

ANÁLISIS DE TECNOLOGÍA, INDUSTRIA, Y  
MERCADO PARA **VEHÍCULOS ELÉCTRICOS**  
EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

División de Transporte

NOTA TÉCNICA No  
**IDB-TN-1628**

**Autores**

Lorena Isla  
Martín Singla  
Manuel Rodríguez Porcel  
Isabel Granada

**Editores**

Jana Boltvinik  
Daniel Pérez  
Juan Roberto Paredes  
Carlos Mojica  
Andrés Cardona

**Marzo 2019**

ANÁLISIS DE TECNOLOGÍA, INDUSTRIA, Y  
MERCADO PARA **VEHÍCULOS ELÉCTRICOS**  
EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

**Autores**

Lorena Isla  
Martín Singla  
Manuel Rodríguez Porcel  
Isabel Granada

**Editores**

Jana Boltvinik  
Daniel Pérez  
Juan Roberto Paredes  
Carlos Mojica  
Andrés Cardona

## Catalogación en la fuente proporcionada por la Biblioteca Felipe Herrera del Banco Interamericano de Desarrollo

Análisis de tecnología, industria, y mercado para vehículos eléctricos en América Latina y el Caribe / Lorena Isla, Martín Singla, Manuel Rodríguez Porcel, Isabel Granada; editores, Jana Boltvinik, Daniel Pérez, Juan Roberto Paredes, Carlos Mojica, Andrés Cardona.

p. cm. — (Nota técnica del BID; 1628)

Incluye referencias bibliográficas.

1. Electric vehicles-Latin America. 2. Electric vehicles-Caribbean Area. I. Isla, Lorena. II. Singla, Martín. III. Rodríguez Porcel, Manuel. IV. Granada, Isabel. V. Boltvinik, Jana, editora. VI. Pérez, Daniel, editor. VII. Paredes, Juan Roberto, editor. VIII. Mojica, Carlos, editor. IX. Cardona, Andrés, editor. X. Banco Interamericano de Desarrollo. División de Transporte. XI. Serie. IDB-TN-1628

Códigos JEL: L910, M210, O330, R480

Palabras clave: vehículos eléctricos, eletromovilidad, transporte público, transporte urbano, sistemas inteligentes de transporte.

Diseño y diagramación: **Agustín Martínez Monterrubio**

Edición de estilo: **Bruno Aceves**

Agradecimientos: **Javier Garduño**

Contactos:

**Manuel Rodríguez Porcel** (marodriguez@iadb.org);

**Lorena Isla** (Lorena.Isla@frost.com)

<http://www.iadb.org>

Copyright © 2019 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no-comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas.

Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



ANÁLISIS DE TECNOLOGÍA, INDUSTRIA, Y  
MERCADO PARA **VEHÍCULOS ELÉCTRICOS**  
EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE



BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO MARZO 2019



ANÁLISIS DE TECNOLOGÍA, INDUSTRIA, Y  
MERCADO PARA **VEHÍCULOS ELÉCTRICOS**  
EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE







Recientemente, el Panel Intergubernamental de Cambio Climático publicó un reporte que dice que para el 2030 el calentamiento global alcanzará los 1.5°C. A este ritmo, no se estaría cumpliendo la meta del Acuerdo de París que había fijado un máximo de 2.0°C para el año 2100. Esto es una inminente llamada de atención para que los países disminuyan sus emisiones de carbono lo antes posible.

En América Latina y el Caribe (ALC), el transporte representa más del 20% de las emisiones de CO<sub>2</sub> totales. Es por esto que el sector de transporte es un elemento clave dentro de los compromisos de la región para combatir el cambio climático. Además de las emisiones de carbono, los países están comenzando a actuar frente a otros contaminantes provocados por motores de combustión interna que representan un peligro a la salud pública.

En este contexto, la movilidad eléctrica es una dirección a la que los países de la región están apuntando y que más allá del impacto en la disminución de emisiones, presenta el desafío de replantear el uso de la matriz energética. Para la mayoría de nuestros países, la energía renovable es un actor importante no solo en términos de capacidad instalada, sino que también en energía total generada. Los factores por emisiones residenciales de la región son más de 30% menos que EE. UU. y más de 15% menos que algunos países europeos. Adicionalmente, estamos viendo una transformación disruptiva en el sector de energía, donde las energías renovables no tradicionales y solares están tomando parte de las matrices de generación energética.

Los vehículos eléctricos son una clara evidencia de lo rápido que están avanzando las tecnologías en electromovilidad. Un ejemplo de esto es la disminu-



ción de los precios de las baterías, que en 2017 el costo por kWh era de hasta US\$300, y se espera que para 2025 ronde los US\$100. La disminución de precios y aumento de autonomía implica que los vehículos eléctricos se volverán competitivos antes de lo esperado. Otro factor determinante en el mercado de los vehículos eléctricos es la infraestructura de carga, la que se espera que para el 2025 disminuya en un 40% sus costos, facilitando su implementación y masificación. Además, las reducciones de los costos operacionales parecen compensar las diferencias iniciales de precio entre los automóviles eléctricos y los de combustión interna.

El sector de transporte espera una transición tecnológica importante con la llegada de la electromovilidad. Su implementación de forma exitosa depende en gran parte de comprender el mercado automotriz y sus proyecciones. Este análisis tiene algunos pilares comunes para la región, pero en ciertos aspectos será necesario estudiar caso a caso para lograr adaptaciones específicas para cada país. Los resultados aquí presentados son una proyección de la introducción de vehículos eléctricos, pero más importante que las cifras es el mensaje de estar preparados a la adopción tecnológica, y, con el trabajo conjunto entre sector público, privado, academia y centros de investigación, innovación y desarrollo, maximizar los beneficios de la movilidad eléctrica para el desarrollo de ALC.

## Agustín Aguerre

Gerente de Infraestructura

BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO





# CONTENIDO

- 1 Introducción
- 2 Análisis de producto
- 3 Nuevas soluciones de movilidad eléctrica
- 4 Análisis del mercado de vehículos eléctricos en América Latina y el Caribe
  - 4.1 Acciones a favor de la movilidad eléctrica en América Latina y el Caribe
  - 4.2 Análisis por país
- 5 Principales conclusiones del potencial del mercado de vehículos eléctricos en América Latina y el Caribe
- 6 Fuentes de información utilizadas

## Índice de tablas

### **Tabla 2.1**

Comparación de las características principales de los vehículos eléctricos, Global

### **Tabla 2.2**

Estimación de precios de componentes eléctricos y porcentaje de costo del *epowertrain* sobre precio sugerido de venta en modelos BEV selectos, Global

### **Tabla 2.3**

Costo de la infraestructura de carga, Norteamérica

**Tabla 4.1.1:** Resumen de normativas e incentivos por país, América Latina y el Caribe

## Índice de gráficas

### **Gráfica 2.1**

Proyección de mercado mundial de vehículos según tipo de tecnología, Global, 2017-2025

### **Gráfica 2.2**

Mayores compañías en ventas de BEV y PHEV por país/región

### **Gráfica 2.3**

Evolución del precio de las baterías, Global

## Índice de figuras

### **Figura 2.1**

Distribución de adopción de tecnologías alternativas de movilidad por país/región

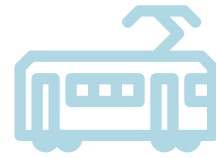
### **Figura 2.2**

Oferta actual y lanzamientos esperados de vehículos eléctricos (BEV), según rangos de autonomía, Global

### **Figura 3.1**

Ejemplos de bicicletas eléctricas, Global





## INTRODUCCIÓN



ecientemente el tema de la movilidad eléctrica ha ocupado un papel relevante en las agendas de la mayor parte de los países y empresas automotrices. Por un lado, los gobiernos se están enfrentando a índices mayores de contaminación en diversas ciudades y sobre todo megaciudades del orbe, y por el otro se hace urgente su contribución en la lucha contra el cambio climático, que cada vez se avista más claro y con mayores consecuencias para la humanidad. En su lucha por disminuir los niveles de contaminación a la atmósfera, los gobiernos han dado lugar a regulaciones cada vez más estrictas respecto a las emisiones contaminantes sobre todo de fuentes móviles, y en algunos casos también desalientan el uso del automóvil particular como medio de transporte. Es por esto que las empresas automotrices han tenido que enfocar buena parte de sus recientes esfuerzos en producir vehículos más eficientes en términos de emisión de contaminantes en su uso, teniendo como consecuencia el resurgimiento del tema del vehículo eléctrico a inicios del siglo XXI. Por otro lado, las empresas automotrices tradicionales se están enfrentando a una competencia antes inexistente de empresas dedicadas a producir autos 100% eléctricos con un alto nivel de tecnología que resultan muy atractivos para los consumidores (caso Tesla).

Esta discusión ha tomado una fuerte relevancia en países desarrollados como Estados Unidos, Reino Unido, Alemania y Francia entre otros, y en países con niveles sumamente altos de contaminación, como el caso de China. ALC no ha sido la excepción: diversos países están tomando el tema de

la movilidad eléctrica con alta prioridad, sea por sus compromisos en la lucha contra el cambio climático, sea por sus altos niveles de contaminación. A partir de 2010, varios países de la región comenzaron a observar indicios de adopción de vehículos eléctricos, ya sea promovidos por gobiernos y regulaciones o por acciones directas de empresas automotrices como Nissan o BMW que comenzaron a comercializar vehículos eléctricos, o el caso de Toyota con autos híbridos. A lo largo de esta década diversas acciones y avances se han dado en el tema de la electromovilidad en países como Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, México, Paraguay y Uruguay, con una evolución más rápida en unos países que en otros, pero en todos son visibles las gestiones para lograr una mayor adopción en la utilización de vehículos eléctricos en el corto y mediano plazo. En la mayor parte de los países —o al menos en las grandes urbes—, estas acciones van de la mano con la promoción de alternativas distintas al uso del automóvil que alivien problemas no solo de contaminación, sino también de congestión y mejor calidad de vida de sus habitantes. Sin embargo, al igual que en otras regiones del mundo, se reconoce que la eliminación total del automóvil particular es una tarea prácticamente imposible, por lo que la mejor alternativa al menos en el corto plazo es que se haga una sustitución de los automóviles existentes hacia aquellas opciones de bajas emisiones en su uso, como son los vehículos híbridos y los eléctricos.



Contaminación ambiental de la Ciudad de México.



## **El objetivo del presente estudio es analizar la evolución que han tenido las distintas tecnologías en cuanto a vehículos eléctricos para pasajeros (EV por su nomenclatura en inglés), baterías y cargadores existentes en el mercado (Capítulo 2)**

Como se mencionó anteriormente, algunas empresas y gobiernos están apoyando el uso de vehículos alternativos al automóvil que pueden ser utilizados para transportar más pasajeros o vehículos eléctricos unipersonales que se utilizan para los traslados de última milla, por lo que continuamente se están desarrollando nuevas soluciones de movilidad, la mayoría impulsadas por motores eléctricos. Una breve descripción y algunos ejemplos de estas nuevas alternativas de movilidad eléctrica se presentan en el Capítulo 3. El Capítulo 4 presenta un análisis detallado de la evolución de las políticas y el desarrollo de los principales mercados de vehículos eléctricos en ALC, considerando las distintas acciones tanto por parte del sector público (sobre todo a partir de legislación promotora de incentivos tanto financieros como no financieros, así como respecto a programas específicos de promoción de electromovilidad) y por parte de empresas privadas que están penetrando el mercado (ya sea con oferta de autos híbridos, híbridos enchufables o eléctricos, o a través de la instalación de infraestructura para promover el uso de este tipo de vehículos). En este apartado, se analiza cada uno de los países por separado y se presenta una estimación de crecimiento del mercado de vehículos eléctricos hacia 2025. Finalmente, el Capítulo 5 presenta conclusiones sobre la evolución en la adopción de vehículos eléctricos en ALC resaltando algunos aprendizajes de estos países que pueden servir como marco de referencia para aquellos países que se quieran sumar al esfuerzo de promoción de la movilidad eléctrica en el largo plazo.





## ANÁLISIS DE PRODUCTO

Un análisis de la movilidad eléctrica, y en específico de los vehículos eléctricos, requiere tomar en cuenta las particularidades de cada una de las tecnologías; los avances en la autonomía de los vehículos, y la infraestructura de carga de los centros urbanos; los diferentes tipos de baterías; la evolución de precios; la capacidad de los países de producción o necesidades de importación; las políticas de estímulos por parte de los gobiernos para la adopción de estas tecnologías; y las limitantes de las regulaciones medioambientales.

El interés por la electromovilidad surge a finales del siglo XX motivado principalmente por el impacto de los vehículos tradicionales con motor de combustión interna (ICE por sus siglas en inglés) sobre el medio ambiente, por la pronosticada escasez de reservas de combustibles fósiles y por las nuevas regulaciones —progresivas— en pos de la reducción de emisiones. Atestiguamos una acelerada diversificación de desarrollos tecnológicos y una redefinición del ecosistema de empresas que movilizan este mercado, en particular aquellas relacionadas con la investigación y desarrollo (R&D por sus siglas en inglés) de baterías de iones de litio de alto rendimiento que habilitaron el desarrollo de los vehículos eléctricos y de otras soluciones de electromovilidad, como las bicicletas eléctricas o *scooters*.

Actualmente, al hablar de vehículos eléctricos estamos haciendo referencia a un espectro amplio de ingenierías y diseños que contrastan con



los vehículos de motor de combustión interna (ICE) y con su elevado impacto medioambiental tanto por sus emisiones (óxidos de nitrógeno y azufre, material particulado y otros contaminantes que se quedan en la atmósfera) como por la contaminación sonora propia de la combustión interna.

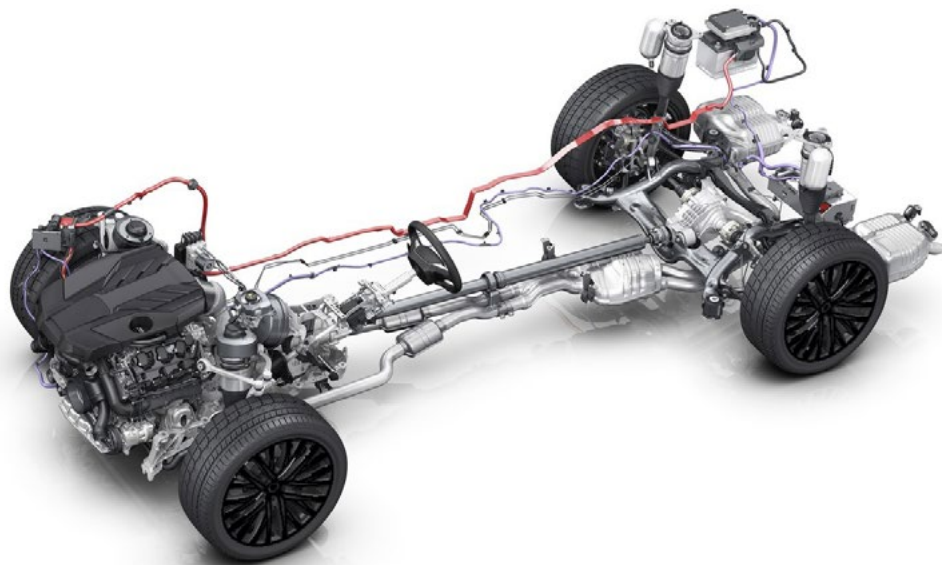


**El componente esencial de los vehículos eléctricos e híbridos son las distintas variedades de baterías recargables (de ácido de plomo, hidróxido de níquel o iones de litio) donde se almacena la energía que propulsa el vehículo.**

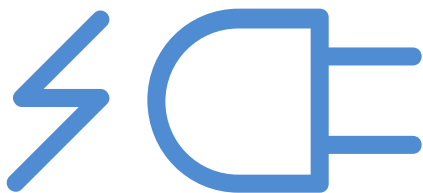
La gama de vehículos eléctricos se puede dividir en híbridos ligeros o *mid-hybrids* (MHEV por sus siglas en inglés), los híbridos o *full-hybrids* (HEV o FHEV por sus siglas en inglés), los vehículos 100% eléctricos de batería (BEV por sus siglas en inglés) y los híbridos “enchufables” o *plug-in* (PHEV por sus siglas en inglés). Por último, de manera más reciente se han desarrollado los motores eléctricos alimentados por celdas de combustible de hidrógeno (FCEV por sus siglas en inglés).

Los llamados vehículos híbridos ligeros o *mild-hybrids* (MHEV por sus siglas en inglés), proveen una asistencia de torque al motor de combustión que le permite reducir la energía que absorbe. El sistema eléctrico evita que el alternador trabaje siempre y reduce así la energía que absorbe el motor. Este sistema, además, no necesita conectarse a la red eléctrica para alimentarse ya que recarga su batería con la energía de movimiento del vehículo. Ante las progresivas y cada vez más exigentes regulaciones en materia de eficiencia energética y economía de transporte que se aplican principalmente en Europa, la incorporación de elementos de hibridación ligera en todos los modelos ICE resulta una tendencia en el complejo industrial automotriz. Por medio de estas incorporaciones técnicas, muchos modelos han de pasar las pruebas restrictivas de eficiencia, logrando ser homologados para su comercialización.

En el caso de los vehículos híbridos o *full-hybrids* (HEV o FHEV por sus siglas en inglés), la batería alimenta el movimiento del vehículo a bajas velocidades sobre distancias cortas. El motor eléctrico toma la energía directamente de la batería, que se trasmite en energía motriz, siendo ínfima la pérdida de energía menor. Al aumentar su velocidad y recorrer distancias más largas, el híbrido alterna la propulsión eléctrica con la generada por un motor de combustión interna utilizando energía almacenada de forma química en un tanque. Además, el proceso de aceleración y frenado se transforma en energía que sirve para cargar la batería del vehículo (freno regenerativo).



Los vehículos BEV (por sus siglas en inglés) presentan baterías mucho más grandes y de tecnología superior que permiten, con el mismo principio de los híbridos, alimentar el o los motores eléctricos del vehículo a altas velocidades y con una autonomía de distancia que puede llegar a ser superior a los 500 km. El gran desafío en el desarrollo de estos vehículos es la fabricación masiva de baterías recargables con alto nivel de rango y autonomía. Su ventaja comparativa con los vehículos ICE es su torque instantáneo y altísima eficiencia en transmisión de energía de la batería a la rueda (alrededor del 90%), sin contar que al no haber proceso de combustión, las emisiones e impacto sonoro de su funcionamiento son prácticamente nulos. Como son vehículos diseñados para uso urbano en su mayoría, las nuevas tecnologías de baterías de iones de litio han permitido superar la “ansiedad de carga” o miedo de quedarse sin batería a medio camino (que impedía la masificación de este mercado), como también se ha dejado de prestar atención a su velocidad máxima, comparable ya con la alcanzada por los motores de combustión interna.



Además, la instalación de extensas redes de infraestructura pública de carga rápida en puntos clave de las ciudades también ha ayudado al público consumidor a superar estos miedos de ansiedad de rango. Podemos mencionar como casos exitosos en estas primeras etapas de masificación de la movilidad eléctrica, las redes de infraestructura de carga rápida existentes en ciudades clave de EE. UU. (por ejemplo en el estado de California), Reino Unido, Alemania y Noruega, así como el reciente despliegue masivo de infraestructura de carga rápida (DC) en Japón, siendo la mayor red DC al momento. La recarga de la batería se efectúa por una fuente eléctrica externa, a través de un dispositivo de carga conectado a la corriente directa.

Los aspectos más llamativos de este tipo de vehículo con sistema de propulsión 100% eléctrico, más allá del confort de su conducción y su superioridad técnico-ecológica, es que su funcionamiento no implica ni ruido ni ningún tipo de emisión contaminante o de gases de efecto invernadero.

Sin embargo, el debate surge en torno a las emisiones que se generan durante el proceso de fabricación de los vehículos eléctricos y, sobre todo, de las baterías. Esto está altamente relacionado con el porcentaje de energías renovables en la matriz energética de los países que producen los autos y las baterías.

Los vehículos híbridos “enchufables” o *plug-in* o (PHEV por sus siglas en inglés) son híbridos convencionales que incorporan a su vez esta tecnología de alimentación externa de la batería propia de los BEV, según distintos tipos de ingenierías.

Por último, de manera más reciente se han desarrollado los FCEV. El vehículo posee un tanque donde se almacena hidrógeno comprimido, el cual se utiliza junto con el oxígeno del aire en un proceso de oxidación y liberación de la corriente eléctrica que alimenta el motor. Las emisiones de este tipo de vehículos son nulas (al menos durante su operación), con excepción de vapor de agua. Si bien casi todas las grandes compañías del sector automotor han ensayado modelos de pila de combustible, esta tecnología aún no se ha masificado y es probable que tarde varios años más en alcanzar un grado de penetración significativa, debido sobre todo a la falta de una infraestructura de recarga de hidrógeno para vehículos de pasajeros. Los principales mercados, por reducidos que sean de FCEV, son Japón y el estado de California, en Estados Unidos.

La Tabla 2.1 compara las características principales de los distintos tipos de tecnología disponible para vehículos eléctricos.

Anualmente los indicadores de desempeño de los vehículos híbridos y eléctricos que se incorporan al mercado van actualizando los pronósticos de cómo evolucionará este en el futuro. Esto se debe a que cada nueva tecnología supone un nuevo conjunto de posibilidades y oportunidades.

Desde el lanzamiento de los primeros vehículos híbridos al mercado, hace ya casi dos décadas, hasta el reciente lanzamiento de los vehículos de celda de combustible de hidrógeno, la investigación, desarrollo y diseño de tecnologías de movilidad alternativas a los motores de combustión interna ha crecido significativamente.

En 2017, ya se ofrecían en los distintos países del mundo un total de 56 modelos PHEV y 109 BEV, de aproximadamente 20 de las principales marcas a nivel global (Toyota Group, Honda, Renault-Nissan, Volkswagen Group, PSA, BMW, Daimler, FCA, GM, Ford, Tata Motors, Geely, Hyundai-Kia, BYD, JAC, BAIC, y Chery, entre otras). Estos dos segmentos de tecnología registraron a escala global más de 1.42 millones de ventas sólo en ese año y se estima que el parque vehicular estrictamente eléctrico a principios de 2018 supere 3.28 millones de unidades de acuerdo con Frost & Sullivan. Por otro

**TABLA 2.1**

**COMPARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS, GLOBAL, 2018**

	<b>MHEV</b>	<b>HEV</b>	<b>PHEV</b>	<b>BEV</b>
<i>Start/Stop</i>	S	S	S	S
Freno regenerativo	S	S	S	S
Asistencia de potencia	S	S	S	S
Manejo 100% eléctrico	N	S	S	S
Motor eléctrico	10 kW a 15 kW	Más de 20 kW	Más de 50kW	Más de 50kW
Batería	6-6.5 Ah, <1 kWh, 144-volt, NiMH/Li-ion	6-6.5 Ah, >1 kWh, 330-volt, NiMH/Li-ion	4-16kWh, Li-ion	10-100kWh, Li-ion
Voltaje de operación	12 V/144 V	12 V/500V	12V/500+V	12V/500+V
Rango de manejo máximo	Gasolina: ~600 km Eléctrico: 0 km	Gasolina: ~600 km Eléctrico: 0 km	Gasolina: ~600 km Eléctrico: 16-96 km	Eléctrico: 536+ km
Costo adicional de motor y transmisión	US\$500-1,500	US\$1,200-3,000	10-15% costo del vehículo	20-30% costo del vehículo
Reducción de emisiones en la operación del vehículo	5-20%	~30%	Hasta 80% (dependiendo del ciclo de manejo)	100% (sin emisiones del motor)
Ganancia de eficiencia de combustible	10% a 20%	20 a 30%	Más de 50%	Sin combustible

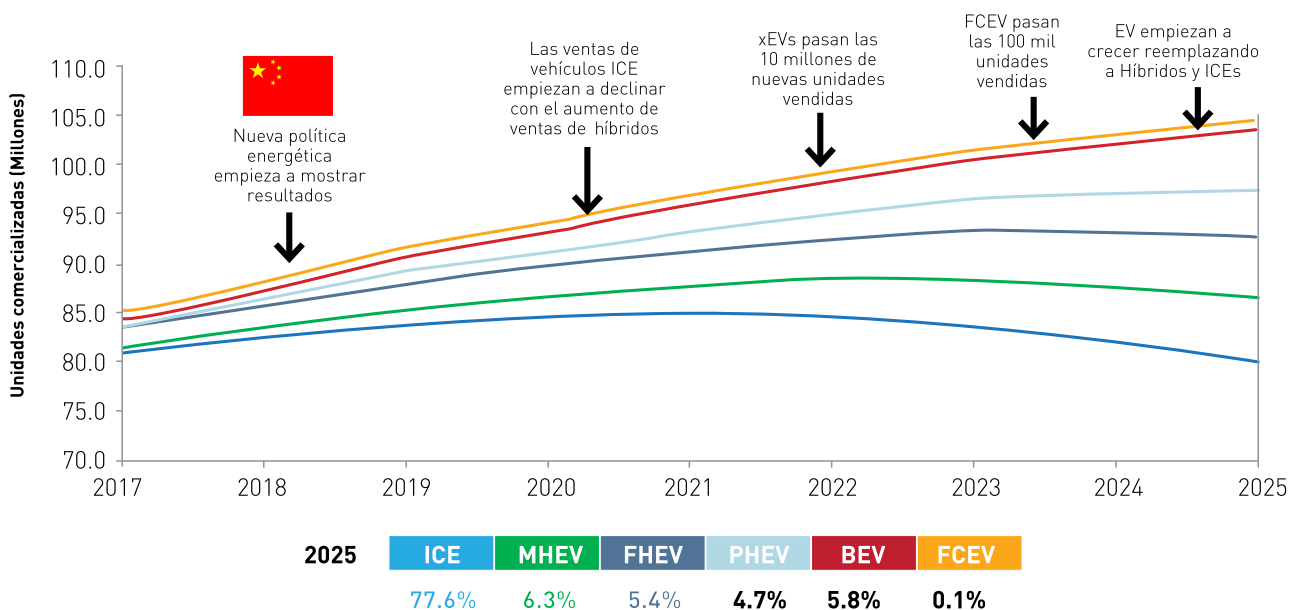
*Fuente: Frost & Sullivan con base en hojas de especificación de vehículos tomadas de las páginas de los fabricantes de autos.*

lado, hoy ya se cuenta con una oferta de cientos de modelos híbridos e híbridos ligeros. Se ha mencionado que la tendencia en muchas de las grandes compañías automotrices es a incorporar elementos de hibridación ligera en sus modelos ICE, o inclusive el lanzamiento de versiones de sus modelos tradicionales, pero con motorización totalmente híbrida.

Dado que en los últimos dos años los principales fabricantes automotrices, como BMW, Volvo, Grupo VW, General Motors, Renault-Nissan, y Toyota entre otros han anunciado planes estratégicos de conversión de su cartera de productos a eléctricos, la oferta, producción, tamaño de mercado y parque vehicular eléctrico crecerán exponencialmente hacia el año 2025. Ciertamente la tecnología eléctrica (PHEV y BEV) es a la que se está apostando con más intensidad desde los distintos fabricantes automotrices.

En suma, se trata de un escenario crecientemente competitivo y de oferta diversa que avizora la sustitución paulatina del mercado de vehículos con motor de combustión interna, tal como se representa en la **Gráfica 2.1**.

## GRÁFICA 2.1 PROYECCIÓN DE MERCADO MUNDIAL DE VEHÍCULOS SEGÚN TIPO DE TECNOLOGÍA, GLOBAL, 2017-2025

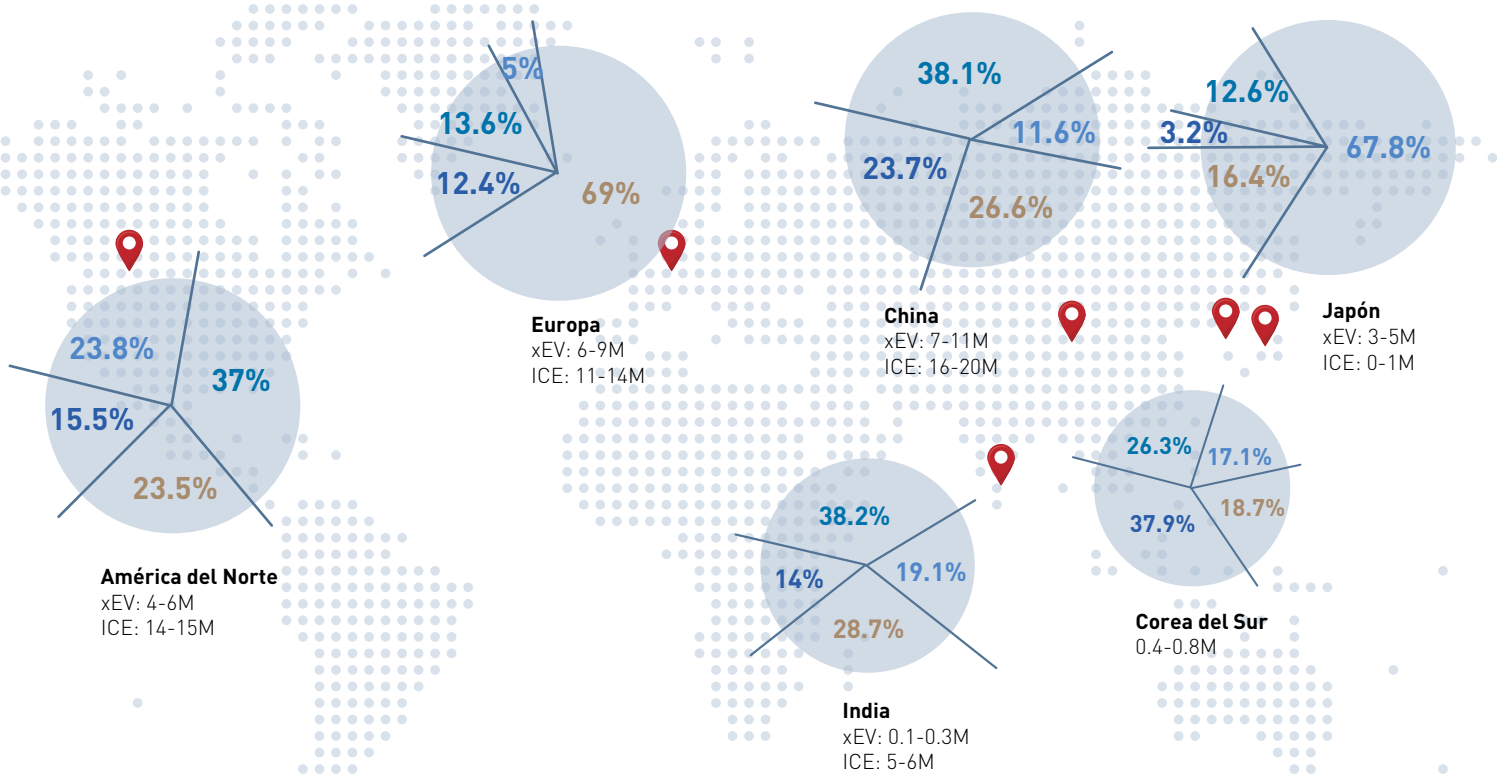


Fuente: Frost & Sullivan, Global Electric Vehicle Market Outlook 2018, 2018.

Por supuesto, estos números solo representan un agregado mundial de mercados que se manifiestan a nivel de cada país/región en modalidades heterogéneas.

Como se observa en la **Figura 2.1**, cada país/región se destaca por adoptar preferentemente algún tipo de tecnología. Los motivos son distintos en cada caso. El temprano ingreso de Japón y EE. UU. en el mercado de vehículos totalmente híbridos, impulsados por sus respectivos estados, se manifiesta en la enorme preferencia por esta tecnología. Sobre todo en el caso japonés donde los BEV son apenas el 12.6% del mercado. En China, en cambio, se entra en la era de movilidad de tecnologías alternativas mucho más tarde, fomentando directamente la fabricación masiva de BEV y PHEV que en conjunto representan el 61.8% del mercado (ampliamente impulsado por políticas de incentivos directos e indirectos a la compra y utilización de los vehículos). Las terminales europeas en cambio pasan por un proceso de reemplazo lento pero total de toda su cartera de productos, incorporando algún elemento de motorización híbrida en sus vehículos de combustible, y es así que los MHEV son ampliamente mayoritarios en este mercado (69%). Finalmente, la apuesta de las terminales coreanas por los PHEV, como su dominio casi total a nivel local, se manifiesta en la preferencia por este tipo de tecnología (37.9%).

**FIGURA 2.1**  
**DISTRIBUCIÓN DE ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍAS**  
**ALTERNATIVAS DE MOVILIDAD POR PAÍS/REGIÓN, 2018**

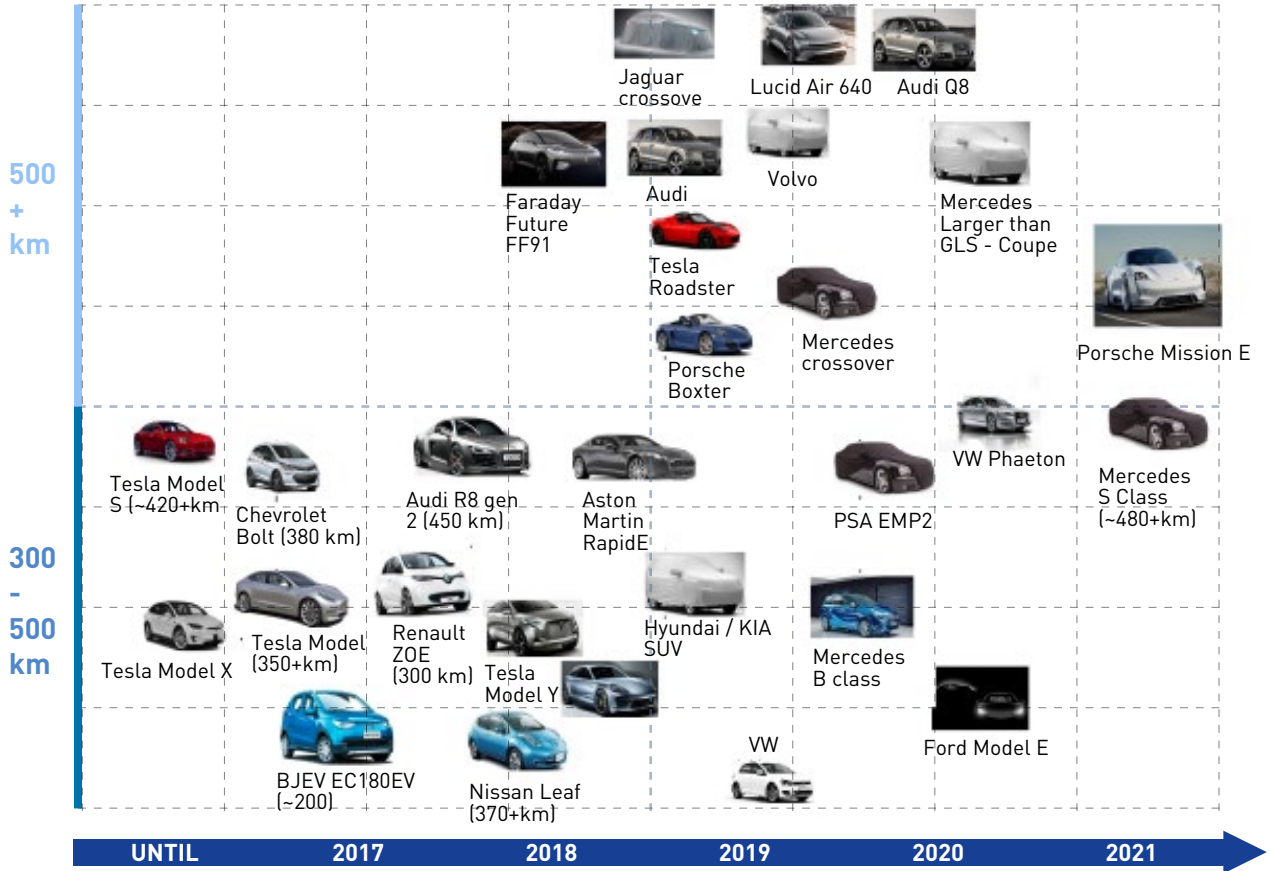


# PHEV FHV MHEV BEV

Fuente: Frost & Sullivan, Global Electric Vehicle Market Outlook 2018, 2018.

Un componente fundamental en la rápida adopción de estas tecnologías reside en la autonomía. Todos los modelos de vehículos BEV más comercializados en los últimos años ya poseen una capacidad de autonomía de conducción con carga completa de batería de alrededor de 300 km, lo cual se posiciona muy por encima de la distancia de conducción necesaria para usos urbanos diarios. Como se representa en la **Figura 2.2**, la tendencia en la industria es hacia la fabricación de baterías con capacidades superiores que tengan mayores rangos de autonomía, lo que sentará las bases para que este tipo de vehículos también pueda ser utilizado para servicios de movilidad urbana compartida tales como *e-hailing*, *ride-hailing*, entre otros que requieren de una mayor autonomía que los vehículos de uso personal.

**FIGURA 2.2**  
**OFERTA ACTUAL Y LANZAMIENTOS ESPERADOS DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS (BEV), SEGÚN RANGOS DE AUTONOMÍA, GLOBAL, 2018**



Imágenes: Nissan, Chevrolet, Volvo, JLR, Hyundai, Aston Martin, PSA, Ford, Audi, VW, Porsche, Mercedes-Benz, Tesla.  
 Fuente: Frost & Sullivan.

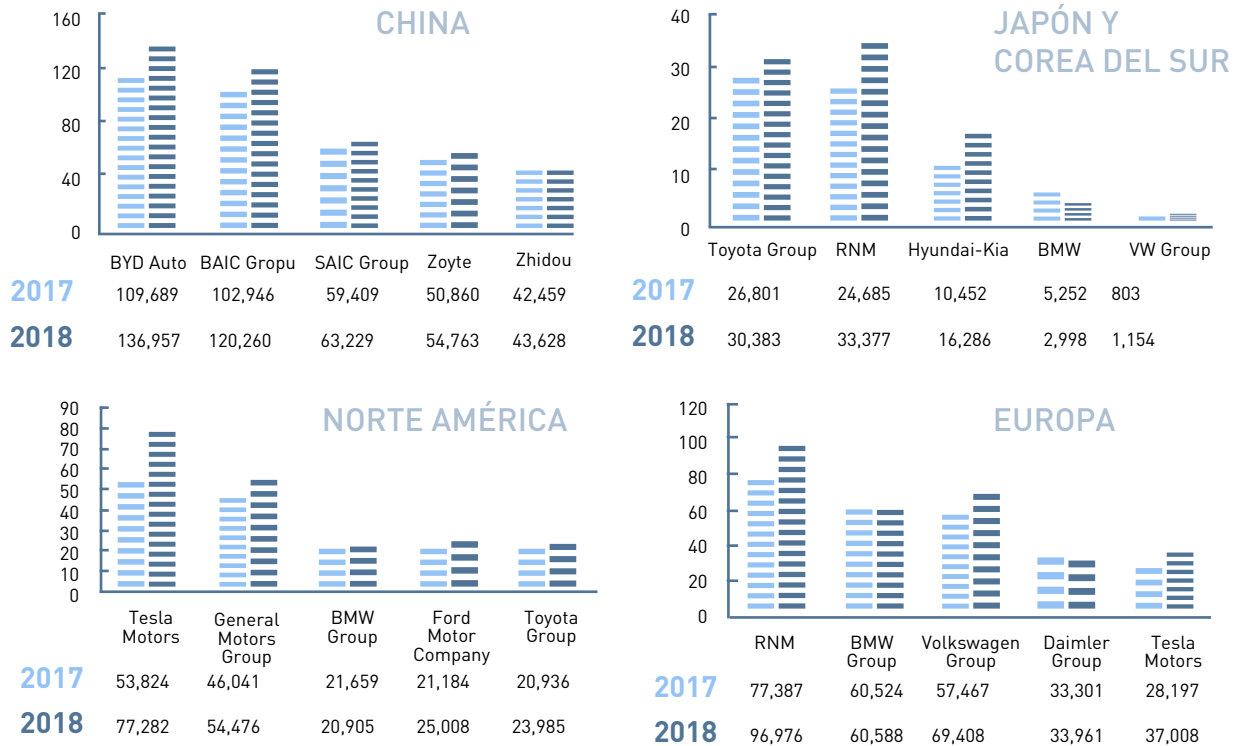
Aunque año con año se desarrollan vehículos HEV y PHEV con motores de mayor potencia eléctrica para la asistencia del motor de combustión interna, la comparativa de su alcance no cobra tanta relevancia como es el caso de los BEV de autonomía 100% eléctrica.

24

La **Gráfica 2.2** muestra las principales empresas en ventas de vehículos BEV y PHEV en los principales mercados a nivel global. El mercado de cada región está dominado por empresas basadas localmente. Es decir, en Norteamérica, la empresa norteamericana Tesla domina las ventas de vehículos eléctricos de batería, mientras que en el mercado chino las cinco principales empresas en ventas son también locales. En el caso de Europa y Japón, la alianza Renault-Nissan es líder en ventas de vehículos BEV.



## GRÁFICA 2.2 MAYORES COMPAÑÍAS EN VENTAS DE BEV Y PHEV POR PAÍS/REGIÓN, 2017-2018\*



Fuente: Frost & Sullivan, Global Electric Vehicle Market Outlook 2018, 2018.

\* Estimación Frost & Sullivan para ventas de 2018.

Es un hecho que a medida que el mercado de vehículos eléctricos alcance mayor masificación, sus costos de producción van a ir disminuyendo conforme se logre un nivel de economías de escala suficiente. El objetivo último de todas las proyecciones sobre este mercado es evaluar en qué momento los costos de producción de los vehículos eléctricos (y por ende los precios de venta al público) van a igualar a los precios de los vehículos con motor de combustión interna, momento en el cual el recambio del parque vehicular a nivel mundial hacia la motorización eléctrica adquirirá su máxima aceleración.

De cualquier manera, el análisis de costos de producción de cualquier vehículo eléctrico arroja que gran parte del porcentaje de su precio final de venta al público (entre 12% y 50%) corresponde exclusivamente a componentes propios de la motorización eléctrica del vehículo o sistema de propulsión eléctrica, que los distinguen de cualquier otro vehículo con motor de com-



bustión interna convencional. En la **Tabla 2.2** se observa un trabajo de estimación de precios de los componentes del sistema de motorización eléctrica de 5 modelos clave en el mercado de BEV. Se deduce que el costo de la batería de iones de litio para los modelos Tesla oscila entre el 12.3 y 15.1% del precio total de venta del vehículo. Estos porcentajes van escalando, en un 14.8-16.8% para un BMW i3, entre un 17.7-18.3% para un VW eGolf, y entre un 21-30% para un Nissan Leaf. Esto se explica porque los autos premium tienen otros componentes también de alto costo, incluso mejor calidad en interiores y equipamiento, que hacen que el costo de la batería represente un porcentaje menor en el precio total del auto.

**TABLA 2.2**  
**ESTIMACIÓN DE PRECIOS (EN USD \$) DE COMPONENTES ELÉCTRICOS**  
**Y PORCENTAJE DE COSTO DEL EPOWERTRAIN SOBRE PRECIO SUGERIDO**  
**DE VENTA EN MODELOS BEV SELECTOS, GLOBAL, 2018**

Modelo	Tesla Model X	Tesla Model S	BMW i3	VW e-Golf	Nissan Leaf
<b>Variante</b>	90D	90D	Modelo base	Modelo base	Modelo base
<b>Batería</b>	10.395-12.285	10.395-12.285	6.584-7.484	8.646-8.893	6.300-10.800
<b>Motor</b>	3.408-4.544	1.656-2.208	1.134-1.260	935-1.275	880-1.100
<b>Electrónicos (invector, arnés de cableado y convertidor DC/DC)</b>	2.400-2.600	2.400-2.600	1.470-1.570	1.439-1.580	1.590
<b>Cargador a bordo</b>	800-1.000	800-1.000	900	700-850	400-500
<b>Costo total del ePowertrain</b>	17.003-20.429	15.251-18.093	10.088-11.214	11.720-12.598	9.170-13.990
<b>ePowertrain % sobre Precio Retail</b>	20,1%-24,2% (84.300)	18,8%-22,3% (81.100)	22,6%-25,2% (44.450)	24,0%-25,9% (48.634)	30,5%-46,6% (29.990)

Fuente: Frost & Sullivan.



La tendencia a la baja en los costos de producción de los vehículos eléctricos va a estar sujeta a la caída de los costos de fabricación de las baterías, especialmente de los BEV y PHEV, los cuales poseen baterías mucho más grandes y de mayor densidad. Esto se irá dando principalmente por dos razones: la mejora tecnológica y, conforme vaya aumentando la producción en masa de este tipo de vehículos, las economías a escala.

En ALC en particular, el principal desafío para la adopción de la electromovilidad, al estar sujeta exclusivamente a la importación de la tecnología de vehículos eléctricos, es que los precios de producción de los vehículos bajen lo suficiente para que los mismos se vuelvan competitivos frente a los vehículos de combustión interna. En tanto no se alcance el punto de quiebre en las principales economías desarrolladas, este efecto no habrá de trasladarse a economías importadoras de tecnología. Otro escenario sería que los vehículos se empiecen a producir dentro de la región para reducir o eliminar ciertos costos, y esta posibilidad podría ocurrir en el corto plazo, sobre todo con algunos modelos HEV. Actualmente, por ejemplo, ya se produce el modelo híbrido Ford Fusion en la planta de Hermosillo, en México. La diferencia del precio entre la versión de entrada del Ford Fusion con motor de combustión interna y la versión híbrida es de alrededor de 22%, mientras que entre la versión de lujo (Titanium) con motor de combustión interna y la versión híbrida, la diferencia en precio es de únicamente 7%: ello refuerza el argumento que en la medida en que la región comience a producir este tipo de vehículos serán más asequibles para los consumidores locales.

Es importante analizar el escenario competitivo de precios según tecnología, y contemplar cuál es más factible para adoptar en el corto/mediano plazo. Los precios de estos vehículos están progresivamente afectados por distintos subsidios en varios países, lo cual constituye un mecanismo de incentivo directo sobre la compra de los vehículos que aún no se ensaya en la región latinoamericana más allá de las reducciones o exenciones arancelarias o en el registro del vehículo, que ya se aplican en algunos países de la región.

Por ejemplo, el rango de precios de los vehículos 100% híbridos es más competitivo que los vehículos enchufables y BEV, debido a que se trata de una tecnología mucho más madura en el mercado, con una presencia de dos décadas y una diversificación de oferta bastante amplia. En términos regulatorios para economías desarrolladas, los híbridos son solamente vehículos de motor de combustión interna con autonomía de combustible y reducción de emisiones mejorada, y es por esto que su foco de financiación y estímulo son los vehículos 100% eléctricos. Esto se refleja en un espectro de precios similar o más competitivo en la oferta básica de BEV en comparación con los autos híbridos enchufables (PHEV).

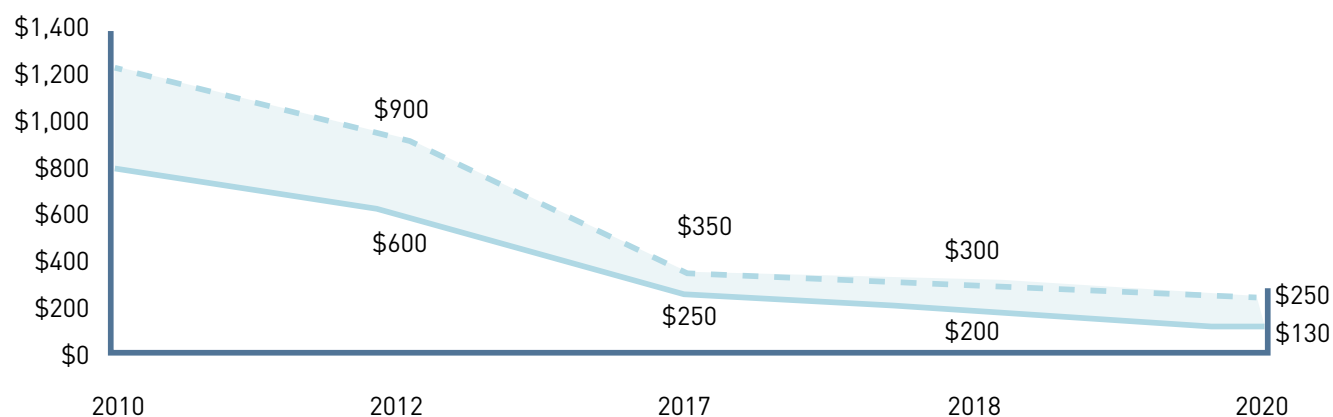
Las principales economías desarrolladas han implementado programas de estímulos para la compra de vehículos 100% eléctricos. Estos estímulos pueden ser de carácter financiero, que tienen un efecto directo sobre el precio de mercado del vehículo, como puede ser un monto estipulado de dinero en forma de subvención, exención de pago de registro o liberación de pago de aranceles de importación. También, dependiendo el país o el estado (caso EE. UU.), se han implementado distintos esquemas de reembolso (*rebate*, es el término utilizado en inglés), o devolución de dinero, y créditos fiscales a fin de año cuando se declara la compra de un vehículo eléctrico. Existen

también estímulos e incentivos indirectos o no financieros, como pueden ser beneficios de estacionamiento, carriles preferenciales, circulación por zonas restringidas para vehículos ICE, exención de pago de peajes, etc. Este otro conjunto de iniciativas tiene un efecto cultural en estimular la circulación y visibilidad de vehículos eléctricos, y debe darse en paralelo con los estímulos económicos, ya que aunque no tienen un efecto directo sobre el precio de comercialización de los vehículos, sí lo tienen sobre su uso, y de alguna manera juegan un papel importante en la decisión de compra del vehículo.

Sin duda otro de los determinantes de los precios de los vehículos eléctricos son los precios de las baterías. Los principales factores que influyen en el rango de precios son su componente químico, su diseño, los volúmenes, la cercanía del proveedor y la logística que implica.

Dado que el precio de las baterías se ha considerado como uno de los factores más importantes para el precio del mercado de vehículos eléctricos, sobre todo a nivel masivo, la industria automotriz se ha enfocado en desarrollar tecnologías que le han permitido reducir el precio de las mismas de manera importante en los últimos años. Sin embargo, aún queda camino por recorrer para que el precio final de los vehículos eléctricos sea comparable con el de los vehículos convencionales de motor de combustión interna. En 2017, el costo por kWh era de hasta US\$300, y se espera que para 2020 este alcance entre US\$130 y US\$250, como se puede observar en la **Gráfica 2.3**.

**GRÁFICA 2.3**  
**EVOLUCIÓN DEL PRECIO DE LAS BATERÍAS (USD),**  
**GLOBAL, 2016-2020**



Fuente: Frost & Sullivan.

Los precios de las baterías de iones de litio en el año 2016 de LG Chem se ubicaron entre los US\$225 y US\$450 \$/kWh, los de BYD se ubicaron entre US\$250 y US\$450 \$/kWh, mientras que los de NEC se ubicaron entre US\$300 y US\$500 y los de Tesla entre US\$200 y US\$250. Así, a un precio pro-

medio de US\$170kWh en 2018, para un rango de 320 km una batería de 60kWh tiene un costo de US\$15.000. Esto explica, en buena medida, el alto precio de los vehículos eléctricos.

Otro factor determinante de la mecánica del mercado de vehículos eléctricos son los tipos de cargadores disponibles. Como se mencionó anteriormente, uno de los principales inhibidores del mercado de vehículos eléctricos ha sido el efecto conocido como *range anxiety* o ansiedad por el rango. El hecho de que inicialmente los vehículos eléctricos disponibles en el mercado no cubrieran mucho kilometraje generó temor entre los consumidores acerca de la inminente necesidad de infraestructura de carga pública, suficiente para cubrir las necesidades de movilidad a cualquiera que fuera la distancia y el destino de los consumidores.

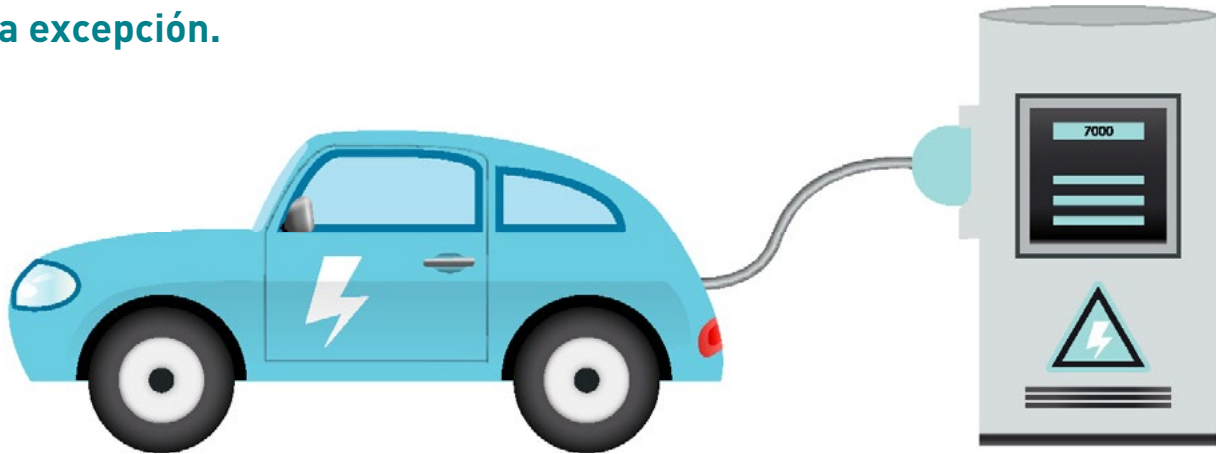
En general, el ecosistema de empresas involucradas en la fabricación y venta de vehículos eléctricos ha abordado la ansiedad por el rango desde tres puntos de vista principalmente: el desarrollo de las baterías para incrementar el rango de manejo de los vehículos, la disminución del tiempo de recarga, y el establecimiento de infraestructura de carga, sobre todo pública. Los fabricantes de estaciones de carga, en conjunto con los fabricantes de autos, los gobiernos y las empresas privadas se están enfocando en desarrollar la infraestructura necesaria para satisfacer la demanda y, más aún, aliviar la ansiedad por el rango.

LA INFRAESTRUCTURA DE CARGA DE EV SE CLASIFICA EN TRES TIPOS.

- **Carga Lenta AC o Nivel 1**, se refiere a realizar la carga mediante una toma de corriente alterna estándar en hogares y oficinas. No requiere instalación especial, y la carga se hace mediante un enchufe de hogar de tres clavijas. Este tipo de carga no posee caja de control ya que cuenta con una conexión directa al enchufe. Prácticamente, todos los vehículos eléctricos disponibles en el mercado vienen con un cable que se puede conectar directo a una toma de corriente. A pesar de que permite la carga en el hogar, no permite la carga pública y su tiempo promedio de carga oscila entre ocho y diez horas.
- **Carga Rápida AC o Nivel 2**, se refiere a realizar la carga mediante corriente alterna que exige la instalación de un equipo de carga con modificaciones eléctricas, para acceder a una corriente de mayor nivel. El nivel 2 ofrece carga a través de 208V o 240V, dependiendo de las tomas de electricidad. La caja de control se encuentra en un dispositivo de protección en el cable o caja de control en cable. Normalmente, este tipo de cargadores requiere de una instalación especial ya que la demanda de energía es mayor, y el cable no puede ser enchufado directamente a la corriente. Permite la carga tanto en el hogar como pública, y cuenta con un tiempo de carga promedio que oscila entre 4 y 6 horas.

- **Carga DC** (*direct current*) se refiere a la carga de corriente directa, la cual es el modelo de carga más rápido disponible en el mercado. El cargador opera a 480V y la batería se recarga en menos de 30 minutos. Las estaciones de carga DC se instalan únicamente en lugares públicos que cuentan con la infraestructura necesaria para su operación.

**Los costos de la infraestructura necesaria para la operación siempre son un factor a considerar en cualquier mercado, y el caso del mercado de vehículos eléctricos no es la excepción.**



El costo de los cargadores depende claramente del tipo y nivel de carga de los mismos. Como es de esperarse, el costo de los cargadores DC es más alto que el de los cargadores AC, pero el impacto que tiene la instalación de cargadores DC también es mayor, ya que un mayor número de usuarios se puede beneficiar de la infraestructura, que con cargadores AC. Sin embargo, esto no significa que no se deba instalar infraestructura AC sino que cada tipo de infraestructura de carga debe ser pensado de acuerdo con el lugar donde se instala, considerando las necesidades de los usuarios potenciales.

El costo de los distintos tipos de cargadores en Norteamérica se detalla a continuación en la **Tabla 2.3**.

**TABLA 2.3**  
**COSTO DE LA INFRAESTRUCTURA DE CARGA (USD \$),**  
**NORTEAMÉRICA, 2018**

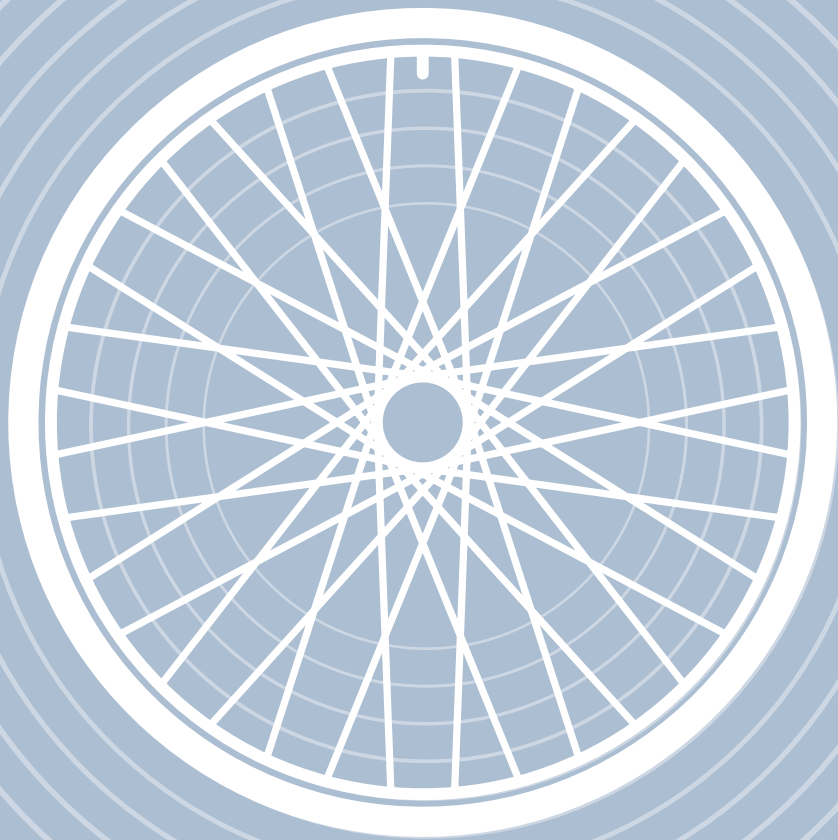
	<b>Costo Promedio del Cargador</b>	<b>Costo Promedio de la Mano de Obra</b>	<b>Otros Costos</b>	<b>Costo Promedio Total</b>
Nivel 1 AC	500-1.000	-	-	<b>500-1,000</b>
Nivel 2 AC (Residencial)	2,000-2,500	1,200-1,500	100	<b>3,300-4,100</b>
Nivel 2 AC (Pública)	2,500-3,000	1,800-2,200	500	<b>4,800-5,700</b>
Carga DC (Pública) 50kW	20,000-25,000	9,000-11,000	500	<b>29,500-36,500</b>
Carga DC (Pública) 150kW	30,000-35,000	12,000-14,000	500	<b>42,500-49,500</b>
Carga Inductiva	3,500-4,000	NA	NA	<b>3,500-4,000</b>

Fuente: Frost & Sullivan<sup>5</sup>.

El precio de los cargadores residenciales de Nivel 1 ha disminuido alrededor de un 30% en los últimos años, y actualmente existen en el mercado opciones que llegan hasta US\$1,600 porque ofrecen distintos atributos como acceso inalámbrico a Internet. Sin embargo, el promedio se mantiene alrededor de US\$450. Actualmente, es muy fácil adquirir estaciones de carga residenciales incluso en portales de comercio electrónico como amazon.com.

HACIA 2025, SE ESPERA QUE EL COSTO DE TODOS LOS TIPOS DE CARGADORES SE REDUZCA HASTA 40% CONSIDERANDO LOS SIGUIENTES ASPECTOS:

- Mayor competencia por la entrada de nuevas empresas al mercado, por ejemplo empresas de electricidad que buscan asociarse con fabricantes de cargadores para ofrecer servicios adicionales a la oferta de electricidad.
- La evolución en el uso de tecnologías y materiales relacionados a la manufactura de los cargadores.
- Incremento en la demanda debido a la evolución del mercado de vehículos eléctricos a nivel global.



## NUEVAS SOLUCIONES DE MOVILIDAD ELÉCTRICA

Dentro de la gama de soluciones que están surgiendo a nivel global para atacar los temas de emisiones y de micromovilidad destaca, sin duda, el desarrollo de una amplia gama de vehículos eléctricos que son unipersonales y normalmente de dos ruedas. Este tipo de vehículos ofrecen una opción muy eficiente para trayectos cortos, o para conectividad mejor conocida como de “última milla”, dentro del transporte multimodal que está siendo altamente promovido en diversas ciudades a nivel global.

Estos vehículos son también conocidos como soluciones de micromovilidad para trayectos mayores a los que serían caminables, que representan una opción cero-emisiones y que además, en comparación por ejemplo con un auto, son de bajo costo para el usuario, y probablemente más eficientes en términos de tiempo y conectividad cuando se comparan con el transporte público.

Dentro de los medios de transporte eléctrico que están teniendo mayor aceptación a nivel global, está la bicicleta eléctrica. Este vehículo es una bicicleta tradicional que tiene incorporado un motor eléctrico que funciona, en la mayoría de los casos, con la acción de los pedales y una batería. Puede ser que, además, utilice una válvula reguladora que controle el flujo de energía que se genera con el pedaleo hacia el motor eléctrico. El motor eléctrico, en realidad,



tiene la función de asistir en el pedaleo, más que de impulsar a la bicicleta por sí mismo. La mayoría de las bicicletas eléctricas tienen entre tres y cinco niveles de asistencia al pedaleo que van desde 25% hasta 275% de asistencia. Dentro de los fabricantes de bicicletas eléctricas se encuentran empresas como Specialized, Brompton, Benno, Liv, Raleigh, Giant, Cannondale, entre otros. Algunos ejemplos de estos productos se muestran en la **Figura 3.1**.

**FIGURA 3.1**  
**EJEMPLOS DE BICICLETAS ELÉCTRICAS, GLOBAL, 2018**



*Fuente: Frost & Sullivan.*

En general en Europa, las bicicletas permitidas para circular en las calles son aquellas cuya batería es de 250 watts, en las que el motor asiste el pedaleo y esta función se desactiva cuando la bicicleta alcanza una velocidad de 25 km/h. Los conductores de este tipo de vehículos de dos ruedas no requieren de una licencia para conducir. Sin embargo, la Comisión Europea, como parte de su Directriz para Seguro de Vehículos de Motor Eléctricos, requiere que las bicicletas eléctricas circulen con un seguro de daños a terceros. Esta iniciativa aplicaría también a otro tipo de vehículos eléctricos tales como *segways*, y patines (*scooters*) eléctricos. Los Estados miembros de la Comunidad Europea pueden exentar de este requerimiento a estos tipos de vehículos eléctricos, siempre y cuando garanticen que existe un fondo nacional de compensación a víctimas en caso de accidente. El argumento de-

trás de esta iniciativa es que este tipo de vehículos pueden provocar accidentes y los entes involucrados deben estar protegidos. Esta directriz aún no es una ley, ya que debe ser votada en el Parlamento Europeo. Algunos sectores consideran que esta iniciativa contradice el trato que se le da a las bicicletas eléctricas en la mayoría de los países europeos, donde al no considerarse un vehículo de motor no se requiere licencia para conducir. Sin embargo, con esta iniciativa el trato hacia las bicicletas eléctricas sería el mismo que hacia otros vehículos motorizados.

Por su parte, en Estados Unidos, la Ley federal HB 727 distingue las bicicletas eléctricas de otro tipo de vehículos impulsados por un motor. Sin embargo, es solamente con propósitos comerciales. Respecto a las leyes de circulación, éstas deben ser emitidas por cada uno de los estados. Alrededor de 28 estados tienen una definición específica para las bicicletas eléctricas, mientras que los 22 estados restantes las pueden considerar dentro de la clasificación de vehículos de motor o dentro de la legislación de bicicletas convencionales. Solamente los estados de California, Tennessee y Utah definen las bicicletas de acuerdo a tres clases:

- **Clase 1** – Bicicleta equipada con un motor que asiste el pedaleo del conductor y deja de operar cuando la bicicleta alcanza una velocidad de 32 km/h (20 millas por hora).
- **Clase 2** – Bicicleta equipada con un motor que es capaz de mover el vehículo sin necesidad de pedaleo del conductor, y que no es capaz de asistir el pedaleo cuando la bicicleta alcanza una velocidad de 32 km/h (20 millas por hora).
- **Clase 3** - Bicicleta equipada con un velocímetro y un motor que asiste el pedaleo del conductor y deja de operar cuando la bicicleta alcanza una velocidad de 44,8 km/h (28 millas por hora).

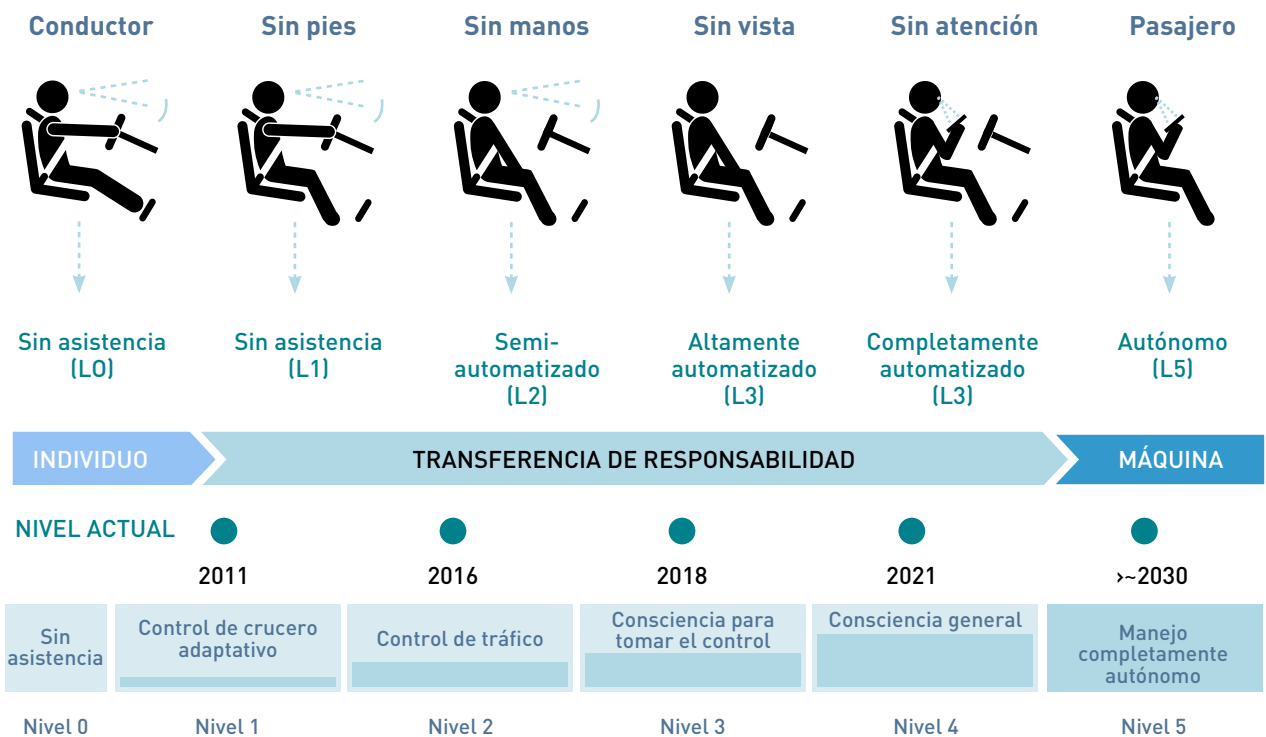
Otros tipos de vehículos eléctricos unipersonales que se utilizan para distancias aún más cortas que las bicicletas y motonetas eléctricas, son los patines o *scooters* eléctricos y los *segways*. Los *e-scooters* están equipados, por lo general, con un motor eléctrico de hasta 4,000 W y alcanzan una velocidad de hasta 56 km/h (35 millas por hora). Tienen un rango de operación de hasta 48 kilómetros (30 millas) y el tiempo de recarga de la batería en la mayoría de ellos es de entre tres y cuatro horas, o bien, en algunos modelos básicos, hasta 12 horas. Tienen un rango de precio desde US\$350 hasta US\$6,000.

En los últimos años, se ha desarrollado también la alternativa de los autos autónomos. Después de algunos intentos fallidos en la década de 1990, las empresas fabricantes de autos desarrollaron, a principios del siglo XXI, efectivos sistemas de asistencia a los conductores, y que comienzan a sentar las bases para el desarrollo de vehículos autónomos. Tal es el caso de los

sistemas de asistencia de aparcamiento paralelo desarrollados por Toyota, para el auto híbrido Prius en 2003, que posteriormente fue utilizado en algunos modelos de su marca premium Lexus. Ford y Mercedes Benz incorporaron sistemas similares en algunos de sus automóviles en 2009 y 2010 respectivamente. Es también en 2009 cuando Google comienza a trabajar en el proyecto de un auto que se maneje por sí mismo, ahora llamado Waymo, pero no lo revela sino hasta 2014 cuando anuncia que el auto desarrollado bajo este proyecto ha recorrido 300,000 millas de prueba sin que se haya visto involucrado en algún accidente de tránsito. Actualmente, en 2018, las minivans de Waymo han recorrido más de 3.5 millones de millas, pero aún no operan de manera comercial.

A partir de 2010, diversas marcas han continuado con el desarrollo de distintos sistemas de asistencia a diversas funciones del manejo de un auto, y dado que cada sistema es distinto, se han definido cinco niveles de autonomía para determinar hasta qué punto estos sistemas de asistencia tienen la capacidad de prescindir de un conductor.

**FIGURA 3.2.1**  
**NIVELES DE AUTONOMÍA PARA VEHÍCULOS AUTÓNOMOS, GLOBAL, 2018**



Fuente: Frost & Sullivan.

Si bien el manejo completamente autónomo de un vehículo a nivel comercial no se espera sino hasta alrededor de 2030, a mediados de 2017, la empresa alemana Audi develó el modelo A8 2018 con la capacidad de nivel de autonomía L3 que tiene todos los sistemas necesarios para que el conductor pueda mantener las manos fuera del volante y distraer la vista mientras maneja en carretera. Este automóvil es el primer vehículo que cuenta con un sistema frontal de largo alcance que detecta objetos (incluyendo objetos en movimiento como personas) y mide la distancia hasta ellos (denominado LiDAR). Sin embargo, este automóvil aún no tiene activada la función para manejo autónomo L3, y se espera que sea hasta 2019, cuando a través de una actualización automática (OTA-Over the Air) de su *software* se pueda manejar con un nivel 3 de autonomía.

## **Las principales empresas fabricantes de automóviles están trabajando en el desarrollo de vehículos autónomos, que planean utilizar principalmente en plataformas de movilidad compartida.**

Es altamente probable que para alcanzar el nivel 4 de autonomía se utilicen espacios georreferenciados para hacer pruebas en este tipo de plataformas. Por ejemplo, Waymo, empresa de Google mencionada anteriormente, está trabajando junto con el grupo Fiat Chrysler (FCA) y la empresa de movilidad compartida Lyft para lanzar un servicio compartido y autónomo probablemente en Phoenix, Arizona, antes de 2020. En esta alianza, FCA fabricará los vehículos (Chrysler Pacífica Minivan) con la tecnología autónoma de Waymo, y Lyft estará a cargo de la operación de la flota. Hacia finales de la próxima década, se espera que la mayor parte de estas plataformas de movilidad compartida utilicen solamente vehículos con un alto nivel de autonomía, o 100% autónomos.

Existen otros tipos de vehículos autónomos para el transporte de pasajeros, que no necesariamente está ligado con las empresas fabricantes de automóviles. Estos vehículos ya están siendo utilizados en entornos georeferenciados (limitados en su rango de operación a ciertos espacios) como aeropuertos, e instalaciones privadas como plantas de manufactura, parques industriales y universidades entre otros, y que en un momento dado también pueden ser una excelente alternativa para el transporte de primera y última milla en ciudades. La empresa francesa EasyMile (con participación de capital de Alstom y Continental), ofrece un modelo 100% eléctrico con una autonomía de 14 horas de operación, y que puede transportar hasta 15 pasajeros (modelo EZ10). Puede operar en rutas fijas, o ajustarse a la demanda (*on-demand service*). Desde el verano de 2018, este vehículo se está utilizando en el parque industrial Green Camp en Alemania, para transportar a empleados y visitantes a lo largo de una ruta de 1.5 km con distintas condiciones de tráfico. Otra empresa que ya ofrece un vehículo similar, es la compañía francesa

de movilidad Transdev, que opera el vehículo i-Cristal, también 100% eléctrico, que puede transportar hasta 16 pasajeros, y se recarga totalmente en 90 minutos para una autonomía de 120 km. Este vehículo es fabricado por la empresa Lohr, también de origen francés.

**FIGURA 3.2.2**  
**EJEMPLOS DE VEHÍCULOS AUTÓNOMOS PARA TRANSPORTE DE PASAJEROS**  
**EN PRIMERA Y ÚLTIMA MILLA, GLOBAL, 2018**



EZ10



i-Cristal

*Fuente: Frost & Sullivan.*

En el caso de los vehículos autónomos, no hay una tendencia totalmente clara sobre si la tecnología predominante será híbrida o eléctrica. Un sector de la industria tiene como enfoque los vehículos híbridos autónomos, ya sea HEV o PHEV. Esto se debe a que en los vehículos BEV el tiempo de recarga de la batería se convierte en tiempo que el automóvil no está operando. Si se considera que una buena parte de los vehículos autónomos sean utilizados en servicios compartidos, es más eficiente tener autos híbridos cuyo tiempo de recarga es cero, o muy bajo en el caso de los híbridos enchufables. Por esta razón, empresas como Ford están enfocando su estrategia hacia el desarrollo de vehículos autónomos con tecnología híbrida (HEV), para entregar un mejor rendimiento a las empresas de servicios compartidos.




**Por otro lado, empresas como Tesla y General Motors están orientadas a desarrollar vehículos autónomos con tecnología 100% eléctrica. Tesla claramente está enfocado en esta tecnología desde sus inicios, y General Motors debe tomar ventaja del avance de esta tecnología en el Volt. Volvo, principalmente con el modelo XC90, está enfocado en desarrollar PHEV que ofrecen las ventajas de los híbridos con un menor tiempo de recarga, y son el modelo seleccionado por Uber para los vehículos autónomos que utilizará en el futuro para sus servicios de movilidad compartida. Esta tecnología es también la seleccionada por la empresa de Alphabet, Waymo.**





# ANÁLISIS DEL MERCADO DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

## ACCIONES A FAVOR DE LA MOVILIDAD ELÉCTRICA EN AMÉRICA LATINA

 En los últimos años, en la mayoría de los países latinoamericanos se ha dado una multiplicidad de iniciativas de impulso a la movilidad eléctrica desde diversos frentes, alentadas, entre otros factores, por la necesidad de imponer controles medioambientales.

Un primer frente ha sido la conformación de marcos normativos de fomento a la electromovilidad, incentivos fiscales y económicos a la oferta: un buen número de países en la región se encuentran ensayando algún sistema de incentivos de este tipo (como pueden ser exenciones arancelarias, exenciones de impuestos al valor agregado, IVA, u otros impuestos internos). Asimismo, se ha empezado a tematizar desde la agenda pública de muchos ayuntamientos y municipalidades la introducción de taxis y buses eléctricos. En ALC, la mayor parte de las principales capitales nacionales de la región han empezado a discutir la posibilidad de transición hacia flotas de transporte público eléctrico, así como a la introducción de soluciones de movilidad inteligente de “última milla”. Han florecido emprendimientos de bicicletas compartidas con pedaleo asistido en varias ciudades de Colombia y en la Ciudad de México, por ejemplo, y hasta de autos eléctricos compartidos, como en Bogotá (Colombia), Fortaleza y San Pablo (Brasil).





Son varias las empresas y Estados que han tomado la iniciativa de convertir o recambiar sus flotas de vehículos comerciales a eléctricos. Principalmente son las empresas de servicios de transmisión y distribución de electricidad en la región, las que han emprendido esta transición, como son UTE (Uruguay), Edesur (Argentina) o ENEL Distribución (Chile), pero también otras compañías no directamente vinculadas con el rubro de energía, y que buscan promover su imagen verde (caso de la empresa mexicana Bimbo). Por otro lado, distintos países han dado los primeros pasos en sentar las bases de una infraestructura de carga para vehículos eléctricos, teniendo México la mayor red con más de 900 cargadores en distintas ciudades. Así mismo se ha avanzado en proyectos de corredores viales verdes, como es el caso efectivo de la Ruta Eléctrica en Uruguay, y se han propuesto proyectos similares en Brasil, Argentina, México y Paraguay.

Se trata de escenarios diversos en situaciones y desafíos disímiles, donde el fomento a la electromovilidad se enmarca en fines estratégicos diferentes, pero de las cuales la región en su conjunto tiene mucho que aprender. En países como Brasil, Argentina, México o Chile, de gran extensión geográfica y gran tamaño del mercado automotor, tematizar la movilidad eléctrica para usos urbanos o interurbanos resulta mucho más desafiante debido a la ansiedad de rango y enorme necesidad de inversión en infraestructura de carga rápida para corredores viales muy extensos. En el espectro opuesto, los países centroamericanos no presentan desafíos de extensión geográfica para desarrollar infraestructura de carga, siendo Costa Rica quien lleva la delantera en este punto. Países pequeños, que importan hidrocarburos para abastecer la demanda de transporte, y con gran participación de energías renovables en su matriz eléctrica, como es paradigmáticamente Uruguay, pero también Ecuador o Paraguay e incluso Colombia, presentan escenarios de próspera proyección de desembarco de soluciones de movilidad eléctrica. En el caso uruguayo, la discusión sobre fomentar la electromovilidad va de la mano de su estrategia nacional de energías renovables. Tanto Uruguay como Paraguay, han planteado que la electromovilidad podría ser una estrategia de uso soberano de sus excedentes de producción eléctrica renovable, hoy por hoy volcada a la exportación, a cambio de disminuir la cantidad de importación de combustibles fósiles. Esta discusión cobra otro matiz en países donde hay efectivamente actividad petrolera importante, como México, Brasil, Colombia, Ecuador y Argentina.

42

En países como Chile, donde el mercado automotriz es totalmente de importación, se ha planteado una estrategia nacional de electromovilidad centrada en varias etapas, y si bien se hace hincapié en desarrollar capital humano altamente profesionalizado en vehículos eléctricos para aumentar la participación local en la cadena de valor global en investigación y desarrollo (I&D) sobre electromovilidad, se trata de un escenario totalmente distinto al de Brasil, México o Argentina, donde se empiezan a pensar y delinear mar-

cos de incentivos apuntando a que en el mediano plazo los vehículos eléctricos sean producidos localmente, y que sea entonces que se masifique la adopción de vehículos eléctricos. Es decir, el debate sobre electromovilidad cobra otro matiz en países donde hay una política de industrialización automotriz o no.

Por otro lado, desarrollar la electromovilidad como estrategia medioambiental para reducir las emisiones del sector transporte no tiene el mismo peso argumentativo en todos los países de la región (más allá de los distintos compromisos expresos en planes nacionales de reducción de emisiones en cada país, o en entornos globales como los compromisos adoptados por cada país en la COP21 de París en 2015), debido a la extensa presencia de combustibles alternativos. Por ejemplo, el gas natural (GNC y GNL) como combustible para flotillas de vehículos de transporte público en Argentina, Bolivia y Perú es un gran desincentivo a la tecnología de vehículos híbridos o eléctricos, y algo similar sucede con los motores *flexfuel* desarrollados en Brasil, y comercializados también en Paraguay y en menor medida en Ecuador, los cuales se adaptan para el uso combinado de etanol proveniente de la caña de azúcar como “biocombustible”. En suma, se trata de debates públicos disímiles en cada país de la región, pero que tienen el rasgo común de ser debates específicamente propios de ALC en su conjunto, con lo cual se sugiere la necesidad de que la región desarrolle una estrategia propia y específica para la adopción de la electromovilidad.



### **Los actores que se articulan y los diálogos intersectoriales enfocados al despliegue de una estrategia conjunta de electromovilidad no son los mismos en cada país.**

En algunos casos, como en Chile, Costa Rica y Colombia han sido resultado de la articulación interministerial del Estado (entre Energía, Transporte y Medioambiente), en conjunto con una multitud de actores como son las empresas generadoras y distribuidoras de energía, los fabricantes de automóviles, el sector académico, petroleras, y el sector minero, entre otros. Estos mismos marcos de articulación intersectorial son los que se busca lograr en otros países. En Brasil, en cambio, los distintos Estados han desarrollado alianzas y proyectos pilotos particulares, si bien se observa a nivel nacional una política relativamente bien coordinada. En el caso de Argentina, es la Asociación Argentina de Vehículos Eléctricos y Alternativos (AAVEA) quien desde hace años sostiene desde su organización civil el debate y diálogo con distintos sectores estatales, sindicales, académicos y privados. En Uruguay, además de los fabricantes de autos y emprendedores (*start-ups*) enfocados en movilidad eléctrica, es la empresa estatal de distribución eléctrica (UTE) el principal actor articulador y desarrollador de la política de electromo-

vilidad. Pero a nivel regional en su conjunto, son las empresas automotrices las líderes en el impulso a la electromovilidad, y al desarrollo de infraestructura de carga; y son quienes presentan una visión en conjunto de despliegue de soluciones de movilidad eléctrica. El objetivo fundamental al que se aspira es que los Estados en cada país capturen a esta multiplicidad de agentes locales-globales y logren coordinar mesas de trabajo intersectoriales para la ejecución de compromisos particulares, reglamentaciones y normativas consensuadas, en el marco de una estrategia conjunta.

La **tabla 4.1.1**, presenta un resumen de la situación en cada país en cuanto a normativas e incentivos para impulsar el mercado de vehículos eléctricos en la región.

**TABLA 4.1.1**  
**RESUMEN DE NORMATIVAS E INCENTIVOS POR PAÍS, AMÉRICA LATINA, 2018**

	Argentina	Uruguay	Brasil	Paraguay	Chile	Ecuador	Colombia	Costa Rica	México
Descuento/Exención arancelaria	X	X	X	X	N/A	X	X	X	X
Descuento/Exención IVA				X		X	X	X	
Descuento/Exención otros impuestos internos		X		N/A	N/A	X	X	X	X
Descuento/Exención matrícula/tenencia/circulación		X	X			X		X	X
Tarifas de electricidad preferenciales o gratis	X*	X		X*	X*			X	X
Carriles preferenciales/zona de congestión						X	X	X	
Estacionamientos preferenciales					X*	X	X	X	
Programa taxis eléctricos		X	X		X	X	X	X	X
Red de cargadores públicos (valores aproximados)	4	47	200	10	55	15	40	50	900

Fuente: Frost & Sullivan.



Una discusión común en la literatura mundial sobre estrategias de promoción de vehículos eléctricos resulta ser la disponibilidad de infraestructura de carga pública. Ante una infraestructura de carga inexistente, no tendría sentido una amplia oferta de mercado de vehículos eléctricos. Por otro lado, las empresas de electricidad y los Estados que estarían encargados de

la instalación de cargadores, no estarían dispuestos a asumir la inversión de instalar la infraestructura, sin existir una oferta de mercado correspondiente. Se entra así en un desincentivo recursivo. Si bien la discusión puede ser invalidada por la misma naturaleza del vehículo eléctrico, cuyas cargas son hechas generalmente a nivel doméstico, en todos los países de la región se ha avanzado en cimentar una infraestructura de carga pública que complemente la carga doméstica. Esta infraestructura en muchos casos es más una estrategia para incrementar la visibilidad, y es instalada principalmente por las mismas empresas de autos para promocionar sus vehículos, o por las empresas de energía locales, que ven la oportunidad de negocio a futuro y/o que desean complementar su oferta de servicios. En otros casos, se enmarca dentro de planes de instalación de cargadores a escala, por ejemplo, por la petrolera argentina YPF de instalar 220 estaciones de carga rápida en los próximos años, lo cual posicionaría al país segundo en infraestructura (de estar último en la actualidad). Similar situación se da en Brasil, donde una vez que se coloque la infraestructura acorde a su tamaño de mercado y dimensiones geográficas, el mercado de vehículos eléctricos verá un despeque muy importante en la región.



**Los precios son un elemento importante en el análisis de cualquier mercado. En el caso de los vehículos eléctricos, se espera que estos se vayan ajustando en la medida en la que los precios de sus baterías se reduzcan también.**

En la mayoría de los países de la región los vehículos eléctricos son de reciente introducción al mercado, con lo cual no existe información histórica de precios. Hacia 2025, Frost & Sullivan espera que los precios disminuyan debido al efecto ya mencionado de la reducción en el precio de las baterías. En este período, se espera que los precios de cada modelo eléctrico sean similares a modelos con motor de combustión interna, de la misma categoría (por ejemplo, BMW i3 con un modelo compacto de lujo). La diferencia entre precios de los mismos modelos en los distintos mercados responde a diferencias en las tasas de impuestos, así como a los distintos incentivos que este tipo de vehículos puedan tener en cada uno de los países analizados.



# ANÁLISIS POR PAÍS





48

**A**rgentina se encuentra relativamente rezagada en materia de desarrollo de políticas públicas y de un plan estratégico general para la electromovilidad. Los principales hitos en el incentivo al mercado de vehículos alternativos se han dado entre 2017 y 2018. Se puede mencionar entre estos, el reciente decreto de exención arancelaria a la importación extrazona Mercosur de vehículos eléctricos. Así mismo se han hecho anuncios importantes de desarrollo de infraestructura de carga (que aún es nula en el país) así como el lanzamiento al mercado de los primeros modelos eléctricos (de Renault y la empresa de origen chino, BAIC). Particularmente, en materia de normativas, diseño de pautas y guías de procedimiento, Argentina ha hecho progresos importantes para la reglamentación de un mercado aún inexistente.

El mercado automotor argentino se define por estar dominado casi totalmente por vehículos producidos localmente, o dentro del sistema multila-

teral Mercosur, así como de importaciones provenientes de México, con los que se tiene un convenio comercial de exención arancelaria.

En el segmento de híbridos el principal vehículo comercializado es el Toyota Prius. En simultáneo encontramos productos de alta gama como Porsche Cayenne Hybrid, y el reciente lanzamiento de Mercedes Benz C 350e y su versión híbrido-enchufable. Lexus ha hecho el anuncio de que ingresaría al mercado argentino a fines de 2018, y su híbrido G540h ya se encuentra disponible para reservas. Tratándose de vehículos de gama premium, no se considera que vayan a tener significativa penetración, dada su pequeña demanda inelástica. Debido a los beneficios fiscales con los que estos vehículos cuentan, se ha sugerido la posibilidad de que otros modelos masivos en los mercados europeos/norteamericanos, ingresen a Argentina en los próximos años. Sin embargo, se estima que su ingreso se retrase debido a las oscilaciones que ha sufrido recientemente la industria y el mercado automotor en este país. Por otro lado, Toyota ha sugerido que hacia 2025, conforme al cambio de generación de Hilux, empezarán a fabricar en Argentina la versión híbrida de la *pick up* más vendida del país. Esto sugiere la posibilidad de que el mercado de híbridos despegue en el mediano plazo.

Un obstáculo que aún se enfrenta en Argentina para la introducción de vehículos eléctricos es la infraestructura de carga, la cual es prácticamente inexistente. Generalmente en otras ciudades de la región han sido los fabricantes de autos los que han instalado cargadores públicos en sus concesionarios para la promoción de su portafolio de vehículos eléctricos (caso de BMW, BYD, Nissan y KIA). Sin embargo, no es el caso de Renault en Argentina que fue la primera empresa en comercializar, a principios de 2018, el primer vehículo eléctrico (Kangoo ZE) en el mercado local. La estrategia apunta a la conformación de corredores eléctricos. Sin embargo, hasta finales de 2018 no se había avanzado mayormente en la instalación de la red de carga para vehículos eléctricos, ni establecido plazos ni objetivos a corto plazo.

Bajo estas condiciones, el mercado de vehículos alternativos, particularmente eléctricos e híbridos-enchufables, verá su despegue masivo en Argentina para el período posterior a 2025. Dadas las fuertes oscilaciones en ventas de vehículos y tendencia de crecimiento de la última década, Frost & Sullivan considera que para 2025 el mercado argentino alcance ventas totales de entre 1 y 1.1 millones de vehículos comercializados, de los cuales aproximadamente 6,700 serán autos híbridos o eléctricos. Esto representaría alrededor de 0.6% del mercado total.





**E**l mercado automotriz en Brasil es el octavo a nivel global, y el más grande de ALC, a pesar de las fuertes caídas que sufrió entre 2012 y 2017. En 2012, se alcanzaron ventas históricas de 3.8 millones de vehículos comercializados. Todavía hasta 2014 Brasil era el cuarto mercado en ventas de todo el mundo. Tradicionalmente, este mercado está altamente ligado a la industria local que se ha desarrollado fuertemente en los últimos años, impulsada siempre por políticas de promoción por parte del gobierno brasileño, y por la fortaleza de su consumo local (alrededor del 89% de las ventas de Brasil son vehículos producidos a nivel local). Durante el auge de los países denominados BRIC, la industria automotriz brasileña recibió fuertes inversiones para incrementar su capacidad de producción hasta cinco millones de unidades anuales, con el objetivo de convertirse en una de las cinco potencias en términos de producción automotriz a nivel global. Actualmente, Brasil está operando al 50% de su capacidad, por lo que está trabajando en fortalecer lazos comerciales con otros países, especialmente de ALC, como Argentina, Colombia y México, para incrementar sus exportaciones mientras el mercado local se recupera. Otra posibilidad sería que esa capacidad instalada se utilizara, por ejemplo, para producir vehículos eléctricos.

50

Al observar las ventas de vehículos eléctricos, a diferencia de 2014 (cuando el mercado se limitaba a la puesta en marcha de programas piloto, siendo el más típico el de flotas de taxis y algunos programas B2B), en los últimos años los vehículos eléctricos han empezado a penetrar a los consumidores. Al igual que en la mayoría de los países de América Latina, la in-

fraestructura de carga y los altos precios de los vehículos han constituido la principal limitante para la introducción de estos vehículos para el público en general. Cabe resaltar que los vehículos eléctricos apenas representan el 0.01% de las ventas totales de autos en Brasil.

Durante los últimos años se ha observado un mayor desarrollo de la infraestructura, lo que ha dado lugar a una mayor presencia de este tipo de vehículos y a una rápida adopción tanto por las empresas como por los consumidores. De hecho, con la excepción de BYD, la mayoría de las actividades de las empresas automotrices se encuentran orientadas a la introducción de sus vehículos a nivel consumidor, y al trabajo en conjunto con gobiernos y empresas para mejorar la infraestructura de carga.

El caso de Brasil es particular, ya que —a diferencia de otros países, donde las pruebas se realizan con vehículos que ya son comercializados en el mercado—, sólo BMW y Volvo comercializan vehículos eléctricos al público en general. Por su parte BYD está vendiendo y/o arrendando sus vehículos como ventas directas o pruebas de mercado únicamente para flotillas, como por ejemplo en el caso de la flota de la Policía Municipal de Sao José dos Campos. Esta marca aún no tiene concesionarios ni tiene permitido la venta al público en Brasil, pero no quiere perder la oportunidad de penetración en uno de los mercados con mayor potencial de la región. Por otro lado, Brasil es uno de los mercados en los que la importación directa de vehículos no está tan restringida como en el mercado mexicano por ejemplo. Así, existen importaciones directas de marcas como Tesla, aun cuando ésta no tiene presencia directa en el mercado local. Como se mencionó anteriormente, aún no se fabrica ningún modelo 100% eléctrico en Brasil, excepto por algunos emprendimientos locales (el caso de la empresa Serttel por ejemplo).

Actualmente, la infraestructura de carga en Brasil consta de alrededor de 160 estaciones de carga, que cuentan con 198 conectores de distintos tipos. De estos, 154 son Nivel 2, es decir, carga rápida AC; 16 son carga lenta AC, 23 BYD y 2 supercargadores de Tesla. Existe infraestructura de carga para vehículos eléctricos en 12 de los 27 estados de Brasil, situación que no es muy común en mercados que no tienen muy alta penetración de este tipo de vehículos. La mayoría de los puntos de recarga están concentrados en los estados de São Paulo, Santa Catarina y Paraná. Uno de los temas de relevancia y que aún no ha tomado un papel importante en la discusión en ALC, es el de los estándares de carga.

De acuerdo con Frost & Sullivan, hacia 2025 se espera que los vehículos híbridos y eléctricos alcancen una penetración de alrededor de 1.8% del mercado total brasileño (alrededor de 61,700 unidades), lo cual puede parecer relativamente conservador, pero como se mencionó anteriormente, una de las restricciones al crecimiento en la penetración de este tipo de vehículos en Brasil es el importante impulso a la utilización de etanol como combustible.





52

**E**l escenario chileno de desarrollo de electromovilidad es uno de los más promisorios de Latinoamérica dentro de los países de mayor volumen de participación sobre el mercado automotor regional. Si bien no se ha avanzado significativamente sobre los objetivos expresados en los proyectos planteados desde 2015, la conformación en diciembre de 2017 de una Estrategia Nacional de Electromovilidad ha marcado un hito en el desarrollo de compromisos por parte de una multitud de actores (ministerios y agencias estatales, empresas automotrices y de energía, academia, *start ups*, sector servicios e inclusive el sector minero) en el desarrollo de varias iniciativas relacionadas con la promoción de la movilidad eléctrica. A la fecha, la falta de oferta de mercado, elevados precios y escasos incentivos son factores que explican el incipiente despegue de este mercado. Sin embargo, la naciente red de infraestructura de carga y discusión de políticas estatales afines son indicios de un desembarco hacia 2025. La apuesta estatal chilena a electrificar la red de transporte público es un hito en ALC, a

lo cual le seguirá la masificación en flotas comerciales y compras B2B, para luego desplegarse de lleno a nivel consumidor.

El mercado chileno se caracteriza por su extensa cartera de TLC, asociación o complementación económica, con todos los principales países de fabricación automotriz (15 tratados), siendo sumamente extensa la oferta local de automóviles, SUVs y vehículos utilitarios livianos con 0% de gravamen arancelario. Menos del 0.5% de los vehículos comercializados en Chile tienen origen de países fuera de los TLC o TLC parciales, los cuales pagan un 6% de tasa arancelaria.

La Asociación Nacional Automotriz de Chile (ANAC) registró en 2016 a 74 empresas en el mercado chileno comercializando vehículos de estos segmentos, con una oferta de mercado que oscila entre los 1,900 modelos/versiones. La oferta se amplía si se incluyen los segmentos de motos, camiones comerciales pesados y autobuses.

En contraste con la amplia oferta de mercado de marcas y modelos/versiones de vehículos con motor de combustión interna disponibles en Chile, la oferta disponible y diversidad de vehículos eléctricos e híbridos es sumamente escasa todavía. Toyota lidera en el segmento de híbridos con el histórico Prius, aparte de ofrecer la versión híbrida de Camry, y todo el portafolio de productos de alta gama de la marca Lexus en versiones híbridas. El ingreso reciente de los populares modelos híbridos de Hyundai y KIA vino a marcar un poco más de diversidad en este segmento de mercado. En el caso de los PHEV, estos siguen dominados por la oferta de marcas de lujo como Volvo y Porsche, fenómeno que se repite en todos los países de Latinoamérica.

En el caso de los vehículos eléctricos, BMW ofrece el modelo i3, y Hyundai el Ioniq EV, que ha agotado existencias (la firma no cuenta con unidades disponibles para cubrir la demanda en el corto plazo). En Chile, Nissan Leaf solo se comercializa para corporaciones, aún no a particulares. Siguiendo la tendencia regional, la empresa china BYD comercializa su sedán eléctrico que ha sido incorporado como el vehículo utilizado en los proyectos de taxis eléctricos de la ciudad de Santiago. Renault y Citroën comercializan utilitarios eléctricos, y Peugeot ha sugerido entrar también en este segmento en el corto plazo. Sin embargo, el segmento de utilitarios livianos eléctricos aún presenta un gran aspecto restrictivo, relativo a los descuentos impositivos. En suma, la oferta de mercado aún es muy escasa en Chile, por lo que todavía no se define un escenario lo suficientemente competitivo que pudiera tener un relativo impacto en precios a nivel local (derivado de la competencia).

Como parte de los compromisos de la Estrategia Nacional de Electromovilidad, la empresa Enel ha centralizado información sobre los puntos de carga públicos disponibles en Chile como beneficio para usuarios de vehículos eléctricos. Debido a los esfuerzos dispersos de los distintos agentes en

desarrollar la red pública, Chile cuenta con una de las redes más amplias de Latinoamérica, aunque sigue presentando los mismos desafíos de estandarización del tipo de cargadores y velocidad de carga que el resto de los países. Asimismo, existen proyectos y compromisos ambiciosos de un despliegue masivo de cargadores públicos sobre un proyecto nacional, de empresas como Enel, Engie y Chilquinta. Se calcula que existen 55 cargadores públicos en todo Chile. De la red total, 22 electrolinerías (42 cargadores) están concentrados en el Área Metropolitana de Santiago, en gasolineras, parques, centros comerciales, plazas de estacionamiento y en el Automóvil Club de Chile.

A escala nacional, ya hay proyectos de expandir las redes de infraestructura de carga pública en Valparaíso y otras ciudades importantes de Chile. En 2016, Chilectra pasa a ser directamente parte del grupo Enel (Enel Distribución Chile). Esta empresa actualmente se encuentra entre los principales agentes de promoción de tecnología de movilidad eléctrica en Chile, y en los demás países de la región donde se encuentra presente. Su actuación está vinculada a la promoción de proyectos para aumentar la visibilidad, en asociación con otros agentes (como las municipalidades locales, Renault, Nissan, Mitsubishi, BYD, las gasolineras Petrobras, Copec y Shell, etc.) fundamentalmente en instalación de infraestructura de carga, así como en el otorgamiento de incentivos para buses eléctricos.

El gran desafío en el establecimiento de una red de infraestructura de carga extraurbana para Chile es su gran longitud geográfica, que al extenderse por toda la cordillera de los Andes, dificulta las perspectivas de establecer "rutas verdes", mismo desafío que comparte con Brasil y Argentina, en tanto no se masifique la incorporación de cargadores de +50 kW o cargadores ultrarrápidos. Mientras tanto, distintas compañías han asumido compromisos para instalar cargadores: Enel Distribución planea terminar 2018 completando el número de 40 electrolinerías. Engie se ha comprometido a desarrollar +100 puntos de carga en todo el país y Chilquinta Energía se incorporará al negocio de las electrolinerías inaugurando 4 puntos en 2019.

Chile cuenta actualmente con un escenario donde una multitud de agentes, tanto públicos como privados, están encarando iniciativas desde diversos frentes, con el objetivo de dar los primeros pasos en el despliegue a gran escala de las soluciones de movilidad eléctrica. Sin embargo, desde la perspectiva de los agentes privados, la articulación sistemática de todos estos esfuerzos particulares no es del todo clara, ya que existe la preocupación de que con el cambio de gobierno ejecutivo ocurrido en 2018, se podría dar un giro en cuanto a la priorización de la estrategia de electromovilidad. Frost & Sullivan, considera que con la constante evolución del mercado automotriz en los últimos años, resulta ineludible que tanto el Estado, como los diversos agentes privados que se encuentran altamente comprometidos, sigan en la misma línea de acciones hacia el fomento de la movilidad eléctrica que es, además, una tendencia a nivel global. Tanto la publicación de extensos estudios



realizados en Chile en 2018 como la ampliación a nivel público, privado y académico de las iniciativas, muestran una disposición favorable a impulsar este mercado.

Frost & Sullivan estima que hacia 2025 las ventas de vehículos eléctricos alcancen alrededor de 15,700 unidades, lo que representa 4.5% del mercado total de vehículos en Chile.



**E**l mercado de automóviles eléctricos en Colombia es uno de los más prometedores de la región, sobre todo para vehículos de batería (BEV). El gobierno colombiano ha tomado medidas desde 2009 para impulsar el mercado de autos híbridos y eléctricos, con algunas extensiones y adiciones en 2013 y 2017, y estas han comenzado a tener cierto efecto sobre todo a partir de 2018. El gobierno colombiano es uno de los más comprometidos de la región para promover la electromovilidad, con planes agresivos de distintas entidades que se espera tengan un impacto positivo en el mercado desde el corto plazo. Aún faltan algunas acciones por hacer, pero sin duda el mercado colombiano de vehículos eléctricos se destaca por sobre otros dentro de ALC.

Es de resaltar que comparado a otros mercados de la región, el crecimiento en Colombia se observa más por el lado de los autos eléctricos de batería, y no de los híbridos. En este sentido, la mayor parte del parque vehicular híbrido corresponde a vehículos de transporte de pasajeros, más a que a automóviles, como ocurre en otros países de la región. La clasificación de vehículos híbridos y eléctricos en Colombia considera a los vehículos híbridos enchufables, como vehículos híbridos, mientras que en los eléctricos solamente se incluyen aquellos que son de batería (BEV). Los incentivos en términos de impuestos están diferenciados siguiendo esta clasificación.

Por su parte, la apertura del mercado automotor colombiano se puede constatar en el número de marcas presentes en el mercado, que en 2017 ascendió a 85. Sin embargo, esta situación no necesariamente aplica a la oferta de vehículos híbridos y eléctricos que aún es escasa, sobre todo en el segmento de automóviles y utilitarios 100% híbridos. En este segmento, prácticamente solo se encuentra en el mercado el modelo Niro de la marca KIA (a partir de 2018), e Ioniq de Hyundai, que recientemente fue introducido al mercado. Se espera que hacia 2019 la oferta de vehículos en este segmento vaya creciendo con nuevos modelos como el Prius de Toyota, que es altamente exitoso en otros mercados de la región. Como se mencionó anteriormente, en la clasificación de vehículos híbridos se consideran también a los híbridos enchufables y en este segmento existe una oferta mayor, sobre todo de marcas de lujo como BMW, Volvo, Porsche, Mini y Mercedes Benz, aunque marcas como Mitsubishi también están presentes en este segmento con el modelo Outlander PHEV.

En el caso de los autos eléctricos de batería, la oferta está dominada por Renault, BMW y Nissan, y empresas chinas como BYD y JAC. Incluso BYD escogió a la ciudad de Bogotá para abrir la primera sala de exhibición de vehículos eléctricos en ALC en diciembre de 2017. Uno de los principales objetivos de esta marca china, es acercar a los consumidores a la experiencia de manejo de un vehículo eléctrico y de entender los beneficios de la utilización de los mismos, información que aún es nueva para la mayor parte de los consumidores de la región y que, sin duda, se puede considerar como un inhibidor adicional al mercado.

Según información de ANDEMOS, actualmente existen en Colombia 40 estaciones de recarga concentradas principalmente en las ciudades de Bogotá y Medellín (Valle de Aburra). El desarrollo de la infraestructura de carga se está extendiendo también a ciudades como Cali y Armenia. La mayor parte de las estaciones han sido resultado del esfuerzo de las empresas locales de electricidad: Edeq en Armenia, Condensa en Bogotá, EPM en Medellín y Celsia que ha instalado 5 estaciones de carga en estas dos ciudades, al igual que en Cali (dentro de la Pontificia Universidad Javeriana). EPM cuenta con 20 estaciones de carga en Medellín, de las cuales cinco son de carga rápida, lo que permite que el tiempo de recarga de los autos sea de alrededor de 20-30 minutos. El resto de las estaciones es de carga lenta (DC, ali-

mentadas en general por energía solar) lo que permite que el vehículo se recargue entre tres y cuatro horas. En conjunto, la capacidad de las estaciones de carga instaladas por EPM alcanza 5,250 vehículos por día (operando continuamente por 24 horas), que es mucho más alta que el parque vehicular actual del Valle de Aburra.

En general, las estaciones de carga están colocadas en puntos de esparcimiento como centros comerciales, parques, o universidades, y el aeropuerto José María Córdova de Medellín. En algunos de estos sitios se ofrecen incentivos adicionales como la exención del pago de estacionamiento (Centro Comercial Oviedo en Medellín, y Salitre en Bogotá), además de los incentivos no monetarios de tener espacios de estacionamiento específicos para los autos eléctricos. Además, existen estaciones de recarga privados, como los que Celsia ha instalado en las oficinas centrales de Bancolombia en Medellín y Bogotá para el uso exclusivo de sus empleados.

El cobro de las recargas se realiza a través de una tarjeta inteligente que liga la matrícula del vehículo con el domicilio del propietario, con lo cual las recargas de los vehículos en las estaciones públicas se transfieren para cobro en el recibo de electricidad del domicilio del conductor (EPM). En otras estaciones el pago de la recarga se hace a través de aplicaciones móviles como EVA (Centro Comercial Unicentro en Bogotá). Y en otras ocasiones, la recarga es gratuita.

Como ya se mencionó, Colombia es uno de los países de la región que muestra mayor compromiso con la promoción de la electromovilidad. La alta preocupación por el incremento de contaminación ambiental en las ciudades de Medellín y Bogotá ha reforzado, junto con los objetivos de la COP21, el compromiso de enfocarse en la utilización de transporte más limpio a nivel nacional. El mercado ha crecido en los últimos años y aun cuando la penetración sigue siendo baja, existen las bases tanto regulatorias, como de disposición del mercado, a reemplazar vehículos de motor de combustión interna, por vehículos híbridos o eléctricos. Aún quedan algunas acciones importantes por hacer para que las políticas de promoción e incentivos estén mejor coordinadas y tengan un mayor impacto en el mercado y en los objetivos de reducción de emisiones; sin embargo, las bases están sentadas para que la penetración siga creciendo en el corto plazo, mientras las tecnologías avanzan para que los precios sean comparables con los vehículos de combustión interna. La mayor barrera para el crecimiento de las ventas de vehículos híbridos y eléctricos en Colombia, sigue y seguirá siendo su elevado precio de venta (al menos hasta 2020).

Es por esto que Frost & Sullivan estima que para 2025, se comercializarán en Colombia alrededor de 2,800 unidades híbridas (incluyendo PHEV), y 2,700 vehículos eléctricos, para un total de 5,500 unidades, lo que representa una penetración de 1.6% del mercado total.





Costa Rica cuenta con la legislación más avanzada de la región en la materia, la cual se aborda desde un punto de vista integral, tocando los puntos medulares del mercado de la electromovilidad: el país cuenta con incentivos financieros y no financieros con una política coordinada entre los distintos ministerios involucrados en el tema, con definiciones claras de las responsabilidades de cada uno de los agentes. La Ley de Incentivos y Promoción para el Transporte Eléctrico, considera también el desarrollo de infraestructura de carga con lineamientos específicos donde se propone como una responsabilidad público-privada, entre otros aspectos. Es por esto que principalmente se presenta un análisis de este marco normativo de muy reciente introducción, por lo que será solamente hacia 2019 donde se empezarán a ver los efectos de la misma en el mercado de vehículos eléctricos de Costa Rica.

58

En diciembre de 2017 se aprobó una ley en Costa Rica que elimina prácticamente todos los impuestos para los vehículos eléctricos. Costa Rica, al igual que Colombia, ponen el cumplimiento de los objetivos de reducir las emisiones de carbono como el principal motivo de promoción e incentivos para la electromovilidad. En el caso de Costa Rica, el objetivo es convertirse en un país neutral en emisiones de carbono para 2022. La Ley de Incentivos y Promoción para el Transporte Eléctrico tendría una vigencia hasta 2023 para los vehículos y hasta 2028 para las partes y sistemas de ensambla-

je, y considera únicamente a los vehículos eléctricos de batería (BEV) en todas sus modalidades: bicicletas, motocicletas, automóviles, microbuses, autobuses, y trenes. La ley detalla claramente las funciones del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) que es la entidad encargada de regir el monitoreo y la evaluación de la misma, así como de promover la capacitación y realizar campañas educativas para el fomento de adquisición y uso de vehículos eléctricos. Un elemento importante de resaltar es que el MINAE es el encargado también de coordinar todos los esfuerzos relacionados con la movilidad eléctrica entre las distintas instituciones involucradas. Estos dos puntos son fundamentales ya que, en otros países, por un lado se han tenido que crear comisiones para evitar que los esfuerzos de distintas instituciones se queden aislados, o que no necesariamente vayan en la misma dirección; y, por otro lado, aunque las campañas de información pueden parecer irrelevantes, en países como México y Ecuador la falta de claridad y conocimiento sobre los incentivos, se ha señalado como un inhibidor propio de estos mercados.

En cuanto a infraestructura, esta ley asume que el gobierno en todos sus niveles se encargará de hacer las inversiones necesarias para la promoción y el fortalecimiento de la utilización de los vehículos eléctricos, en cuanto a infraestructura de carga, carriles adicionales y lugares de estacionamiento, entre otros. Específicamente respecto a infraestructura de carga, el objetivo en cuanto a instalación de cargadores para las carreteras nacionales, es de un cargador cada 80 km mientras que en las zonas rurales debe instalarse un cargador al menos cada 120 km. Hasta el momento, la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL) y el Instituto Costarricense de Electricidad (Grupo ICE) comenzaron con la instalación de 18 estaciones de carga en todo el territorio. Estos cargadores son de carga rápida AC por lo que los vehículos tardan hasta seis horas en la recarga completa. Costa Rica no cuenta aún con ningún cargador DC (de carga rápida menor a 1 hora). El cobro por la electricidad de la recarga solo está permitido para aquellas empresas que tengan la concesión para vender electricidad, y estas tienen permitido asociarse con otras entidades para la instalación de los centros de recarga. La ley estipula que además deberá haber centros de recarga no solo en estacionamientos de entidades gubernamentales, sino también en estacionamientos públicos y centros comerciales.

Aun cuando los efectos de esta ley están por percibirse, en términos de infraestructura se comienza a apreciar ya el compromiso por el lado de organismos privados como de entidades públicas, y la red de infraestructura de carga pública para vehículos eléctricos en Costa Rica comienza a extenderse rápidamente. El principal actor en planificar y desarrollar la instalación de cargadores para vehículos eléctricos es el Grupo ICE, el cual recientemente ha asumido compromisos en expandir su red de carga rápida, así como en la adquisición de flota de vehículos eléctricos.<sup>2</sup> Así mismo, escuelas técnico-industriales, centros comerciales, estacionamientos y concesionarios han colocado cargadores públicos. Se calcula que a finales de 2018 había alrededor



de 50 puntos de carga en unas 42 locaciones, siendo mayormente cargadores de Tipo 1 o de carga lenta.

Gran parte de los puntos de carga se encuentran en San José. Sin embargo, la red también se extiende a otras ciudades del país. Se trata de una de las redes de infraestructura de carga pública más importante de la región, inclusive si tenemos en cuenta la escasa extensión geográfica que tiene Costa Rica, por lo cual se presenta como un país ideal para el desarrollo de la electromovilidad urbana e interurbana.



**E**l rasgo distintivo que ha jugado Ecuador en el desarrollo de la electromovilidad en la región, es su temprana experiencia en la implementación de beneficios fiscales a la importación de vehículos híbridos, y el rápido interés por parte del público consumidor, teniendo el parque de vehículos híbridos más grande de Sudamérica. Actualmente cuenta con un extenso repertorio de fomentos fiscales que seguirán impulsando el despliegue de la movilidad eléctrica. Sin embargo, algunos de sus principales desafíos son definir un plan nacional de infraestructura de carga con agentes concretos que lo encaren, ajustar aspectos de nomenclatura sobre vehículos híbridos enchufables, así como la ampliación de la oferta disponi-

Foto de Abbie Bernet  
en Unsplash

ble de vehículos con este tipo de tecnologías. Al ser un país con una matriz eléctrica de fuentes primordialmente renovables (hidráulica), posee asimismo un potencial de desplazar la demanda energética de combustibles del sector transporte hacia fuentes no contaminantes, con el desarrollo de una estrategia de electromovilidad acorde al Plan Nacional de Eficiencia Energética, de reciente publicación.

Al igual que en otros países de la región, la oferta disponible de vehículos de motorización alternativa es aún muy escasa en Ecuador, y los precios son poco competitivos con respecto a los de los vehículos de motor de combustión interna, aun considerando los incentivos y exenciones de carga impositiva con los que se les ha beneficiado. Las altas tasas de subsidio a los combustibles fósiles en Ecuador actúan como un posible factor de desincentivo. Es un hecho, también, que al igual que en otros países de la región (como México), ha habido poca promoción, y el entendimiento de la población acerca de los beneficios otorgados a este tipo de vehículos es limitado, por lo que los beneficios aún no han impulsado el interés por adoptar estas tecnologías de la manera que se hubiera esperado. Es cuestión de tiempo para que el mercado comience a crecer.

La oferta de vehículos híbridos está dominada principalmente por marcas asiáticas (Kia, Hyundai y Toyota-Lexus), y en el segmento de PHEV, Mitsubishi, BMW y Mercedes Benz. En lo referente a la clasificación normativa de los vehículos, los PHEV y HEV están dentro de la misma categoría, lo cual ha sido reconocido como un error en el cual el sector automotriz tiene que trabajar en corregir, ya que existe un diferencial de incentivos y beneficios de los cuales los híbridos enchufables están siendo excluidos. Asimismo, la oferta de 100% eléctricos es aún reducida, siendo monopolizada por BYD y KIA en el segmento de automóviles, y Dayang y Renault en el segmento de microvehículos. Hay grandes expectativas en el sector de que se amplíe y diversifique la oferta y variedad de vehículos eléctricos en el corto plazo, si bien los anuncios son aún inciertos y fuertemente dependientes de que el programa de incentivos a la electromovilidad ecuatoriana siga evolucionando.

En Ecuador ningún actor se ha posicionado como propulsor de un plan de instalación de infraestructura de carga para vehículos eléctricos a nivel nacional, ni en las distintas municipalidades. En este sentido, se espera que la nueva Ley de Inversiones Productivas, la cual incluye beneficios en exención de impuestos a la importación de cargadores, dinamice esta actividad. A la fecha han sido las empresas KIA y BYD quienes han asumido el rol de instalar la infraestructura de carga pública, para cumplir con la demanda que exige la creciente flota de vehículos de ambas compañías. Asimismo, la colocación de estos dispositivos de carga es parte de su estrategia de posicionamiento de marca, por lo que la mayor parte de estos cargadores están localizados en concesionarios de KIA o BYD, centros comerciales y zonas de alta afluencia de vehículos.



Hasta septiembre de 2018 se estima que había alrededor de 15 cargadores públicos disponibles entre las distintas ciudades de Ecuador. Por otro lado, desde 2018 la Agencia de Regulación y Control de Electricidad (ARCONEL) dispone tarifas preferenciales para la carga rápida en puntos de carga públicos, así como para aquellos propietarios de vehículos eléctricos que instalen medidores inteligentes (*Smart meters*), junto con los cargadores para vehículos eléctricos de uso doméstico.

Como en todos los países, Frost & Sullivan realizó estimaciones hacia 2025 y espera que en Ecuador el mercado total de vehículos puede alcanzar poco más de 150,700 unidades comercializadas, mientras que los vehículos eléctricos podrían alcanzar 14,950 unidades (incluyendo HEV, PHEV y BEV), alcanzando la mayor penetración del mercado total en la región con 9.9% del total de ventas de vehículos en Ecuador.



Foto de Jezael Melgoza en Unsplash.

**S**in duda, el mercado mexicano de vehículos híbridos y eléctricos se ha consolidado como el más grande de la región. Similar al caso de Chile, una de las ventajas para esta situación es el nivel de precios del mercado automotriz en general, donde gracias al amplio número de tratados de libre comercio que tiene México, la mayor parte de los vehículos (incluyendo híbridos y eléctricos) están libres de arancel. También es una realidad que el gobierno federal ha tomado acción en implementar incentivos financieros y no financieros al mercado de híbridos y eléctricos, y existen incentivos adicionales a nivel ciudad, sobre todo en la Ciudad de México. Sin embargo, el mercado mexicano aún está lejos de su potencial, porque aun cuando los precios de los vehículos son menores que en otros países de la región, hay una diferencia importante cuando se les compara con los precios de los vehículos de combustión interna (excepto en el caso del modelo híbrido Ford Fusion que se fabrica localmente), y existe también una oferta aun limitada de vehículos con estas tecnologías, en particular de automóviles eléctricos.

Además del Toyota Prius, existen en México algunos modelos tanto eléctricos como híbridos. En 2015, Ford comenzó a comercializar la versión híbrida de Fusion, y en 2017, Hyundai trajo a México Ioniq híbrido. En 2017, también destacaron lanzamientos en el segmento de SUVs híbridas. Tal fue el caso de Nissan XTrail y KIA Niro. En el segmento de lujo, la marca Infiniti de Nissan comenzó a comercializar versiones híbridas tanto de sedanes como SUV (Q50 y QX60 respectivamente). El segmento de los PHEV también tuvo un auge de lanzamientos a partir de 2016, donde al igual que en otros países de la región, la oferta de vehículos de este tipo de tecnología, está altamente asociado a las marcas de alta gama como BMW, VW, Porsche, Volvo y Mercedes Benz, principalmente en el segmento de SUV, aunque BMW también tiene sedanes PHEV como Serie 330e y 530e.

En el caso de los eléctricos, BMW y Nissan comenzaron a comercializar los modelos i3 y Leaf en 2014 y 2015 respectivamente, y ambos modelos se siguen comercializando. En 2016, llegó a México la marca Tesla con los Modelos S y X, y también se pueden ordenar el Modelo 3 y Roadster, al igual que en otros países. La llegada de Tesla ha dado también un impulso importante al desarrollo de la infraestructura, ya que ha instalado cargadores que pueden ser utilizados también por los estándares de otras marcas. En 2019, se esperan algunos lanzamientos como Audi e-tron recientemente lanzada a nivel global, y KIA Soul EV.

En 2018, había en México una red de infraestructura de carga de aproximadamente 900 estaciones distribuidas en todo el país, aunque existe una mayor concentración en la Ciudad de México, y en los estados de Nuevo León y Aguascalientes. La instalación de esta infraestructura ha estado a cargo tanto de entes privados, principalmente las marcas que comercializan autos eléctricos en México (BMW, Nissan y Tesla), como públicos, como la Comi-

sión Federal de Electricidad (CFE, empresa estatal a cargo de la generación, transmisión y distribución de energía en México). Inicialmente, cuando Nissan y BMW trajeron sus primeros modelos eléctricos a México, comenzaron también a instalar estaciones de carga en todos los concesionarios de ambas marcas a nivel nacional, lo que significó un mayor grado de confianza a los consumidores respecto a la ansiedad del rango, que en otros países del mundo era considerada un inhibidor importante del mercado.

Posteriormente, la CFE se unió a los esfuerzos de impulso a los vehículos eléctricos en México a través de dos grandes áreas: la instalación de estaciones de recarga, y la facilidad para la instalación de medidores independientes de energía directamente en el domicilio de los consumidores, para que el consumo de la carga del vehículo no interfiera en la tarifa diferenciada existente para los hogares en México. En cuanto a desarrollo de la infraestructura de carga, CFE ha invertido en la instalación conjunta con BMW y Nissan en 32 electrolinerías ubicadas en la Ciudad de México y en las principales carreteras del país.

Por el lado de las empresas privadas, BMW, a través de su iniciativa global ChargeNow ha incorporado a México en su red global. La idea de esta iniciativa es facilitar a los usuarios de los autos eléctricos de BMW ubicar y utilizar las estaciones de carga. En el caso de México, Nissan, GE y Schneider se han sumado a esta iniciativa y en conjunto reportan 440 estaciones de carga en México cubriendo prácticamente todo el territorio mexicano.

Cabe resaltar que si bien el desarrollo de la infraestructura de carga en México estuvo liderado por empresas privadas (Nissan, BMW y Tesla), es de suma importancia que se hayan sumado otras entidades, tanto públicas como privadas, ya que es de esta forma que la infraestructura se expande día con día. No solo es importante que distintas entidades trabajen en conjunto para la instalación de estaciones de carga; el esfuerzo debe dar un paso adicional para que este sea coordinado, y el crecimiento de la red no solo sea eficiente en número sino también en estándares de carga, para que más vehículos puedan utilizar estos puntos de recarga. A diferencia de otros países de la región, para México la red de infraestructura de carga ya no es un reto, ya que además los usuarios han avanzado en el aprendizaje (que ya existe en otros mercados globales) y la confianza de que los vehículos eléctricos dependen más de las recargas domésticas nocturnas, que de la infraestructura de recarga en lugares públicos durante el día. El reto para México, del cual otros países de la región pueden aprender, es la estandarización y optimización de la misma.

64

Frost & Sullivan estima que hacia 2025 se comercialicen en México alrededor de 57,200 autos híbridos y PHEV, y 4,200 autos eléctricos. Esto significa un total de 61,400 vehículos, lo que representa alrededor de 2.9% del mercado total de vehículos en este país.





**E**n comparación con el resto de ALC, Paraguay presenta un mercado vehicular de importaciones liberalizadas, y un programa de incentivos a través de exenciones arancelarias y de cargas impositivas para tecnologías de vehículos híbridos y eléctricos de promulgación temprana (2012). Sin embargo, es a partir de 2016 que este estímulo ha adquirido un mínimo aprovechamiento a través de importaciones directas, y con el primer anuncio de comercialización de un vehículo eléctrico a través de una distribuidora local en agosto 2018, por parte de la empresa china BAIC. En este período han surgido *start-ups* locales (Green Tech) y asociaciones (Asociación Paraguaya de Propietarios de Vehículos Eléctricos) que también impulsan la utilización de vehículos eléctricos. Asimismo, es hasta 2017 cuando la binacional hidroeléctrica Itaipú, junto con otros actores, tuvieron la iniciativa de desarrollar un corredor vial provisto de cargadores públicos en los próximos años.

Una de las argumentaciones más potentes a favor del desarrollo de la electromovilidad en Paraguay, es su enorme capacidad de producción de energía renovable. Paraguay presenta uno de los índices de producción de energía per cápita más altos del mundo, siendo gran parte de la energía producida exportada a países vecinos (Argentina y Brasil). La matriz energética paraguaya se basa en la producción hidroeléctrica a través de las represas binacionales Itaipú (Paraguay-Brasil), con 20 turbinas generadoras de hasta 700MW de capacidad nominal y una producción anual promedio de 90,000GWh; y Yacretá (Para-



guay-Argentina), con 20 turbinas generadoras de 172.5MW, y una producción anual promedio de 20,000GWh. Una tercera central hidroeléctrica es el complejo Acaray, de menor producción energética comparada con las dos anteriores, además de tres centrales menores de producción térmica, con lo cual se genera un excedente de electricidad que puede ser utilizado para la recarga de los vehículos eléctricos.

Sin embargo, en Paraguay, al igual que en otros países de la región, los precios de los vehículos con este tipo de tecnologías, resultan ser, junto con la escasa oferta, los principales factores que detienen el desarrollo de este mercado, aunque el creciente entusiasmo por estas soluciones de movilidad sugiere una proyección interesante hacia 2025.

Actualmente hay cerca de 90 BEV y PHEV en circulación, importados de forma directa. De estos, 40% son Nissan Leaf importados de forma directa. Cabe resaltar que Nissan no comercializa aún el Leaf en Paraguay de forma directa. Del resto, se reparten en pequeñas unidades entre todos los modelos más comercializados del mercado global, principalmente de alta gama. Se estima que incluyendo a los vehículos convertidos a eléctricos de forma local, para fines de 2018 el parque de BEV y PHEV eléctricos puede alcanzar las 200 unidades en Paraguay.

Actualmente existen 10 cargadores públicos de carga lenta (CSS 7kWh) en hoteles y centros comerciales de la ciudad de Asunción. La propuesta de estos cargadores es de concientización más que como respuesta a una demanda urgente de cargadores públicos, inexistente por el pequeño tamaño de la flota de vehículos eléctricos que hoy circula en Asunción. Ninguna de las empresas que disponen de estos cargadores públicos cobran por la carga de energía, asumiendo los ya de por sí bajos costos de electricidad, como un servicio de valor agregado a sus clientes. Existen otros 3 cargadores exclusivos de uso de la empresa de producción energética binacional Itaipú, la cual cuenta con algunos vehículos eléctricos propios. Por último, recientemente se ha instalado el primer cargador multiestándar de carga rápida (50kWh DC) en una estación de servicios de la petrolera brasilera Petrobras. Estos cargadores son todos multimarca (Bosch, Siemens), y se han comprado como respuesta a una demanda local de este tipo de productos gestionada a través de la *start-up* Green Tech, más que por una planificación centralizada por parte del Estado paraguayo.



Junto con los actores anteriormente mencionados, la *start-up* Green Tech y la Asociación Paraguaya de Propietarios de Vehículos Eléctricos, el parque tecnológico de la binacional Itaipú ha sido un agente más en proponer las primeras iniciativas germinales de la electromovilidad en Paraguay. Del diálogo entre estos agentes, ha surgido una propuesta y proyecto de infraestructura de carga en rutas nacionales. A finales de 2017 se anunció su interés por desarrollar una “Ruta Verde” que conectara las ciudades de Asunción

con Ciudad del Este, en una primera etapa, a través de 5 puntos de carga, la cual se espera estará disponible para 2019. Se ha sugerido que los cargadores estén conectados con fuentes de generación fotovoltaica. Asimismo, desde otros actores se está discutiendo la posibilidad de que estos cargadores sean todos de carga rápida y multiestándar como imperativo. En una segunda etapa se ha sugerido completar el triángulo de ruta verde con Curitiba hacia la frontera con Argentina, si bien no se ha definido ningún plazo.

De acuerdo con estimaciones de Frost & Sullivan, en 2025 se estarán comercializando 900 unidades de vehículos eléctricos en el mercado paraguayo, lo que significa una penetración de 3.0% del mercado total.



**U**ruguy presenta un panorama promisorio para el desarrollo de la movilidad eléctrica justificada desde distintos puntos de vista. Fundamentalmente, se trata de un país que en los últimos años ha transformado su matriz energética siendo más del 95% proveniente de fuentes renovables. Simultáneamente, la empresa estatal de energía ha emprendido un programa de fomento y desarrollo de electromovilidad, que comprende visibilidad de la oferta y un programa de desarrollo de infraestructura de carga pública en ciudades y corredores viales, así como ta-

sas preferenciales de aranceles. Si bien se vienen legislando reducciones en impuestos internos desde 2010, el régimen tributario de incentivo para autos eléctricos se conforma en 2015 con el decreto de exención de aranceles y del Impuesto Específico Interno (IMESI). Con la extensión de incentivos impositivos, algunas empresas automotrices han lanzado carteras de productos eléctricos en el mercado local, cubriendo los segmentos de vehículos de pasajeros y de utilitarios livianos. Sin embargo, la oferta aún es reducida. Asimismo existe un programa de electrificación de la flota de taxis de Montevideo. Por otro lado, desde hace varios años diversos emprendedores locales (*start-ups*) trabajan desde distintos frentes en la promoción de la electromovilidad con iniciativas innovadoras. Si bien hasta el día de hoy la flota existente de vehículos eléctricos consta principalmente de compras B2B (licitaciones de compra de taxis y utilitarios para la empresa local de electricidad), los escenarios posibles de masificación de este tipo de tecnologías son bastante promisorios a mediano plazo para Uruguay.

Desde la aplicación de algunos incentivos por parte de las autoridades para la comercialización más competitiva de vehículos eléctricos, se ha ampliado la oferta de este tipo de tecnologías: era nula antes de 2015, cuando Ruffino Group, distribuidor local de la Original Equipment Manufacturer (OEM por sus siglas en inglés) china Gac Gonow, especializada en vehículos utilitarios, incorpora toda una cartera de productos 100% eléctricos de eMIN. A esto también se le sumó BYD, con tres modelos eléctricos. Asimismo, Renault comercializa el modelo eléctrico Kangoo ZE y Peugeot el vehículo utilitario Partner Electric. Al igual que en otros países de la región, la oferta de vehículos híbridos enchufables se ha ampliado, principalmente con autos de alta gama, de BMW, Mercedes Benz y MINI, y la oferta de HEV, estando antes monopolizado por el Toyota Prius, se ha diversificado con la incorporación de los modelos más populares de Hyundai a nivel mundial. Sin embargo, las empresas automotrices más tradicionales y consolidadas en el mercado uruguayo (como pueden ser Chevrolet, Suzuki, Volkswagen, Fiat y Nissan) todavía aguardan el despliegue de versiones híbridas y/o eléctricas de vehículos de pasajeros. Las proyecciones de crecimiento del parque de vehículos eléctricos en Uruguay son especialmente promisorias en ventas B2B (incluyendo estatales y transporte colectivo), para el período 2019-2020, en el cual se conformará el ecosistema de movilidad eléctrica para que esta tecnología se masifique en los años siguientes.

En asociación con la petrolera estatal ANCAP, la UTE ha encarado desde 2017 el proyecto de desarrollar una infraestructura de carga pública para vehículos eléctricos a escala nacional denominado “Ruta Eléctrica”. Este sistema de rutas verdes se sumará al ya existente sistema de cargadores públicos instalados en Montevideo. En su primera fase, la Ruta Eléctrica abarcará desde Colonia del Sacramento hasta Chuy, pasando por Montevideo y toda la región costera de Uruguay. El tramo final de Chuy aún ha de ser completado, ya que el resto de las estaciones de carga ya están en funcionamiento.




Los cargadores están colocados en las estaciones de servicio de ANCAP, cada 60 km de distancia, y son de Tipo 2 de 22kW y 43kW según la locación. La fase uno se espera estará completa en 2019. Hacia 2020 se proyecta el despliegue de la fase 2, que comprende la instalación de cargadores en todas las rutas nacionales del país, en todas las regiones administrativas, usando la curva de aprendizaje técnico de la fase 1. En una tercera fase, sin plazo específico, se proyecta la instalación de una red de carga súper rápida (DC) sobre los puntos clave de toda la red de carga nacional.

Al igual que en los otros países de la región, y considerando que Uruguay es uno de los mercados que se encuentra en etapa naciente, la proyección de ventas de vehículos híbridos y eléctricos está basada en 3 escenarios distintos que dependen tanto de condiciones internas, como del entorno mundial en aspectos como el precio de petróleo, el avance en el desarrollo de las tecnologías híbridas y eléctricas y el precio de las mismas, entre otros aspectos. Frost & Sullivan estima que las ventas de autos híbridos y eléctricos alcancen alrededor de 4,000 unidades en 2025, alcanzando una penetración de 8.0% del mercado total.





# PRINCIPALES CONCLUSIONES DEL POTENCIAL DEL MERCADO DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

 Resulta claro que Latinoamérica en su conjunto, desde distintas experiencias y trasfondos, ha avanzado enormemente y que presenta un pronóstico promisorio para la masificación de la movilidad eléctrica a mediano plazo, así como un enorme potencial de retroalimentación y propulsión de las experiencias locales a través del diálogo regional. En última instancia, aquellos desafíos fundamentales para la masificación de la movilidad eléctrica son transversalmente los mismos en todos los países de la región. Los desafíos actuales no solo se refieren a los altos precios de mercado de tecnologías híbridas y eléctricas, a la escasa oferta de mercado, y al limitado despliegue de infraestructura de carga (dependiendo del país). Estos desafíos comienzan a evolucionar, poniendo de manifiesto la falta de normativas regulatorias relacionadas con este tipo de tecnologías, como normativas para instalación de cargadores domésticos, los esquemas de cobro por la energía utilizada, y los estándares de cargadores públicos; o, por ejemplo, la falta de consenso sobre la nomenclatura de los vehículos hí-



bridos enchufables, que en algunos países se consideran híbridos, mientras que en otros, se consideran eléctricos. Ello demuestra que aún hay camino por andar en la región, en cuanto a legislación se refiere.

En este sentido, destaca la reciente legislación aprobada en Costa Rica, que no solamente considera la mayor parte de los temas mencionados anteriormente teniendo como enfoque principal el apoyo y promoción a vehículos 100% eléctricos, sin considerar en ningún momento a los híbridos o híbridos enchufables, sino que también coordina de manera clara la participación y los roles de los distintos ministerios que tienen pertinencia en el tema del impulso a los vehículos eléctricos. Este punto toma especial relevancia cuando se compara con países como Colombia, que muestra un empuje bastante importante desde distintos sectores, pero cuyos objetivos no necesariamente parecen estar alineados y de acuerdo a las políticas de incentivos arancelarios adoptadas por el Gobierno Nacional.

Sin duda, cada país presenta fortalezas y áreas de oportunidad en cuanto a impulso y legislación destinada a apoyar la sustitución de vehículos con motor de combustión interna, por vehículos eléctricos, y aquellos países que puedan estar rezagados en el tema tienen ya muy buenas referencias en cuanto a experiencias dentro de la región, para diseñar políticas públicas bien articuladas que se adapten a las realidades de cada uno de ellos. Sin embargo, más allá de las formas observadas y comunes de política a lo largo de la región que han probado tener un alto impacto en los mercados (léase incentivos financieros y no financieros), y que no pueden faltar, se identifican ciertos elementos que se consideran fundamentales, y que después de todo el aprendizaje en la región, cualquier política pública de impulso a la utilización de vehículos eléctricos debiera contener. Dentro de estos elementos se identifican los siguientes:

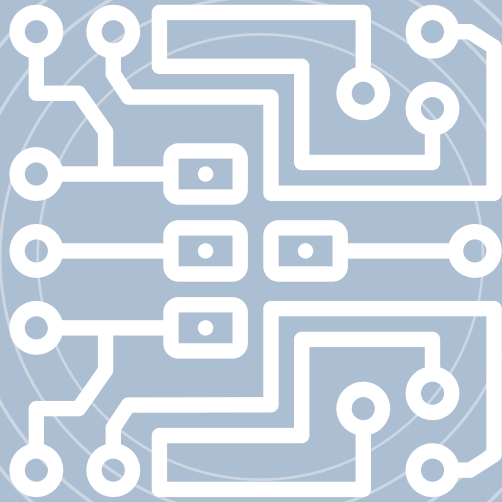
- **Tipo de tecnología de propulsión de vehículos eléctricos:** aunque no necesariamente las políticas públicas deben ser diferenciadas para los vehículos híbridos, híbridos enchufables y eléctricos, sí es deseable que los gobiernos estén bien informados acerca de las diferentes tecnologías, las ventajas y desventajas que cada una pudiera tener, para diseñar los incentivos de manera informada y de acuerdo a sus prioridades. Por ejemplo, el caso de Costa Rica, como se mencionó anteriormente, es muy claro hacia el impulso de las tecnologías 100% eléctricas. Es probable que, en el corto plazo, tenga sentido el impulso a los tres tipos de tecnología (que ha probado ser exitoso en el caso de México, por ejemplo), mientras el precio de los vehículos disminuye. En el futuro, una vez que las tecnologías continúen su evolución y los precios de los vehículos sean comparables a los de combustión interna, es probable que tenga más sentido impulsar a los vehículos 100% eléctricos, ya que éstos son cero emisiones durante su operación.
- **Lineamientos para la instalación y estandarización de la infraestructura de carga:** tomando en cuenta el aprendizaje de aquellos países que,

como México, han desarrollado ampliamente su infraestructura de carga, es deseable que se definan criterios de espacialidad y, sobre todo, de la estandarización de los conectores. Este es un tema que las empresas automotrices están tratando de resolver a nivel global, pero mientras esto ocurre, es deseable que dado que los recursos para la instalación de infraestructura son limitados, idealmente ésta debería de poder atender la demanda de los distintos vehículos que se comercialicen en el país, para que funcione de manera espacial y operativamente eficiente.

- **Legislación sobre el cobro de las recargas:** dado que en varios países de la región, únicamente las empresas encargadas de la distribución de electricidad están habilitadas para cobrar la energía, es necesario que existan legislaciones que definan y permitan modelos de negocio específicas para las recargas de autos eléctricos. En este sentido, casos de éxito son Brasil y Costa Rica en la región, donde aun cuando el modelo es distinto, están claras las reglas para el cobro de la energía.
- **Necesidad de coordinación y alineación de objetivos de política pública y programas de incentivos:** en la medida en que las instituciones trabajen de manera coordinada y hacia un objetivo común, las políticas públicas de impulso al mercado de vehículos eléctricos serán más efectivas. En este sentido, el involucramiento de los gobiernos a nivel nacional (más que a nivel ministerio, ciudad o municipalidad) se antoja fundamental para que los programas de incentivos, además, vayan alineados con las políticas que se definan como prioritarias para el país.
- **Importancia de alianzas y el trabajo conjunto de entidades públicas y privadas:** dado que este mercado es relativamente nuevo en la región, requiere de un impulso importante que puede lograrse de manera más eficiente si se conjunta la participación de entidades públicas y de entidades privadas; no sólo en lineamientos y apoyos, sino por ejemplo, también en programas conjuntos de promoción y comunicación de beneficios en incentivos, apoyo en cuanto a oferta para satisfacer planes específicos como los de taxis, y la instalación de infraestructura, entre otros.

Así y todo, los espacios de oportunidad que tiene ALC como región son sobresalientes, con un enorme potencial con países que cuentan con una alta participación de energías alternativas (principalmente hidráulica) en sus matrices energéticas, y con una gran cantidad de áreas metropolitanas con más de 10 millones de habitantes (megaciudades) en la región, que tienen la necesidad de abordar difíciles problemas de movilidad y altos niveles de contaminación a partir de soluciones inteligentes. Esto, aunado a la existencia de una industria automotriz regionalmente consolidada cuyo objetivo es impulsar la electromovilidad en la región, con un ecosistema en el que también se observa la proliferación de emprendimientos y *start ups* relacionadas con la movilidad eléctrica en todos los países, sienta las bases para que en el mediano plazo el mercado logre una adopción importante de vehículos eléctricos que ayuden a resolver los grandes temas de contaminación y ofrezcan mejores condiciones de entorno a sus habitantes.





## FUENTES DE INFORMACIÓN UTILIZADAS

- 1 Global Strategic Analysis of Charging Technologies for Electric Vehicles -Forecast to 2025, Frost & Sullivan, 2018. Recuperado de <http://www.frost.com/sublib/display-report.do?searchQuery=electric+vehicle+outlook&ctxixpLink=FcmCtx3&ctxixpLabel=FcmCtx4&id=M-DC0-01-00-00&bdata=aHR0cHM6Ly93d3cuZnJvc3QuY29tL3NyY2g-vY2F0YWxvZy1zZWZyY2guZG8%2FcGFnZVNpemU9MTlmcXVlcnlUZXh0PWVsZWN0cmVjK3ZlaGljbGUrb3V0bG9vayZ4PTAmeT0wQH5AU-2VhcmNoIFJlc3VsdHNAfkAxNTQyOTIxNTk2OTgy>.
- 2 ICE autoriza compra de 100 vehículos eléctricos nuevos. 10 de mayo de 2018. Recuperado de: [www.grupoice.com](http://www.grupoice.com).

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

A continuación se presenta una lista de los términos y siglas empleadas a lo largo del documento. Aquellas siglas que corresponden a palabras, términos o conceptos en inglés se han empleado a lo largo del documento así por el consenso que esas siglas tienen a nivel internacional sobre determinado concepto u objeto; como por ejemplo PHEV (*Plug-in hybrid electric vehicle*) que se traduce como “vehículo eléctrico híbrido enchufable”, pero que no tiene ninguna sigla asociada de común consenso en todos los países de habla hispana.

- AAVEA: Asociación Argentina de Vehículos Eléctricos y Alternativos.
- AC: *Alternate current* [corriente alterna].
- ANAC: Asociación nacional Automotriz de Chile (Chile).
- ANCAP: Administración Nacional de Combustibles (Uruguay).
- ANDEMOS: Asociación Colombiana de Vehículos Automotores (Colombia).
- ARCONEL: Agencia de Regulación y Control de la Electricidad (Ecuador).
- B2B: *Business-to-business* [relación de empresa-a-empresa].
- BAIC: *Beijing Automotive Industry Holding Company*. Empresa automotriz china, líder en mercado de vehículos eléctricos.
- BEV: *Battery Electric Vehicle* [vehículo eléctrico de batería] o vehículo 100% eléctrico. Ej.: Nissan Leaf, BYD e5, Renault Twizy.
- BRICs: Bloque de grandes economías emergentes conformado por Brasil, Rusia, India y China.
- BRT/ BTR: *Bus Rapid Transit* [Bus de Tránsito Rápido]. Sistema de infraestructura de carriles exclusivos para tránsito de buses. Ejemplo: Transantiago (Santiago de Chile), Transmilenio (Bogotá), Metropolitano (Lima), Metrobus (Buenos Aires).
- BYD: *Build Your Dreams*. Empresa automotriz china, líder en mercado de vehículos eléctricos.
- CFE: Comisión Federal de la Electricidad (México).
- CNFL: Compañía Nacional de Fuerza y Luz (Costa Rica).
- COP21: XXI Conferencia de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (2015).
- COPEC: Compañía de Petróleos de Chile (Chile).
- DC: *Direct current* [corriente directa].

- EDESUR: Empresa Distribuidora de Energía Sur Sociedad Anónima (Argentina).
- EE. UU.: Estados Unidos de América.
- EPM: Empresa de servicios públicos de Colombia.
- EV: *Electric vehicle* [vehículo eléctrico]. Genéricamente cualquier vehículo que posee cierto grado de motorización eléctrica.
- FCA: Fiat Chrysler Automobiles.
- FCEV: *Fuel Cell Electric Vehicle* [vehículo eléctrico de celdas de combustible]. Ej.: Toyota Mirai.
- FHEV: *Full Hybrid Electric Vehicle* [vehículo eléctrico totalmente híbrido]. En el documento se utiliza genéricamente como HEV (ej.: Toyota Prius, Hyundai Ioniq Hybrid, KIA Niro Hybrid), manteniendo la distinción con los PHEV.
- GM: General Motors Company.
- GNC: Gas natural comprimido.
- GNL: Gas natural líquido.
- GWh: Giga watt/hora.
- HEV: *Hybrid Electric Vehicle* [vehículo eléctrico híbrido]. En el documento se utiliza como sinónimo de FHEV (ej.: Toyota Prius, Hyundai Ioniq Hybrid, KIA Niro Hybrid), distinguiéndolo de los PHEV.
- I&D: Investigación y desarrollo.
- ICE: Instituto Costarricense de Electricidad (Costa Rica).
- ICE: *Internal combustion engine* [motor de combustión interna].
- IMESI: Impuesto Específico Interno (Uruguay).
- IVA: Impuesto al Valor Agregado.



- JAC: *Anhui Jianghuai Automobile Company Ltd.* Empresa automotriz china, líder en mercado de vehículos eléctricos.
- kWh: Kilo watt-hora.
- LCV: *Light Commercial Vehicle* [vehículo comercial liviano]. Comprende todos los vehículos para actividades comerciales de chasis pequeño: pick ups, vans y furgones pequeños.
- Li-ion: Iones de litio.
- MERCOSUR: Mercado Común del Sur.
- MHEV: *Mild Hybrid Electric Vehicle* [vehículo eléctrico híbrido leve/ligero].
- MINAE: Ministerio de Ambiente y Energía (Costa Rica).
- OEM: *Original Equipment Manufacturer* [Fabricante de equipo original].
- Petrobras: Petróleo Brasileiro SA (Brasil).
- PHEV: *Plug-in Hybrid Electric Vehicle* [vehículo eléctrico híbrido enchufable] Ej.: Mercedes Benz C350e, Mitsubishi Outlander PHEV, Volvo XC60.
- PV: *Passenger vehicle* [vehículo de pasajeros]. Comprende todos los vehículos para transporte personal: automóviles y SUVs.
- SUV: *Sport Utility Vehicle* [vehículo utilitario deportivo].
- TCO: *Total cost of ownership* [costo total de propiedad].
- TLC: Tratado de Libre Comercio.
- UTE: Usinas y Trasmisiones Eléctricas (empresa estatal de generación y distribución de electricidad en Uruguay).
- VW: Volkswagen.
- YPF: Yacimientos Petrolíferos Fiscales (empresa petrolera argentina de capitales mixtos público-privados).

