



Electromovilidad

Tendencias y experiencia nacional e internacional

Autor

Nicolás García Bernal
Email: ngarcia@bcn.cl
Tel.: (562) 2270 1778

Comisión

Elaborado para la Comisión de
Transporte y
Telecomunicaciones del Senado.

Nº SUP: 119974

Disclaimer

Este documento es un análisis especializado realizado bajo los criterios de validez, confiabilidad, neutralidad y pertinencia que orientan el trabajo de Asesoría Técnica Parlamentaria para apoyar y fortalecer el debate político-legislativo. El tema y contenido del documento se encuentra sujeto a los criterios y plazos acordados previamente con el requirente. Para su elaboración se recurrió a información y datos obtenidos de fuentes públicas y se hicieron los esfuerzos necesarios para corroborar su validez a la fecha de elaboración.

Resumen

Desde el año 2010 en adelante, el uso de vehículos eléctricos se ha extendido como respuesta al fenómeno del cambio climático e impulsado por los avances en las tecnologías de baterías de iones de litio (lithium-ion battery), lo que ha disminuido considerablemente el costo de fabricación, haciéndolos más competitivos respecto aquellos de combustión interna (ICCT, 2018).

A nivel mundial existen más de 3 millones de vehículos eléctricos, donde la mayor cantidad se encuentra entre China y Estados Unidos, seguidos por otros países relevantes (Noruega, Francia, Reino Unido, Canadá, Japón, Islandia y Suecia).

La electrificación de los vehículos hace que “el transporte sea más eficiente energéticamente, reduce las emisiones de gases de efecto invernadero y la dependencia del petróleo, y mejora la calidad del aire local” (Clean Energy Ministerial, 2019).

Avanzar en la adopción masiva de medios de transportes eléctricos requiere una infraestructura de carga de vehículos adecuada, y junto a esto abordar aspectos técnicos, regulatorios y de modelos de negocios para fomentar un ecosistema de vehículos eléctricos confiables en un país (IEA, 2018).

Al respecto, Chile ha adquirido y ratificado acuerdos internacionales que plantean reducir emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y abordar los desafíos del Cambio Climático, a través de compromisos de mitigación que buscan reducir al 2030 la intensidad de emisiones en un 30% respecto a los niveles observados en 2007. Por lo que ha articulado una institucionalidad y objetivos claros para ello, lo que incluye la electromovilidad.

El presente documento pretende abordar la electromovilidad desde un enfoque conceptual y práctico. Específicamente se presenta el estado actual y perspectivas de Chile, y experiencias de políticas públicas por las cuales algunos países destacados han avanzado en el fomento de la electromovilidad.

Introducción

En el marco del fenómeno del Cambio Climático, y según lo declarado en el Acuerdo de París, con el objetivo de limitar el aumento de la temperatura global a menos de 2° centígrados, se considera al desarrollo de la electromovilidad como fundamental para disminuir las emisiones del transporte¹. Según lo definido en dicho acuerdo, la transición requiere que al menos el 20% de todos los vehículos por carretera de todo el mundo sean impulsados eléctricamente para el año 2030.

Aproximadamente desde el año 2010 en adelante, el uso de vehículos eléctricos se ha extendido debido a los avances en las tecnologías de baterías de iones de litios (lithium-ion battery), lo que ha disminuido considerablemente el costo de fabricación, haciéndolos más competitivos respecto aquellos de combustión interna (ICCT, 2018). Por eso, se espera que estos representen el 35% de las ventas de vehículos globales en el año 2030 (IEA, 2015). Su masificación contribuye a la descarbonización de la matriz energética, a mejorar la eficiencia energética, y reducir las emisiones locales y globales al eliminar el uso de combustibles fósiles.

En América Latina y el Caribe, el World Resources Institute (WRI) destaca que el sector transporte emite parte importante de las emisiones totales (aproximadamente el 34%), siendo – en términos relativos - mayor a lo observado en países de la OCDE (aproximadamente 28%). Lo anterior deja en evidencia que en los países de América Latina y el Caribe, el sector transporte es mucho más intensiva en emisión de CO₂, superando en 30% a lo registrado en USA y en 80% a los países de la OCDE (BID, 2017). Lo anterior, representa un argumento que da muestra de la necesidad de la región por avanzar en estos temas.

La Agencia Internacional de Energía (IEA por sus siglas en inglés) ha indicado que avanzar en la adopción masiva de medios de transportes eléctricos requiere una infraestructura de carga de vehículos adecuada, y junto a esto abordar aspectos técnicos, regulatorios y de modelos de negocios para fomentar un ecosistema de vehículos eléctricos confiables en un país (IEA, 2018).

Considerando lo anteriormente planteado, el presente documento pretende abordar la electromovilidad desde un enfoque conceptual y práctico. Con este último propósito se señalan las tendencias en dicha materia, el estado actual y perspectivas de Chile, y por último se indican experiencias de políticas públicas por los cuales algunos países destacados han avanzado en el fomento de la electromovilidad.

I. ¿Qué es la electromovilidad?

Conceptualmente, la electromovilidad hace referencia al uso de vehículos eléctricos, siendo entendido como aquellos que hacen uso de combustibles y/o energía alternativa impulsado por uno o más motores eléctricos.

Pese a lo anterior, la electromovilidad es un concepto más amplio que incluyen una serie de tipologías: aquellos con batería eléctrica (battery-electric vehicle) o 100% eléctricos, los PHEV o híbridos

¹ El transporte contribuye con casi una cuarta parte (23%) de las actuales emisiones globales de gases efecto invernadero (GEI) relacionados con la energía y presenta un crecimiento más rápido que cualquier otro sector de uso final de energía. En la Declaración del denominado Acuerdo de París, se indicó que de no actuar, las emisiones de GEI del transporte aumentarían en un 20% para el año 2030 y cerca del 50% para el año 2050 (IEA, 2015).

enchufables (plug-in hybrid) y con celdas de combustible (fuel cell vehicles) que incluyen vehículos de dos y tres ruedas, automóviles, camionetas comerciales ligeras, autobuses, camiones y otros.

En definitiva, en electromovilidad hay dos tipos de tecnología: está el auto con batería de ion-litio, y está el auto de fuel cell, donde uno genera la electricidad con el combustible que es hidrógeno, y eso permite mover el motor eléctrico. Mientras que el primero requiere una recarga eléctrica que toma varias horas, el fuel cell de hidrógeno se recarga en dos minutos y tiene una autonomía mayor al auto eléctrico.

A nivel mundial existen más de 3 millones de vehículos eléctricos, donde la mayor cantidad se encuentra entre China y Estados Unidos, seguidos por países como Noruega, Francia, Reino Unido, Canadá, Japón, Islandia y Suecia. Por ejemplo, los automóviles eléctricos representaron el 39% de las ventas de automóviles nuevos en Noruega en 2017, e Islandia y Suecia, lograron una participación de ventas de autos eléctricos de 11.7% y 6.3%, respectivamente, en 2017. Por su parte, China es el país con más autos eléctricos recorriendo sus ciudades algunas de las cuales con un 100% de la flota con buses eléctricos.

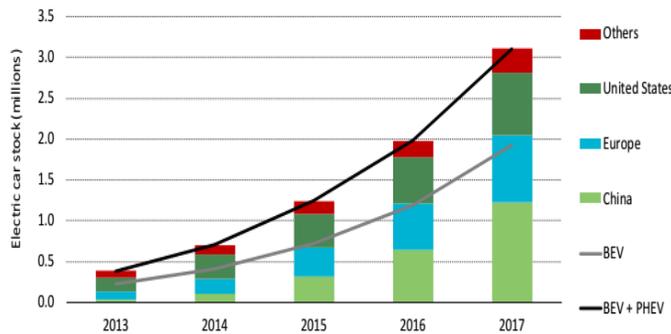
Técnicamente, la movilidad eléctrica tiene un conjunto de ventajas deseables que han favorecido su expansión. Tal como señala Clean Energy Ministerial, la electrificación de los vehículos hace que “el transporte sea más eficiente energéticamente, reduce las emisiones de gases de efecto invernadero y la dependencia del petróleo, y mejora la calidad del aire local” (Clean Energy Ministerial, 2019). Adicionalmente, destaca que los vehículos eléctricos son silenciosos y sus baterías tienen una vida útil entre 3 y 5 años. Por lo anterior, permitirían cumplir en parte los compromisos en términos de políticas de cambio climático y metas de ahorro de energía, fijados tanto a nivel local como global.

II. Tendencias en la electromovilidad

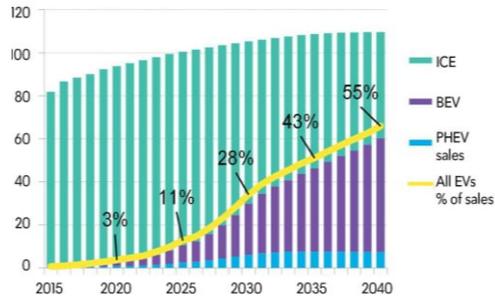
Las ventas de nuevos vehículos eléctricos a nivel mundial superó el millón de unidades el año 2017, equivalente a un aumento del 54% respecto al 2016, cuando se vendieron 750 mil unidades (BID, 2018). Para el año 2017, el stock de vehículos eléctricos a nivel global era equivalente a 3 millones, representando un aumento relevante respecto a lo registrado en los años precedentes. Como se observa en el gráfico 1(a), elaborado por la IEA, tanto EE.UU, Europa y China se han consolidado como los líderes en la materia, mientras que en el gráfico 1(b), se muestran las ventas de vehículos eléctricos como proporción del total, destacando que para el 2040 deberían alcanzar el 55%.

Gráfico 1. Evolución de stock global de automóviles eléctricos.

(a) Ventas de vehículos eléctricos según tipo y país (2013 – 2017).



(b) Ventas anuales globales de vehículos livianos (2015 – 2040). En millones de vehículos.



Fuente: Agencia Internacional de Energía (2018) y Bloomberg New Energy Finance (2018)

El aumento evidenciado estaría explicado fuertemente por la evolución del costo de las baterías de ion-litio, de modo que su expansión implicaría que las necesidades de carga de los vehículos con baterías de ion-litio serían uno de los desafíos para las regulaciones en los usos de la red energética.

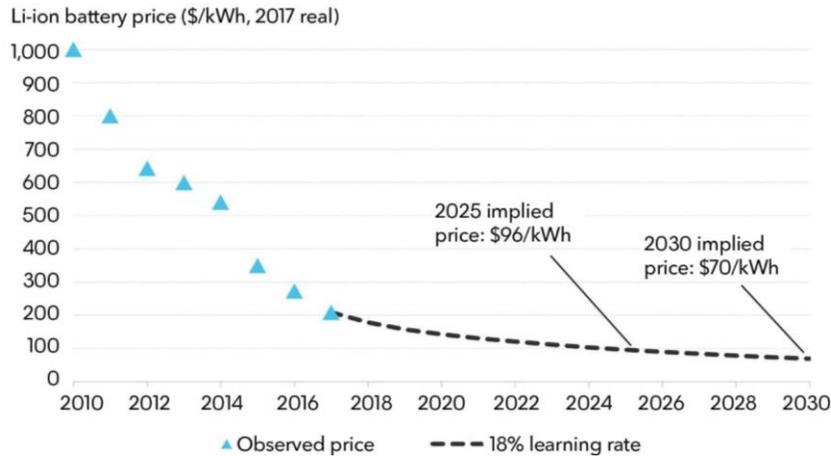
Como se observa en el gráfico 2, publicado por la IEA, desde el año 2010 los costos de producción por kWh se han reducido² y la densidad de almacenamiento - medida como kWh por litro - ha aumentado (IEA, 2017). Según estimaciones de la IEA, se espera que entre 2022 y 2025 el costo y autonomía de un vehículo eléctrico sea similar al de uno de combustión interna, provocando un punto de inflexión en la demanda.³

De acuerdo a Bloomberg New Energy Finance (Bloomberg NEF), para el año 2030 las baterías alcanzarían un costo igual a US\$70/kWh, disminuyendo un 67% respecto a los actuales valores, y siendo considerablemente menor al costo registrado el año 2010, donde era igual a US\$1.000/kWh.

Gráfico 2. Precio de batería ion-litio, histórico y estimado (2010 – 2030*).

² En el corto y mediano plazo, se estima que como consecuencia de que el precio de las baterías alcance los 100 US\$ por kWh, los vehículos eléctricos tendrían un precio similar a los de combustión interna al año 2022.

³ Ya para el 2040, se estima que los autos eléctricos tendrán un costo menor a los USD 20.000 (en dólares actuales).



Fuente: Bloomberg NEF (2018)

Como impulso adicional a la disminución en costos, en la industria los principales fabricantes han anunciado que abandonarán los vehículos a combustión en el corto plazo⁴. Por lo anterior, se espera que la cantidad disponible al 2030 ascienda a 125 millones, y para el 2040 la cantidad sea aún mayor debido a que se estima que los autos eléctricos tendrán un costo menor a los USD 20.000 (en dólares actuales).

El gráfico 3 muestra cómo la cantidad de vehículos eléctricos ha ido en aumento en los últimos años, lo que – tal como se indicó – coincide con la disminución en los costos de baterías (\$/kWh) y la densidad de energía (Wh/L) de estas mismas.

Gráfico 3. Evolución en costos y densidad de energía en baterías, versus el crecimiento del mercado de automóviles eléctricos (BID, 2018)



Fuente: IEA (2018)

En términos de tendencias referentes a la Electromovilidad, el Electric Vehicle Outlook 2018 elaborado por Bloomberg NEF, destaca en el aumento de las ventas de vehículos eléctricos, a China como país

⁴ Por ejemplo, Francia prohibirá su venta en 2040, Alemania en 2030 y Holanda en 2025.

que lidera la transición, la demanda de baterías, la incorporación de buses eléctricos en las ciudades y el impacto en el mercado del petróleo. En relación a estos, a continuación se destacan los aspectos más relevantes:

- i. **Disminución de precios de las baterías de iones de litio.** El año 2010, los vehículos eléctricos tenían un alto valor debido a que en promedio las baterías tenían un valor igual a US\$1.000/kWh. Ya al año 2017 el precio promedió US\$209/kWh, y se estima que al 2024 el precio de los vehículos eléctricos sean competitivos.
- ii. **Importancia del mercado Chino.** En 2017, el 21% de las ventas globales de vehículos eléctricos fueron solamente en seis ciudades Chinas⁵. Se espera que el 2030 las ventas representen el 39%.⁶
- iii. **La venta de vehículos eléctricos.** A nivel global la venta es aún pequeña, bajo el 2% en la mayoría de las regiones. La expectativa es que las ventas se incrementen desde 1.1 millón a nivel mundial a 11 millones al 2025 y luego a 30 millones para el 2030.
- iv. **Buses eléctricos.** Su inserción crece a tasas mayores que los de uso particular. China lidera la carga de los e-buses, donde las principales ciudades de China prevén para el 2020 electrificar completamente sus flotas. Para el año 2040, se espera que cerca de 2.3 millones de buses eléctricos estén circulando a nivel global.
- v. La principal barrera en la inserción se asocian a la infraestructura de recarga, lo que asociado al suministro de materias primas (como el cobalto o litio) podrían significar obstáculos en obtener baterías más económicas.
- vi. Como consecuencia del inminente ingreso de la electromovilidad, se prevé una importante disminución en el consumo global del petróleo⁷. Desde el 2011 hasta la fecha, este ha disminuido cerca de un 3%, y se estima que para finales de 2019, por consecuencia del incremento de e-buses en China, se registre una disminución de hasta 270.000 barriles de petróleos diarios, lo que es más de tres veces lo conseguido por los autos eléctricos en el mundo.

Respecto a la inserción de los denominados e-buses, el avance ha sido creciente por la necesidad de incorporar un transporte sostenible (menor contaminación atmosférica) y rentables a la vez. En un ejercicio de comparación entre buses eléctricos y los convencionales, Bloomberg destaca que los primeros tienen menores costos operativos y que pueden ser más económicos en su adquisición y operación. Al respecto, el gráfico 4 muestra cómo según la distancia recorrida por los buses diésel son más costosos que los eléctricos, independiente del rango de autonomía de estos últimos. Como se observa, las opciones de autobuses eléctricos mejoran significativamente en la medida que aumenta el número de kilómetros recorridos anualmente⁸.

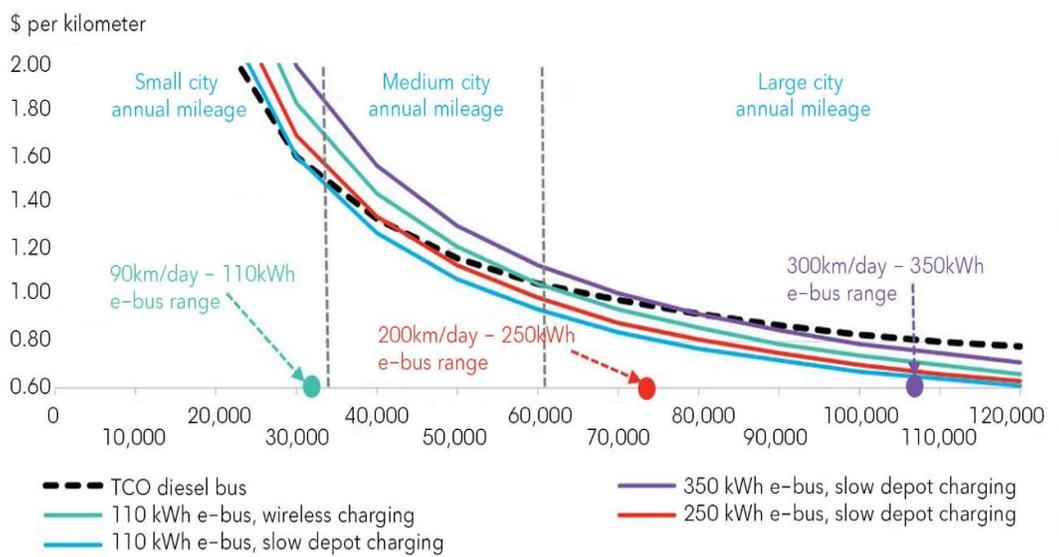
⁵ En todas estas existen importantes restricciones en la compra y uso de nuevos vehículos con motores de combustión interna.

⁶ Seguido por Europa (26%), Estados Unidos (20%), Japón (3%) e India (2%).

⁷ Se estima que por cada 1000 autobuses eléctricos en las calles, se dejan de usar 500 barriles de petróleo cada día.

⁸ Por ejemplo, un e-bus de batería de 110kWh junto con la carga inalámbrica más costosa alcanza la paridad con un bus diésel en aproximadamente 60.000 km recorridos por año.

Gráfico 4. Comparación del costo total de propiedad entre buses eléctricos y buses diésel para diferentes distancias recorridas anualmente.



Nota: Precio del diésel a US \$ 0,66 / litro (US \$ 2.5 / galón), electricidad a US \$ 0,10 / kWh, kilómetros anuales recorridos, variable. La longitud de la ruta del autobús no siempre se corresponde con el tamaño de la ciudad. "slow depot charging" hace referencia a depósitos con lenta carga de baterías.

Fuente: Electric Vehicle Outlook 2018, Bloomberg New Energy Finance.

Con el objetivo de bajar las emisiones del sector transporte, y avanzar en la electromovilidad, a nivel internacional existe una fuerte tendencia en avanzar hacia regulaciones y normativas que empujan la industria automotriz a desarrollar tecnologías de transporte más limpias y eficientes. Un caso a destacar es la Declaración de París sobre ElectroMovilidad y Cambio Climático que marcó el estándar internacional en esta materia. En esta, se manifestó que pese a la baja participación de la electromovilidad a nivel internacional (en torno al 1,1%), el objetivo es alcanzar una participación del 20% de todos los vehículos de transporte por carretera en 2030, equivalente a más de 100 millones de automóviles (IEA, 2017)⁹.

En línea con la tendencia hacia la electromovilidad, destaca que los fabricantes de automóviles han asumido crecientes compromisos para reducir la producción y venta de autos a combustión interna, y dar paso a los vehículos eléctricos. Por ejemplo, VW, Daimler, Nissan, Volvo y otros fabricantes de automóviles globales han realizado planes agresivos para electrificar sus vehículos en los próximos 10 años. En un caso más extremo, la compañía China Changan se ha comprometido a vender solo vehículos eléctricos después del año 2025.

Justamente las perspectivas a futuros estiman que China liderará la transición hacia la electromovilidad, en donde se prevé que las ventas representarán casi el 50% del mercado mundial de vehículos eléctricos en 2025 y el 39% en 2030 (Bloomberg New Energy Finance, 2018).

Por otra parte, tal como la IEA ha indicado, un buen desarrollo y masificación de la electromovilidad depende las políticas de soporte que se desarrollen la infraestructura de cargadores¹⁰. Como argumento

⁹ La IEA proyectó que la participación de vehículos eléctricos podría alcanzar entre un 26 y un 32% en 2060.

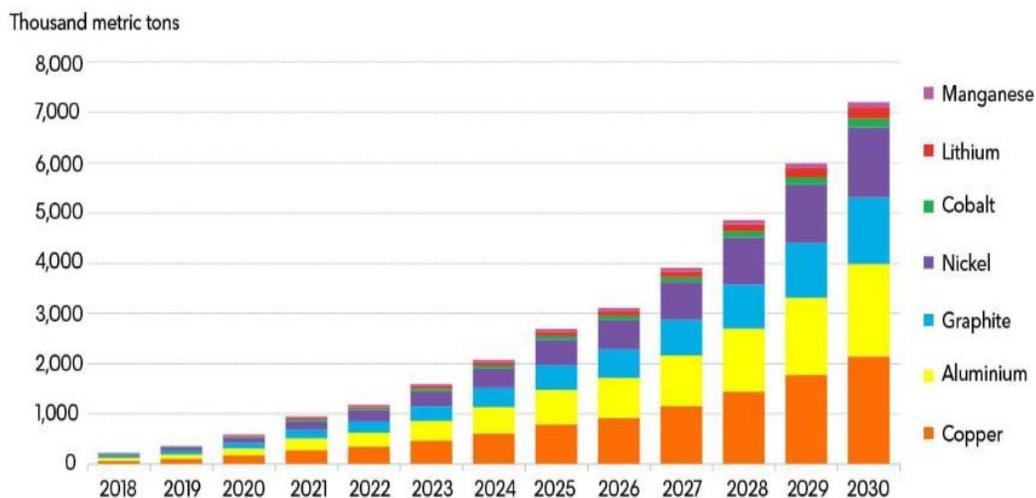
¹⁰ La IEA reporta que durante el 2017, se estimaban cerca de 3 millones de cargadores privados en residencias y lugares de trabajo, en todo el mundo.

se señala que los cargadores de acceso público complementan el papel de los privados y deben verse como un componente importante de la infraestructura de suministro. Por esto, se recalca la importancia de implementar cargadores rápidos en entornos urbanos, los cuales serían esenciales para permitir los viajes de larga distancia.

Por último, tal como se señaló anteriormente, las baterías de iones litios son grandes responsables en la disminución del precio de los vehículos eléctricos, y la inserción de estos mismos. De este modo, de acuerdo al reporte de Bloomberg, la capacidad de fabricación de baterías de iones litio en la actualidad es de alrededor de 131 GWh por año. En el corto plazo, a causa de las plantas que están anunciadas y en construcción, se espera que la capacidad aumente a más de 400 GWh para 2021. El 73% de la capacidad global se concentraría en China. Pese a lo anterior, se espera que se realicen mayores inversiones en el sector, debido a que para el 2030, se espera que la demanda global de baterías ion-litio por concepto de vehículos eléctricos supere 1500 GWh.

En consecuencia de lo anterior, se prevé un impulso en la demanda y el precio de materiales claves para las baterías, tal como el cobalto, litio y níquel¹¹. El gráfico 5 muestra la demanda de metales y materiales para baterías ion-litio para vehículos eléctricos de pasajeros, de los cuales destacan el cobre, aluminio, grafito y níquel. En una menor proporción a los anteriores, se proyecta una demanda de cobalto, litio y manganeso.

Gráfico 5. Demanda de metales y materias para baterías ion-litio para vehículos eléctricos de pasajeros, 2018 – 2030.



Fuente: Electric Vehicle Outlook 2018, Bloomberg New Energy Finance

¹¹ Adicionalmente, se indica que la demanda de los componentes que componen las baterías de iones de litio (electrodos, electrolitos) también aumentaría, de casi 0,7 millones de toneladas métricas en 2018 a más de 10 millones de toneladas métricas en 2030.

III. Avance de la Electromovilidad en Chile

Chile ha adquirido y ratificado acuerdos internacionales que plantean reducir emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y abordar los desafíos del Cambio Climático, a través de compromisos de mitigación que buscan reducir al 2030 la intensidad de emisiones en un 30% respecto a los niveles observados en 2007. En términos prácticos, como respuesta a los efectos Cambio Climático y, en la búsqueda de la eficiencia energética, ha destacado el desarrollo de instrumentos de política pública, tal como la Estrategia Nacional de Electromovilidad¹² (2016) o la Ruta Energética 2018 - 2022. En estos, se hace explícita la necesidad de implementar políticas públicas que contribuyan a reducir los efectos del consumo de energía del sector transporte, disminuyendo los efectos en el medioambiente y, también la dependencia del país por combustibles fósiles importados.

Por ejemplo, la Ruta Energética 2018 - 2022 plantea que en el corto plazo se aumente en 10 veces, al menos, la dotación de vehículos eléctricos. En una perspectiva más amplia, la Estrategia fijó como metas que al 2050 el 40% de los vehículos particulares y el 100% de los vehículos de transporte público sean eléctricos al 2050. En consecuencia, y considerando que un tercio del consumo energético final en Chile corresponde al sector transporte (donde el 98% corresponde a derivados del petróleo), se proyecta evitar la emisión de unos 11 millones de toneladas de dióxido de carbono y reduciría el gasto energético del país en más de 3.300 millones de dólares anualmente¹³, equivalente al 1,5% del PIB del 2016.

Por lo anterior, y como lo han hecho el resto de países, se ha reconocido la necesidad de generar las condiciones normativas, regulatorias y de infraestructura necesarias para el desarrollo eficiente de la electromovilidad desde el punto de vista energético, ambiental y de movilidad. De este modo, con el objetivo de establecer la estandarización y normativa de la red de cargadores, una normativa de diseño de instalaciones de electrolineras, propuesta de homologación de cargadores, entre otros temas, en la Hoja de Ruta destacan algunas propuestas concretas:

- Aumentar la oferta de vehículos eléctricos en Chile;
- Aumentar la disponibilidad de estaciones de carga para vehículos eléctricos;
- Impulsar el desarrollo de proyectos de investigación en el ámbito de la electromovilidad;
- Impulsar el desarrollo de capital humano en esta materia,
- Participar en instancias de colaboración público-privadas.
- Adoptar normas o reglamentos únicos para vehículos eléctricos;
- Definir normativa técnica/económica de la carga
- Definir normativa de disponibilidad de instalaciones de carga de edificaciones
- Definir estándares mínimos de eficiencia energética, referidos al rendimiento mínimo del promedio de vehículos que entran al parque.

Complementariamente destaca que en diciembre de 2018, se celebró un compromiso público-privado por la electromovilidad, con el cuál se reafirme el desafío de que al año 2050 el 40% de los vehículos particulares y el 100% de los vehículos de transporte público sean eléctricos. Con este se comprometió

¹² La Estrategia Nacional de Electromovilidad surge como un trabajo conjunto del Ministerio de Energía, de Transporte y Telecomunicaciones y el de Medio Ambiente.

¹³ Por esto, la agenda ambiental establece que no es suficiente con la promoción del uso de autos eléctricos, sino que va de la mano con la energía solar y eólica, contribuyendo a la vez a una mayor demanda por cobre, litio, cobalto, que son sectores donde el país tiene considerables ventajas.

a que empresas vinculadas contribuyan al aumento de la oferta de vehículos¹⁴, las estaciones de carga, realicen proyectos de investigación, entre otros objetivos compartidos con la hoja de ruta 2018 – 2022.

Finalmente, destacan los avances que se han logrado en los últimos años. Por ejemplo, el año 2017 se vendieron 140 unidades (equivalente al 0,04% del parque automotor), y 41 cargadores estaban operando en el país. Ya al año 2018 habían unos 500 autos eléctricos circulando en el país, y las proyecciones estipulaban que para el año 2019 los puntos de cargas aumentarían a 150. Otro punto a destacar es respecto a los buses eléctricos, siendo actualmente Santiago la ciudad fuera de China con el mayor número de buses eléctricos (ONU Medio Ambiente, 2019). Respecto a esto último, cabe destacar que de acuerdo al plan para reducir emisiones y la contaminación del aire¹⁵, Chile se ha comprometido a tener un sistema de transporte público completamente eléctrico para 2040.

Más allá del avance en el número de vehículos eléctricos en el país, Chile puede tener un rol relevante en el abastecimiento de insumos, esto debido a las reservas de cobre y litio que posee Chile¹⁶. De acuerdo a la Corfo, un auto eléctrico requiere entre 80-85 kilogramos de cobre, lo que requerirá 2 a 4 millones de toneladas de cobre adicional, y además de certificaciones de baja emisión o huella de carbono neutra. Mientras que una batería de auto eléctrico necesita entre 40-80 kilogramos de litio. Por eso se estima que la demanda de litio aumente de 180 mil toneladas y US\$ 1000 millones en ventas a una demanda de 500 mil toneladas y US\$ 6000 millones en ventas globales al 2025. En este sentido Chile puede avanzar en la producción de insumos mineros con cero trazabilidad de CO₂, litio, cobre verde y cobalto.

IV. Experiencia Internacional en el fomento a la electromovilidad

A nivel internacional, existen diversas acciones que son recomendadas para el fomento de la electromovilidad, por ejemplo la fijación de estándares de eficiencia energética al parque vehicular, subsidios para la compra de automóviles eléctricos, especialmente en el transporte público, o mediante el fomento de la infraestructura de recarga para estos vehículos. Otra alternativa ha sido la prohibición gradual, o una fecha en específico, de la venta de vehículos con combustión interna (IEA, 2016).

Lieven (2015) destaca que existen tres tipos de incentivos para la adopción de vehículos eléctricos: monetarios, regulaciones de tráfico e infraestructura de carga. En el caso de los monetarios, estos pueden ser vía subvenciones directas para la compra, o a través de exenciones de impuestos de circulación. En cuanto a las regulaciones del tráfico, puede ser vía uso libre de autobuses o vías exclusivas, estacionamiento gratuito en el centro de la ciudad. Por último, en la infraestructura de carga, se puede hacer a través de carga en estacionamientos públicos, en lugares de trabajo o en autopistas.

En la aplicación de políticas de fomento de la electromovilidad, particularmente al impulsar los vehículos ligeros, autobuses y vehículos de dos ruedas, destacan los resultados alcanzados por China, como el

¹⁴ Por ejemplo, se incluyen a empresas como Copec, Turbus, Centro de Energía UC, Nissan, entre otros.

¹⁵ De acuerdo a la empresa china BYD, un autobús eléctrico puede evitar el equivalente a las emisiones de 33 vehículos de gasolina.

¹⁶ Corfo destaca que Chile se caracteriza por ser el principal distrito minero metálico del mundo, con 5,5 millones de toneladas de cobre al año, equivalente a 1/3 de la producción mundial. Y además, tiene una posición fuerte en minería no metálica al ser primera en producción de litio y nitratos naturales (almacenamiento de energía), representando más del 50% de las reservas mundiales de litio.

principal mercado en términos de volumen y, Noruega, por la proporción de autos vendidos¹⁷. Igualmente destaca que en la Unión Europea se estableció un estándar para las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) para el año 2030.

En términos de infraestructura de cargadores, las políticas apoyan el desarrollo y acceso a cargadores privados y públicos. La IEA destaca que pese a que la mayor ocupación de cargadores de acceso público es crucial para permitir la transición, en la medida de que más empresas de energía y fabricantes de automóviles formen alianzas para desarrollar infraestructura de soporte, la financiación pública podría retirarse gradualmente del despliegue de la carga pública.

Tal como reporta la IEA (2017), se destaca la importancia del apoyo de las políticas públicas para la penetración de los vehículos eléctricos. Por ejemplo, en la experiencia internacional se han adoptado objetivos para su penetración o promoción, lo que incluye subsidios a la demanda (por ejemplo, incentivos fiscales para que consumidores compren vehículos) u obligaciones para la oferta (por ejemplo, vehículos con cero emisiones). Igualmente, se han definido normas de emisiones más estrictas (CO₂, NO₂ y material particulado), zonas de bajas emisiones, prohibiciones de diésel, entre otras.

Tal cual reporta Oxford Energy, en países europeos se han preocupado en eliminar barreras que han dificultado la penetración de los vehículos eléctricos, tal como la política fiscal (impuestos) y la regulación actual de la energía, así como el diseño del mercado. A continuación se detallan los puntos relevantes respecto a estas barreras o restricciones:

- En materia de política fiscal, en varios países europeos se observa que los impuestos no internalizan completamente la externalidades negativas de la gasolina. Por ejemplo, en la mayoría de los países no hay impuesto de CO₂ pagado por las emisiones del transporte, la calefacción y muchos usos industriales, favoreciendo así a los combustibles fósiles sobre la electricidad. Al respecto, se considera que fijación óptima de impuestos debe ser neutral respecto a la tecnología, penalizando por referencia a las emisiones, a través de cargos por congestión de la ciudad, impuestos a carreteras o impuestos a vehículos
- En las estructuras tarifarias actuales no reflejan adecuadamente la variación en los precios de la energía, entregando señales deficientes para cambiar la demanda a períodos en que los precios de electricidad son bajos y las redes son subutilizadas, elevando el costo de cargas los EV. Por lo que, si la electricidad para cargar los EV se genera en horario punta, que por lo general es a partir de combustibles fósiles, no contribuye a disminuir las emisiones de CO₂. De este modo, se plantea que deben generarse tarifas flexibles para que las cargas se realicen en periodos de poca actividad, donde los costos del sistema y precios de mercado son más bajos y a partir de energías renovables.

En términos más específicos, a continuación se presentan brevemente algunos ejemplos de cómo algunos países destacados han abordado el fomento de la electromovilidad:

¹⁷ Por ejemplo, China tiene el mayor volumen de autobuses eléctricos, como consecuencia de una intensiva política que busca electrificar el transporte intermodal.

- **Reino Unido** en 2017 anunció que prohibirá los vehículos que utilizan combustibles fósiles para 2040. Además se ha fomentado la infraestructura de recarga.
- **Canadá** desarrolló una Estrategia de vehículos cero emisiones para incrementar su adopción. Además ha impulsado la inversión en infraestructura de recarga eléctrica y de hidrógeno; desarrollo de códigos y normas de habilitación; facilitación de información y herramientas para decisiones de compra de consumidores; inversión en investigación, desarrollo y demostración de tecnologías innovadoras, entre otras.
- **China** destaca por investigación y desarrollo de tecnologías relevantes para EV; respaldo del despliegue de vehículos eléctricos, autobuses, camiones de saneamiento y logística urbana en las principales regiones y ciudades.
- En **Finlandia** se propone reducir en un 50% las emisiones de GEI en transporte para el año 2030 (considerando como referencia el 2005). Para lograr la meta propone alcanzar 250.000 vehículos eléctricos; 30% de biocombustibles y 50.000 vehículos a gas. Igualmente, se apoya la infraestructura de carga pública y privada.
- **Francia** se ha propuesto la meta de alcanzar 7 millones de puntos de cargas para vehículos híbridos y eléctricos enchufables para el año 2030¹⁸, y terminar con la venta de autos que emitan GIE para el 2041¹⁹. Para aquello ha diseñado incentivos para que la cantidad de vehículos eléctricos nuevos vendidos en 2022 sean 5 veces mayor que en 2017, por ejemplo el plan “bonus-malus” que recompensa o penaliza la compra de automóviles en función de su nivel de emisiones de CO2, el bono es especialmente para vehículos eléctricos.
- **Japón** pretende convertir todos los vehículos de pasajeros producidos por fabricantes de automóviles japoneses a eléctricos.
- **México** se ha propuesto la adopción de políticas regulatorias que promuevan el uso eficiente de tecnologías, incluyendo vehículos eléctricos; medidas que aceleren el remplazo de vehículos en la flota; definición de una hoja de ruta para la sustitución de combustibles fósiles por energía limpia en las ciudades, y el desarrollo de normas para el despliegue de infraestructura de carga. Para avanzar y estimular la aceptación de vehículos se incluyen la adopción de exenciones fiscales para automóviles eléctricos, el apoyo del despliegue de infraestructura de carga, y además, que los vehículos eléctricos están exentos de restricciones.
- Los **Países Bajos** cuentan con instrumentos fiscales para estimular las ventas de vehículos de cero emisiones, y además hay un foco importante en la disponibilidad de infraestructura pública de recarga.
- En **Noruega** la alta proporción de vehículos eléctricos ha sido estimulada por una serie de incentivos económicos. Por ejemplo, no hay impuesto de compra para vehículos eléctricos, como el IVA, sin impuesto de uso en carretera y sin impuestos de reinscripción. Y además, hasta hace poco, los vehículos eléctricos tenían pasajes gratuitos en las carreteras con peajes, acceso a

¹⁸ Esto en el marco de “Energy Transition for Green Growth Act in 2015”.

¹⁹ Para más información se puede consultar el “French Climate Plan, 2017”.

vías de transporte público, estacionamiento público gratuito y pasajes gratuitos en ferries. Algunos de estos beneficios se mantienen, otros se han disminuido gradualmente.

- **Suecia** ha introducido un impuesto a vehículos de gasolina y diésel. Además, desde el 2015, se ha otorgado apoyo público para el despliegue de infraestructura de carga pública.
- Por último destaca “**EV30@30 Campaign**”²⁰ como una iniciativa internacional impulsada el año 2017, que busca acelerar el despliegue de vehículos eléctricos, en donde al menos el 30% de las ventas de vehículos nuevos sean eléctricos para 2030. Para el cumplimiento se propone avanzar en el mercado de vehículos eléctricos, el despliegue de infraestructura de carga para suministrar suficiente energía a los vehículos, entre otras.

Referencias

- **BID, 2018.** Electromovilidad: más que un automóvil, una oportunidad de transporte sostenible para la región. Disponible en: <https://blogs.iadb.org/transporte/es/electromovilidad-mas-que-un-automovil-una-oportunidad-de-transporte-sostenible-para-la-region/>
- **Bloomberg NEF, 2018.** New Energy Outlook 2018: BNEF’s annual long-term economic analysis of the world’s power sector out to 2050. Disponible en: <https://bnef.turl.co/story/neo2018?teaser=true>
- **Bloomberg NEF, 2018.** Electric Vehicle Outlook: 2018. Disponible en: <https://bnef.turl.co/story/evo2018?teaser=true>
- **Comisión Europea, 2017.** Commission unveils clean mobility package to reinforce EU’s leadership in clean vehicles. Disponible en: https://ec.europa.eu/growth/content/commission-unveils-clean-mobility-package-reinforce-eus-leadership-clean-vehicles_es
- **Corfo, 2018.** Mejoramiento y modernización contratos Corfo con Albemarle y SQM: Salar de Atacama. Disponible en: http://www.senado.cl/appsenado/index.php?mo=tramitacion&ac=getDocto&iddocto=4185&tipodoc=docto_comision
- **Clean Energy Ministerial, 2018.** EV3030 Campaign. Disponible en: <https://www.iea.org/media/topics/transport/3030CampaignDocumentFinal.pdf>
- **International Council on Clean Transportation, 2018.** Effects of battery manufacturing on electric vehicle life-cycle greenhouse gas emissions. Disponible en: <https://www.theicct.org/publications/EV-battery-manufacturing-emissions>
- **International Energy Agencia (IEA), 2018.** Global EV Outlook 2018. Disponible en: <https://www.iea.org/gevo2018/>
- **IEA, 2018.** Electric Vehicles Initiative. Disponible en: <https://www.iea.org/topics/transport/evi/>
- **Lieven, T., 2015.** Policy measures to promote electric mobility – A global perspective. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0965856415002359>
- **Ministerio de Energía, 2017.** Estrategia Nacional de Electromovilidad. Disponible en: http://www.minenergia.cl/archivos_bajar/2018/electromovilidad/estrategia_electromovilidad-27dic.pdf
- **Ministerio de Energía, 2018.** Electromovilidad: el desafío de contar con un transporte eficiente. Disponible en: <http://www.energia.gob.cl/tema-de-interes/electromovilidad-el-desafio-de>

²⁰ En dicha instancia participan los mercados de EV más grandes del mundo, lo que incluye Reino Unido, Canadá, China, Finlandia, Francia, India, Japón, México, Países Bajos, Noruega y Suecia. Chile es parte integrante de la iniciativa.

- **Ministerio de Energía, 2018.** Compromiso público-privado por la electromovilidad. Disponible en: http://www.minenergia.cl/archivos_bajar/2017/electro_mobilidad/compromisos_firmados.pdf
- **Ministerio de Energía, 2018.** Ruta Energética 2018 – 2022. Disponible en: <http://www.energia.gob.cl/rutaenergetica2018-2022.pdf>
- **Ministerio de Energía, 2017.** Política Energética de Chile, Energía 2050. Disponible en: <http://www.energia2050.cl/wp-content/uploads/2017/12/Politica-Energetica-Nacional.pdf>
- **The Oxford Institute for energy studies, 2018.** Electric vehicles and electricity. Disponible en: <https://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2018/06/Electric-vehicles-and-electricity-Insight-36.pdf>
- **Ministere de la transition écologique et solidaire, 2016.** Loi de transition énergétique pour la croissance verte (Ley de transición energética para el crecimiento verde). Disponible en: <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/loi-transition-energetique-croissance-verte>
- **Ministere de la transition écologique et solidaire, 2016.** Plan de Climat Disponible en: <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/politiques/plan-climat>
- **ONU Medio Ambiente, 2019.** Los autobuses eléctricos abren el camino hacia un futuro más limpio en Chile. Disponible en: <https://www.worldenvironmentday.global/es/story/los-autobuses-electricos-abren-el-camino-hacia-un-futuro-mas-limpio-en-chile>
- **World Economic Forum, 2018.** Three benefits of electric vehicles, and how to unlock them. Disponible en: <https://www.weforum.org/agenda/2018/02/three-benefits-of-electric-vehicles-and-how-to-unlock-them/>
- **World Resources Institute, 2019.** Climate Data Explorer. Disponible en: <http://cait.wri.org/>

Disclaimer

Asesoría Técnica Parlamentaria, está enfocada en apoyar preferentemente el trabajo de las Comisiones Legislativas de ambas Cámaras, con especial atención al seguimiento de los proyectos de ley. Con lo cual se pretende contribuir a la certeza legislativa y a disminuir la brecha de disponibilidad de información y análisis entre Legislativo y Ejecutivo.



Creative Commons Atribución 3.0
(CC BY 3.0 CL)