridades gubernamentales continúen apoyando la electrificación con incentivos financieros y no financieros. En algunas regiones dependerá de que se ajusten o tomen medidas más restrictivas en términos de emisiones.

El mix entre los diferentes tipos de xEVs varía en cada mercado dependiendo de diferentes factores como el precio del combustible, el precio de la electricidad y la distancia anual recorrida. Estos factores darán distintos resultados para el TCO e inclinarán la balanza en favor de alguna de las tecnologías. Otro factor no menor es el interés de los consumidores de adoptar estas nuevas tecnologías, el cual, de acuerdo a estudios llevados a cabo en Estados Unidos, está creciendo rápidamente. Comparando resultados de encuestas entre 2010 y 2018, se ve un aumento del 40% entre aquellos que considerarían comprar un PHEV, mientras que para los BEV el aumento es del 20% (Mosquet X. A., 2020).

Los principales mercados del mundo en volumen de ventas en la industria automotriz son Europa, Japón, Estados Unidos y China, por este motivo son quienes lideran el cambio

hacia la adopción de las nuevas tecnologías. Además, en estas regiones se encuentran los principales fabricantes de automóviles a nivel mundial como por ejemplo Volkswagen, Toyota, General Motors y Tesla.

Europa hace presión sobre los fabricantes de automóviles a través de multas que los impulsan a alejarse de los ICE y a ir hacia un parque vehicular más balanceado con otras tecnologías que colaboren a la reducción de las emisiones de CO₂. En el corto plazo, los subsidios a los BEVs y PHEVs mantienen a estos vehículos competitivos frente a vehículos con otras motorizaciones. Para 2030 se espera que el marketshare de los ICEs baje al 42% mientras los BEVs y MHEVs crecerían a 25% y 19% respectivamente (Mosquet X. A., 2020).

Japón se prevé que se desarrolle de acuerdo a sus propias dinámicas. Los HEVs tienen un 22% de participación en ventas y será algo difícil de cambiar. Dado que esta cifra, responde a la estrategia local de los fabricantes de equipamiento original (OEM). Quienes han invertido en desarrollar esta tecnología que obtiene un balance entre bajas emisiones y un mejor ajuste a las necesidades de los clientes. Quienes se caracterizan por un kilometraje anual bajo y un uso preponderantemente urbano. Aun así, se cree que la participación de los BEVs crecerá para 2030, alcanzando un 13% sobre ventas (Mosquet X. A., 2020).

En Estados Unidos se espera que sea el más lento de los grandes mercados en términos de electrificación. Esto se relaciona con el bajo costo de los combustibles fósiles y el gran tamaño de los autos que se utilizan en el país. Aun así, existen grandes diferencias entre los distintos estados. Por ejemplo, California va en camino hacia la adopción de regulaciones cero emisiones, mientras Texas, y de mano a las grandes distancias que se recorren en este estado, cuenta con mínimas regulaciones. A nivel nacional se espera que las ventas de BEVs pasen del 7% en 2025 a 21% en 2030, mientras que para los PHEVs las ventas crecerían a 21% en 2030, apalancadas en regulaciones para emisiones de CO₂ cada vez más exigentes (Mosquet X. A., 2020).

China es el país que más crecerá en ventas de BEVs. Esta tecnología alcanzará un 26% de participación para 2030, creciendo a un ritmo del 30% anual entre 2020 y 2025, para pasar del 4% al 12%. La otra tecnología que liderará en este mercado será la de los MHEVs, que crecerá de un 3% en 2021 a 23% en 2030. Mientras tanto, la participación de los vehículos ICE pasará del 83% en 2021 a 33% en 2030 (Mosquet X. A., 2020).

1.3.2 – Desarrollo de los sistemas de carga para vehículos eléctricos

Si bien la carga pública representa una pequeña parte de la carga total, es el componente más visible públicamente del ecosistema de carga, y una parte crucial de la transición a un mercado de vehículos eléctricos convencionales, donde los gobiernos de las ciudades tienen un papel de liderazgo clave.

Como resultado de las diferencias demográficas, geográficas y políticas subyacentes, los principales mercados de vehículos eléctricos han desarrollado diferentes redes de infraestructura de carga. Las experiencias de los mercados de vehículos eléctricos más desarrollados, y expuestas aquí como mejores prácticas, revelan puntos de referencia aproximados para las necesidades de infraestructura de carga.

Las diferencias en la relación entre el número de vehículos y los puntos de carga públicos muestran que no existe una solución única para la infraestructura de carga. Sin embargo, existen tendencias que surgen dentro de regiones específicas que pueden proporcionar una guía aproximada para otras ciudades al evaluar la construcción de su propia infraestructura de carga. La Tabla 2 proporciona métricas claves para las redes públicas de carga y las ventas de vehículos eléctricos en algunos de los principales mercados de EVs.

La tabla también muestra una gran disparidad en la participación de ventas y los puntos de carga entre los diferentes mercados. Por ejemplo, Oslo y Ámsterdam tienen la mayor concentración de estaciones de carga públicas por millón de habitantes, mucho más que cualquier otra ciudad importante de Europa.

La proporción de vehículos eléctricos por punto de carga varía ampliamente, desde tan solo 4 a 5 en Ámsterdam, Beijing y otras ciudades chinas, hasta 39 en Los Ángeles. La mayoría de las ciudades de Europa tienen entre 8 y 25 vehículos eléctricos por punto de recarga. En Beijing, un tercio de toda la carga pública es carga rápida de corriente continua (CC), mientras que, en la mayoría de las otras ciudades, entre el 10% y el 20% de los puntos de carga públicos son de carga rápida de CC.

Región Metropolitana	Puntos de carga públicos por millón de habitantes	Porcentaje de cargadores DC	EV por punto de carga público	2018 BEV sales share	2018 PHEV sales share
Londres	405	15%	7.6	1%	2%
París	307	8%	12	2%	1%
Oslo	3.000	10%	24	43%	18%
Estocolmo	717	10%	23	2%	11%
Madrid	60	16%	39	1%	1%
Ámsterdam	2.750	2%	4.3	7%	1%
Los Ángeles	390	13%	39	4%	3%
Beijing	1.920	33%	5.3	14%	0.3%

Fuente: ICCT Consulting Report 2020

Nota: Cada mercado se basa en su área metropolitana y no en el área de la ciudad, con la excepción de Beijing, que usa el límite de la ciudad. Para los mercados europeos, esto se basa en la definición de Región Metropolitana de Eurostat. Los Ángeles se refiere al Área Estadística Metropolitana de los EEUU Oficina de Gerencia y Presupuesto.

TABLA 2 - MÉTRICAS PARA PUNTOS DE CARGA

Algunos de los factores más importantes que influyen en la cantidad y el tipo de carga que necesitará una ciudad, incluyen:

Características del desarrollo inmobiliario: una mayor concentración de edificios multifamiliares generalmente significa menos acceso a la carga domiciliaria, lo que significa que se necesitarán más de otros tipos de carga.

Patrones de desplazamiento: en lugares donde muchos residentes viajan al trabajo en un auto particular, la carga en el lugar de trabajo puede desempeñar un rol importante. En lugares donde el transporte público es más habitual, los puntos de carga en el lugar de trabajo serán menos frecuentes.

Tipo de vehículos: mientras que los BEV requieren una carga rápida, los PHEV no. Estos últimos pueden beneficiarse más de la carga en el lugar de trabajo o en el domicilio.

Patrones de conducción típicos: a más kilometraje recorrido, es posible que se necesite más carga.

Proporción de cargadores de carga rápida de CC: un cargador rápido de CC puede proporcionar tanta energía como muchos cargadores de velocidad normal, por lo que los lugares con una alta relación de carga rápida pueden tener una relación EV / punto de carga más alta.

Aunque la infraestructura de carga a menudo tiene un costo sustancial, los gobiernos generalmente no necesitan asumir el costo total de la instalación. A medida que aumenta la aceptación de vehículos eléctricos, se espera que aumente la utilización de la carga pública, lo que hace que el caso comercial para la operación privada de estaciones de carga sea más viable. Existen casos en que los propios fabricantes de automóviles son quienes asumen los costos de la infraestructura en pos de asegurar el éxito de sus productos y cumplir con los objetivos de sustentabilidad que a ellos mismos se le imponen. Uno de estos casos es el de los tres principales fabricantes de vehículos comerciales Daimler Truck, TRATON GROUP y Volvo Group, quienes han firmado un acuerdo para instalar y operar una red pública de carga de alto rendimiento para camiones de larga distancia de servicio pesado EV en toda Europa (Eliasson, 2021).

1.3.3 – Factores clave para la adopción de la movilidad eléctrica

Si bien a la hora de adquirir un BEV este es más caro en relación a un ICE de similares prestaciones, el costo de la electricidad es más bajo que el del combustible y esto favorece a los BEV en términos de TCO. Considerando que hoy en día, el TCO es mayor para un BEV frente a un ICE, un menor costo de energía eléctrica en comparación al costo del combustible, contribuye a que el mayor costo de adquisición del BEV no genere un TCO extremadamente superior.

El estudio de BCG analizó la relación entre el costo de un galón de combustible en USD y el costo de la electricidad, tomando un costo residencial promedio para esta última, y en relación a estos costos estableció un ratio. Este ratio, precio del combustible dividido por el precio de la electricidad permite ver cuántas veces más caro es un galón de combustible en relación a un kilowatt hora, donde en la medida que este ratio sea más elevado, las condiciones para la adopción de los EVs serán más favorables (Mosquet X. A., 2020).

Por otro lado, otro factor considerado como clave, es la distancia anual promedio medida en millas. Estados Unidos presenta la distancia promedio más elevada, 13.476 millas por año. Este indicador favorece a xEVs en este país, ya que, a mayor distancia recorrida, se

consumirá proporcionalmente más combustible. Y dado que para una misma distancia el costo de electricidad para un BEV es menor al de combustible para un ICE, el BEV tendrá costos más bajos.

El estudio elabora un ranking que abarca a los 9 países del mundo que concentran la mayor proporción del parque vehicular mundial y además trabajan en la adopción de la movilidad eléctrica. China se coloca primero en el ranking, al tener el ratio nafta / electricidad más elevado, seguido de Estados Unidos donde si bien su ratio no es más elevado a los restantes 6, las millas manejadas si lo son, el tercer lugar del top 3 es para Francia, el resto del ranking se puede ver en la Tabla 3.

Ratio Nafta / Electricidad y millas recorridas en las principales ciudades del mundo

	US	China	Japón	Francia	Alemania	Italia	España	UK	Nórdicos
\$/galón ¹	2,68	3,68	5,00	6,45	6,12	6,75	5,57	6,48	6,62
\$/kWh ²	0,13	0,08	0,22	0,19	0,32	0,27	0,24	0,22	0,21
Ratio Nafta / Electricidad	20,6	46,0	22,7	33,9	19,1	25,0	23,2	29,5	31,5
Millas manejadas	13,476	8,885	5,594	8,076	8,766	5,963	7,789	8,188	8,031
Beneficio para xEVs	2°	1°	9°	3°	7°	8°	6°	5°	4°

● China provee la combinación más favorable de precios de energía y millas recorridas.

Fuente: BCG analysis; US Energy Information Administration; US Department of Transportation; US Department of Energy; Euromonitor; Enerdata (Odyssee-Mure).

¹ El escenario base assume precios promedio de Julio 2019, correspondientes a 60 USD / barril.

² Costo residencial promedio para 2018.

TABLA 3 - RATIOS PARA LA ADOPCIÓN DE ELECTROMOVILIDAD.

1.3.4 – Políticas que afectan al mercado de los vehículos eléctricos

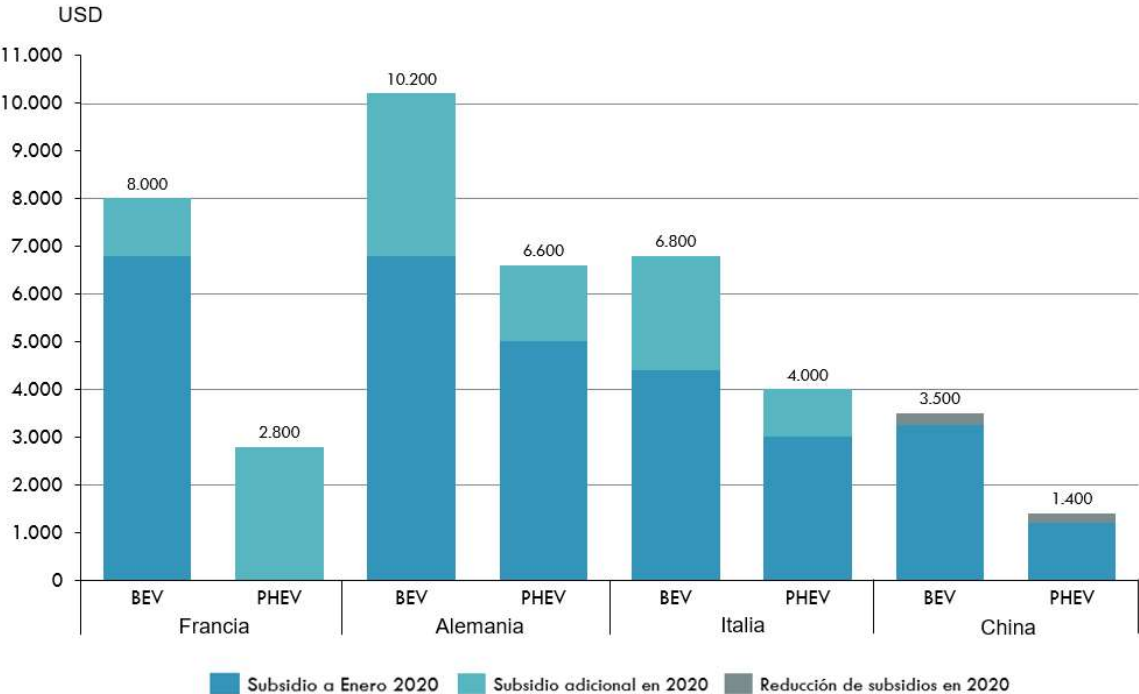
Una de las políticas que más afectan la decisión de compra a favor de los vehículos eléctricos son los subsidios para la compra. Ya que en líneas generales los precios de los vehículos eléctricos están por encima de los de combustión interna, los gobiernos precursores de la movilidad sustentable ofrecen subsidios para fomentar la adopción de los EVs.

Estos subsidios fueron incrementados en algunas regiones de Europa como recursos para reactivar la actividad económica, fomentar la conciencia social por la preservación del

medioambiente y son utilizados por cada gobierno para incentivar los distintos modelos de acuerdo a las características de cada mercado. Por ejemplo, en el caso de Francia no existían subsidios para los PHEV previo a la pandemia, mientras que en 2020 se incrementaron los subsidios para los BEV y se implementaron para los PHEV.

Alemania es el país que otorga los subsidios más elevados de la comunidad europea e incrementó los subsidios tanto para los BEV como para los PHEV en 2020. En este país, tomando precios de mercado para un Volkswagen Golf la brecha sin subsidios sería de un 70% entre un ICE y un PHEV, y de un 58% entre un ICE y un BEV, mientras que con el subsidio la brecha se reduce al 43% y 21% respectivamente. Por otro lado, está China, que como paliativo al fuerte impacto económico sufrido por la pandemia, decidió reducir parcialmente el monto de los subsidios, los cuales restablecerá en 2022. Por último, como puede verse en la Ilustración 3, se mantiene una tendencia según la cual, el monto de los subsidios para los BEV es mayor al de los PHEV, esto se correlaciona con que mientras los primeros son vehículos cero emisiones, los últimos tienen un nivel bajo de emisiones.

Subsidios por país para la compra de EVs antes y después de las medidas de estímulo económico



Fuente: IEA, Global EV Outlook 2021
 Nota: Solo se incluyen subsidios para la venta directa de vehículos livianos. En China los subsidios previstos para 2020 se han reducido y se pospuso el plan de subsidios original hasta 2022.

ILUSTRACIÓN 3 - SUBSIDIOS PARA LA COMPRA DE EVs EN EUROPA Y CHINA

Otras políticas tendientes a incentivar la adopción de los xEVs son aquellas orientadas a mejorar la experiencia del usuario luego de la compra. Incluyendo restricciones para la circulación, zonas de acceso y carriles exclusivos para BEV y FCEV, descuentos o estacionamiento gratuito y subsidios para el uso de la infraestructura de carga entre otras. Estas medidas dependen en mayor medida de las autoridades locales de cada región y pueden diferir de una región a otra.

1.3.5 – Caso DHL EEUU

En el último cuatrimestre de 2020 el porcentaje de participación del comercio electrónico en las ventas minoristas totales creció de un 11,3% a un 14% en relación al año anterior. El hecho de poder ordenar un producto con un solo clic y recibirlo horas después o al día siguiente, requiere una red logística eficiente y flexible que pueda adaptarse a los cambios en la demanda. Con el impacto de la pandemia y dado que se espera que algunos cambios en los hábitos de consumo permanezcan, se pronostica que el mercado de distribución de última milla crezca de 31 mil millones de USD en 2018 a aproximadamente 51 mil millones de USD en 2022, un incremento mayor al 60% (DHL, 2021).

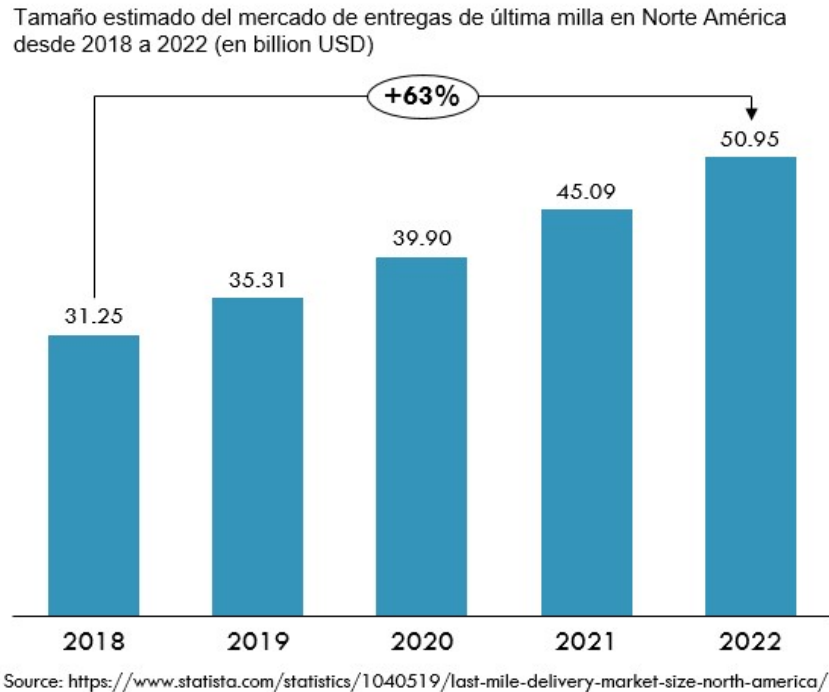
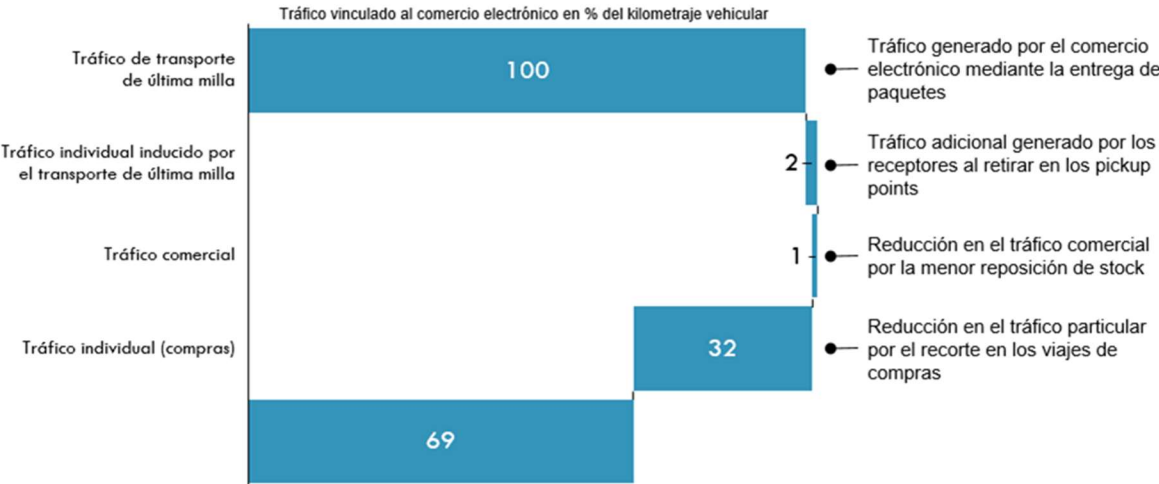


ILUSTRACIÓN 4 - ENTREGAS DE ÚLTIMA MILLA EN NORTEAMÉRICA

El crecimiento en las expectativas del consumidor en relación a envíos más rápidos y sin costo generó un incremento en la necesidad de depósitos más pequeños, más distribuidos y mayor demanda de transporte. Más paquetes significan más camiones y camionetas en las rutas que incrementan los problemas medioambientales. Un estudio del World Economic Forum demuestra que si la situación actual se mantiene, el incremento del transporte de última milla en las 100 principales ciudades del mundo generaría un aumento de las emisiones en el orden de un tercio (Deloison, 2020).

En Estados Unidos el transporte es responsable de la mayor porción de las emisiones de CO2, 28% de las emisiones totales de 2018. Dentro del transporte, los vehículos livianos, medianos y pesados son responsables del 82% de las emisiones (US Environmental Protection Agency, 2020). Mientras se estudia el impacto del transporte de última milla en las emisiones de gases de efecto invernadero, por otro lado, también se asume que las entregas a domicilio reducen los viajes particulares a los comercios. En este sentido, desde Amazon declaran que el viaje de una camioneta puede reemplazar en promedio 100 viajes de autos particulares. El MIT Real Estate Innovation Lab ha realizado un estudio por su parte que demuestra que el comercio electrónico genera un 36% menos de emisiones en relación al comercio convencional aun considerando devoluciones y packaging, donde las mayor parte del ahorro de emisiones proviene del transporte (MIT Prologis Research, 2020).

Impacto del comercio electrónico en el tráfico privado y comercial



Estimación basada en 14% de participación en línea, 17 viajes de compras físicas por año (sin incluir comestibles), 26 pedidos en línea per cápita por año, 4 artículos comprados por viaje de compras, crecimiento de las ventas de comercio electrónico del 50%
Fuente: Euromonitor, BIEK, MID, World Bank, McKinsey & Company

ILUSTRACIÓN 5 - IMPACTO DEL TRANSPORTE DE ÚLTIMA MILLA EN LAS EMISIONES DE CO2

Por su parte, el estudio del World Economic Forum demuestra que se puede obtener una reducción del tránsito vehicular del 31%, considerando una participación del comercio electrónico del 14%, ver Ilustración 5 (Deloison, 2020).

Compañías de venta minorista y distribución están tomando participación para reducir la huella de carbono de sus operaciones de última milla y un área que está recibiendo significativas inversiones es la de los vehículos eléctricos. En el caso de DHL Estados Unidos, su primera inversión en una flota de vehículos eléctricos fue en 2011 en Nueva York. Desde ese momento, la compañía ha expandido su flota a 289 vehículos con la última inversión en marzo 2021 por 89 unidades para expandir su flota en Los Ángeles y Nueva York. En Miami, DHL ha implementado una prueba piloto con triciclos eléctricos de carga que pueden transportar hasta 180 kilogramos. A nivel global la compañía se ha comprometido a incrementar su inversión a 80.000 vehículos eléctricos para 2030, lo que corresponde al 60% de su flota.

A pesar de que los vehículos eléctricos son más costosos que los ICE, el bajo costo de la electricidad compensa en alguna medida esa diferencia. Al mismo tiempo, en la medida que los Estados Unidos incorpore más energía solar y eólica a la red, los beneficios medioambientales inducidos por la electromovilidad en el transporte de última milla se incrementarán.

Junto con el interés de empresas como DHL, también ha crecido el interés de los OEM. tal es el caso de General Motors, quien en enero de 2021 anunció la fabricación de una van eléctrica que alcanzará un rango de 250 millas. Por su parte, Daimler Trucks North América, comenzó su producción de vehículos eléctricos en 2021, ofreciendo opciones en el segmento pesado para transporte de cargas y transporte escolar.

Además del incremento en participación de los EVs, las empresas de distribución están promoviendo el transporte sustentable, también en otras direcciones. Por ejemplo, con los avances en los vehículos autónomos, cuya eficiencia en el uso de combustible se incrementa gracias a la no intervención humana. Entonces la combinación de las tecnologías de conducción autónoma con la propulsión eléctrica se convertiría en una solución altamente sustentable.

1.4 – Marco legislativo y mercado en Argentina

En Argentina existen proyectos de ley en agenda desde hace tiempo para promover la utilización de vehículos eléctricos y sistemas de movilidad sostenibles. Sin embargo, estos proyectos no avanzan por múltiples motivos que exceden el alcance de este trabajo.

Si bien a Julio de 2021 no existen decretos vigentes que beneficien a la importación de xEVs, sí los hubo entre el periodo comprendido entre Mayo de 2017 y Mayo de 2020. El Decreto 331/2017 contemplaba 6000 unidades para las automotrices de ADEFA¹ y reducía o eliminaba el arancel extrazona para la importación de acuerdo a lo expuesto en la Tabla 4. Este decreto fue luego modificado con el Decreto 230/2019 el cual derogó el artículo 4 del Decreto 331/2017 que limitaba el alcance de los beneficios del decreto a las automotrices vinculadas a ADEFA.

Tecnología	Condición de Importación	Arancel
MHEV & HEV	Completo Totalmente Armado (CBU)	5%
MHEV & HEV	Completo Semidesarmados (SKD) o Completos Totalmente Desarmados (CKD)	0%
BEV & FCEV	Completo Totalmente Armado (CBU)	2%
BEV & FCEV	Completo Semidesarmados (SKD) o Completos Totalmente Desarmados (CKD)	0%

Fuente: <http://servicios.infoleg.gob.ar/> (Decreto 331/2017)

Nota: esta tabla aplica a automóviles y comerciales livianos con capacidad de carga menor o igual a 1,5 toneladas.

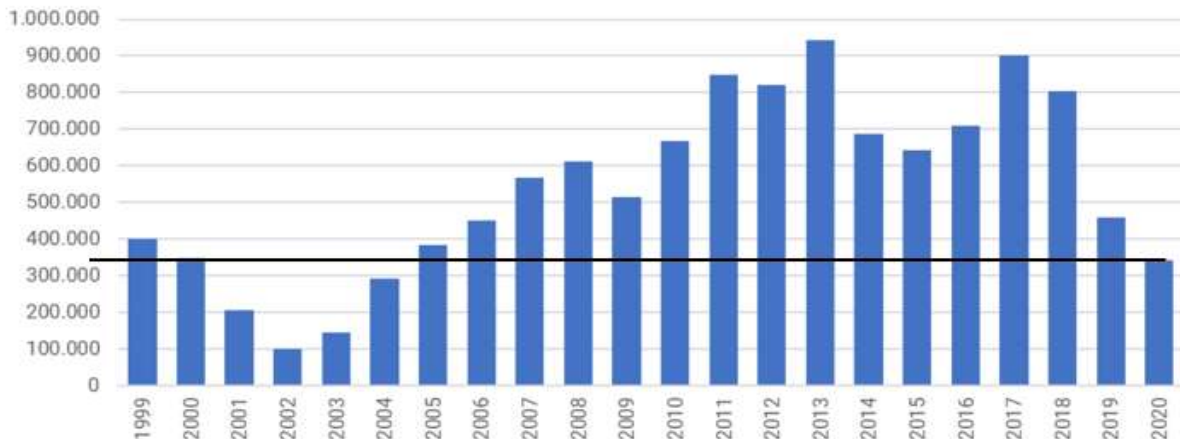
TABLA 4 - ARANCELES DE IMPORTACIÓN xEVs

Dado que la mayoría de los xEVs que se ofrecen en el país son producidos fuera del Mercosur, el arancel extrazona aplicable sería del 35%. La excepción a esta mayoría son el Toyota Corolla y Corolla Cross híbridos producidos en Brasil. El decreto 331/2017 reduce el arancel extrazona a 5% para los HEV y PHEV, y a un 2% para los FCEV y BEV. Además, para promover el desarrollo de la industria local, elimina el arancel extrazona para los xEVs importados bajo las modalidades SKD (Semi Knocked-Down, es decir Semi desmontado) o CKD (Complete Knocked-Down, es decir completamente desmontado). En noviembre de 2020 con el Decreto 846/2020 se reestablecieron las condiciones del Decreto 331/2017 por un plazo de 6 meses y otorgando un cupo de 1.000 unidades.

¹ ADEFA, Asociación de Fábricas de Automotores (Argentina).

Además de la reducción al arancel extrazona, en la Ciudad de Buenos Aires se eximió a los xEVs del pago de patentes por tiempo indefinido, mientras que en Neuquén esta medida se aplicó con un plazo de 5 años.

Evolución de los patentamientos totales, Argentina últimos 20 años.



Fuente: ACARA

ILUSTRACIÓN 6 - EVOLUCIÓN DE PATENTAMIENTOS EN ARGENTINA

Estas medidas permitieron que los patentamientos de xEVs alcanzaran una cifra de 2.383 unidades en 2020 de las cuales sólo 39 fueron eléctricos puros o BEV. El líder en este segmento fue Toyota con un 78% de los patentamientos. Comparando con 2019 donde los patentamientos de xEVs alcanzaron las 1.548 unidades, hubo un crecimiento del 53%. Por otro lado, mientras en 2019 se patentaron 17 modelos diferentes, en 2020 la cantidad de modelos fue de 23, lo que indica una ampliación de la oferta de modelos (ACARA, 2021). Para poner estos números en contexto cabe mencionar que los patentamientos de autos y comerciales en Argentina fueron de 440.475 y 323.692 unidades en 2019 y 2020 respectivamente, es decir que la participación de los xEVs fue menor al 1% en ambos periodos. En la Ilustración 6 se puede ver el volumen de patentamientos para los últimos 20 años que permite tomar dimensión del mercado automotriz en Argentina.

1.5 – Buenas prácticas y early adopters en la región

La pobre calidad del transporte público representa en América Latina un gran desafío de cara a un desarrollo sustentable. Este factor genera que, lejos de haberse desarrollado el transporte público, exista una reducción y deterioro de la oferta. Mientras tanto, se ha desarrollado en mayor medida el transporte privado, generando mayor congestión, ruido, contaminación y emisión de gases de efecto invernadero (Rivas, 2019), ver Ilustración

35 Ilustración 35 - Evolución modal del transporte en América Latina en el apéndice. Por otra parte, estos factores negativos, presentan un conjunto de atractivas oportunidades para la región.

En Costa Rica, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) ha financiado el diseño de corredores eléctricos para xEVs a la compañía nacional de electricidad, Grupo ICE. En Uruguay en 2019, la compañía de electricidad del estado UTE completó el corredor eléctrico Colonia-Chuy con 23 puntos de recarga cada 70 kilómetros. En Paraguay se completó también en 2019 un corredor verde de 300 kilómetros que une Asunción con Ciudad del Este y utiliza energía renovable proveniente de paneles solares y de las centrales hidroeléctricas Itaipú, Acaray y Yacyretá. Por otro lado, las grandes distancias que existen en otros países de Latinoamérica como Argentina o México presentan un gran desafío para los xEVs (Latin Trade, 2019).

Por su parte, las entidades gubernamentales de América Latina han tomado medidas para desincentivar el uso de vehículos privados en las grandes ciudades. Estas políticas principalmente contemplan restricciones al número de placa, impuestos al combustible, incremento en las tarifas de estacionamiento y peajes. En contrapartida, estas mismas medidas en algunas ciudades exceptúan a los xEVs incentivando su adopción. Al mismo tiempo las autoridades han implementado políticas para incentivar el transporte público y el transporte activo², como mejoras en infraestructura para el transporte público o la construcción de bici sendas en el caso del transporte activo.

De acuerdo al informe del BID, estas políticas no han sido exitosas en la reducción de la tasa de motorización, ya que, en los últimos 10 años, el nivel de motorización aumentó en casi toda la región, con una tasa de crecimiento promedio anual de 4,7 por ciento. Hoy en día, el nivel de motorización de la región supera los 200 vehículos por cada 1.000 habitantes (Rivas, 2019).

Desde el ámbito privado algunas empresas también han tomado medidas en favor de la sustentabilidad y la movilidad eléctrica. Tal es el caso de Mercadolibre con la flota para e-commerce más grande de la región siendo un modelo a seguir para el transporte sustentable de última milla (Portaluppi, Portal Movilidad, 2021). La firma anunció en enero de 2021 la incorporación de 70 vehículos eléctricos en Brasil, México, Chile y Uruguay. Los

² Transporte activo: actividades como caminar o utilizar una bicicleta.

modelos elegidos son Kangoo ZE Maxi en Brasil y México, BYD T3 en Uruguay y Maxus EV30 en Chile. Ariel Katz, gerente de ambiente para Latinoamérica en Mercado Libre, mencionó a Portaluppi: “Es un plan de expansión para los próximos años y nos propusimos trabajar en impulsar el desarrollo de esta industria en la región, para que la movilidad eléctrica sea una realidad en Latinoamérica”.

Por su parte en Argentina la compañía Andreani tiene su estrategia de sustentabilidad. Esta cuenta con un plan a mediano y largo plazo, e incluye la implementación de tecnologías para la generación de un modelo de transporte y distribución sustentable. Este modelo se basa en combustibles alternativos, herramientas tecnológicas para mejorar la gestión de entregas y cambios de hábitos en la conducción, entre otras iniciativas. La empresa ya utiliza dos Renault Kangoo ZE y bicicletas eléctricas con pedaleo asistido, en 2021 continuarán ampliando la flota sumando unidades en ambos segmentos. Además, se considera la implementación de vehículos convertidos de combustión a eléctricos. Como las operaciones en el segmento de última milla son diurnas, en este caso la carga de energía de los vehículos se realiza durante la noche. En un vehículo eléctrico lleva aproximadamente 6 horas de carga y las bicicletas 3 horas, tiempo que se ajusta a las necesidades. “Por supuesto que contar con cargadores disponibles en todo el país ayudaría a incorporar más rápidamente vehículos eléctricos”, afirma Rubén López, Jefe de Ingeniería en Movilidad Sustentable de Andreani a Portal Movilidad (Portaluppi, Portal Movilidad, 2021).

1.6 – Definición de la problemática y objetivo

La IEA (International Energy Agency) en su reporte sobre vehículos eléctricos de 2021 predice que el stock mundial de vehículos eléctricos livianos para 2030 alcanzará los 200 millones con un 36% de participación sobre el total de las ventas, mientras que el de utilitarios livianos será de 19 millones con un 30% de participación sobre el total de ventas. Además, la mayor parte de las ventas de xEVs corresponderá a BEV (Global EV Data Explorer, 2021).

Se espera que las automotrices adopten la movilidad eléctrica más ampliamente en la década actual. En particular, 18 de los 20 fabricantes de automóviles más grandes del mundo (en términos de vehículos vendidos en 2020), que en conjunto representaron casi el 90% de las matriculaciones mundiales de automóviles nuevos en 2020, han anunciado

intenciones de aumentar el número de modelos disponibles e impulsar la producción de vehículos livianos (IEA, 2021).

De acuerdo al Departamento de Energía de Estados Unidos (DOE), la mediana del rango para un vehículo eléctrico mediano se ha incrementado en un 71% entre 2011 y 2018, pasando de 117 km a 201 km (DOE, 2019), ver Ilustración 7.

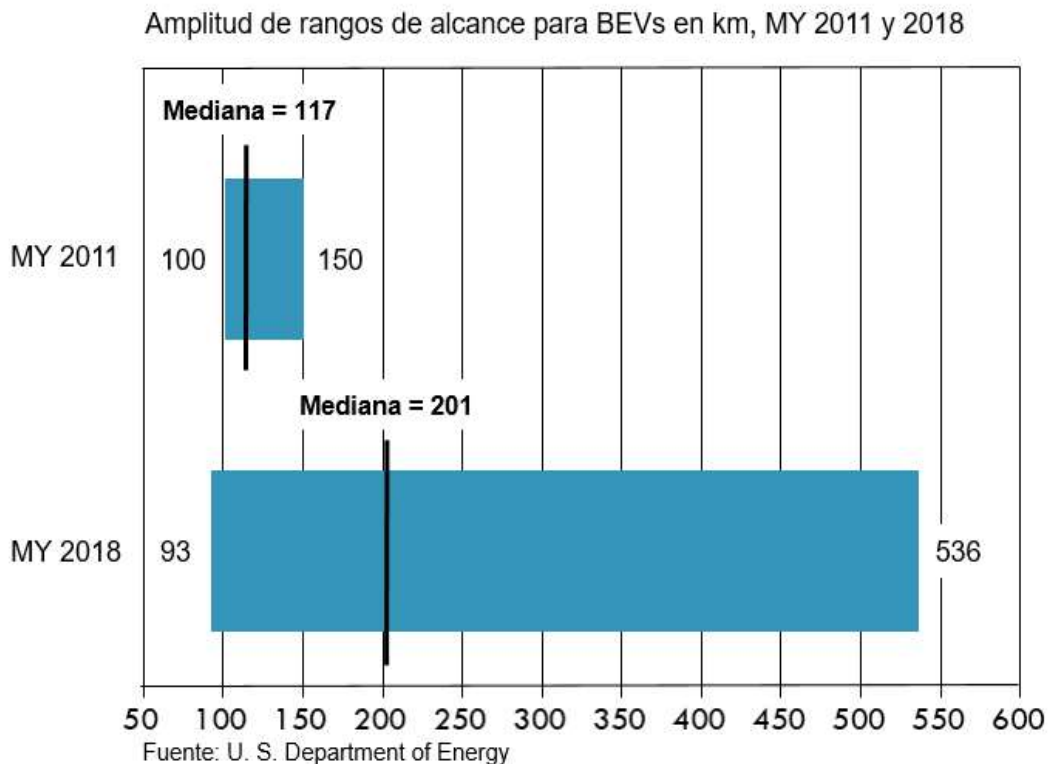


ILUSTRACIÓN 7 - RANGO DE ALCANCE VEHÍCULO A BATERÍA EN EEUU 2011 vs 2018

Este factor favorece y promueve la adopción de BEVs sobreponiéndose a la limitante existente en sus inicios. En el mismo sentido, el costo promedio de las baterías se redujo en un 81% entre 2013 y 2021, alcanzando un promedio de 132 USD/kWh (Hence, 2021), **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

La sofisticada tecnología de carga está lista para ser implementada y, sin dudas, habrá avances tanto en las baterías como en las tecnologías de carga que aumentarán los rangos de conducción y reducirán los costos. Si bien, la determinación de promover la electrificación del transporte parece cercana, persisten desafíos para lograr los siguientes objetivos: garantizar el acceso a los conductores, balancear la grilla eléctrica, generar suficiente acceso a puntos públicos de carga y promover las flotas de vehículos eléctricos.

Por otra parte, con la llegada de la pandemia del COVID 19 el comercio electrónico sufrió un gran cambio. En Argentina el e-commerce es un hábito que llegó para quedarse con un denominador común, el 99% de los compradores están satisfechos con las compras online (CACE, 2021). El envío a domicilio ha sido clave para su crecimiento, 65% de las compras utilizan alguna modalidad de entrega de última milla. Seguir trabajando en medidas que hagan los envíos más económicos y eficientes será clave para potenciar la experiencia del consumidor. Modelos de negocio orientados a mejorar la experiencia del cliente “customer centricity” ponen como desafío que los compradores tengan experiencias simples e integradas durante todo el proceso de compra, lo que incluye un servicio de entrega de excelencia.

Estos factores conducen a evaluar si ya es tiempo de adoptar la electromovilidad en Argentina, en un sector con pujante demanda y necesidad de ser cada vez más eficiente. E investigar cómo debe prepararse el mercado para el momento en que los BEVs tengan el mismo rango de alcance, sean más económicos, más eficientes, y más ecológicos que un ICE.

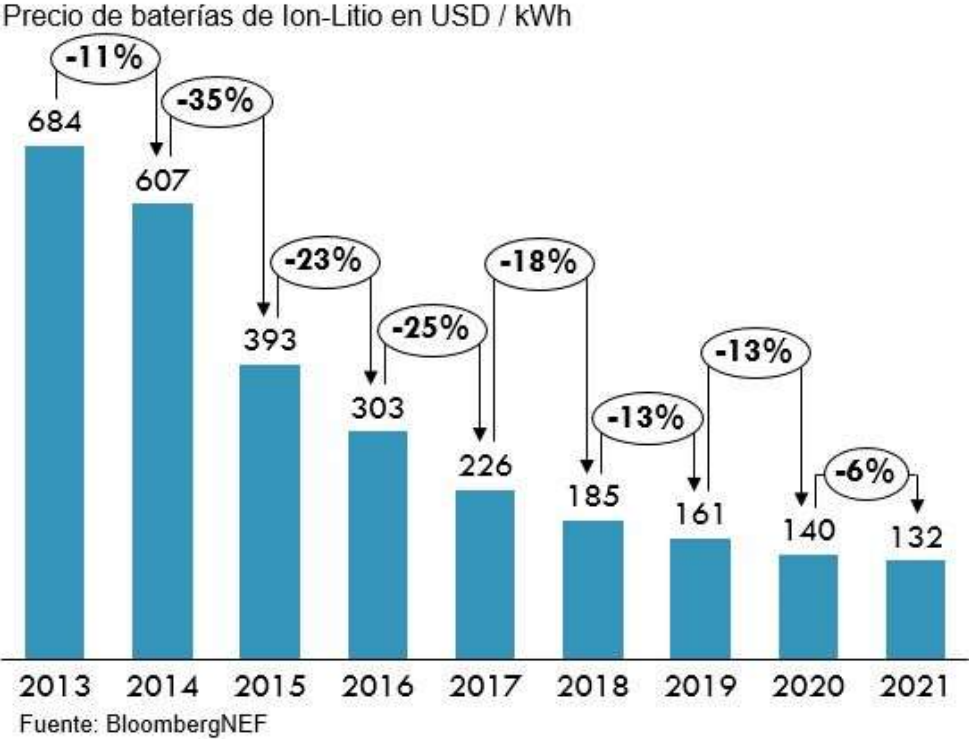


ILUSTRACIÓN 8 - EVOLUCIÓN DEL PRECIO DE LAS BATERÍAS.

CAPÍTULO 2: ANÁLISIS DEL COSTO TOTAL DE OPERACIÓN

El Costo Total de Propiedad o TCO es un cálculo que incorpora todos los costos involucrados durante el tiempo de operación de un bien de uso, e incluye los costos de adquisición, así como los costos fijos y variables para el tiempo de operación. Este cálculo puede utilizarse para estimar los flujos de fondos necesarios para la operación y también para comparar diferentes alternativas a la hora de decidir por una tecnología.

La Ilustración 9 representa el costo de adquisición o costo visible a la hora de tomar una decisión de compra como la parte superficial de un iceberg, mientras que los costos ocultos son aquellos que se producen en forma inherente a la compra o durante la vida útil del producto y están representados por la parte no visible.

En el presente estudio, con el objetivo de encontrar la mejor alternativa entre un vehículo con tres tipos de motorización nafta, diésel y eléctrica, se determinó un periodo de uso de 5 años para las diferentes versiones de Renault Kangoo y una distancia recorrida para el escenario de base de 40.000 km anuales, dónde se debe tener en cuenta que la autonomía máxima del vehículo eléctrico seleccionado es de 270 km. Los costos utilizados corresponden al mes de Julio de 2021.



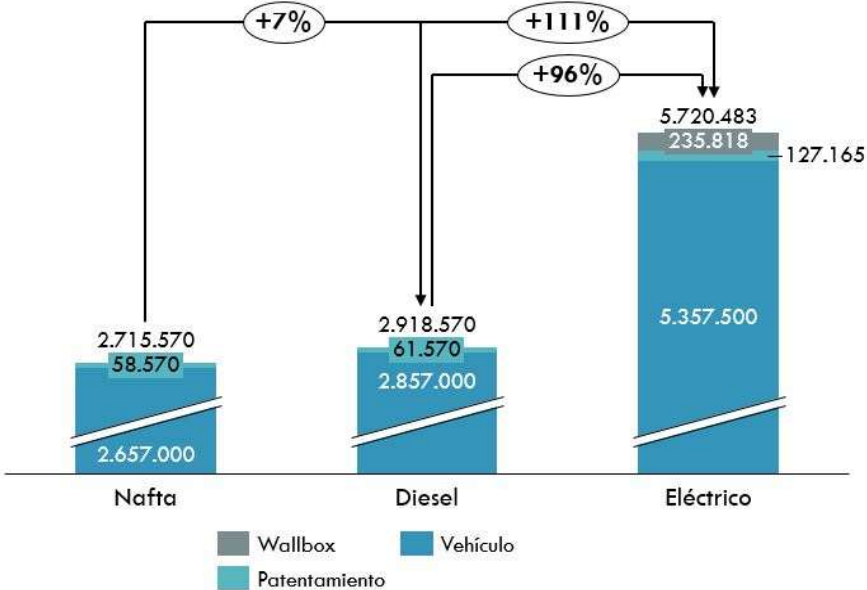
ILUSTRACIÓN 9 - COSTO TOTAL DE PROPIEDAD

Para el escenario de base se eligió el segmento de transporte de última milla en Capital Federal, basando esta decisión en que, como se presentó en las mejores prácticas de DHL, Mercadolibre o Andreani, este segmento presenta condiciones favorables para la adopción de esta tecnología en función del tipo de uso y distancia recorrida. El tipo de uso refiere a que son vehículos que trabajan en un radio determinado durante un turno diurno y regresan diariamente al centro de distribución donde quedan estacionados durante la noche, momento en el cual se realiza la recarga. Este escenario se plantea para una flota de 10 vehículos utilitarios.

En relación al vehículo seleccionado, se utilizó el Renault Kangoo ZE dado que es el único utilitario liviano eléctrico que a Julio de 2021 se ofrece en el país. Para el análisis de las alternativas se utilizaron el Kangoo Express SCe 1,6 16V con motorización naftera y Kangoo Express SCe 1.5 16V con motorización diésel.

2.1 – Costo de adquisición y costos asociados

El costo de adquisición contempla el precio neto del vehículo, más el costo de patentamiento y el costo del wallbox, o cargador para el vehículo eléctrico. En la Ilustración 10 se puede ver que mientras el vehículo diésel tiene un precio un 7% mayor al del naftero, el vehículo eléctrico duplica en precio a las otras dos versiones. Cabe destacar que sumado



Fuente: www.renault.com.ar (Diciembre 2021).
 Nota: para la versión nafta se utilizó la Renault Kangoo Express SCe 1.6 16V, para la versión diésel se utilizó la Kangoo Express SCe 1.5 16V y para la versión eléctrica se utilizó la Renault Kangoo ZE 5AQ604. Valores en ARS.

ILUSTRACIÓN 10 - COSTO DE ADQUISICIÓN RENAULT KANGOO

a un precio base del Kangoo ZE superior, el precio del patentamiento que duplica a las otras versiones y el agregado del wallbox posicionan al modelo eléctrico con una gran desventaja en términos de erogación inicial.

2.2 – Costo de energía y combustible

Para estimar los costos de combustible y energía eléctrica se utilizaron los datos de consumo para ciclo urbano y consumo normalizado respectivamente, informados por el fabricante.

La Tabla 6 del apéndice muestra en detalle la composición de la tarifa eléctrica mensual para la tarifa 2 de Edenor a diciembre 2021. Esta tabla se divide en 4 escenarios a, b, c y d, representando una flota de 1, 2, 3 y 10 vehículos respectivamente, los cuales recorren 40.000 km anuales o 3.333 mensuales. Los 4 escenarios utilizan cronogramas de carga de 1, 2 o 3 turnos. Un cronograma de un turno implica que los 10 vehículos se cargan al mismo tiempo, mientras que un cronograma de 2 turnos, implica que primero se cargan 5 vehículos y luego otros 5. La diferencia entre costos por kWh o por km que se observa al final de Tabla 6, permiten ver el impacto de la estrategia utilizada. Al cargar más de un vehículo en simultáneo el cargo por potencia contratada aumenta proporcionalmente al número de vehículos elevando los costos de la tarifa.

Por otro lado, dado que los componentes fijos y por potencia de la tarifa tienen un peso considerable, a mayor kilometraje anual de estos componentes se licuarán haciendo que, por ejemplo, mientras para un kilometraje anual de 40.000 en el *escenario d*, el costo de

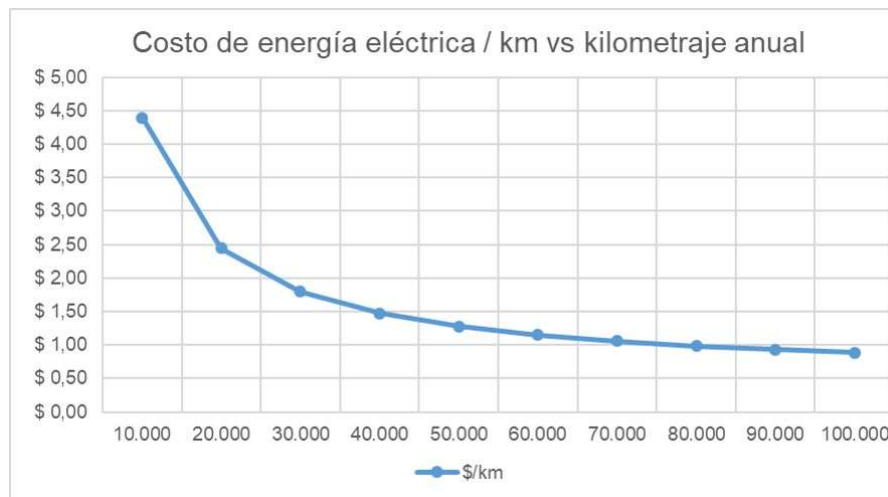
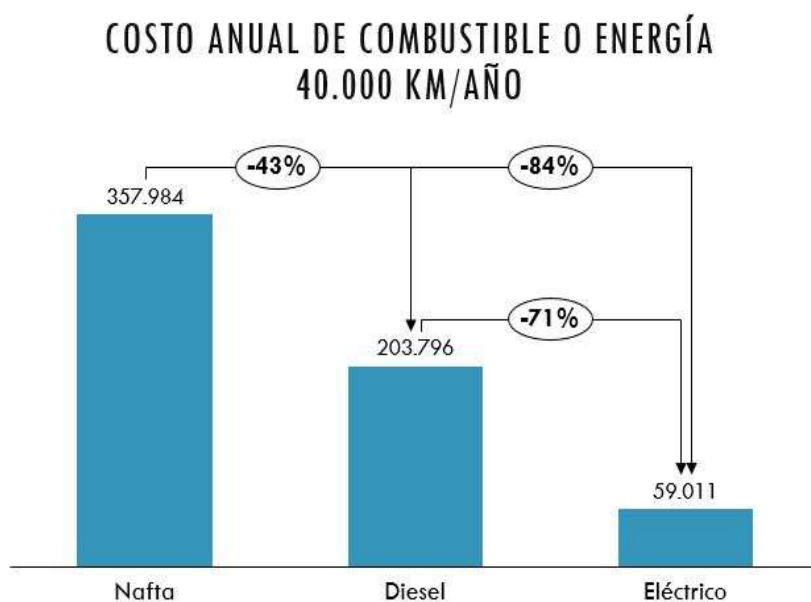


ILUSTRACIÓN 11 - COSTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA / KM 10 VEHÍCULOS 2 TURNOS DE CARGA

energía es de 1,48 \$/km, para un kilometraje anual de 10.000 km este costo ascendería a 4,40 \$/km. Este efecto se puede ver en la Ilustración 11, donde se representa el costo por km para el *escenario d* para recorridos anuales de 10.000 a 100.000 km.

Dadas las diferencias de costos entre distintos escenarios donde varía la cantidad de vehículos y el kilometraje anual, para estimar el costo de la energía eléctrica en este estudio se optó por el *escenario d*, en el cual una empresa cuenta con 10 vehículos utilitarios eléctricos y carga sus baterías en 2 turnos de 5 unidades cada uno, columna d de la Tabla 6. Esta estrategia de carga permite reducir al 50% la potencia total consumida y mantener el consumo dentro de la escala comprendida por la tarifa 2 minimizando el cargo por potencia adquirida. Con estos datos, el costo anual de consumo de energía eléctrica por vehículo y para un kilometraje anual de 40.000 km asciende a 59.011 ARS.

Por otro lado, para el vehículo naftero con un consumo urbano de 9,9 l/100km y un valor de la nafta súper de YPF en CABA a diciembre de 2021 de 90,40 ARS, el costo anual de combustible para la misma distancia asciende a 357.984 ARS. Finalmente, para el vehículo diésel con un consumo urbano de 5,1 l/100 km y un valor del diésel premium YPF de 99,90 ARS, el costo anual de combustible asciende a 203.796 ARS.



Fuente: www.renault.com.ar; <https://surtidores.com.ar/precios/>;
https://www.argentina.gob.ar/enre/cuadros_tarifarios (Diciembre 2021).
Nota: costo anual de combustible en base a los consumos informados por el fabricante para un kilometraje anual de 40.000 km. Valores en ARS.

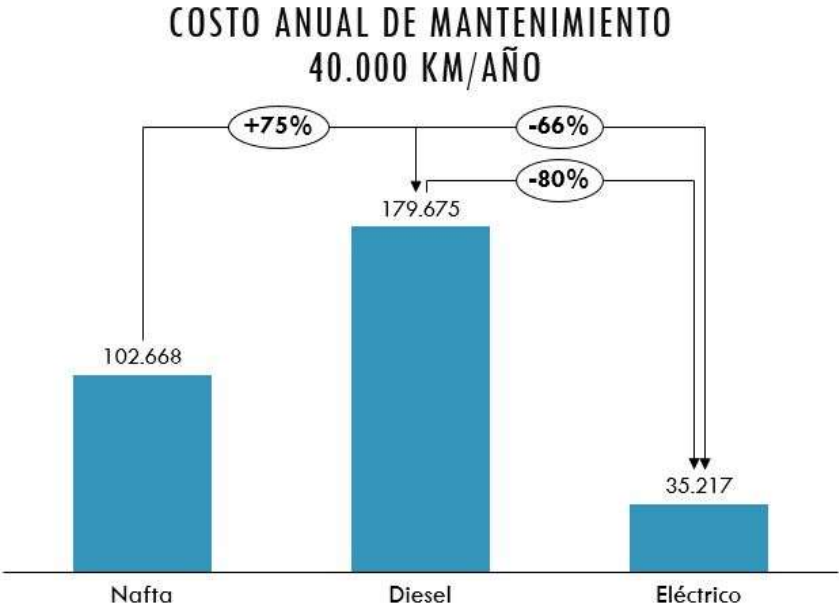
ILUSTRACIÓN 12 - COSTO DE ENERGÍA O COMBUSTIBLE, 40.000 KM ANUALES.

La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** representa la comparación entre costos de combustible y energía, donde mientras el vehículo diésel tiene un costo 43% menor frente a la versión naftera, la versión eléctrica presenta una reducción de costos de 84% y 71% frente a las versiones nafta y diésel respectivamente.

2.3 – Costo de mantenimiento

Para el cálculo de los costos de mantenimiento se utilizó el plan de mantenimiento y precios informados por el fabricante. Este plan de mantenimiento tiene un intervalo de servicio de 10.000 km e incluye las tareas de mantenimiento preventivo como cambio de fluidos, filtros y control general. Las tareas de mantenimiento correctivo, como por ejemplo el desgaste de frenos o amortiguadores, no están contempladas en este análisis, dado que no aportan costos diferenciales significativos entre las diferentes versiones del Renault Kangoo y quedan estrechamente ligadas al tipo de manejo de cada conductor.

El plan de mantenimiento informado por Renault alcanza los 120.000 km, dado que el presente análisis supera los 200.000 km, se calcularon los costos totales para 120.000 km de donde se obtuvo un promedio para 10.000 km. La versión nafta ofrece la alternativa de utilizar lubricante semi-sintético o sintético, se optó por la primera alternativa ya que su



Fuente: www.renault.com.ar (Julio 2021).
 Nota: costo promedio para un kilometraje anual de 40.000 km en base al plan de mantenimiento preventivo informado por el fabricante. Valores en ARS

ILUSTRACIÓN 13 - COSTO ANUAL DE MANTENIMIENTO

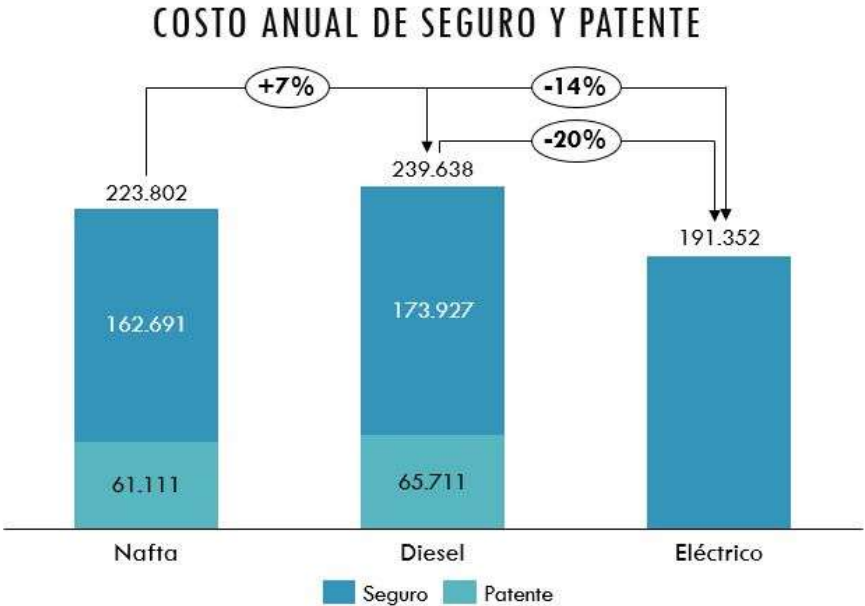
costo es significativamente menor. La versión diésel solo utiliza lubricante sintético y este es el punto que provoca un mayor costo de mantenimiento para este tipo de motor.

Con estas consideraciones, finalmente el vehículo diésel tiene un costo anual de mantenimiento un 75% mayor al naftero, mientras que el vehículo eléctrico tiene el costo de mantenimiento más bajo siendo un 66% menor al naftero y un 80% menor en relación al diésel.

2.4 – Costo de seguro y patente

En cuanto al costo del seguro, se cotizó para las tres versiones un seguro del tipo tercero completo y con iguales prestaciones. Dado que el mayor componente del costo de la póliza está asociado al valor de la unidad, el valor de la póliza anual es menor para la versión naftera y notablemente mayor para el vehículo eléctrico.

Los costos anuales de patente también mantienen proporcionalidad con el valor del vehículo y para Capital Federal corresponde una alícuota del 2,3% sobre el valor del vehículo. El Renault Kangoo ZE está exento del pago anual de patente en la Ciudad de Buenos Aires de acuerdo a las resoluciones APRA 150/2019 y AGIP 185/2019, de no estar alcanzado por este beneficio impositivo este vehículo pagaría un impuesto anual de



Fuente: <https://cotizador.mapfre.com.ar/autos/> (Diciembre 2021).
Nota: para las 3 versiones se cotizó el seguro GALENO terceros completo. Los valores de patente y seguro corresponde al total anual. Valores en ARS.

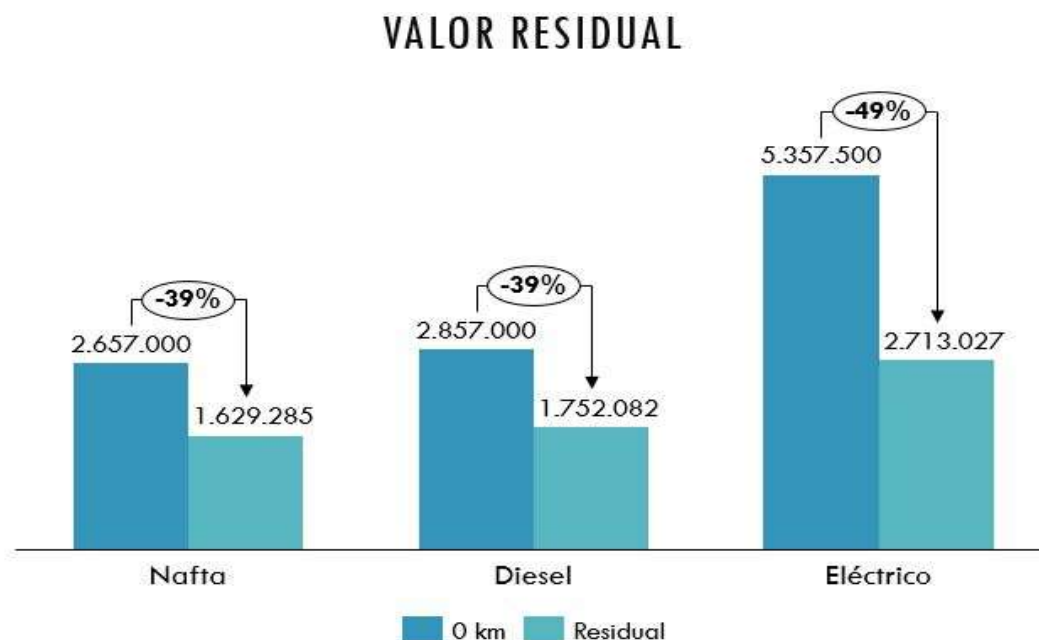
ILUSTRACIÓN 14 - COSTO ANUAL DE SEGURO Y PATENTE

123.222,50 ARS. Al igual que CABA otras regiones del país también otorgan beneficios impositivos a los vehículos eléctricos y/o híbridos como se puede ver en la Tabla 7; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** del apéndice (fuente: ADEFA).

Agrupando ambos costos, producto del beneficio impositivo, el Kangoo ZE resulta ser el más económico en un 20% en relación a la versión naftera y un 14% en relación a la versión diésel. Producto del mayor precio frente a la versión naftera, la versión diésel resulta tener el mayor costo, siendo este un 7% mayor a su precedente.

2.5 – Valor residual

Dado que el TCO se estima para un período de 5 años, el vehículo tendrá un valor residual al cabo del quinto año. Este valor puede ser considerado o no al momento de tomar la decisión de compra, esto último dependerá del tipo de operación y criterio del propietario. Por ejemplo, en las operaciones de compra de vehículos por licitación, no se considera el valor residual de la unidad. Por otro lado, si la empresa decidiera renovar la flota y vender los vehículos al cabo del quinto año, debería considerar estos valores como un resultado positivo.



Fuente: <https://www.acara.org.ar/guia-oficial-de-precios.php?tipo=AUTOS> (Diciembre 2021).
Nota: el valor residual corresponde al valor de la unidad al final del quinto año.

ILUSTRACIÓN 15 - VALOR RESIDUAL 5 AÑOS

Adicionalmente se debe tener en cuenta que por la temprana aparición y baja participación en el mercado automotor no es posible tener certeza sobre cuál será el valor en el mercado de vehículos usados de un BEV dentro de 5 años. La mayor parte del costo de un BEV es su batería, poder determinar cómo ha sido conservada será un factor determinante para calcular su vida útil residual. Por otra parte, la aparición de nuevas tecnologías de reciclado o de fabricación, pueden hacer que los costos cambien considerablemente y entonces el escenario futuro varíe.

Para el cálculo del valor residual se tomó como base los valores de ACARA (Asociación Concesionarios Automotor de la República Argentina). Ya que los modelos utilizados para este análisis más antiguo ingresaron al mercado en 2018, la tabla brinda información de precios para vehículos de una antigüedad de 3 años. En función de esto, se asumió que la pérdida de valor para el cuarto y quinto año sería en igual proporción a la del tercer año. Así se construyó la Tabla 8 disponible en el apéndice. Sobre esta base se estima que un vehículo adquirido en 2021 del mismo modelo, tendrá una pérdida de valor en iguales proporciones a futuro.

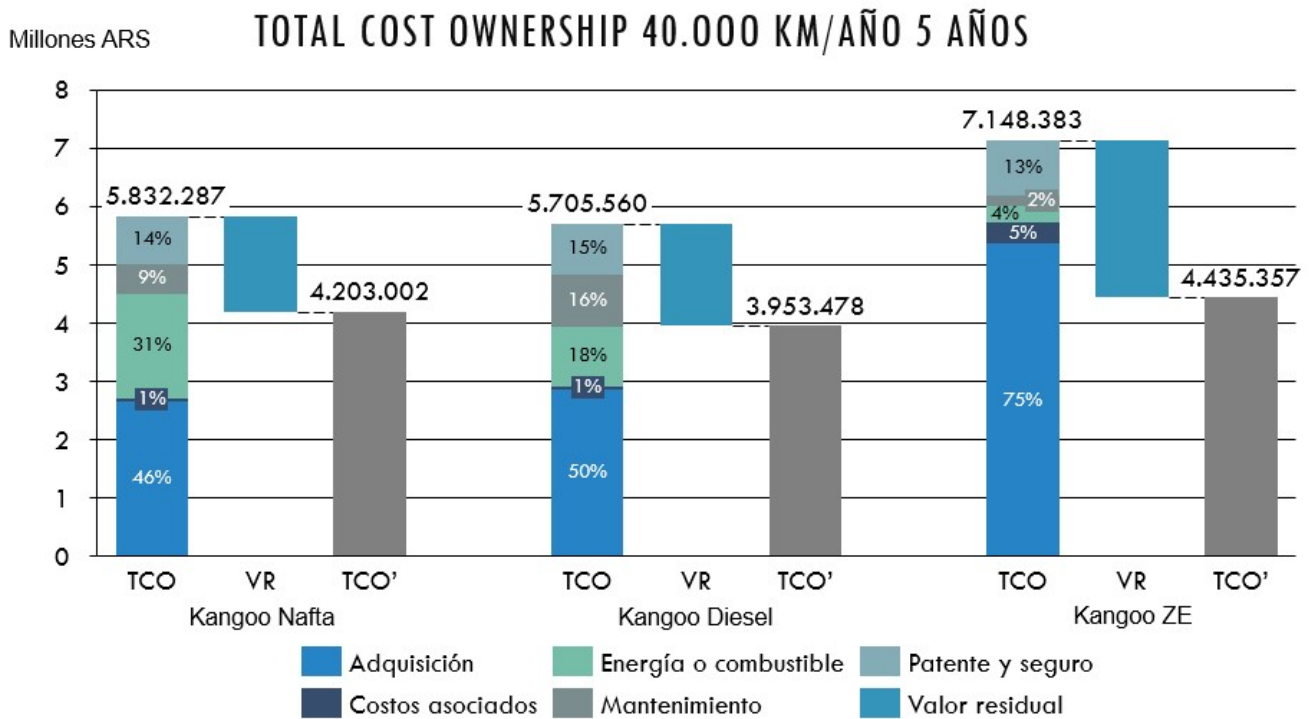
Finalmente se puede ver cómo, mientras que para las versiones ICE el vehículo tiene una pérdida de valor del 39% o visto de otro modo, su valor residual equivale a un 61% del valor de adquisición; para el BEV el valor residual se aproxima a la mitad del valor de adquisición.

2.6 – Conclusiones TCO

Finalmente, agrupando los datos se obtienen los valores totales para el TCO representados en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se puede ver el detalle en la Tabla 9 del apéndice. Sin considerar la recuperación del valor residual, la versión diésel ha resultado la más económica con un TCO de 5,7 millones ARS, seguida por la versión naftera con un TCO de 5,8 millones ARS y finalmente la versión eléctrica resulta la más costosa situándose por encima de las versiones nafta y diésel, 1,3 y 1,4 millones respectivamente.

Si se considera la recuperación del valor residual del vehículo en el quinto año, la versión diésel continúa siendo la más económica seguida de la versión naftera, las cuales comparten un TCO' cercano a los 4 millones, 0,4 millones por debajo del TCO' para la versión eléctrica, la cual resulta, la menos económica para estas condiciones.

Como resultado de este análisis y para el escenario de 40.000 km anuales del caso, la versión diésel tiene un TCO y un TCO' menor a la versión naftera, principalmente asociado a su menor consumo de combustible, y es por tanto la opción a abatir por el Kangoo ZE para el cual su principal desventaja es la gran erogación inicial que requiere, duplicando la de las otras versiones.



Fuente: www.renault.com.ar; <https://surtidores.com.ar/precios/>; https://www.argentina.gob.ar/enre/cuadros_tarifarios; <https://cotizador.mapfre.com.ar/autos/>; <https://www.acara.org.ar/guia-oficial-de-precios.php?tipo=AUTOS> (Diciembre 2021)
 Nota: TCO' considera la recuperación del valor residual del vehículo en el quinto año. Valores en ARS.

ILUSTRACIÓN 16 - TCO 5 AÑOS TOTALES

2.7 – Punto de equilibrio

En función de los resultados del TCO para un escenario de 40.000 kilómetros anuales, queda al descubierto que las principales fortalezas del BEV son su bajo costo de consumo energético y su bajo costo de mantenimiento, ambos agrupados representan el 7% del TCO, frente al 40% y 34% para las versiones nafta y diésel respectivamente. En este contexto surge la pregunta, ¿A partir de qué kilometraje anual sería conveniente incorporar al Kangoo ZE?

La Ilustración 17 representa el TCO a 5 años para distintos kilometrajes anuales de 10.000 a 100.000 km representados en el eje x. Para el intervalo de 10.000 a 66.000 km la versión eléctrica es la más costosa. A partir de ese punto el BEV tiene un costo menor al naftero.

Finalmente, poco por encima de los 75.000 km, la versión eléctrica tiene el menor de los costos.

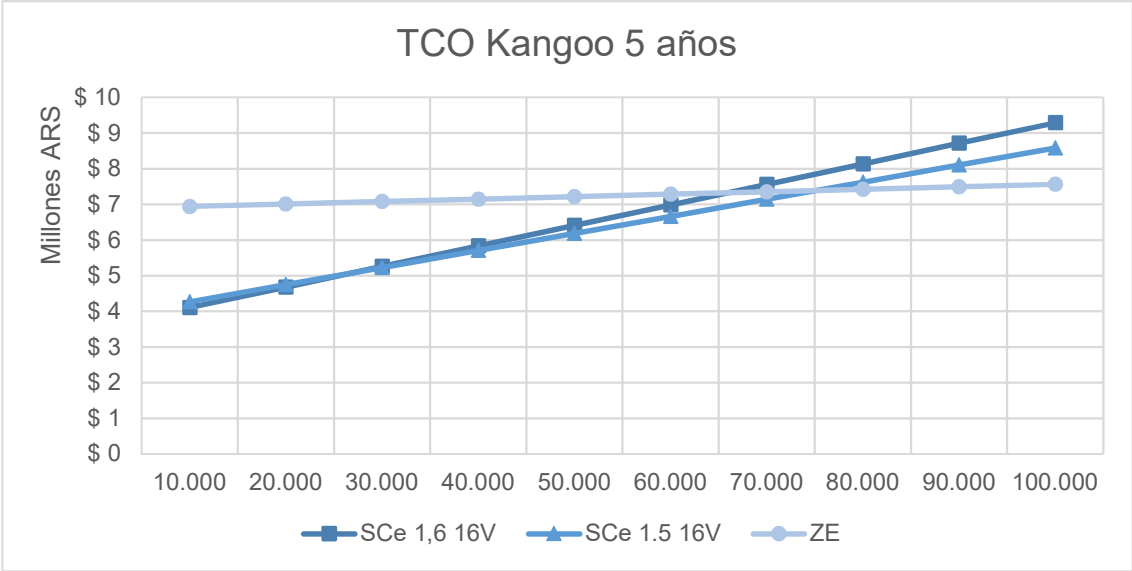


ILUSTRACIÓN 17 - PUNTO DE EQUILIBRIO TCO 5 AÑOS

Si bien el Kangoo ZE tiene un TCO competitivo por encima de los 75.000 km anuales, se debe considerar que este punto excede una de sus principales limitaciones, que es la autonomía. Con una autonomía máxima de 270 km, trabajando 249 días hábiles al año un turno por día, podría recorrer un máximo de 67.230 km anuales. El hecho de que una vez agotada su batería requiere de 6 horas para su recarga limita a trabajar en más de un turno por día.

CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

En el capítulo 2 se ha realizado un análisis exhaustivo del TCO que permite identificar la alternativa más conveniente para distintos kilometrajes anuales. Dado que estos costos podrían verse afectados por diferentes variables que impactarían sobre esos resultados, como podría ser un aumento de la tarifa eléctrica o una reducción de costos en la fabricación de baterías, este capítulo tiene como objetivo identificar cual sería el nuevo escenario ante cambios en alguna de las variables.

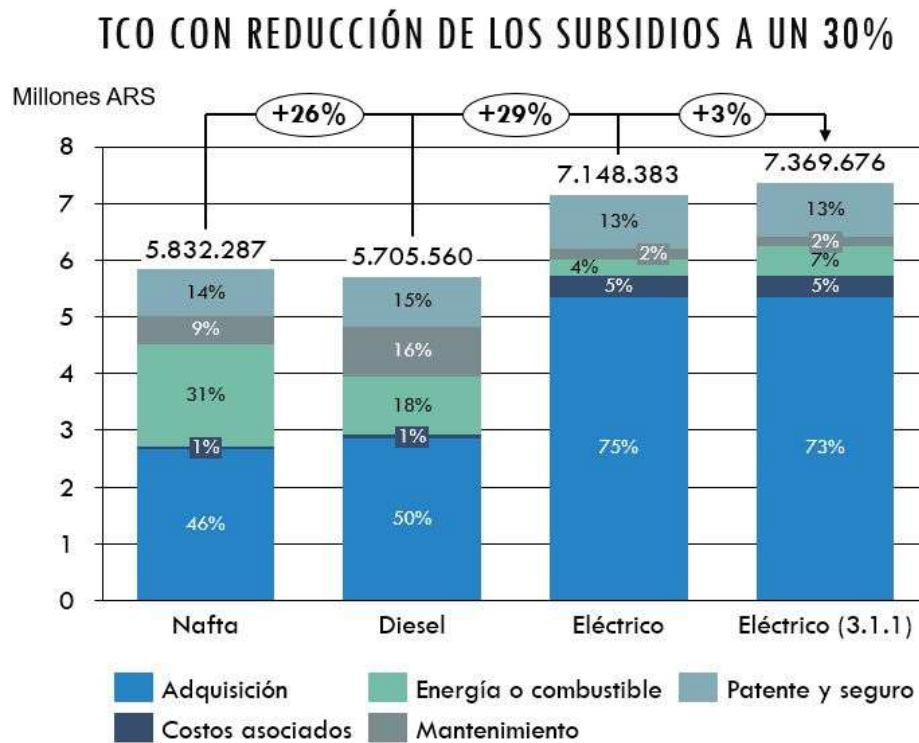
3.1 – Aumento de la tarifa eléctrica

De acuerdo al informe de IDESA (Instituto de Desarrollo Social Argentino) de noviembre 2021 (idesa.org, 2021) el retraso en la tarifa eléctrica en Argentina supera el 60%. Esta política, en una economía que acumula una larga historia de déficits fiscales, con una inflación que a diciembre de 2021 está por encima del 50% anual, podría ocasionar un inminente aumento de tarifas. Se plantean dos escenarios, un escenario conservador con una reducción de subsidios al 30% y un segundo escenario donde los subsidios se reducen al 15%.

3.1.1 – Reducción de los subsidios del 30%

Para este escenario partiendo de una base de una tarifa con 60% de subsidio, es decir que el monto abonado por el cliente equivale al 40% del valor total, considerando una reducción del subsidio del 30%, el nuevo monto abonado equivaldría a un 70% del valor total.

Esta modificación del subsidio impactaría en el TCO y, continuando con el escenario de 40.000 km anuales, el costo anual de energía eléctrica se incrementaría en un 75%. Si el



Nota: TCO¹ considera la recuperación del valor residual del vehículo en el quinto año. 3.1.1 escenario con una reducción del 30% de los subsidios en la tarifa eléctrica. Valores en ARS (Diciembre 2021)

ILUSTRACIÓN 18 - TCO 5 AÑOS REDUCCIÓN DE SUBSIDIOS DE UN 30%

precio del combustible se mantiene constante, la diferencia entre la versión naftera y eléctrica se reduciría 13 puntos a un 71%, mientras que la diferencia entre la versión diésel y eléctrica se reduciría 22 puntos a un 49%, ver Ilustración 36 en el apéndice.

En términos de TCO, como se resume en la Ilustración 18 la modificación citada generaría un incremento del 3%. Con la nueva estructura de costos, para 40.000 km anuales y en un horizonte de 5 años la versión eléctrica sería 26% más costosa que la versión naftera y 29% más costosa que la versión diésel.

Por último y en términos de punto de equilibrio, este escenario generaría un desplazamiento de curva de costos totales hacia arriba como se puede ver en la Ilustración 37 del apéndice. Ahora el vehículo eléctrico comienza a ser más económico que el naftero a partir de los 71.500 km y más económico que el diésel a partir de los 82.500 km.

3.1.2 – Reducción de los subsidios del 45%

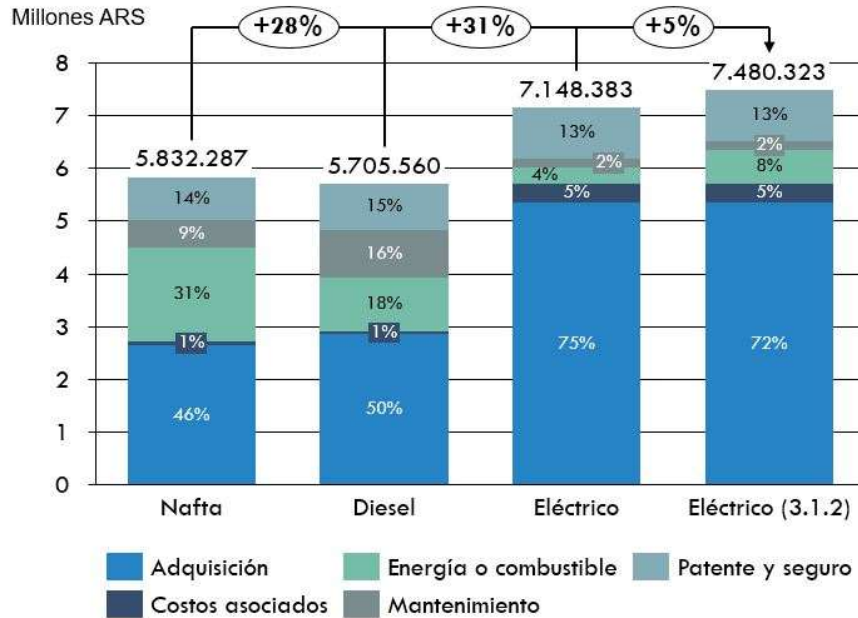
Para este escenario partiendo de una base de una tarifa con 60% de subsidio, donde el monto abonado por el cliente equivale al 40% del valor total, considerando una reducción del subsidio del 45%, el nuevo monto abonado equivaldría a un 85% del valor total.

Esta modificación del subsidio impactaría en el TCO y continuando con el escenario de 40.000 km anuales, el costo anual de energía eléctrica se incrementaría en un 113%. Si el precio del combustible se mantiene constante, la diferencia para el combustible o energía entre la versión naftera y eléctrica se reduciría en 21 puntos a un 66%, mientras que la diferencia entre la versión diésel y eléctrica se reduciría 33 puntos a un 38%, ver Ilustración 38 en el apéndice.

En términos de TCO, como se resume en la Ilustración 19 la modificación citada generaría un incremento del 5%. Con la nueva estructura de costos, para 40.000 km anuales y en un horizonte de 5 años la versión eléctrica sería 28% más costosa que la versión naftera y 31% más costosa que la versión diésel.

Por último y en términos de punto de equilibrio, este escenario generaría un desplazamiento de curva de costos totales hacia arriba, como se puede ver en la Ilustración 39 del apéndice. Ahora el vehículo eléctrico comienza a ser más económico que el naftero a partir de los 74.434 km y más económico que el diésel a partir de los 86.446 km.

TCO CON REDUCCIÓN DE LOS SUBSIDIOS A UN 15%



Nota: TCO' considera la recuperación del valor residual del vehículo en el quinto año. 3.1.2 escenario con una reducción del 45% de los subsidios en la tarifa eléctrica. Valores en ARS (Diciembre 2021)

ILUSTRACIÓN 19 - TCO 5 AÑOS REDUCCIÓN DE SUBSIDIOS DE UN 45%

3.2 – Aumento del Combustible

De acuerdo a un informe emitido en noviembre de 2021 por CECHA (Confederación de Entidades del Comercio de Hidrocarburos y Afines) (Nación, 2021), cámara que agrupa a las 5.006 estaciones de servicio del país, el combustible lleva un retraso en su precio del orden del 12%. En base a esta premisa se estudió el escenario según el cual se produce un aumento del precio de los combustibles del 12% mientras los restantes precios permanecen constantes.

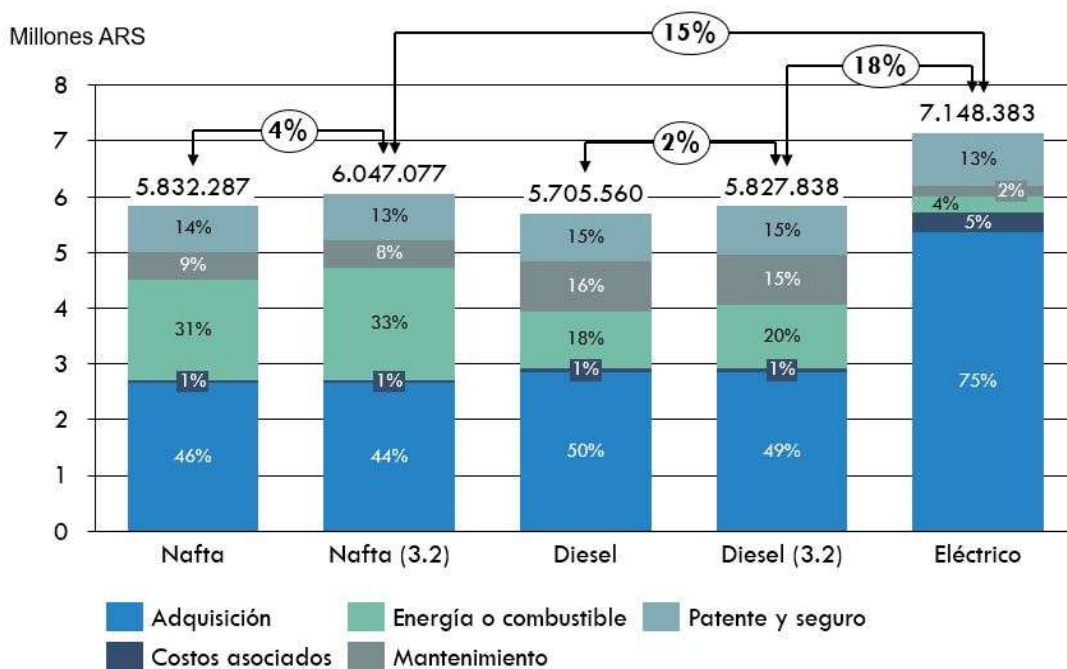
Como resultado el TCO para el vehículo naftero aumenta un 4% mientras que el TCO para el vehículo diésel aumenta un 2%. Ya que para el BEV los valores permanecen constantes estos aumentos hacen que las diferencias entre las versiones de combustión interna respecto al diésel se atenúen.

Como se observa en la Ilustración 20 en el vehículo naftero el combustible pasa a formar de un 31% a un 33% del TCO mientras que la diferencia de TCO con respecto al BEV pasa del 19% al 15%. En el vehículo diésel el combustible pasa a formar de un 18% a un 20%

mientras que la diferencia con respecto al BEV pasa del 20% al 18%. De esta forma, un incremento del combustible, si el costo de la electricidad permanece constante, favorecería la movilidad eléctrica.

Analizando los puntos de equilibrio, el incremento del TCO en las versiones nafta y diésel hace que estos puntos se reduzcan y como puede verse en la Ilustración 40 del apéndice, en este escenario y en términos de costos a partir de los 59.649 km anuales, la versión eléctrica será conveniente por sobre la naftera y a partir de los 69.954 km la versión eléctrica será conveniente por sobre la versión diésel.

TCO CON AUMENTO DEL COMBUSTIBLE DE 12%



Nota: 3.2 escenario con un aumento del precio de los combustibles del 12%. Valores en ARS (Diciembre 2021)

ILUSTRACIÓN 20 - TCO CON AUMENTO DE COMBUSTIBLE DEL 12%

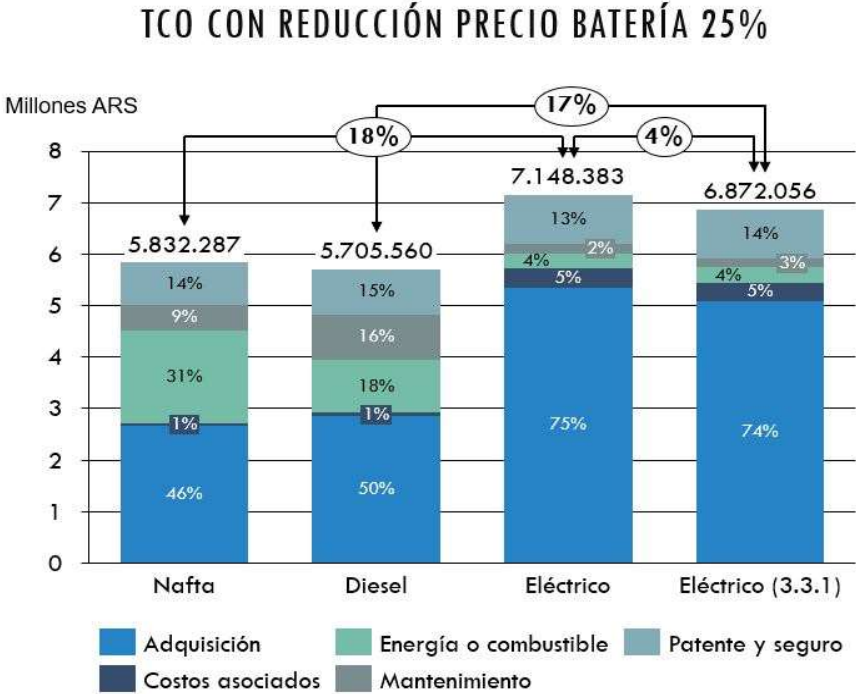
3.3 – Reducción del precio de las baterías

De acuerdo a la información presentada en el capítulo 1.6, el precio de las baterías ha caído un 81% desde 2013 a 2021. De acuerdo al informe de BloombergNEF (Hence, 2021) se espera que estos precios continúen bajando a 100 USD/kWh en 2025 y a 80 USD/kWh en 2030. Esto implicaría una reducción del precio respecto a 2021 del 25% y 40% respectivamente. El mismo autor estima que el precio de la batería corresponde a aproximadamente al 21% del costo de un auto eléctrico.

En base a estas premisas evaluamos los escenarios para los cuales se reduce el precio de las baterías un 25% y un 40%, con el consecuente impacto en el precio del BEV y su nuevo posicionamiento en términos de TCO en relación a las alternativas diésel y naftera.

3.3.1 – Reducción del precio de las baterías en un 25%

Para este escenario en primer lugar se ha calculado el impacto de la reducción del precio de las baterías en el precio del vehículo eléctrico. Partiendo del precio de 5.357.500 ARS, y en base a la estimación del precio EXW que se puede ver en detalle en la Tabla 10 del anexo, el precio de venta al público para el Renault Kangoo ZE se reduciría a ARS 5.086.591.-, es decir que una reducción del 25% del precio de las baterías impactaría en una reducción del 5% en el precio de venta al público.



Nota: 3.3.1 escenario con una reducción del 25% en el precio de las baterías. Valores en ARS (Diciembre 2021).

ILUSTRACIÓN 21 - TCO CON REDUCCIÓN DE PRECIO BATERÍA DE 25%

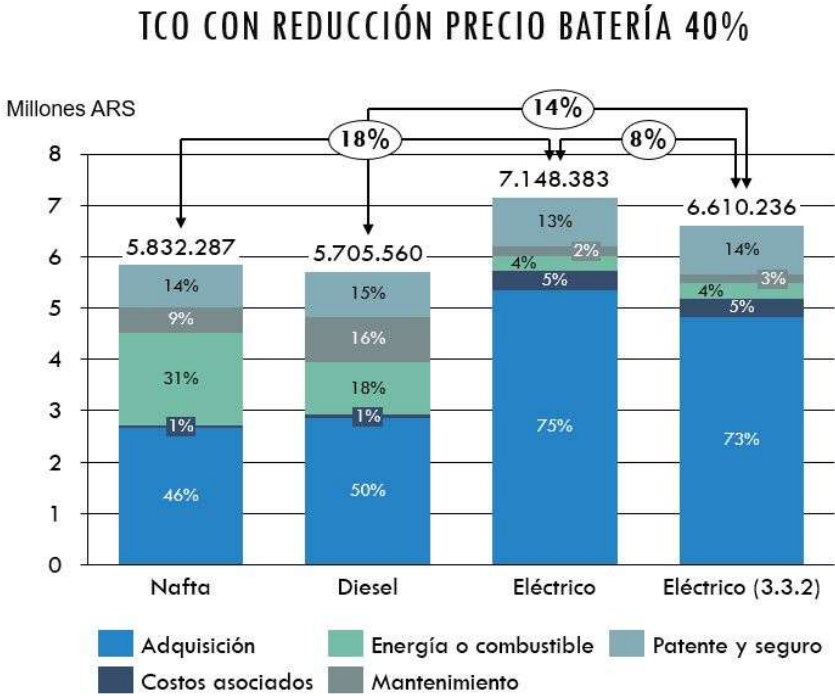
Analizando el TCO para 5 años y 40.000 km anuales, con el resto de las variables constantes, se produce una reducción de los costos totales del 4% para el BEV, mientras que respecto a la versión naftera se reduce la diferencia en el TCO de un 18% a un 14%, y esta diferencia entre el diésel y el eléctrico se reduce del 21% al 17%.

Los nuevos puntos de equilibrio están en 61.300 km para el naftero y 69.300 km para el diésel, es decir que a partir de estos kilometrajes anuales el vehículo eléctrico tendría costos totales menores.

3.3.2 – Reducción del precio de las baterías en un 40%

Recalculando el impacto de la reducción del precio de las baterías en el precio del vehículo eléctrico y partiendo del precio de 5.357.500 ARS, en base a la estimación del precio EXW que se puede ver en detalle en la Tabla 10 del anexo, el precio de venta al público para el Renault Kangoo ZE se reduciría a 4.829.904 ARS .-, es decir que una reducción del 40% del precio de las baterías impactaría en una reducción del 10% en el precio de venta al público.

Analizando nuevamente el TCO para 5 años y 40.000 km anuales, con el resto de las variables constantes, se produce una reducción de los costos totales del 8% para el BEV, mientras que respecto a la versión naftera se reduce la diferencia en el TCO de un 18% a un 10%, y esta diferencia entre el diésel y el eléctrico se reduce del 22% al 14%.



Nota: 3.3.2 escenario con una reducción del 40% en el precio de las baterías. Valores en ARS (Diciembre 2021).

ILUSTRACIÓN 22 – TCO CON REDUCCIÓN DE PRECIO BATERÍA DE 40%

Los nuevos puntos de equilibrio están en 53.120 km para el naftero y 55.350 km para el diésel, es decir que a partir de estos kilometrajes anuales el vehículo eléctrico tendría costos totales menores.

En la Tabla 11 del apéndice se puede ver un resumen de los escenarios planteados hasta aquí en el presente capítulo.

3.4 – Efectos de la inflación y congelamiento de precios

En 2021 el precio de los vehículos ha sufrido aumentos como consecuencia de aspectos locales, como la inflación, restricciones para la importación de vehículos y variación del tipo de cambio, y por otro lado, aspectos internacionales como la inflación en dólares, escases de semiconductores, escasa disponibilidad en el transporte marítimo y el aumento de precios de commodities como el cobre o acero. A su vez en el mismo año, en los periodos julio a diciembre, el precio de los combustibles y de la tarifa eléctrica han permanecido constantes.

El movimiento dispar de precios de los componentes del TCO, como ha quedado demostrado en los análisis previos, provoca cambios en los puntos de equilibrio. El objetivo de este subcapítulo es demostrar el impacto que generan los incrementos de precio y el congelamiento de tarifas.

En la Ilustración 23 se puede apreciar la variación en el precio de adquisición de los vehículos para ambos periodos del orden de 27%. Este incremento impacta directamente en costos que están ligados al precio del vehículo como el patentamiento, seguro y patente. Al analizar los costos de energía o combustible, se puede ver que dado que han permanecido congelados permanecen constantes para ambos periodos.

Comparando los puntos de equilibrio, en julio 2021 a partir de 19.300 km, el vehículo diésel era más económico que el naftero. Mientras que en diciembre 2021 y bajo el mismo escenario, recién a partir de los 26.800 km el diésel comienza a ser más económico que el naftero, el punto de equilibrio se ha movido 7.500 km. Comparando el diésel con eléctrico, en julio el eléctrico era más económico que el diésel por encima de los 59.900 km mientras que en diciembre del mismo año esto sucede a partir de los 75.200 km, una diferencia de 15.300 km.

Estas diferencias son atribuibles a que proporcionalmente en el vehículo eléctrico entre el 67% y 74% del TCO corresponde al precio de adquisición del vehículo, mientras que en el vehículo diésel este valor es del 50%, y menor al 50% para el naftero. De este modo el vehículo eléctrico, en términos de TCO, es más sensible ante un aumento de precios de los vehículos, cuando los precios del combustible y electricidad quedan congelados.

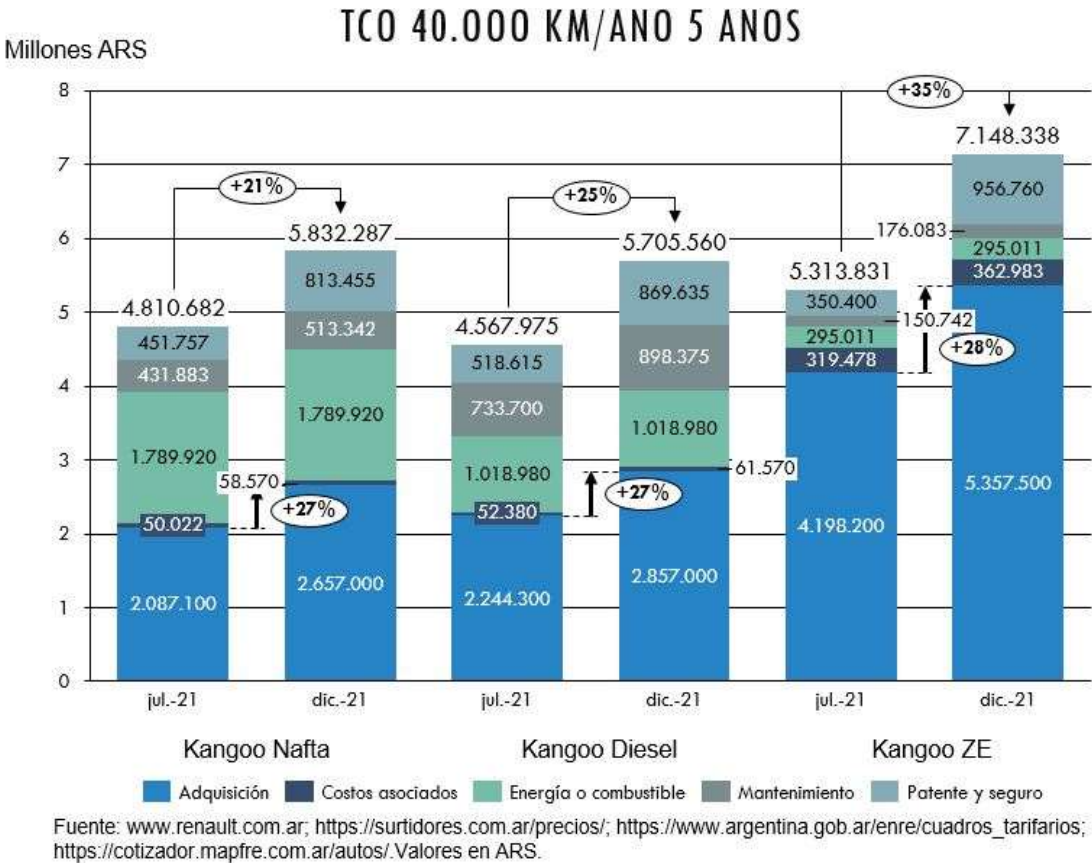


ILUSTRACIÓN 23 - TCO 40.000 KM JULIO 2021 VS DICIEMBRE 2021

CAPÍTULO 4: TAMAÑO DEL MERCADO

Este capítulo tiene como objetivo evaluar el crecimiento del mercado automotor de aquí a 2030, haciendo foco en el crecimiento del sub segmento de vehículos eléctricos. Dado que un crecimiento del parque vehicular eléctrico traerá aparejado un consecuente consumo de energía eléctrica, en este capítulo se abordará este aspecto a los efectos de dimensionar el impacto de la demanda incremental de energía.

4.1 – Tamaño del mercado y crecimiento esperado

Para realizar la estimación de patentamientos 2022 – 2030, se utilizaron valores actuales hasta noviembre de 2021 y las expectativas de mercado para diciembre de 2021 y año completo 2022 (Egozcue, 2021). Considerando que el promedio histórico de patentamientos para los últimos 10 años comprendiendo el periodo 2012 a 2021 es de 664.000 unidades, se consideró un crecimiento anual del 10% hasta alcanzar este volumen y en este sentido desde 2027 en adelante un crecimiento interanual del 3%. Para estimar el volumen de los segmentos, se tomó la segmentación de 2021 y se mantuvo en los periodos futuros. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestra la estimación de patentamientos hasta 2030.

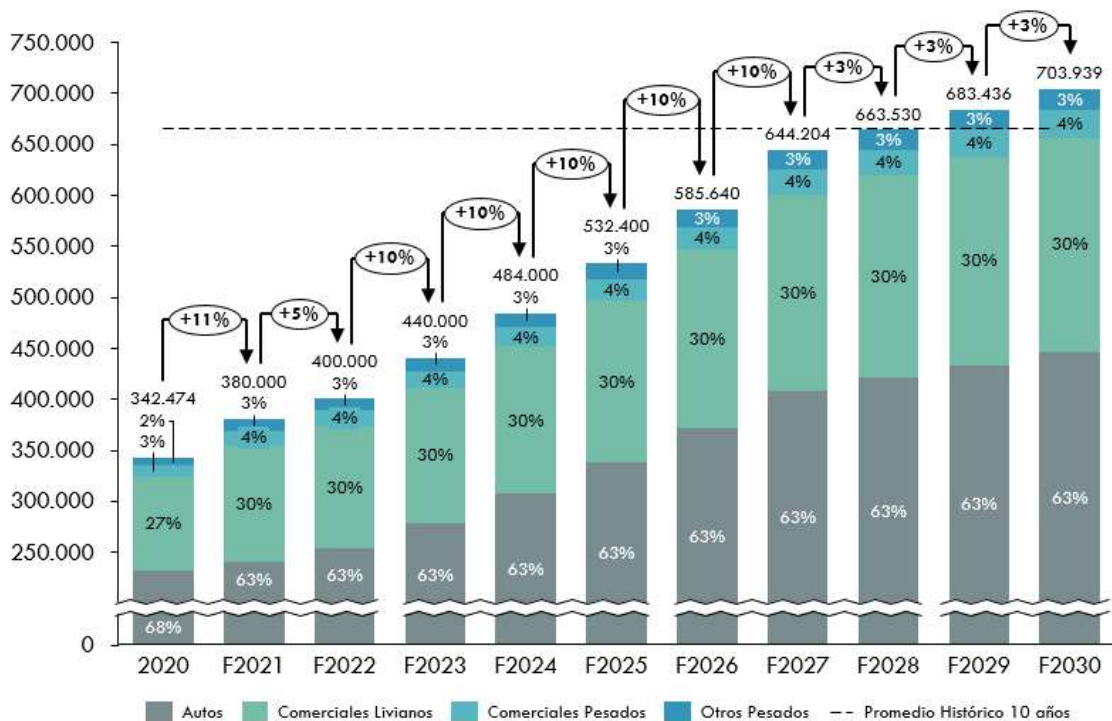


ILUSTRACIÓN 24 - ESTIMACIÓN DE PATENTAMIENTOS 2030

Analizando el top 50 de patentamientos de automóviles y comerciales livianos, y ahora haciendo foco en los vehículos de carga livianos utilizados en el transporte de paquetería en última milla (small size vans), se han identificado los 4 productos principales en la Argentina, estos son el Renault Kangoo II, Peugeot Partner, Citroen Berlingo y Fiat Nuevo Fiorino. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se pueden ver las ventas para el periodo 2019 a 2021 y la participación en el mercado total. De esta información se

deduce que, manteniendo la participación constante en 5,2 % al igual que en 2021, el tamaño del mercado estimado para el segmento small size vans en 2030 sería de 36.605 unidades. Si se mantienen las premisas mundiales presentadas en el capítulo 1.3.1, según las cuales en 2030 18% de los vehículos patentados serán BEV, podría esperarse que en Argentina el mercado esperado para los small size vans tendrá un tamaño de 6.589 unidades. Para poner este número en términos relativos, se puede tomar como referencia Uruguay donde de acuerdo al reporte de ACAU (Asociación del Comercio Automotor de Uruguay) (ACAU, 2021) en 2020 en todo el mercado automotor se patentaron 36.398

	2019		2020		F2021	
	ventas	share	ventas	share	ventas	share
Renault Kangoo II	8.565	1,9%	7.531	2,3%	8.734	2,4%
Peugeot Partner	4.868	1,1%	3.600	1,1%	5.533	1,5%
Citroen Berlingo	2.367	0,5%	1.859	0,6%	3.076	0,8%
Fiat Nuevo Fiorino	4.109	0,9%	2.126	0,7%	1.805	0,5%
Total	19.909	4,4%	15.116	4,7%	19.149	5,2%

Fuente: ACARA

2021: enero – noviembre, son valores actuales.

TABLA 5 – MARKET SHARE SMALL SIZE VANS

unidades.

Es importante destacar que a valores acumulados de noviembre 2021 y en términos de distribución geográfica más del 45% de los patentamientos se concentran en Capital Federal (17%) y Provincia de Buenos Aires (28,8%), seguidos de Córdoba (10,6%) y Santa Fe (10,1%). El resto de los patentamientos se distribuyen en el resto del país con porcentajes menores al 4% por provincia.

De acuerdo al reporte de ACARA sobre movilidad eléctrica (SIOMAA, 2021), en 2021 las ventas de vehículos híbridos y eléctricos en Argentina suman en los 8 primeros meses del año unas 3.760 unidades, eso es más del 133% respecto de los mismos 8 meses de 2020. El promedio mensual de ventas supera las 470 unidades, habiendo alcanzado un máximo histórico en agosto 2021, cuando se vendieron 589 unidades. Comparando los promedios mensuales de los últimos tres años, el de 2021 es 2,6 veces el registrado en 2019 y casi 1,4 veces el de 2020.

Al analizar la distribución geográfica de vehículos híbridos y eléctricos, puede observarse que, como consecuencia de preferencias impositivas, entre otros motivos, algunas jurisdicciones gozan de un porcentaje mayor de patentamientos en relación a los patentamientos totales, como es el caso de Capital Federal donde hasta agosto de 2021 se patentaron el 47,2 % de los vehículos híbridos y eléctricos, y Tierra del Fuego con un 9,2% de patentamientos en el mismo periodo, dónde se debe tener en cuenta que esta provincia tiene una participación del 1,2% sobre los patentamientos totales.

Como en el resto del mundo, los primeros pasos se dieron con vehículos que requieren de menos infraestructura y son más autónomos. Argentina no es la excepción y en las ventas domésticas predominan los vehículos híbridos tipo HEV representando el 99% de los patentamientos, mientras que los BEV representan el 1%.

En cuanto al desempeño de las marcas, Toyota es hoy la marca con la mayor oferta del segmento y concentra el 86,6% del mercado con seis modelos. En participación la sigue Ford que con dos modelos alcanza al 9,7%del mercado. Las otras 11 marcas que hoy tienen oferta en el mercado local, representan poco más del 3,7%. Entre estas está Renault que solo ofrece el Kangoo ZE, ha vendido 10 unidades a agosto de 2021 lo que le otorga el 0,3% del mercado. Aun así, el ZE es el BEV más vendido entre los 9 modelos de distintas marcas que se comercializan en este segmento. En lo que refiere a utilitarios, el Renault Kangoo ZE y Sero Cargo son las dos únicas versiones disponibles en el país entre los xEVs. A nivel mundial los modelos existentes en este segmento son principalmente BEV, no híbridos.

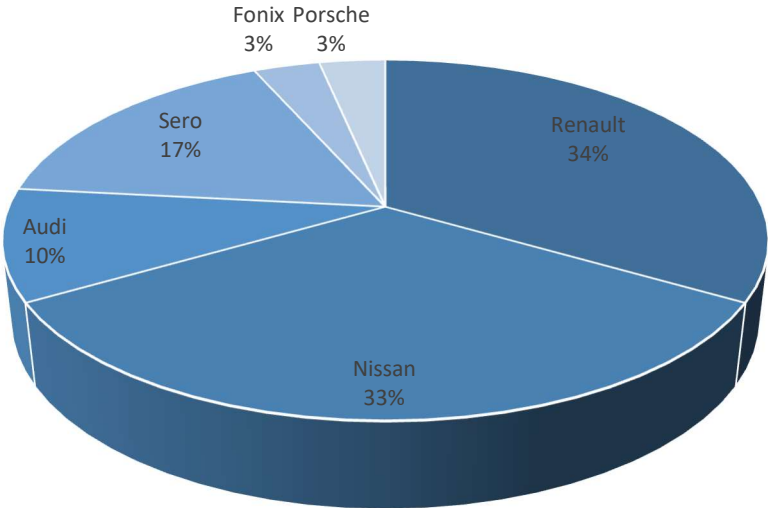


ILUSTRACIÓN 25 - BEV YTD AGOSTO 2021

4.2 – Demanda incremental de energía

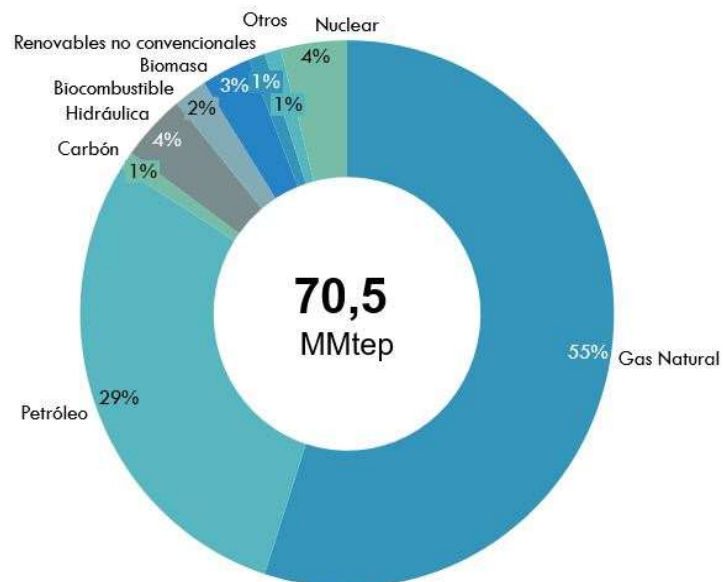
Como es de suponer el traspaso de ICEs a xEVs traerá cambios de consumo en la matriz energética. Este capítulo tiene como objetivo analizar cuáles serán esos cambios y cuál será su magnitud, partiendo desde un análisis de la situación actual.

4.2.1 – Demanda de Energía en Argentina

En primer lugar, analizando la matriz energética primaria nacional, la cual representa la participación de los energéticos directamente capturados de los recursos naturales en el consumo total, puede observarse que esta se encuentra dominada por los hidrocarburos que, en conjunto, representan el 85% del total, dónde encabeza el gas natural, seguido por el petróleo y con una participación poco significativa del carbón. Entre las energías limpias, la hidráulica alcanza el 3,7%, la nuclear 3,9% y las renovables no convencionales 1,5%, estas últimas representadas fundamentalmente por la energía eólica. Entre los biocombustibles líquidos, los aceites vegetales tienen una participación del 1,5% y los alcoholes vegetales el 0,6%. Esta distribución se puede ver en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

La matriz energética primaria abastece la demanda eléctrica nacional, la cual está cubierta en un 61% por generación térmica, es decir generación de energía mediante el uso de

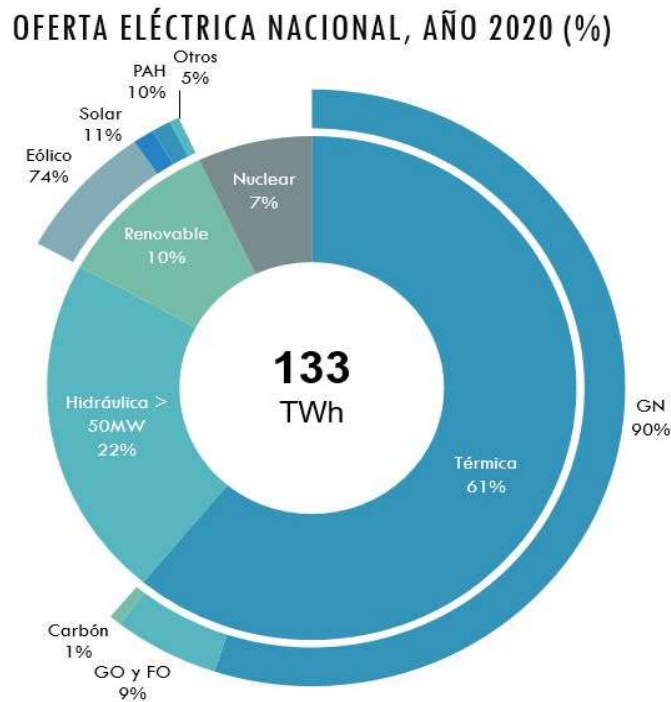
MATRIZ PRIMARIA NACIONAL, AÑO 2020 (%)



Fuente: SSPE-Secretaría de Energía - Ministerio de Economía

ILUSTRACIÓN 26 - MATRIZ PRIMARIA NACIONAL, AÑO 2020 (%)

combustibles. El principal combustible es el gas natural 90% y, en menor medida, se emplean otros combustibles líquidos 9% y sólidos, como gasoil, fueloil y carbón 1%. Las energías limpias agrupadas alcanzan el 39%, lideradas por la hidroeléctrica 22%, seguida por las renovables no convencionales 10% y la nucleoelectrica 7%. Entre las renovables no convencionales, la de origen eólico es la más importante con el 74% del subtotal y luego siguen la solar 11%, los pequeños aprovechamientos hidráulicos 10%, biomasa y biogás que agrupados suman el 5%. Esta distribución se puede ver en la Ilustración 27;



Fuente: Secretaría de Energía - Ministerio de Economía, sobre datos de CAMMESA

ILUSTRACIÓN 27 - OFERTA ELÉCTRICA EN ARGENTINA

se encuentra el origen de la referencia..

4.2.2 – Escenarios 2030

De acuerdo al estudio emitido por el Ministerio de Economía (Martínez, 2021), el cual se basa en cuatro escenarios para 2030, dos escenarios desde el punto de vista de la demanda de energía y dos escenarios desde el punto de vista de la oferta. Estos escenarios analizan la demanda, inversión, evolución de precios, su comportamiento en relación a los distintos supuestos, políticas y su impacto en el mercado.

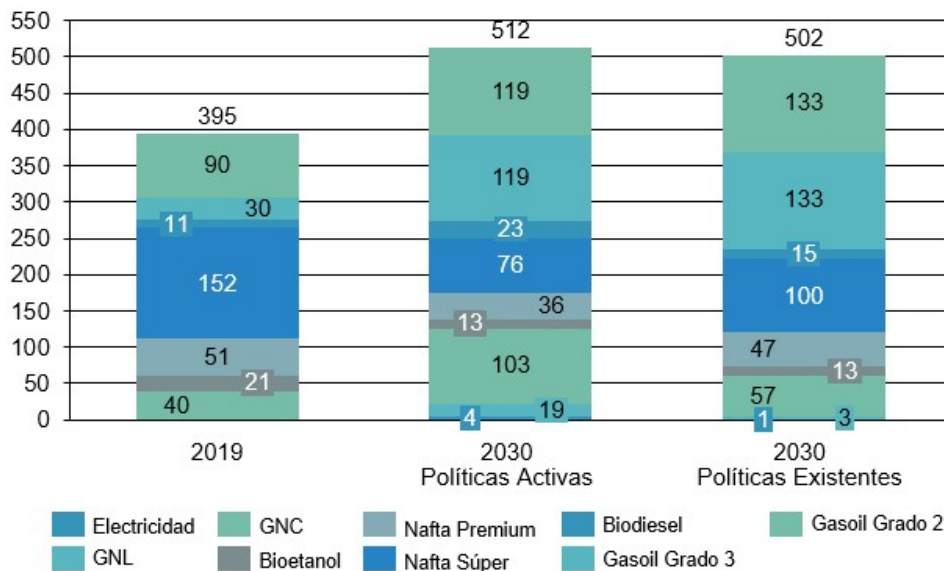
El primer escenario se denomina de **Políticas Existentes o Tendencial** por su tendencia a acompañar las políticas vigentes. En este escenario se estima un crecimiento anual del

consumo eléctrico de 2,4%, alcanzando 168 TWh en 2030 y se contempla que un 8% de las ventas de autos y comerciales livianos corresponderán a vehículos eléctricos.

El segundo escenario se denomina de **Políticas Activas o de Mejora en la Eficiencia** e incorpora medidas en búsqueda de este objetivo por sobre las vigentes. El mismo estima un crecimiento anual del consumo eléctrico de 1,7% alcanzando 155 TWh en 2030 si se aplican diversas medidas de eficiencia energética, permitiendo un ahorro de hasta 13 TWh y considerando que 20% de las ventas de autos y comerciales livianos serán eléctricos. Las medidas de eficiencia buscan incentivar y promover el uso racional y eficiente de todas las fuentes que configuran la matriz energética argentina, y se traducen en una disminución del consumo de energía que se hubiese utilizado para satisfacer los mismos bienes y servicios. Además, se generan otros beneficios asociados, como aumento de la productividad energética, mejoras en la competitividad y reducción de los gases de efecto invernadero.

En el sector del transporte, el escenario de Políticas Activas tiene como objetivo general promover buenas prácticas, introduciendo herramientas de gestión y tecnologías que permitan una reducción significativa del consumo de combustible. Promoviendo el uso racional y eficiente de los vehículos de transporte de pasajeros y de carga, aplicando tecnologías más eficientes en el parque automotor y reemplazando el parque más antiguo. La Ilustración 28 muestra una estimación de la demanda de combustible para los distintos escenarios.

DEMANDA DE COMBUSTIBLES PARA TRANSPORTE



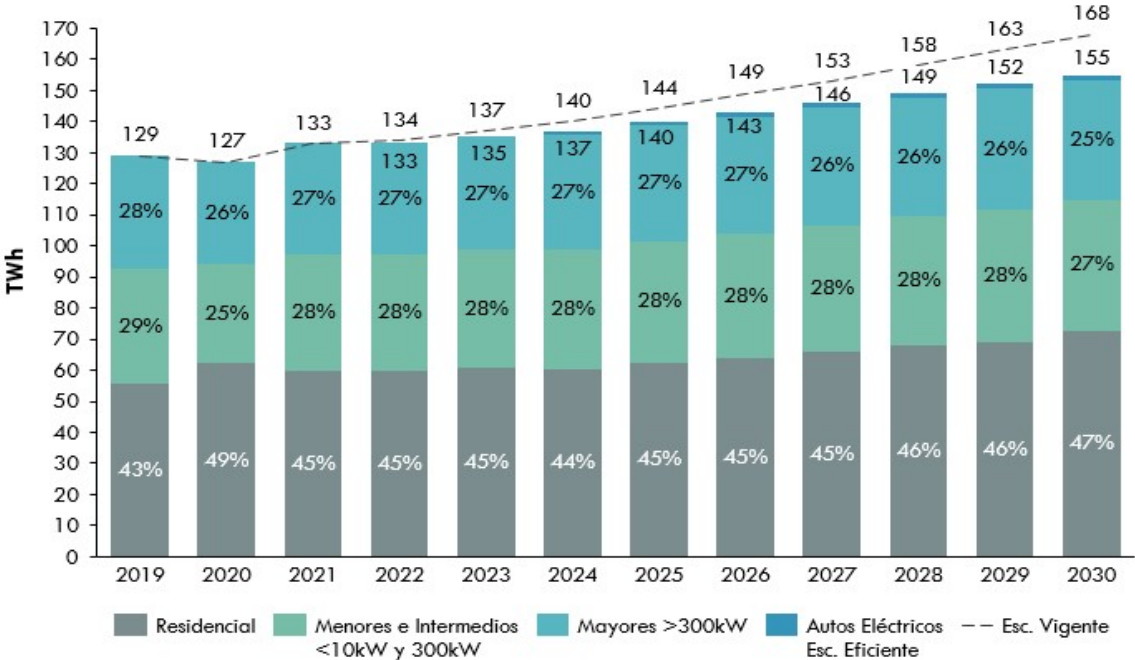
Fuente: SSPE - Secretaría de Energía - Ministerio de Economía

ILUSTRACIÓN 28 - DEMANDA DE COMBUSTIBLES PARA TRANSPORTES

El escenario de Mejora en la Eficiencia podría encontrar algunas barreras antes de alcanzar el éxito. Por un lado, aquellas relacionadas con la educación y concientización, cuando existan usuarios que no consideren importante su compromiso. Por otro lado, pueden existir barreras económicas, desde el punto de vista en el cual los artefactos o materiales energéticamente más eficientes son demasiado costosos respecto a los tradicionales. Por último, está la barrera de disponibilidad de divisas para la importación de artefactos o tecnologías que no se producen localmente.

Los escenarios de Políticas Existentes y Activas comparten los siguientes supuestos:

- Crecimiento del PBI 2% i.a.
- Crecimiento demanda eléctrica del 1,7 y 3,5% i.a. y de combustible del 2,3% i.a.
- Crecimiento de la producción de gas para abastecimiento local 2,4 y 3% i.a.
- Crecimiento de la producción de petróleo para abastecimiento local 3,4 y 6% i.a.
- El parque automotor crece a 19,5 MM en 2030 sin considerar moto vehículos
- Se contabilizan para 2030 49,4 MM de habitantes



Fuente: SSPE - Secretaría de Energía - Ministerio de Economía

ILUSTRACIÓN 29 - DEMANDA ELÉCTRICA 2030

En la Ilustración 29 se puede ver la evolución de la demanda eléctrica para los dos escenarios presentados donde la demanda de energía eléctrica tiene una participación de alrededor del 1,2% de la demanda total. Esto en alguna medida permite concluir que, de

acuerdo a estos escenarios, el desarrollo de la movilidad eléctrica, dentro de estos niveles no tendrá un impacto significativo en la demanda de energía.

Sobre la proyección del parque automotor, el estudio del Ministerio de Economía (Martínez, 2021), elaborado sobre la base de la evolución del consumo histórico de combustibles, consumo medio para cada tipo de vehículo y distancia anual recorrida, calcula el consumo anual para ambos escenarios. Muestra que se espera un incremento del consumo del 29% entre 2019 y 2030, para alcanzar los 512 mil barriles equivalentes de petróleo en el escenario de Políticas Activas y 502 mil barriles equivalentes de petróleo en el escenario de Políticas Existentes. En la Ilustración 28 se detalla esta información. La diferencia entre ambos escenarios responde a la eficiencia entre las distintas tecnologías consideradas. Por último, se destaca que mientras en 2019 no se considera el consumo de electricidad para el transporte, estos escenarios consideran 1 mil barriles equivalentes de petróleo para el escenario tendencial y 4 mil para el eficiente.

El tercer escenario **REN 20** contempla un 20% de participación de las energías renovables en la generación de energía eléctrica, 40,3 % de generación por fuentes térmicas. Este escenario contempla un crecimiento en la participación de las energías renovables en base a las capacidades nacionales y consistente con la estabilidad macroeconómica, con menor demanda de divisas, implicando una incorporación de nueva potencia instalada por un total de 8.700 MW. Este escenario incorpora un 95% de energía limpia y un 5% de energía fósil.

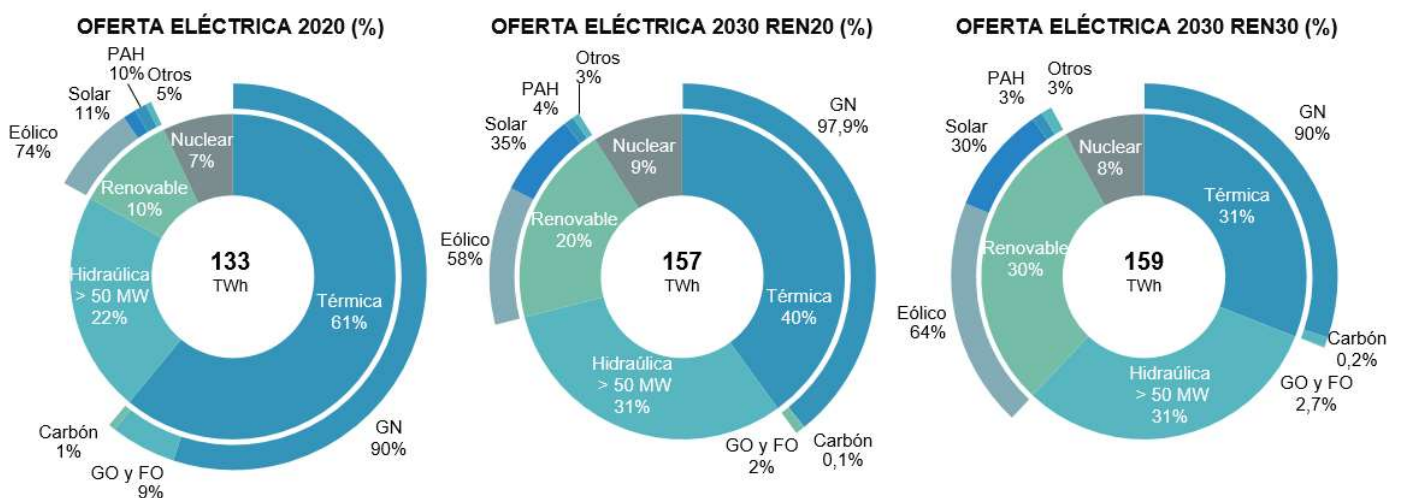


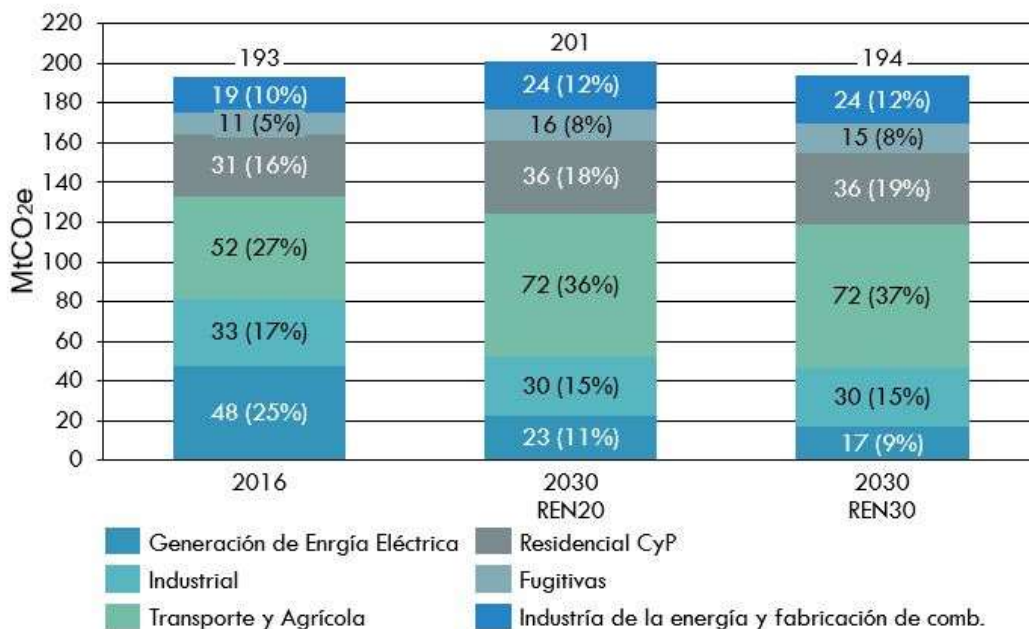
ILUSTRACIÓN 30 - OFERTA ELÉCTRICA NACIONAL 2020 vs REN20 Y REN30

El cuarto escenario **REN 30** contempla un 30% de participación de las energías renovables en la generación de energía eléctrica, 30,7 % de generación por fuentes térmicas. Ello

requeriría 11.875 MW de potencia instalada adicionales, 3.175 MW más que el escenario anterior que supera lo requerido por el mercado, pero son necesarios para alcanzar el 30%. En este escenario incorpora un 96 % de energías limpias y un 4 % de energía fósil. La Ilustración 30 muestra un resumen de los escenarios 2020, REN20 y REN30.

Los escenarios antes estudiados, REN 20 y REN 30, traerán aparejados cambios en las emisiones de CO2. En la Ilustración 31 se exponen las emisiones de CO2 para 2016 y las estimaciones para 2030 para ambos escenarios. Se observa que ambos escenarios muestran reducciones en el sector de generación de energía eléctrica en relación a 2016, estimando una reducción de emisiones en el subsector de energía eléctrica del 52,7 % para el escenario REN 20 y 64,2% para el REN 30. Por otra parte, podría esperarse una reducción en el sector de transporte y agrícola en función de la entrada de nuevas tecnologías más amigables con el medio ambiente, pero debe considerarse que el parque automotor en 2016 y de acuerdo al reporte de la Asociación de Fábricas Argentinas de Componentes (AFAC, 2017) era de 12,5 MM lo que representa un crecimiento del 56% mientras que las emisiones de CO2 crecerían un 39%, esta diferencia de 17% es atribuible a la eficiencia de las nuevas tecnologías.

EMISIONES DE CO2 EN ARGENTINA



Fuente: SSPE - Secretaría de Energía - Ministerio de Economía
 Nota: MtCO2e = Millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente

ILUSTRACIÓN 31 - EMISIONES DE CO2 2016 vs REN20 Y REN30

CAPÍTULO 5: CONCLUSIÓN

Mientras de acuerdo a los informes de BCG (Mosquet X. Z., 2018) y McKinsey (Baik, 2019) citados en la introducción de este trabajo, se espera que en el futuro a nivel mundial el TCO para los vehículos eléctricos se reduzca, de acuerdo a los cálculos del capítulo 3.4 sería esperable que por efectos macroeconómicos y microeconómicos, Argentina no siga la misma tendencia, al menos en el corto plazo.

De acuerdo al estudio de BCG (Mosquet X. Z., 2018) citado en la introducción de este trabajo, el cual analiza el TCO para un periodo de 5 años sobre una flota que opera en New York, y el cual anuncia que se espera que para un recorrido anual de 80.000 a 120.000 kilómetros el TCO de un vehículo eléctrico sea menor al de un ICE. Los cálculos del capítulo 2 demuestran que para el escenario de estudio ese punto se ha superado, obteniendo mejores costos en el escenario de Capital Federal en diciembre 2021, también para un periodo de 5 años y a partir de los 75.000 km.

Como parte del objetivo de este trabajo se planteó determinar las características de uso que permitieran hacer de la electromovilidad una alternativa conveniente. De acuerdo a la Ilustración 11 presentada en el capítulo 2.2, la cual grafica el costo por kilómetro y por vehículo para distintos volúmenes de kilometraje anual en base a una flota de 10 vehículos los cuales se recargan de a 5 a la vez, se puede ver como a medida que aumenta el kilometraje anual, el costo por kilómetro se reduce notablemente en el intervalo de 10.000 a 50.000 para luego reducir la pendiente de la curva notablemente. Esto demuestra como la tecnología de los BEVs es más conveniente para aplicaciones que realizan un alto kilometraje anual.

El análisis de escenarios llevado a cabo en el capítulo 3 permite ver la sensibilidad de los vehículos eléctricos en relación a su punto de equilibrio ante variaciones en el precio de los combustibles y de la tarifa eléctrica. Como conclusión de estos escenarios se destaca la sensibilidad ante estas variables, donde en un contexto como el de Argentina donde los precios pueden sufrir cambios arbitrarios, invertir en este tipo de tecnología supone asumir un riesgo, dado que un business case favorable, puede convertirse en no favorable en términos de meses. Esto queda demostrado en el capítulo 3.4, donde se analizan los escenarios para julio y diciembre de 2021, periodo en el cual el punto de equilibrio para el vehículo eléctrico con respecto al diésel se incrementa 15.000 km además del aumento en el TCO para 5 años de 1,8 MM ARS.

CAPÍTULO 6: RECOMENDACIONES

En el capítulo 2.1 se analizó el costo de un vehículo a batería frente a alternativas de la misma marca, pero con motorizaciones diésel y nafta. Quedó expuesto que la erogación necesaria para el BEV duplica a la de sus alternativas. Si bien, luego en términos de TCO la nueva tecnología podría ser conveniente, para determinados negocios que se inician y deben invertir en su flota como parte de la inversión inicial, el mayor volumen de capital y riesgo asociado podrían contribuir negativamente a la adopción de la electromovilidad. Por otro lado, esta podría ser una oportunidad para el mercado financiero, ya que mientras que en el resto del mundo se ofrecen alternativas de financiación para xEVs en Argentina esta es una oferta escasa o nula.

Cabe destacar la importancia del asesoramiento para la incorporación de una flota de vehículos eléctricos. En el capítulo 2.2 en el marco del cálculo de costo de energía, como se expone en el resumen de la Tabla 6, queda en evidencia la importancia de la elección de una estrategia de carga que minimice la potencia máxima utilizada de acuerdo con los horarios de carga que disponga la flota en cuestión. Una estrategia inapropiada en este punto, podría incurrir en mayores costos para el cliente, además de perjudicar la elección de la movilidad eléctrica como alternativa más eficiente. De este modo, se recomienda contar con el asesoramiento de un especialista que defina la estrategia correcta de acuerdo al cuadro tarifario al que este sujeto el comercio o industria.

Al abordar el tema de la electromovilidad uno de los interrogantes que se plantea es si Argentina crecerá al ritmo de otros países de la región como Uruguay o Chile, o si dado la disponibilidad de gas con la que cuenta el país el GNC frenará este crecimiento. En el capítulo 4.1 se realizó una estimación del mercado para 2030 de acuerdo a la cual solo el segmento de small size vans, el utilizado en el transporte de última milla y sobre el que se hizo foco en este trabajo, tendría un tamaño de 36.605 unidades de las cuales 6.589 serían BEV. En términos relativos, solo en este segmento ese volumen representaría casi un 20% de las ventas totales de Uruguay. Se considera entonces este nicho como un segmento atractivo, para las grandes automotrices, y para la evolución de algunos desarrollos locales que están emergiendo en el mercado, por ejemplo, Zero Electric.

Si bien este trabajo realiza un abordaje desde el punto de vista de los costos, no se debe dejar de lado el potencial de negocio para la comercialización de BEVs desde un abordaje con foco en el marketing, la asociación directa de los vehículos a batería con la

sustentabilidad y los objetivos para el desarrollo sustentable que persiguen algunas empresas. Es decir, que al igual que en los casos presentados en el capítulo 1.5 de early adopters, en Argentina puede existir un mercado potencial que puede cumplir o no el kilometraje anual para alcanzar el punto de equilibrio de costos, pero cuenta con una mayor disponibilidad a pagar para cumplir sus objetivos de sustentabilidad o dar una imagen amigable con el medio ambiente a sus clientes.

Al evaluar la demanda incremental de energía en función del crecimiento del parque vehicular eléctrico y la necesidad de incrementar la generación de potencia. En la Ilustración 29 donde se presenta la estimación de la demanda eléctrica para 2030, se puede ver que aun considerando los distintos escenarios, la demanda de electricidad para BEVs estará en el orden del 1,2% de la demanda total. Entonces, la potencia eléctrica total no debe considerarse un factor limitante para el desarrollo de la electromovilidad, estando contemplada dentro de los proyectos de inversión del Ministerio de Economía.

Bibliografía

- ACARA. (2021). *Electromobilidad. Un repaso por el estado de la tecnología y el mercado*. Buenos Aires: SIOMAA (Sistema de Información Online del Mercado Automotor).
- ACAU. (2021). ACAU. Obtenido de http://www.acau.com.uy//index#sec_estadistica
- AFAC. (23 de Mayo de 2017). *Asociación de Fabricas Argentinas de Componentes*. Obtenido de <http://www.afac.org.ar/paginas/noticia.php?id=2170#:~:text=Un%20parque%20moderno%20que%20incluye,increment%C3%A1ndose%20un%205%2C5%25>.
- Arora, A. N. (Abril de 2021). *Why electric cars can't come fast enough*. BCG.
- Baik, Y. H. (2019). *Making electric vehicles profitable*. McKinsey.
- CACE. (2021). *Los argentinos y el E-Commerce ¿Cómo compramos y vendemos online?* Buenos Aires: KANTAR.
- Deloison, T. H. (2020). *The Future of the Last-Mile Ecosystem*. Geneva: World Economic Forum.
- DHL. (2021). *ECO-MMERCE, How online retail can built the sustainable supply chain of tomorrow* . Washington DC: DHL.
- DOE. (14 de January de 2019). *Office of ENERGY EFFICIENCY & RENEWABLE ENERGY*. Obtenido de <https://www.energy.gov/eere/vehicles/articles/fotw-1064-january-14-2019-median-all-electric-vehicle-range-grew-73-miles>
- Egozcue, M. (1 de Diciembre de 2021). *carsmagazine*. Obtenido de <https://www.carsmagazine.com.ar/patentamientos-el-ano-terminara-aranando-380-000-autos/>
- Eliasson, C. (16 de December de 2021). *Volvo Group*. Obtenido de <https://www.volvogroup.com/mx/news-and-media/news/2021/dec/news-4142931.html>
- Global EV Data Explorer. (29 de April de 2021). *International Energy Agency*. Obtenido de <https://www.iea.org/articles/global-ev-data-explorer>
- Hall, D. a. (2020). *Electric vehicle charging guide for cities*. Washington DC: International Council on Clean Transportation.
- Hence, V. (30 de Noviembre de 2021). *BloombergNEF*. Obtenido de Battery Pack Prices Fall to an Average of \$132/kWh, But Rising Commodity Prices Start to Bite: <https://about.bnef.com/blog/battery-pack-prices-fall-to-an-average-of-132-kwh-but-rising-commodity-prices-start-to-bite/>
- idesa.org. (25 de 11 de 2021). Obtenido de <https://idesa.org/congelamiento-tarifario-el-peor-remedio-a-la-enfermedad/>
- IEA. (2021). *Global EV Outlook 2021 - Accelerating ambitions despite the pandemic*. France: IEA Publications.

- Latin Trade. (2019). *An electrifying future*.
- Martínez, N. (28 de Octubre de 2021). *Secretaría de Energía, Ministerio de Economía*. Obtenido de <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/252092/20211101>
- MIT Prologis Research. (30 de September de 2020). *Prologis*. Obtenido de <https://www.prologis.com/logistics-industry-research/logistics-real-estate-and-e-commerce-lower-carbon-footprint-retail>
- Mosquet, X. (2020). *Who Will Drive Electric Cars to the Tipping Point?* Boston: Boston Consulting Group.
- Mosquet, X. (2018). *The Electric Car Tipping Point - The Future of Powertrains for Owned and Shared Mobility*. Boston: BCG.
- Nación, L. (1 de 12 de 2021). Inflación: postergan un aumento de impuestos para evitar que suban los precios de los combustibles. Obtenido de <https://www.lanacion.com.ar/economia/inflacion-postergan-un-aumento-de-impuestos-para-evitar-que-suban-los-precios-de-los-combustibles-nid01122021/>
- Portaluppi, A. (26 de Enero de 2021). *Portal Movilidad*. Obtenido de <https://portalmovilidad.com/mercado-libre-se-convierte-en-la-flota-para-ecommerce-con-vehiculos-electricos-mas-grande-de-latinoamerica/>
- Portaluppi, A. (22 de Febrero de 2021). *Portal Movilidad*. Obtenido de <https://portalmovilidad.com/andreani-avanza-con-su-estrategia-de-sustentabilidad-y-sigue-sumando-vehiculos-electricos-a-su-flota-de-reparto/>
- Rivas, M. E.-A. (Di de 2019). *Políticas de Transporte Urbano en América Latina y El Caribe*. Washington DC: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Siemens. (2021). *eMobility-Nurturing and Growing Electric Vehicle Adoption and Public Charging*. T&DWorld supported by Siemens.
- SIOMAA. (Agosto de 2021). *Nueva Movilidad - La incursión de vehículos eléctricos en Argentina*. Tigre, BA.: SIOMAA.
- Speers, P. (2021). *Hydrogen Mobility Europe*. Leicester: cenex. Obtenido de <https://h2me.eu/about/fcevs/>
- US Environmental Protection Agency. (Junio de 2020). *US Environmental Protection Agency*. Obtenido de <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi?Dockkey=P100ZK4P.pdf>

Acrónimos

BEV – Vehículo Eléctrico a Batería (Battery Electric Vehicle)

CC – Corriente Continua

EREV – Vehículo Eléctrico de Rango Extendido (Extended Range Electric Vehicle)

EV – Vehículo Eléctrico (Electric Vehicle)

EVs – Vehículos Eléctricos

FCEV – VEHÍCULO Eléctrico a Celda de Combustible o Hidrogeno (Fuel Cell Electric Vehicle)

HEV – Vehículo Eléctrico Híbrido no Enchufable (Hybrid Electric Vehicle)

ICE – Vehículo de Combustión Interna, diésel o naftero (Internal Combustion Engine)

MHEV – Vehículo Híbrido Intermedio o Híbrido de 48v (Mild Hybrid Electric Vehicle)

OEM – Fabricante de Partes Originales (Original Equipment Manufacturer)

PHEV – Vehículo Eléctrico Híbrido Enchufable (Plug In Hybrid Electric Vehicle)

SUV – Vehículo Utilitario Deportivo

TCO – Costo Total de Propiedad (Total Cost Ownership)

xEVs – Todo tipo de vehículo eléctrico, incluye BEV, FCEV, HEV, PHEV

Apéndices

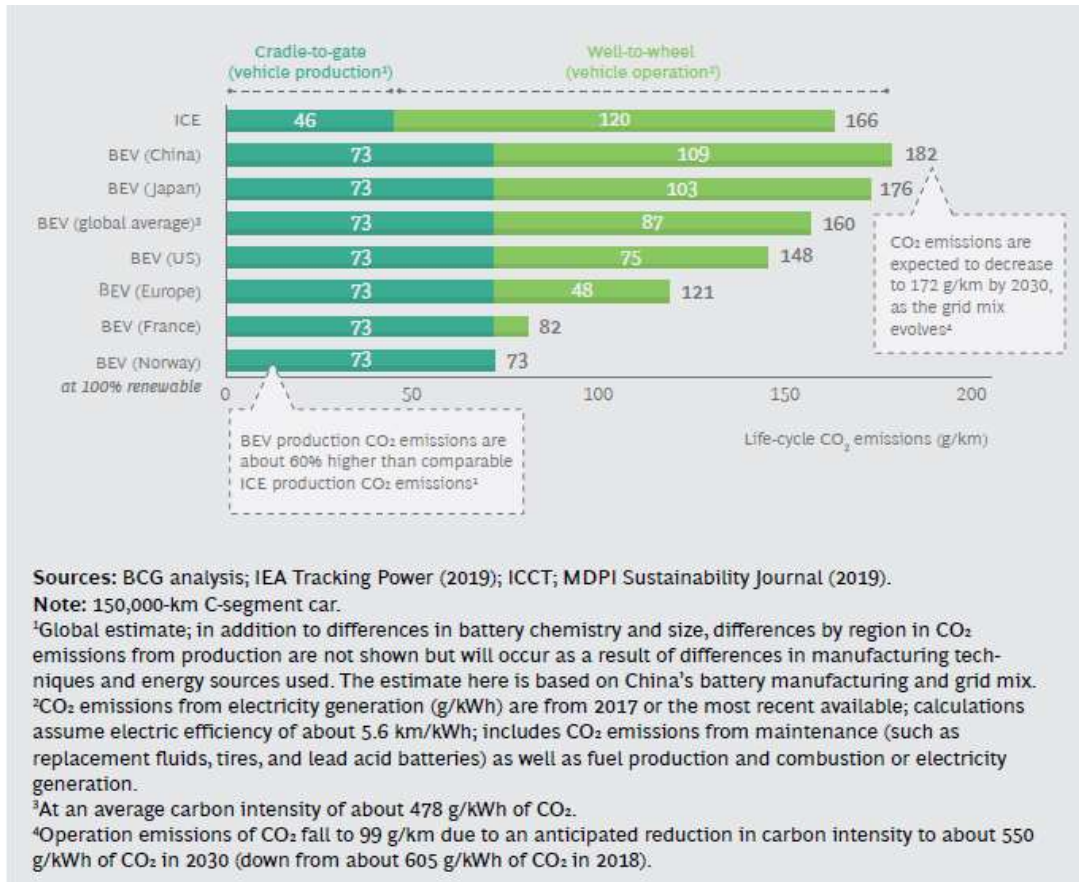


ILUSTRACIÓN 32 - EMISIONES DE CO2 POR TIPO DE VEHÍCULO

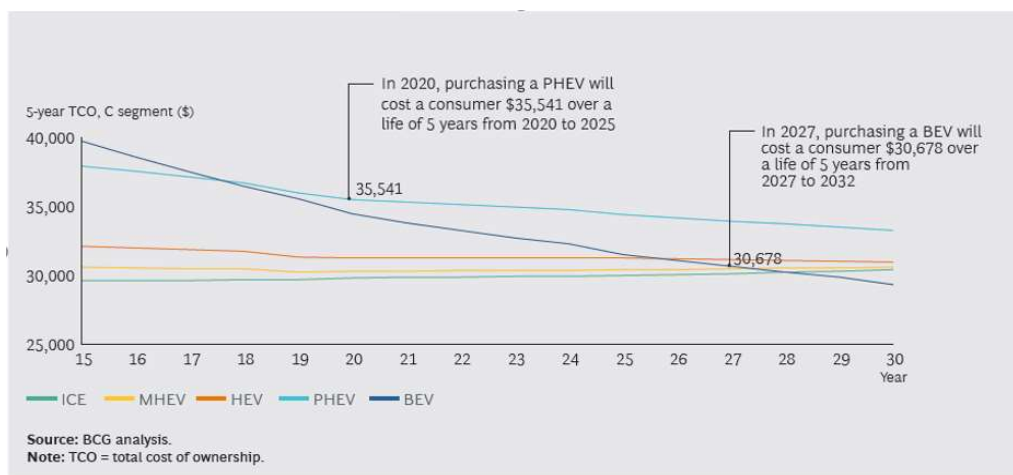


ILUSTRACIÓN 33 - EVOLUCIÓN DEL TCO PARA LAS DISTINTAS TECNOLOGÍAS.

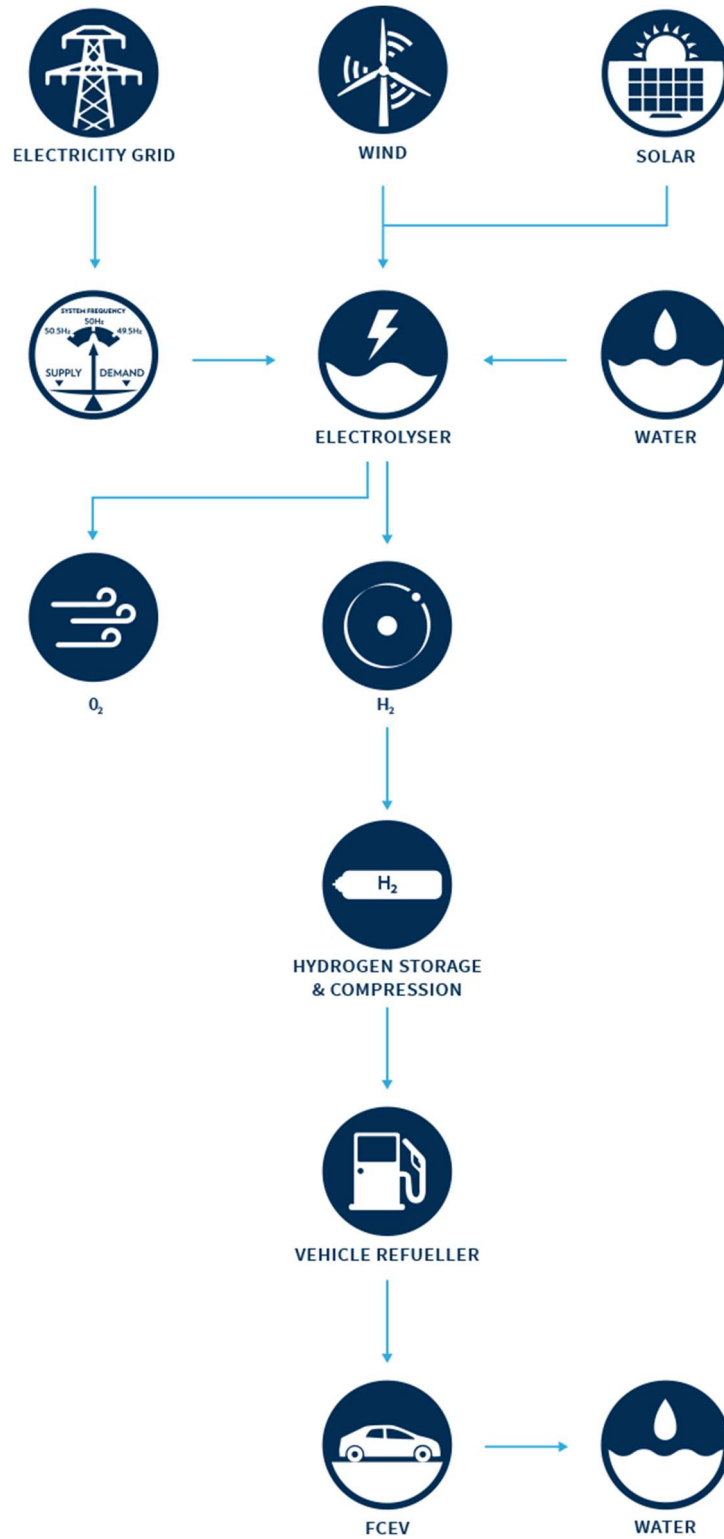


ILUSTRACIÓN 34 - SISTEMA ON-SITE DE PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO

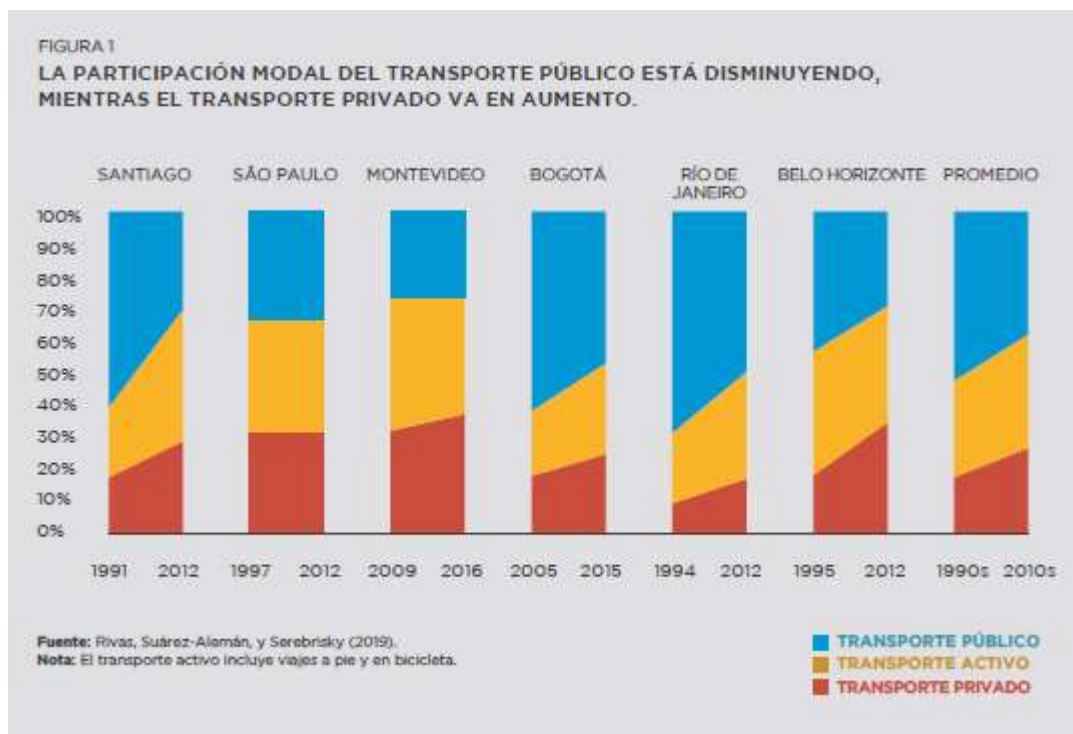


ILUSTRACIÓN 35 - EVOLUCIÓN MODAL DEL TRANSPORTE EN AMÉRICA LATINA

Cantidad de Vehículos	Unidad	Cargo	a 1	b 2 ¹	c 3 ²	d 10 ³
Cargo Fijo	\$ / mes	\$ 1.256,86	\$ 1.262,86	\$ 1.262,86	\$ 1.262,86	\$ 1.262,86
Cargo por Potencia Contratada	\$ / kW - mes	\$ 591,81	\$ 4.379,39	\$ 4.379,39	\$ 4.379,39	\$ 21.896,97
Cargo por Potencia Adquirida	\$ / kW - mes	\$ 65,20	\$ 482,48	\$ 482,48	\$ 482,48	\$ 2.412,40
Cargo Variable	\$ / kWh	\$ 2,55	\$ 1.314,92	\$ 2.629,83	\$ 3.944,75	\$ 13.149,17
Subtotal			\$ 7.439,65	\$ 8.754,57	\$ 10.069,48	\$ 38.721,40
IVA Responsable Inscripto 27%			\$ 2.008,71	\$ 2.363,73	\$ 2.718,76	\$ 10.454,78
Total			\$ 9.448,36	\$ 11.118,30	\$ 12.788,24	\$ 49.176,17
\$ / km			\$ 2,83	\$ 1,67	\$ 1,28	\$ 1,48
\$ / kWh			\$ 18,29	\$ 10,76	\$ 8,25	\$ 9,52

Fuente: https://www.argentina.gob.ar/enre/cuadros_tarifarios, Edenor T2, diciembre 2021.

¹ 2 vehículos cargando en 2 turnos; ² 3 vehículos cargando en 3 turnos; ³ 10 vehículos cargando en 2 turnos.

TABLA 6 – COSTO POR KM 40.000 KM ANUALES

Provincia / Ciudad	Normativa	Detalle
Ciudad de Buenos Aires	Res. APRA 150/2019 Res. AGIP 185/2019	→ Exención en el pago anual → Automático
Mendoza	Ley Impositiva Anual	→ Exención en el pago anual
San Luis	Ley Impositiva Anual	→ 25% de reducción
Ciudad de Neuquén	Ordenanza 13.905	→ Exención en el pago anual
Río Grande	Ordenanza 3.814	→ Exención en el pago anual
Ushuaia	Ordenanza 5.659	Reducción del 50%
Santa Fe	Ley 13.781	→ Exención de patentes → Falta reglamentación
Chubut	LEY XXIV N° 93	→20 por mil (2%) → 5 por mil (0,5%) ~ 2 por mil (0,2%)

TABLA 7 - BENEFICIOS IMPOSITIVOS PARA XEVs EN ARGENTINA

Modelo	0 km	Año 1 2020	Año 2 2019	Año 3 2018	Año 4	Año 5	Total
1.6 S Ce	\$ 2.657.000	\$ 2.157.200	\$ 2.025.600	\$ 1.883.800	\$ 1.751.927	\$ 1.629.285	
		18,81%	6,10%	7,00%	7,00%	7,00%	38,68%
1.5 d Ci	\$ 2.857.000	\$ 2.319.800	\$ 2.178.300	\$ 2.025.800	\$ 1.883.976	\$ 1.752.082	
		18,80%	6,10%	7,00%	7,00%	7,00%	38,67%
ZE	\$ 5.357.500	\$ 4.195.100	\$ 3.836.800	\$ 3.418.200	\$ 3.045.270	\$ 2.713.027	
		21,70%	8,54%	10,91%	10,91%	10,91%	49,36%

Fuente: <https://www.acara.org.ar/guia-oficial-de-precios.php?tipo=AUTOS> (Diciembre 2021).

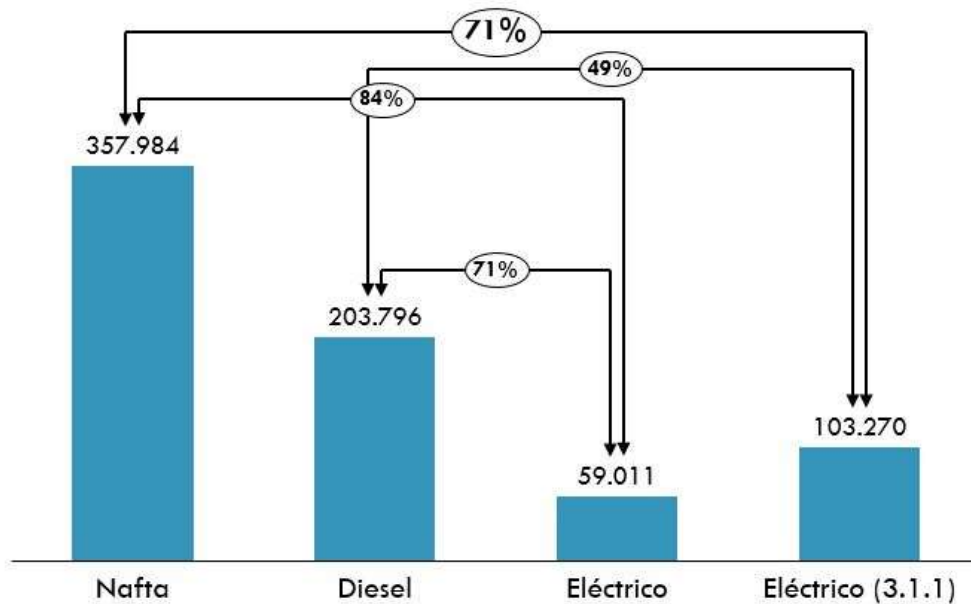
Nota: valores 0km, año 1, 2 y 3 corresponde a la información obtenida de la fuente. Para el año 4 y 5 se estimó una pérdida de valor igual a la del año 3, dado que no hay valores disponibles para estos modelos con 4 o 5 años de antigüedad.

TABLA 8 - DEPRECIACIÓN KANGOO 5 AÑOS

	Kangoo Express SCe 1,6 16V	Kangoo Express SCe 1.5 16V	Kangoo ZE 5AQ604
Adquisición	\$ 2.657.000	\$ 2.857.000	\$ 5.357.500
Costos asociados	\$ 58.570	\$ 61.570	\$ 362.983
Energía o combustible	\$ 1.789.920	\$ 1.018.980	\$ 295.057
Mantenimiento	\$ 513.342	\$ 898.375	\$ 176.083
Patente y seguro	\$ 813.455	\$ 869.635	\$ 956.760
TCO	\$ 5.832.287	\$ 5.705.560	\$ 7.148.383
Valor Residual	-\$ 1.629.285	-\$ 1.752.082	-\$ 2.713.027
TCO'	\$ 4.203.002	\$ 3.953.478	\$ 4.435.357

TABLA 9 - RESUMEN TCO

COSTO ANUAL DE COMBUSTIBLE O ENERGÍA 40.000 KM/AÑO



Fuente: www.renault.com.ar; <https://surtidores.com.ar/precios/>;
https://www.argentina.gob.ar/enre/cuadros_tarifarios (Diciembre 2021), valores en ARS.
Nota: costo anual de combustible en base a los consumos informados por el fabricante para un kilometraje anual de 40.000 km. 3.1.1 escenario con una reducción del 30% en la tarifa eléctrica.

ILUSTRACIÓN 36 - COSTO DE ENERGÍA O COMBUSTIBLE, REDUCCIÓN DE LOS SUBSIDIOS A 30%

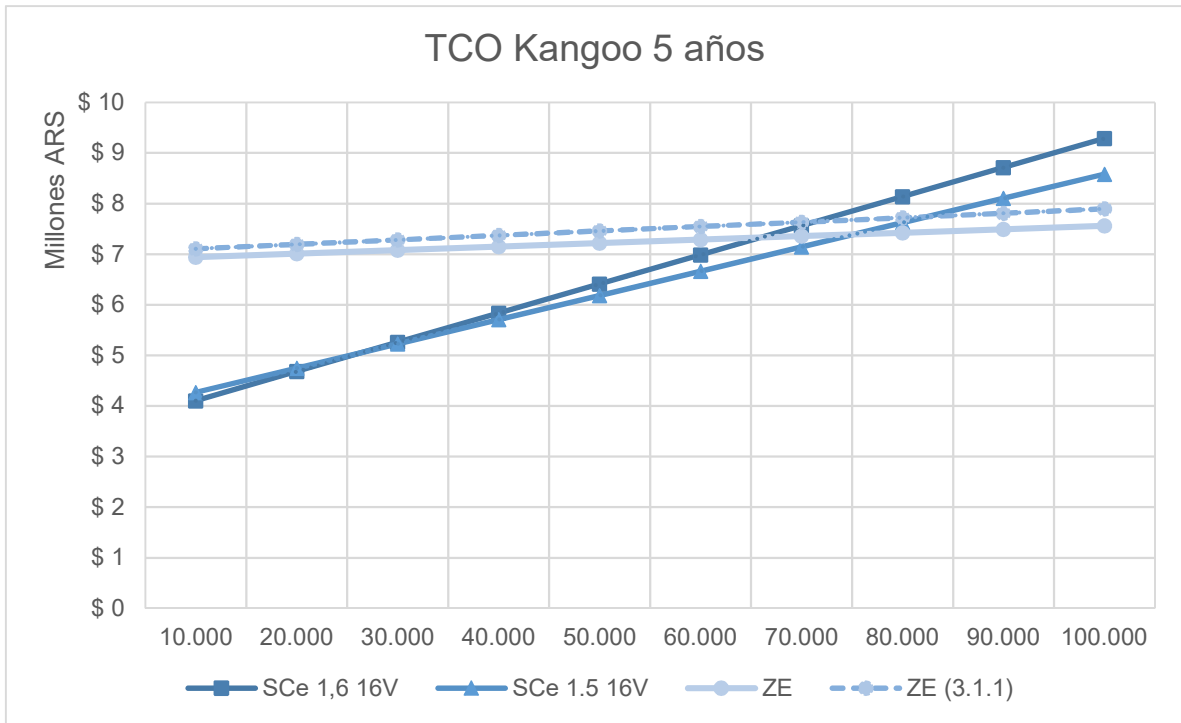
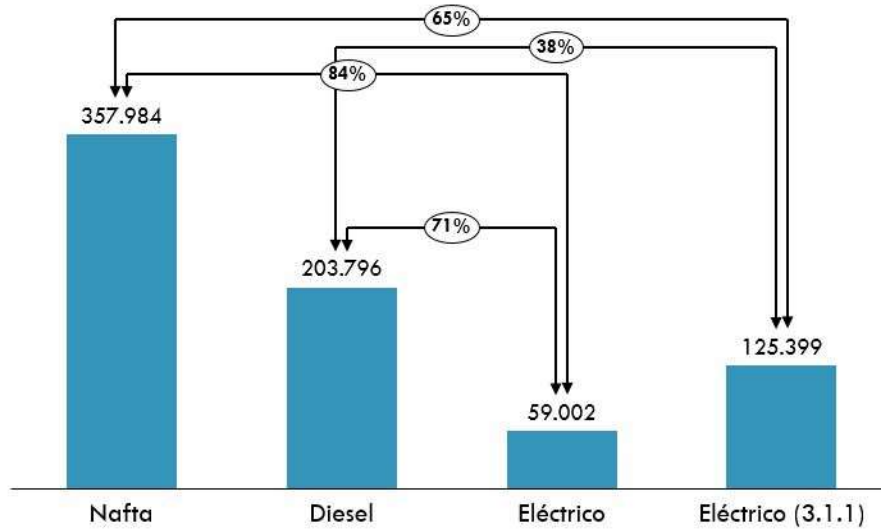


ILUSTRACIÓN 37 - TCO 5 AÑOS PDE CON REDUCCIÓN DEL 30% EN SUBSIDIO

COSTO ANUAL DE COMBUSTIBLE O ENERGÍA 40.000 KM/AÑO



Fuente: www.renault.com.ar; <https://surtidores.com.ar/precios/>;
https://www.argentina.gob.ar/enre/cuadros_tarifarios (Diciembre 2021), valores en ARS.
 Nota: costo anual de combustible en base a los consumos informados por el fabricante para un kilometraje anual de 40.000 km. 3.1.2 escenario con una reducción del 45% en la tarifa eléctrica.

ILUSTRACIÓN 38 - COSTO DE ENERGÍA O COMBUSTIBLE, REDUCCIÓN DEL 45% EN SUBSIDIO

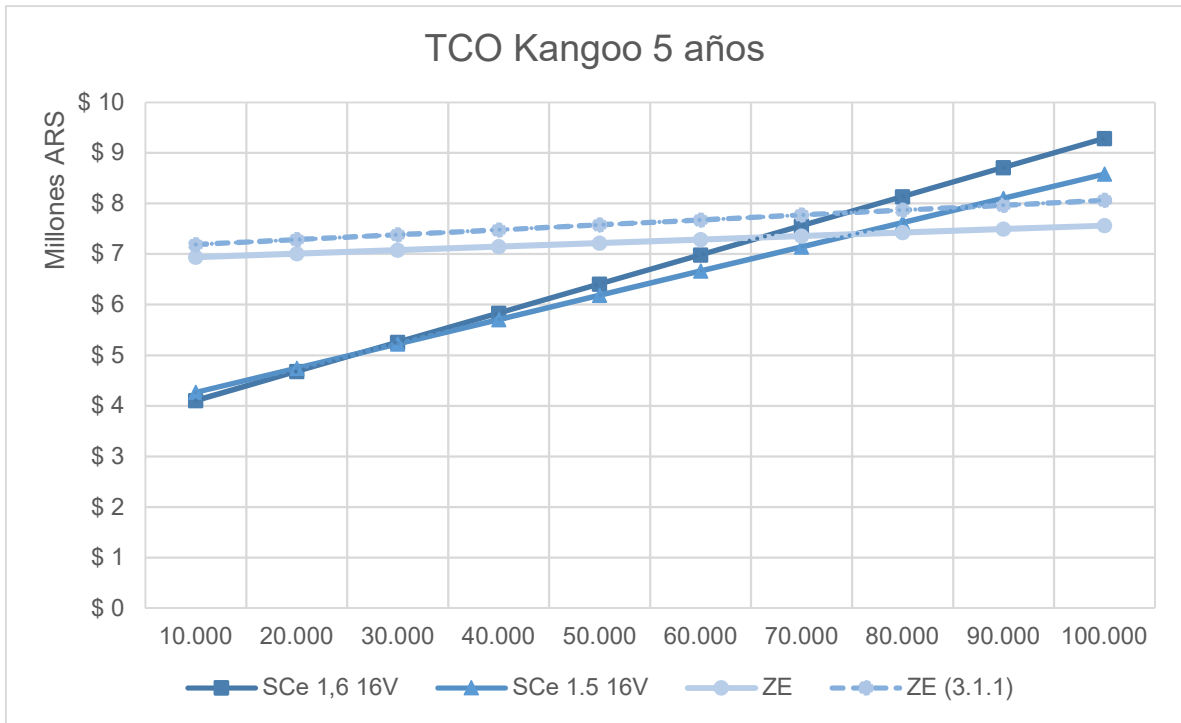


ILUSTRACIÓN 39 - TCO 5 AÑOS PDE CON REDUCCIÓN DEL 45% EN SUBSIDIO

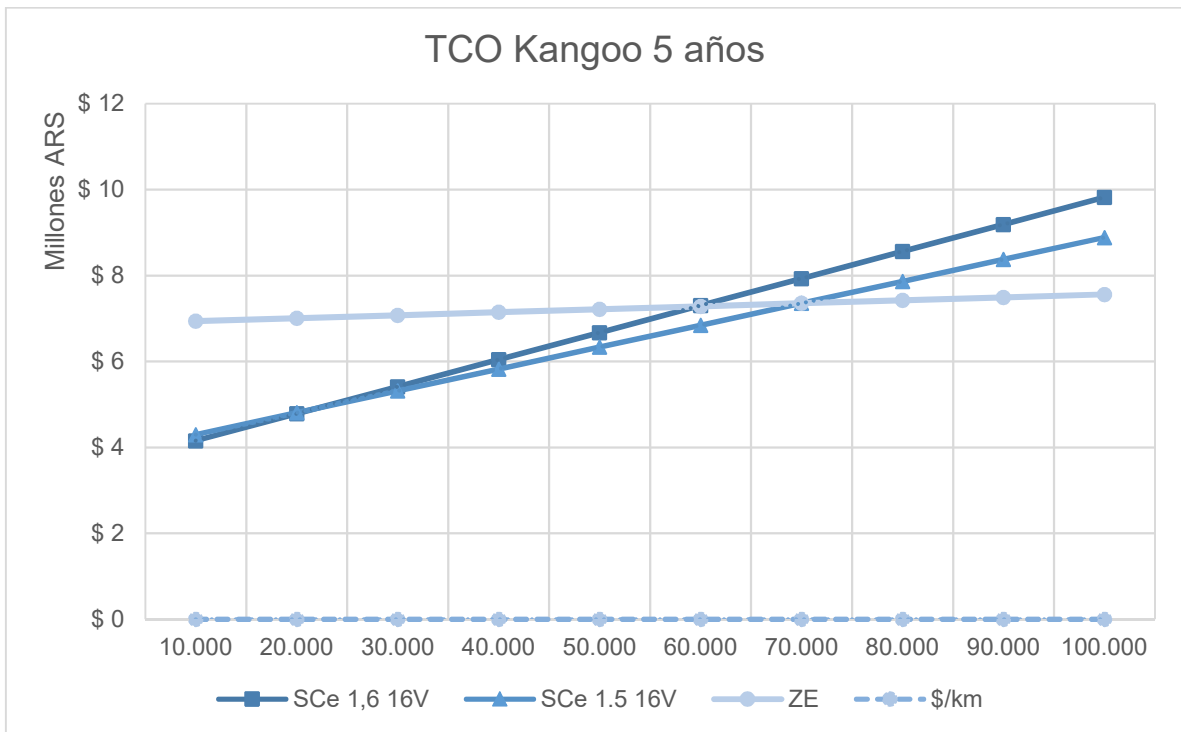


ILUSTRACIÓN 40 - TCO 5 AÑOS PDE CON AUMENTO DE COMBUSTIBLES DEL 12%

		Actual	-25%	-40%
Precio exWork		3.357.747	3.181.466	3.014.439
Flete Internacional		107.000	107.000	107.000
PDI		21.400	21.400	21.400
Subtotal		3.486.147	3.309.866	3.142.839
Gastos de Introducción	5%	174.307	165.493	157.142
Subtotal		3.660.455	3.475.359	3.299.981
Margen Renault Argentina	8%	292.836	278.029	263.998
Subtotal		3.953.291	3.753.388	3.563.979
Margen Dealer	12%	474.395	450.407	427.677
Subtotal		4.427.686	4.203.794	3.991.656
IVA		929.814	882.797	838.248
Precio de Venta al Público		5.357.500	5.086.591	4.829.904

Valores en ARS (Diciembre 2021). Tipo de cambio: 107 ARS = 1 USD.
 Columna -25% y -40% indican los escenarios para los cuales el costo de las baterías se reduce en ese porcentaje.

TABLA 10 - APERTURA DE COSTOS BEV

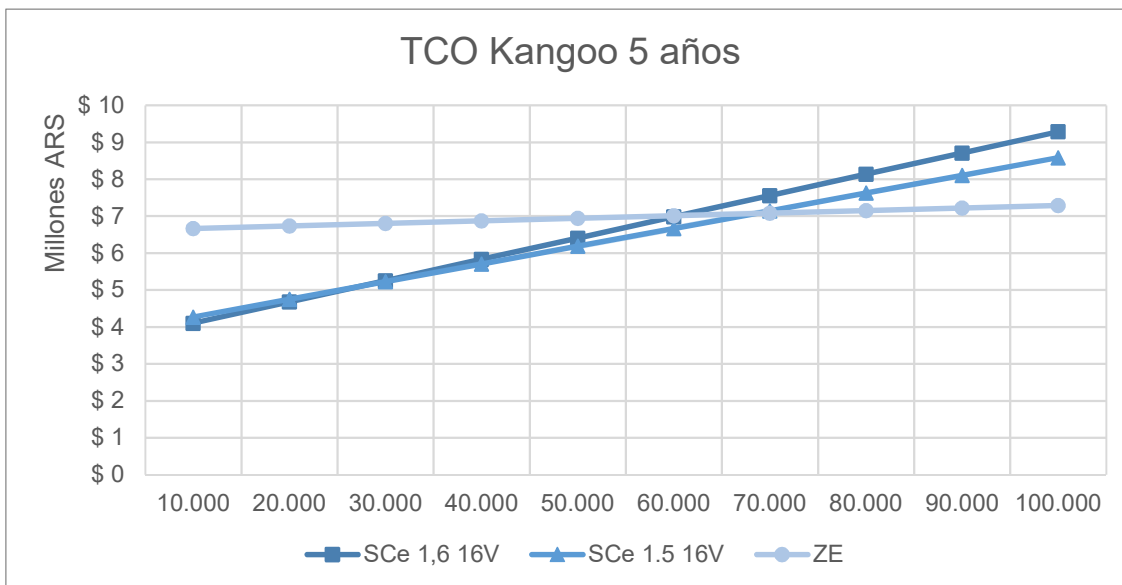


ILUSTRACIÓN 41 - PDE TCO 5 AÑOS REDUCCIÓN DEL COSTO DE LAS BATERÍAS DEL 25%

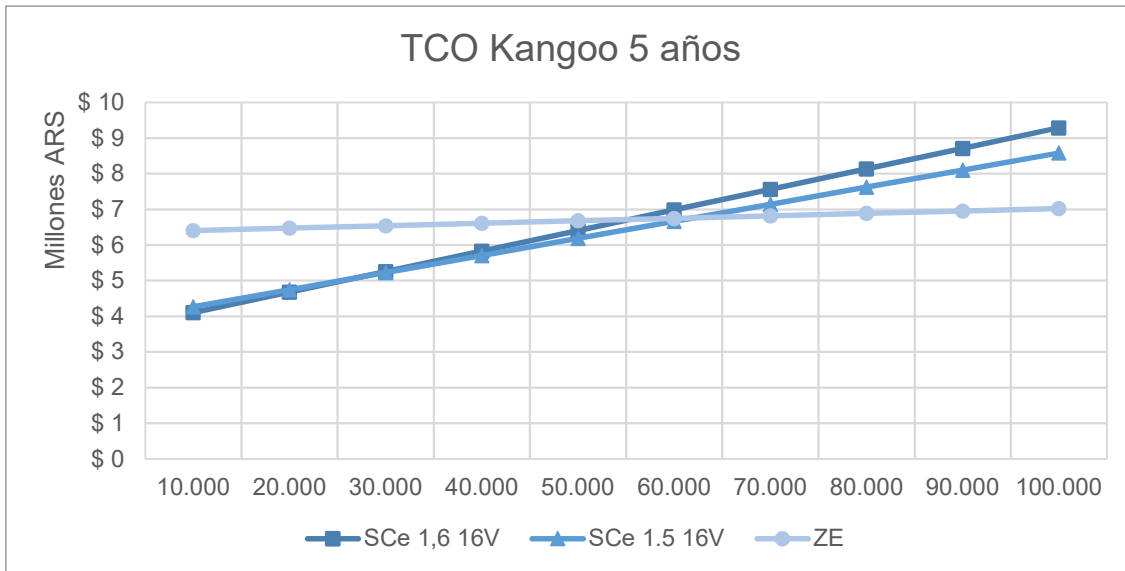


ILUSTRACIÓN 42 - PDE TCO 5 AÑOS REDUCCIÓN DEL COSTO DE LAS BATERÍAS DEL 40%

	Escenario	TCO			PDE Nafta	PDE Diesel
		Nafta	Diesel	Eléctrico		
	Base	\$ 5.832.287	\$ 5.705.560	\$ 7.148.383	66.000	75.000
3.1.1	Reducción de los subsidios electricidad a 30%	\$ 5.832.287	\$ 5.705.560	\$ 7.369.676	71.500	82.500
3.1.2	Reducción de los subsidios electricidad a 15%	\$ 5.832.287	\$ 5.705.560	\$ 7.480.323	74.500	86.500
3.2	Aumento del combustible de 12%	\$ 6.047.077	\$ 5.827.838	\$ 7.148.383	59.500	70.000
3.3.1	Reducción del precio de las baterías del 25%	\$ 5.832.287	\$ 5.705.560	\$ 6.872.056	61.000	69.500
3.3.2	Reducción del precio de las baterías del 40%	\$ 5.832.287	\$ 5.705.560	\$ 6.610.236	53.000	55.500

TABLA 11 - RESUMEN DE ESCENARIOS DEL CAPÍTULO 3