Propuesta de Plan Nacional para la Innovación en torno a la Movilidad Eléctrica

Ejecutado por:

ONU programa para el medio ambiente

Financiado por:

CRUSA Cambiando VIDAS

Contenido

1 Presentación 1

2 Resumen Ejecutivo 2

3 Metodología del estudio 4

4 Adopción de la movilidad eléctrica 5

5 La evolución de la industria automotriz 8

5.1 Cadena de valor de la industria automotriz actual 8

5.2 Participación de Costa Rica en la cadena de valor de la industria automotriz 9

5.3 El futuro de la cadena de valor de la industria automotriz 11

5.4 La cadena de valor de la movilidad eléctrica 13

6 Despliegue de la movilidad eléctrica en Costa Rica 15

7 Valorización económica del despliegue de la movilidad eléctrica al 2035 en Costa Rica 19

8 Condiciones para el desarrollo de la innovación y emprendimiento tecnológico en torno a la movilidad eléctrica 26

9 Lineamientos para un plan de innovación en torno a la movilidad eléctrica en Costa Rica – visión de un ecosistema de innovación 29

9.1 Plan de promoción de la innovación en movilidad eléctrica 30

9.2 Ecosistema de innovación en movilidad eléctrica 32

10 Conclusiones 34

Ilustraciones

Ilustración 1. Propuesta de componentes para un Plan Nacional para de Innovación en torno a la Movilidad Eléctrica 3

Ilustración 2. Curva de difusión de las tecnologías ..... Error! Bookmark not defined.

Ilustración 3. Participación de mercado de vehículos eléctricos nuevos del 2015 al 2018 en algunas ciudades de China, Europa y EE. UU. 6

Ilustración 4. Número de centros de carga pública en ciudades líderes en movilidad eléctrica. 7

Ilustración 5. Cadena de valor de la industria automotriz 8

Ilustración 6. Compañías nacionales vinculadas a la industria automotriz 10

Ilustración 7. Cadena de valor de las baterías para vehículos eléctricos 13

Ilustración 8. Participación de mercado en la cadena de valor de las baterías de Ion-Litio 14

Ilustración 9. Listado de crecimiento de la flota Costarricense de Vehículos Eléctricos 15

Ilustración 10. Comportamiento de la importación de vehículos y tasa de crecimiento del PIB 2005 – 2016 16

Ilustración 11. Áreas a considerar para el despliegue de la movilidad eléctrica en el transporte público 18

Ilustración 12. Parque vehicular de Costa Rica (1980 – 2014) 19

Ilustración 13. Estimación de la composición de las importaciones de vehículos livianos en Costa Rica de acuerdo con el Plan Nacional de Descarbonización 20

Ilustración 14. Proyección de la composición de la flota vehículos livianos de Costa Rica para cumplir con meta Plan Nacional de Descarbonización 20

Ilustración 15. Inversión anual en vehículos eléctricos (USD/año) 21

Ilustración 16. Inversión anual en centros de carga públicos (USD/año) 22

Ilustración 17. Demanda eléctrica por recarga de vehículos livianos (USD/año) 23

Ilustración 18. Actividad económica directa asociada a metas del Plan Nacional de Descarbonización (USD/año) 24

Ilustración 19. Actividad económica en electromovilidad respecto del PIB por cumplimiento metas de vehículos livianos del Plan Nacional de Descarbonización 25

Ilustración 20. Propuesta de componentes para un Plan Nacional para de Innovación en torno a la Movilidad Eléctrica 29

Ilustración 21. Ecosistema nacional de innovación en movilidad eléctrica en Costa Rica 33

Tablas

Tabla 1. Compañías con operaciones relacionadas al sector automotriz 9

Tabla 2. Año de prohibición de venta o registro de vehículos de combustión por país. Fuente: IEA (2020) 12

Tabla 3. Cronograma propuesto del plan de promoción de la innovación en movilidad eléctrica en Costa Rica ..... Error! Bookmark not defined.

1 Presentación

El proyecto “Dando el salto a los autobuses eléctricos en Costa Rica” (“Leapfrogging to electric buses in Costa Rica”, en inglés) es ejecutado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y financiado por la Fundación Costa Rica Estados Unidos para el Desarrollo (CRUSA). Este proyecto busca generar información técnica de utilidad y necesaria para la introducción y escalamiento de autobuses eléctricos en el transporte público del Área Metropolitana de San José (AMSJ).

El presente documento propone lineamientos para un Plan Nacional para la Innovación en torno a la Movilidad Eléctrica en Costa Rica y fue desarrollado con base en el acuerdo celebrado entre PNUMA y el International Council on Clean Transportation (ICCT), que busca acelerar el desarrollo de la movilidad eléctrica en América Latina y el Caribe; y que para la presente actividad contó con el apoyo del Centro Mario Molina Chile (CMM).

Autor:	Gianni López, Director, Centro Mario Molina Chile
Revisión CRUSA	Juan Guillermo Murillo Carolina Rodríguez
Coordinación PNUMA:	Esteban Bermúdez Forn Arturo Steinvorth Álvarez Fabrício Pietrobelli

Fecha de entrega:	Versión 1. Enero 11, 2021 Versión 2. Mayo 11, 2021

2 Resumen Ejecutivo

La movilidad eléctrica ha comenzado su despliegue en Costa Rica, gracias a las estrategias de promoción por parte del gobierno, de la mano con el sector privado y la sociedad civil. Si este proceso sostiene su crecimiento, en el largo plazo será posible cumplir con las metas de electrificación incorporadas en el Plan Nacional de Descarbonización y el país se posicionará como un líder en la región latinoamericana en el despliegue de esta tecnología. Se estima que la magnitud de la actividad económica en torno a la movilidad eléctrica podría llegar a ser del orden del 2,5% del producto interno bruto (PIB) del país al año 2035, lo que puede traccionar el desarrollo de nuevas empresas de servicio y tecnología locales en el mediano plazo. Lo anterior, haría posible, más adelante, la integración con cadenas de valor regionales y globales relacionadas con la futura industria de la movilidad.

Las oportunidades son importantes, pero así también los desafíos, requiriéndose esfuerzos institucionales, normativos y financieros que den mayores garantías del cumplimiento de las metas de descarbonización de largo plazo (2050). Asimismo, existe un desafío en la necesidad de reforzar las condiciones para la innovación y emprendimiento locales, que pese a existir iniciativas en marcha, se requiere mayor apoyo en la incubación y apalancamiento de nuevas empresas.

El país tiene ventajas consolidadas en la atracción de compañías involucradas en cadenas de valor globales, que para el caso de movilidad eléctrica se potencian con la disponibilidad de abastecerse con energía eléctrica generada a partir de fuentes renovables, creando la posibilidad de establecer en el país un ecosistema de innovación en torno a las tecnologías basadas en trenes motrices eléctricos de baterías e Hidrógeno.

Es importante mencionar que los esfuerzos de la Alianza por el Hidrógeno en Costa Rica (específicamente, la hoja de ruta para el despliegue de estaciones de recarga de Hidrógeno y el estudio de costos totales de propiedad de los vehículos eléctricos) permiten identificar sinergias importantes entre el despliegue de los vehículos eléctricos de baterías y los de celdas de combustible.

La presente propuesta de lineamientos para un Plan Nacional de Innovación en torno a la Movilidad Eléctrica incorpora estas sinergias que permitirán cumplir con el Plan Nacional de Descarbonización, generando oportunidades para compartir incentivos de política pública, entornos de innovación y oportunidades de financiamiento verde.

Para aprovechar el potencial económico del liderazgo del país en movilidad eléctrica se propone que el Plan incorpore los cuatro componentes presentados en la Ilustración 1.

Ilustración 1. Propuesta de componentes para un Plan Nacional para de Innovación en torno a la Movilidad Eléctrica

3 Metodología del estudio

El estudio se ha elaborado a partir de una caracterización del estado de avance de la movilidad eléctrica en Costa Rica, identificando los motivadores principales, las actrices y actores clave, con el fin de identificar las oportunidades del país para crear un ecosistema de emprendimiento e innovación a partir de este proceso de adopción tecnológica.

Para esto, se desarrolló un levantamiento de información a través de revisión de literatura y de entrevistas con representantes de instituciones clave en la creación de condiciones para el despliegue de la movilidad eléctrica. Como parte de este proceso, se sostuvieron reuniones con las siguientes personas e instituciones:

- Carolina Rodriguez, CRUSA
- Juan Guillermo Murillo, CRUSA
- Esteban Bermúdez, PNUMA
- Arturo Steinvorth, PNUMA
- Diana Salazar, CINDE
- Diana Rivera, ASOMOVE
- Eric Orlich, ASOMOVE
- Daniel Castillo, ELCO
- Andrea Denzinger, GIZ
- Claus Kruse, GIZ
- Marcelo Libendiker, PARQUETEC
- Edgar Rivera, Alianza por el Hidrógeno en Costa Rica
- Comité para la Electrificación del Transporte Público, CETP

Con la información recabada se estimó la actividad económica directa que podría establecerse en torno a la movilidad eléctrica al año 2035 y se elaboró una propuesta de lineamientos para un Plan Nacional de Innovación en torno a la Movilidad Eléctrica en Costa Rica que resuelve las brechas identificadas, aprovechando las iniciativas y experiencias existentes. Finalmente se delineó un ecosistema de innovación en torno a la movilidad eléctrica identificando los actores principales y las oportunidades de emprendimientos de servicios y tecnologías que se pueden generar.

4 Adopción de la movilidad eléctrica

La movilidad eléctrica ha tenido un impulso significativo los últimos diez años a nivel global, reflejado en el hecho de que la flota de vehículos de esta tecnología superó los siete millones de unidades[1]. Este impulso está dado por la decisión de países como China, Estados Unidos y Noruega, de promover su fabricación y adquisición a través de distintos instrumentos de política pública, con el fin de reducir la contaminación atmosférica y el cambio climático, junto con la posibilidad de dar un impulso a la industria tecnológica en sus países.

Las tecnologías se difunden a medida que van siendo adoptadas por distintos segmentos del mercado que son cada vez más masivos. En la Error! Reference source not found. se presenta la curva típica de la difusión de una nueva tecnología, con cada uno de los segmentos de mercados que la van adoptando progresivamente. Cada uno de estos segmentos presenta distintas características. Por ejemplo, los innovadores no tienen aversión al riesgo; los adoptadores tempranos son comúnmente profesionales jóvenes de ingresos medios altos.

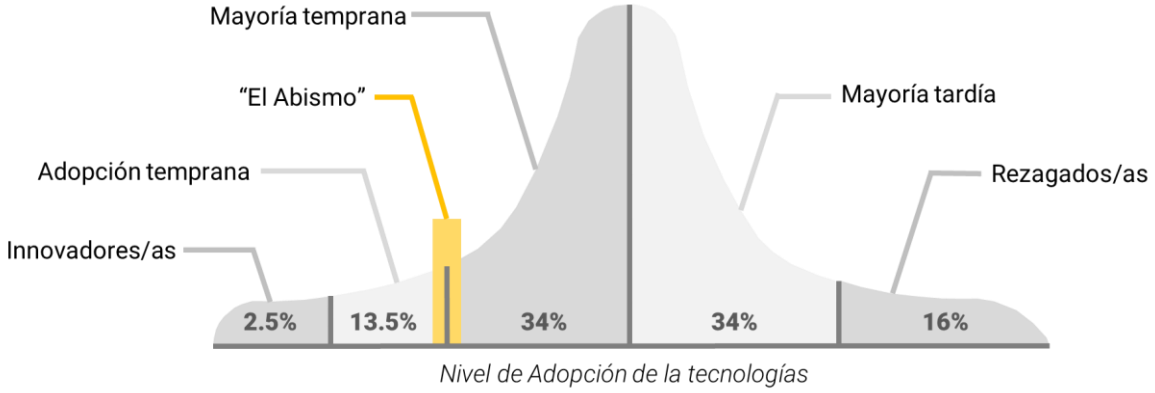

Figura 1. Ley de Difusión de la Innovación

Fuente: Elaboración propia con base en Moore, G. (1999) [2]

En la Ilustración 2 (ICCT, 2019[3]), se muestra la participación de los vehículos eléctricos en el mercado de vehículos nuevos en distintas ciudades, donde el porcentaje se relaciona con el nivel de adopción de esta tecnología, desde adoptadores tempranos ("*early adopters*") hasta la mayoría tardía ("*late majority*").

[1] Global EV Outlook, IEA. 2020
[2] Ibid
[3] EV Capitals, ICCT, 2019

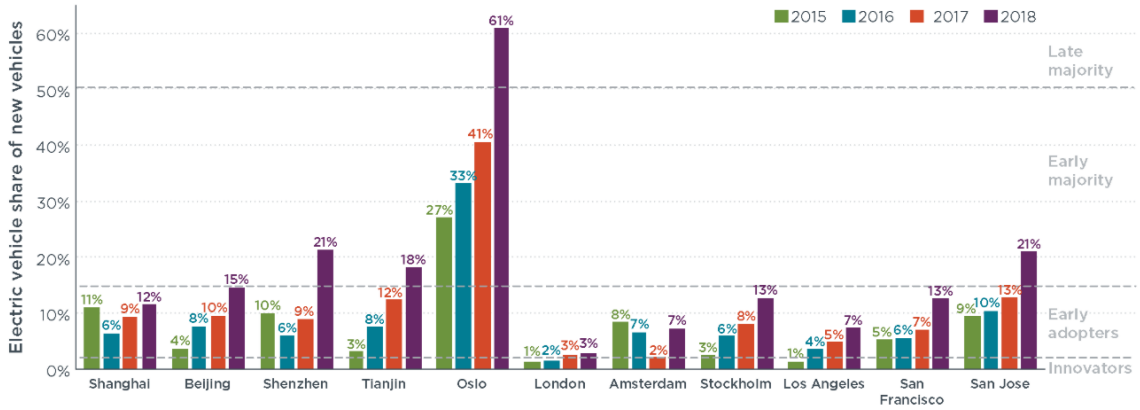

Ilustración 2. Participación de mercado de vehículos eléctricos nuevos del 2015 al 2018 en algunas ciudades de China, Europa y EE. UU.

El nivel de difusión de una innovación se refleja en las participaciones de mercado[4]. Con una participación por debajo del 3%, la tecnología sólo está siendo adquirida por innovadores tempranos con un marcado interés en nuevas tecnologías y en el cuidado del medio ambiente, con poca sensibilidad por el costo incremental en que se deba incurrir. En los niveles siguientes las políticas de incentivos juegan un rol importante, particularmente los incentivos fiscales que permiten reducir los costos relativos a un vehículo de combustión interna, la disponibilidad de infraestructura de recarga y el acceso a información que permita reducir las dudas sobre esta nueva tecnología. Cuando ya se supera el 15% de participación de mercado, se comienza a considerar que la tecnología ya está comenzando a madurar y su despliegue posterior depende de las condiciones comerciales, como, por ejemplo, disponibilidad de oferta de vehículos por parte de los fabricantes y comercializadores, así como el escalamiento de la infraestructura de recarga.

En la Ilustración 3, (ICCT[5]) se observa la disponibilidad de centros de carga pública en distintas ciudades que están liderando el despliegue de la movilidad eléctrica a nivel global.

[4] Diffusion of innovations (fifth edition), Rogers, 2003.
[5] EV Capitals. ICCT. 2019.

Ilustración 3. Número de centros de carga pública en ciudades líderes en movilidad eléctrica.

Se pueden observar indicadores del nivel de despliegue tecnológico, por ejemplo, el número de centros de carga públicos por millón de habitantes. En ciudades como Shenzhen, China donde la tecnología ya ha madurado, se cuenta con 60.000 centros de carga públicos, el 25% de ellos de carga rápida. Esto significa una disponibilidad de 4.000 cargadores públicos por un millón de habitantes. En Oslo, Noruega, otra ciudad donde la movilidad eléctrica ya ha madurado, la disponibilidad es de 3.000 cargadores por millón de habitantes.

En ciudades como estas, donde existen ambientes habilitantes para esta tecnología, la madurez en la adopción ha generado un ecosistema local en torno a la movilidad eléctrica donde participa un gran número de empresas. Algunas empresas vienen del sector automotriz tradicional, mientras que otras provienen de otros sectores (como el sector energético), y otras han surgido en torno a esta nueva tecnología.

5 La evolución de la industria automotriz

Se presenta a continuación una descripción del proceso de transformación que está experimentando la industria automotriz a nivel global, a fin de identificar los distintos ámbitos de la producción de los vehículos eléctricos y de su componente principal, la batería. Es en estos ámbitos donde se están produciendo oportunidades para entrantes que podrían participar de estas cadenas de valor a futuro, abriéndose nuevas oportunidades para el emprendimiento y la innovación tecnológica en Costa Rica

5.1 Cadena de valor de la industria automotriz actual

La industria automotriz es una cadena de valor global, pero con acentos regionales y locales determinados por las políticas proteccionistas de los gobiernos de los países con mayor demanda, y por las estrategias comerciales y productivas de las compañías. Esta cadena de valor ha cambiado en las últimas décadas fruto del surgimiento de nuevos protagonistas en países en vías de desarrollo, como China e India. Se espera que esta tendencia continúe acelerándose, debido al impacto de nuevas tecnologías disruptivas, especialmente la digitalización, la conectividad, la conducción autónoma, y los trenes de potencia eléctricos, tanto de baterías como de celdas de hidrógeno.

La Ilustración 4 presenta la cadena de valor de un fabricante automotriz, compuesta por las etapas necesarias para fabricar un vehículo, y las etapas posteriores a la fabricación, como la venta y los servicios de postventa.

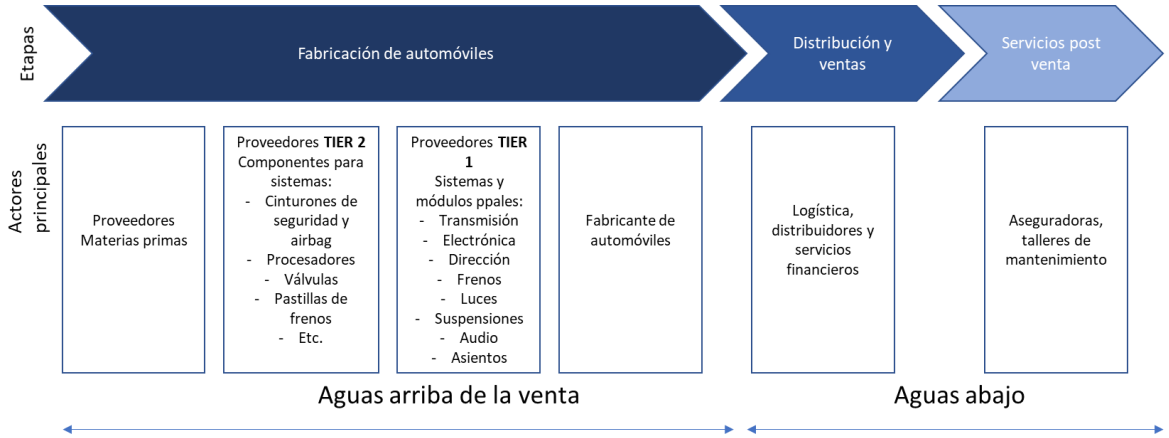

Ilustración 4. Cadena de valor de la industria automotriz [6]

Como se puede observar en la Ilustración 4, hay eslabones de la cadena que son responsabilidad de proveedores de piezas, partes y sistemas. De esta forma los fabricantes han ido concentrado sus actividades principales en el diseño, la integración y ensamblaje, comercialización, marketing y postventa. De esta forma la industria depende fuertemente de proveedores de distintos componentes y sistemas, y de la logística e integración de estos.

[6] Proveedores *Tier 1* son los producen componentes y partes especialmente diseñados para los modelos de un fabricante en particular, con el que tienen una relación cercana. Los *Tier 2* producen piezas y partes más genéricas que no requieren de una relación tan estrecha con el fabricante.

En Norte América, América del Sur, Europa, Asia y África del Sur, la industria se ha ordenado en torno a plantas ensambladoras que producen principalmente para el mercado de su región. Esto ha forzado a los proveedores principales *Tier 1* a tener presencia global, produciendo sistemas y componentes también en esas regiones, generándose en algunos países clústeres automotrices. Dentro de estas regiones, las inversiones se han ido concentrando en países con menores costos de operación, como es el caso de España y Europa del Este para satisfacer el mercado de Europa.

Las actividades de diseño y desarrollo de nuevos vehículos son efectuadas por las compañías a nivel global, mientras que la producción de componentes y ensamblaje se suele desarrollar a nivel local y regional, en colaboración e integración con los proveedores principales. Los proveedores de componentes más genéricos, *Tier 2*, y de materias primas, operan a distancia tomando ventaja de economías de escala y menores costos de mano de obra.

5.2 Participación de Costa Rica en la cadena de valor de la industria automotriz

El país cuenta con compañías con operaciones relacionadas a la industria automotriz, que producen neumáticos, productos estampados, partes de motor, componentes para aire acondicionado, unidades de calefacción, componentes electrónicos para la transmisión, software y ensamblaje de buses. La Tabla 1 presenta las compañías costarricenses con participación en la cadena de valor de la industria automotriz7.

Tabla 1. Compañías con operaciones relacionadas al sector automotriz

Empresa	Perfil	Mercado Final / Clientes
Hutchings Automotive Parts	Tubos doblados	General Motor, USA
Deshler Automotive Parts	Troquelado	General Motors, USA
Bridgestone Firestone	Llantas	USA
Wai Semicon	Componentes eléctricos	USA
Via Information Tools	Software	USA
Continental AG	Electrónica	Europa
Coactive-Tech (ITT)	Electrónica	USA
Oberg	Maquinado	USA
Penn United	Maquinado	USA
Micro technologies	Maquinado	USA
Chicago Miniature Lights (CML)	Componentes eléctricos	USA
Seton	Asientos	USA-Europa
Daewoo Bus	Ensamblaje	NA

De acuerdo con el anuario de estadísticas de comercio de exterior de Costa Rica de la Promotora de Comercio Exterior (PROCOMER), las exportaciones del sector material del transporte en 2010 alcanzaron un total de exportaciones de 54 millones de dólares. Las partidas de exportación más importantes fueron sistemas de suspensión, ejes con diferencial y otras piezas y partes. El mayor exportador fue Hutchings Automotive Parts, que es proveedor de GM en Estados Unidos, principalmente de ejes y suspensiones, representando el 28% de las exportaciones del sector. Otra

[7] Propuesta preliminar de Estrategia de desarrollo sector automotriz costarricense. CINDE, PROCOMER, 2008

compañía importante, por ser fabricante de equipamiento electrónico para automóviles, Continental AG, cerró su fábrica después de la crisis del 2008. Según PROCOMER, las exportaciones de material de transporte al año 2019 han crecido a un monto de 77 millones de dólares, lo que significa un incremento de un 42% respecto del 2010.

Además, se cuenta con compañías con capacidades para integrarse a esta industria en rubros como la inyección de plásticos, empaques y recubrimientos. La Coalición de Iniciativas para el Desarrollo (CINDE) y PROCOMER identificaron otras 33 compañías vinculados a estas actividades productivas en el año 2008[8], con motivo del lanzamiento de la estrategia para la atracción de inversiones en el sector automotriz. En la Ilustración 5 se presenta el listado de estas compañías.

Como parte de la estrategia de atracción de inversiones en el sector automotriz, desarrollada por CINDE y PROCOMER, se destacaban las siguientes ventajas el país en este sector:

- Localización estratégica con acceso a ambos océanos y cercanía con Estados Unidos.
- Recurso humano bien calificado y competitivo en términos de costos con México y China.
- Estabilidad política y económica.
- Incentivos y encadenamientos, incluyendo la ley de incentivos a zonas francas y la existencia de una serie de proveedores locales con certificación de calidad.

Ilustración 5. Compañías nacionales vinculadas a la industria automotriz

[8] Potencial de Costa Rica y estrategia de atracción de inversiones en el sector automotriz. CINDE, PROCOMER, n.d.

5.3 El futuro de la cadena de valor de la industria automotriz

Previo a la crisis del COVID-19, la industria automotriz ya presentaba márgenes muy bajos de rentabilidad, afectada por la desaceleración de la economía en algunos países de Asia y Europa, así como las guerras comerciales. De acuerdo con la empresa de estudios de mercado JATO[9], en el primer trimestre de 2019, la rentabilidad neta de la industria automotriz fue de un 3,7%, muy por debajo de otras industrias globales como *software* e Internet (23,8%) o la industria del entretenimiento (16%).

En el actual escenario, la crisis del COVID-19 ha venido a acentuar la disrupción tecnológica más importante que ha experimentado la industria automotriz en sus más de cien años de existencia. La irrupción de la digitalización, la conectividad, la conducción autónoma y los trenes de potencia eléctricos, vienen a conformar potenciales escenarios de cambio que pueden transformar profundamente esta industria[10] y a las compañías que han tenido la hegemonía en el mercado automotriz desde hace ya más de cuatro décadas. Estas transformaciones van a afectar además la cadena de valor de la industria, incluyendo a sus proveedores de componentes e insumos, así como también a la etapa posterior a la fabricación, relacionada con la venta y servicios postventa.

Deloitte[11] propone cuatro escenarios posibles para esta industria:

- Escenario 1, las empresas automotrices se transforman en administradoras de datos y movilidad. Los vehículos eléctricos, autónomos y compartidos son una realidad común para los clientes. Mientras que los fabricantes de automóviles lideran y definen los estándares de esta nueva versión de la industria automotriz, adoptando los trenes de potencia eléctricos.
- Escenario 2, el cabildeo masivo de la industria automotriz (y del petróleo) deja por fuera del mercado a nuevos entrantes, como las empresas de la industria de tecnologías de información y comunicaciones (TIC), estancando la evolución tecnológica, basándose en parte en accidentes causados por la tecnología de conducción autónoma.
- Escenario 3, las empresas automotrices se transforman en proveedores de *hardware* para las empresas de TIC que han irrumpido tomando el control del mercado automotriz y la movilidad.
- Escenario 4, se ha impuesto la movilidad como un servicio, donde los vehículos son sólo un medio de transporte y las marcas no tienen mayor valor. El mercado de la movilidad está controlado por empresas de servicios de movilidad, y ya no existe un interés mayor de los clientes por tener un vehículo particular.

Aún no es claro cuál escenario se impondrá, pero desde la década pasada han surgido nuevos entrantes, así también algunos gobiernos, están haciendo esfuerzos para lograr una transformación de la industria del transporte. Países como China y Noruega, y compañías como Tesla y BYD promueven la movilidad eléctrica, así como nuevas empresas que promueven la movilidad como un servicio y los vehículos autónomos.

Una señal muy fuerte es la prohibición de venta de nuevos vehículos de combustión, tal como la han anunciado ya una serie de gobiernos, como Holanda, Francia y Reino Unido. Por el momento, Costa Rica es el único país en América Latina con una fecha de prohibición total, al año 20250. La siguiente tabla resume los países que ya han hecho pública esta decisión[12].

---

[9] https://www.jato.com/carmakers-revenue-remained-stable-but-they-earned-less-money-in-q1-2019/
[10] 3 Revolutions. UC Davis. 2020. https://3rev.ucdavis.edu/
[11] The future of automotive value chain. Deloitte. 2017
[12] Información tomada del EV Outlook, IEA, 2020.

Tabla 2. Año de prohibición de venta o registro de vehículos de combustión por país. Fuente: IEA (2020)

PAÍS	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Alemania							●
Cabo Verde				●			
Canadá					●		
Costa Rica							●
Dinamarca			●				
EE.UU [13]							●
Eslovenia			●				
España					●		
Francia					●		
Holanda			●				
Irlanda			●				
Islandia			●				
Israel				●			
Japón							●
Noruega		●					
Reino Unido			●				
Sri Lanka					●		
Suecia			●				

Debido a las razones descritas, la industria automotriz está buscando cómo adaptarse, mediante el cambio de su modelo de negocio, centrado hoy en obtener utilidades mediante la fabricación y venta de vehículos. Deloitte[14] visualiza al menos tres nuevos modelos de negocios:

- ampliación de su participación en el negocio del financiamiento de la compra de automóviles,
- fabricación de vehículos para ser etiquetados bajo las marcas de los clientes (por ejemplo, Chevrolet fabricando automóviles autónomos para ser etiquetado con la marca de la empresa de robotaxis de Google),
- oferta de servicios de movilidad e información.

Adaptarse a estos modelos de negocios significa las empresas automotrices deben adquirir nuevas habilidades, como conocimientos en baterías, celdas de hidrógeno y trenes de potencia eléctricos, o tecnologías de la información y las comunicaciones. Una forma de resolver estas deficiencias es mediante la adquisición de otras compañías, incluyendo emprendimientos del sector tecnológico que cuenten con esas capacidades, o mediante alianzas. No obstante, en un escenario de estrechez económica este camino no es viable para todos los grandes fabricantes. En una situación así, las compañías automotrices están en desventaja con entrantes del mundo de las TIC, que cuentan con conocimientos, amplias capacidades en investigación y desarrollo, así como recursos para tomar las oportunidades de la digitalización. Estas transformaciones afectan también a los proveedores de la industria, ya que tendrán que aumentar y actualizar su oferta tecnológica.

[13] En el caso de EE. UU, 10 Estados han lanzado la meta para que al año 2050 el 100% de las ventas de vehículos sean cero emisiones

[14] The future of automotive value chain. Deloitte. 2017

5.4 La cadena de valor de la movilidad eléctrica

El desarrollo tecnológico actual está transformando las compañías automotrices tradicionales y a sus proveedores en múltiples dimensiones, tal como se ha mostrado anteriormente, por lo que no es posible aislar la movilidad eléctrica como nuevo motor de desarrollo que, por sí sólo, va a reordenar la industria automotriz. Poner el acento únicamente en la movilidad eléctrica no permite comprender la complejidad de las transformaciones que está experimentando esta industria, y podría limitar la identificación de oportunidades que se están abriendo para nuevos entrantes. Por ejemplo, dentro de las posibilidades para emprendimientos vinculados a las TIC, existen grandes oportunidades en el ámbito de sensores y ciencia de datos, que están relacionadas con soluciones más amplias, como el desarrollo de servicios de mantenimiento predictivo y optimización de flotas, donde se cruzan temas de operación de los vehículos con la gestión de la carga de las baterías.

Independiente de la multidimensionalidad de los cambios en la industria automotriz, la provisión de trenes de potencia eléctricos tiene una diferencia respecto de otras tecnologías: su componente central, las baterías, tiene una cadena de valor global por sí sólo. En la Ilustración 6 se presenta la cadena de valor de las baterías de iones de litio.

Según Statista[15], se espera que el mercado global de baterías de iones de litio alcance a los 71 billones de dólares al año 2025. De acuerdo con el Laboratorio Nacional de Energías Renovables (NREL)[16] de los Estados Unidos, el mayor valor de esta cadena está en el procesamiento de las materias primas y en la fabricación de celdas.

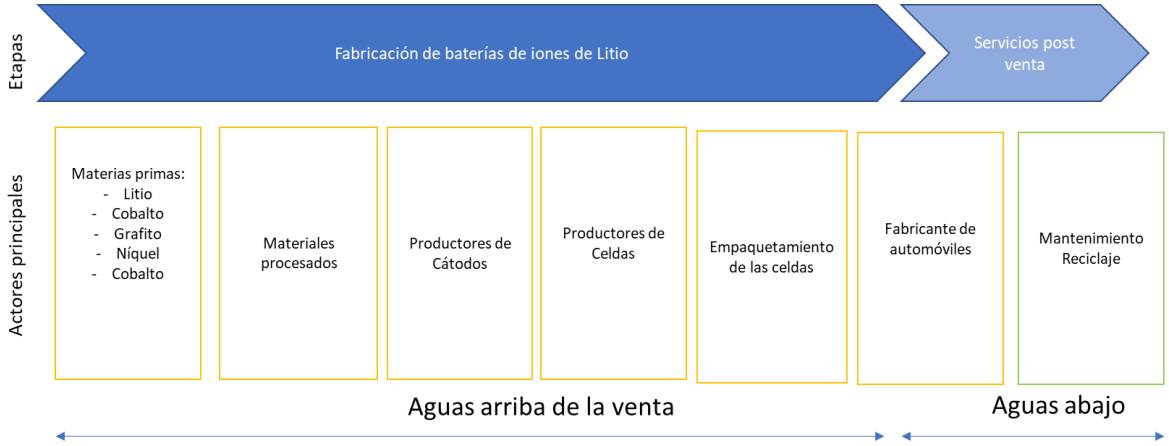

Ilustración 6. Cadena de valor de las baterías para vehículos eléctricos

Durante los últimos años se ha observado una caída muy importante del precio de las baterías, principalmente por economías de escala en la producción de celdas y en su empaquetamiento. En la Ilustración 7, de Lux Research[17], se presenta la proyección, desde el año 2017 al 2025, de los países con mayor participación por cada eslabón de la cadena de valor de baterías de ion de Litio.

[15] https://www.statista.com/statistics/235316/global-lithium-battery-market/
[16] Supply chain of raw materials used in the manufacturing of light duty vehicles lithium-ion batteries. NREL, 2019
[17] Mobility in a post pandemic world. Lux Research, 2020

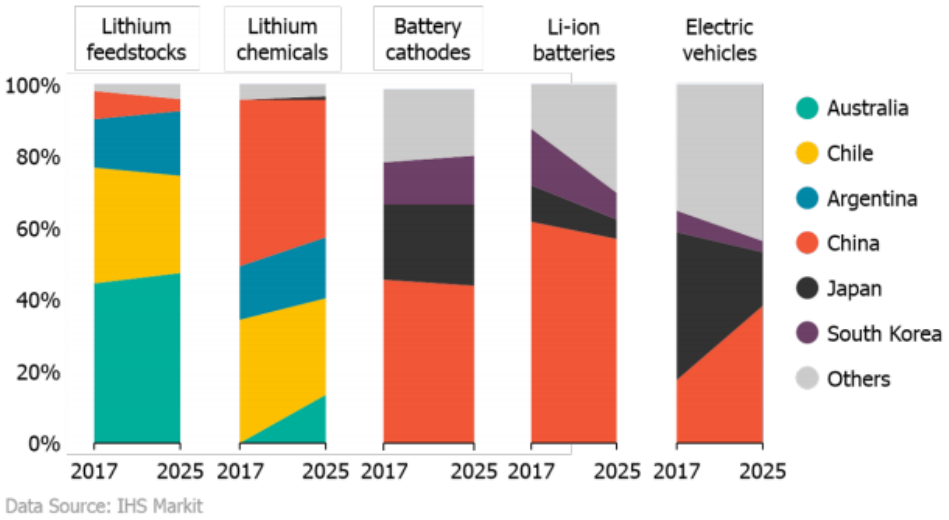

Ilustración 7. Participación de mercado en la cadena de valor de las baterías de Ion-Litio

Crédito: (IHS Markit, citado por Lux Research en Mobility in a post pandemic world, 2020)

Actualmente, China domina la producción de materiales procesados, de cátodos y baterías, pero se espera una penetración importante de otros fabricantes en las fases finales de la producción que corresponden al empaquetamiento de celdas y ensamblaje final de la batería. Se pronostica que fabricantes de origen europeo y norteamericano le restarán participación de mercado a otros países con un rol actualmente preponderante, como Japón y Corea del Sur.

Un ejemplo de esto es que los estímulos de la Unión Europea para recuperar la economía después del impacto del COVID-19 están dirigidos a potenciar el desarrollo de la producción de vehículos eléctricos en Europa, incluyendo la participación en la cadena de valor de las baterías[18].

Cada uno de los eslabones de esta cadena de valor presenta distintos desafíos. En el caso de las materias primas, existe un riesgo de abastecimiento, principalmente de cobalto, pero también en el caso del litio. La producción de los cátodos y celdas tiene un impacto importante en la calidad de las baterías, y el empaquetamiento de las celdas debe realizarse próximo al usuario final, porque implica costos importantes de asociados al transporte.

De acuerdo con el estudio de Lux Research antes referenciado, la estrategia de las compañías automotrices es diseñar sus vehículos en torno a un paquete de baterías, lo que les permite economías de escala y opciones de algún grado de estandarización de sus componentes. Dado el peso que tienen las baterías en este tipo de decisiones estratégicas, los fabricantes de automóviles no pueden depender sólo de la relación con un proveedor Tier 1 que está aguas arriba (o *upstream*) de esta cadena de valor. Por ejemplo, Volkswagen y BMW han firmado acuerdos de largo plazo con Ganfeng Lithium, un proveedor chino de materiales de Litio.

[18] Economic-recovery-covid-19-ev-europe. ICCT, 2020

6 Despliegue de la movilidad eléctrica en Costa Rica

De acuerdo con la Dirección de Energía del Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica (MINAE)[19], el país muestra un crecimiento sostenido en la importación de automóviles eléctricos, con 1.271 vehículos livianos ingresados hasta Octubre 2020. En este mismo periodo estas importaciones se están más que duplicando año a año.

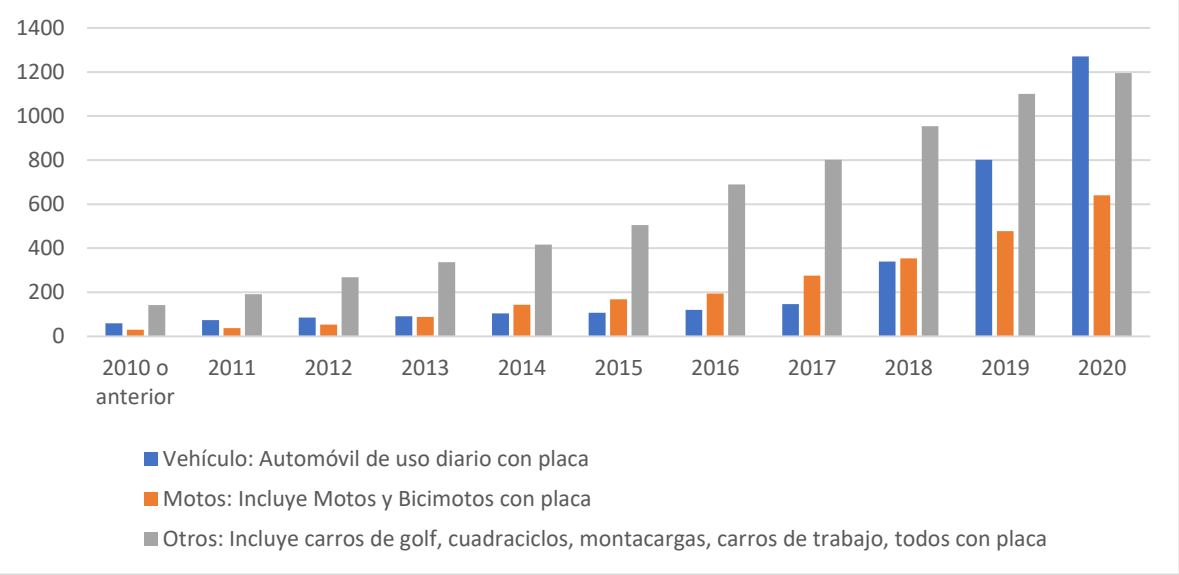

Ilustración 8. Listado de crecimiento de la flota Costarricense de Vehículos Eléctricos

En entrevistas realizadas con representantes de ASOMOVE, así como también con empresarios y profesionales del sector, existe unanimidad en que el factor más importante en este crecimiento es la preocupación ambiental de la sociedad costarricense, que favorece la decisión de los consumidores hacia autos de cero emisiones. Esto se ve además favorecido por el interés del Estado en el tema, que se refleja en las exenciones tributarias para esta tecnología fruto de la Ley N°9518 de promoción e incentivos al transporte eléctrico, junto con la posibilidad de importar vehículos usados eléctricos[20], que representan del orden del 40% de las ventas de esta tecnología en los últimos años. Lo anterior, se ve reforzado por el crecimiento de la red nacional de centros de carga pública – siendo el Grupo ICE un importante protagonista con la puesta en marcha de centros de carga rápida a lo largo del territorio nacional, en cumplimiento a lo exigido por la Ley N°9518.

En la Ilustración 9, del Global Fuel Economy Initiative[21], se presentan las importaciones anuales totales de vehículos durante la década pasada, con un promedio para ese periodo de 65.000 unidades por año. Considerando la importación de 461 vehículos livianos eléctricos el 2019, se concluye que la participación de mercado de esta tecnología es de un 0,7%, lo que significa que los clientes aun pertenecen al segmento de innovadores.

---

[19] https://energia.minae.go.cr/?p=5634
[20] Decreto Ejecutivo número 41426-H-MINAE-MOPT
[21] Línea base de emisiones de dióxido de carbono y rendimiento de combustible para vehículos nuevos importados en Costa Rica. 2008 – 2016. GFEI. 2017

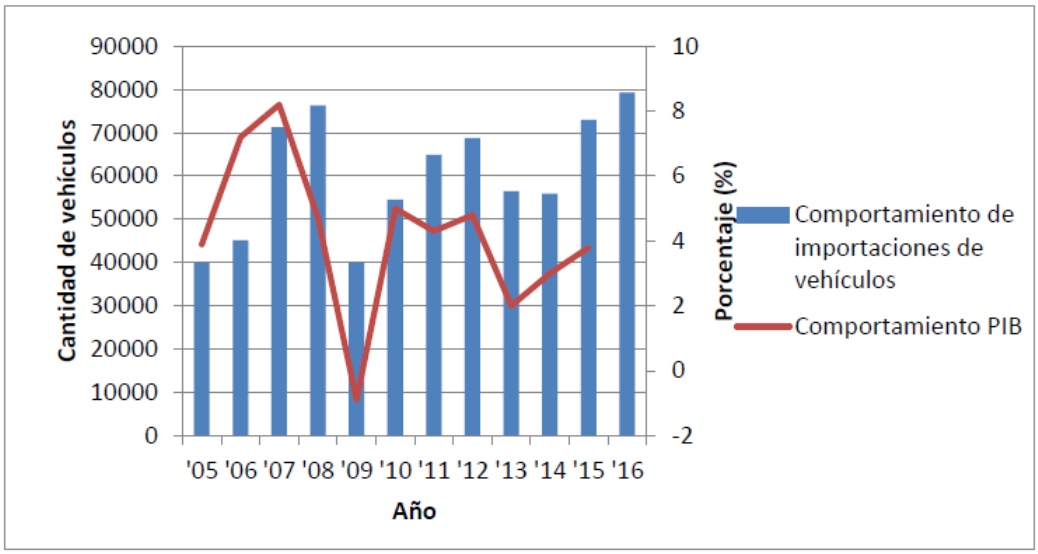

Ilustración 9. Comportamiento de la importación de vehículos y tasa de crecimiento del PIB 2005 – 2016

Considerando la tendencia anual de duplicación de las importaciones de vehículos eléctricos y el ambiente propicio para esta tecnología en el país es posible que en el mediano plazo se supere la barrera del 3% de participación de mercado con lo que ya no sólo sería adquirida por innovadores, sino que ya estaría alcanzando a clientes algo más tradicionales, como adoptadores tempranos (o *early adopters*). Los innovadores corresponden a un segmento de gente con estudios más avanzados, de ingresos altos y capaces de tomar riesgos[22].

A diferencia del segmento de innovadores, los adoptadores tempranos son principalmente profesionales jóvenes con ingresos medios y con liderazgo en sus comunidades. Tal como se describió anteriormente, este segmento tiene una mayor participación de mercado que los innovadores, y es el estadio en el que se encuentran actualmente varias de las ciudades lideres a nivel global en el despliegue de la movilidad eléctrica.

Si la participación de mercado de los vehículos eléctricos supera el 3% estaríamos frente a una señal clara de madurez por lo que aumenta la probabilidad de que se transforme en un crecimiento estable de largo plazo. En este escenario el tamaño de la actividad económica en torno a la movilidad eléctrica sería progresivamente más significativa generando mayores oportunidades de emprendimiento e innovación para el país.

La pregunta central es si los motivadores identificados hasta ahora tienen la fuerza suficiente para producir este cambio en un país de renta media, donde la importación de vehículos está dominada por modelos de precio inferior al observado en países desarrollados. En el caso de países desarrollados se espera una paridad de precio entre automóviles convencionales y eléctricos para el año 2025. Por ejemplo, para EE. UU. esta paridad se produciría a ese año cuando el precio esperado de *un Nissan Leaf* de 240 kilómetros de autonomía sea de 25.000 dólares, equivalente al del *Toyota Camry,* que es el sedán más vendido en ese país[23]. En el caso de Costa Rica, por citar un ejemplo, el vehículo

[22] https://ondigitalmarketing.com/learn/odm/foundations/5-customer-segments-technology-adoption/
[23] Update on electric vehicle costs in the United States through 2030. ICCT. 2019

importado nuevo más vendido en 2015 fue el *Nissan Qashqai*, que tiene un precio de venta al público de 28.900 Dólares[24], mientras que un *Nissan Leaf* tiene un precio de 42.500 Dólares[25].

Algunas de las personas entrevistadas para este estudio comentaron que producto de la integración vertical del sector automotriz local, al parecer algunos concesionarios no están traspasando todos los descuentos del arancel aduanero y del impuesto selectivo al consumo para compensar sus menores ingresos por servicios de postventa de los vehículos eléctricos.

Costa Rica tiene una tasa de motorización media similar a la de Uruguay y Chile (los países con mayor producto interno bruto por habitante de la región), muy por debajo de las tasas de países de ingresos altos donde se espera una paridad de precio de vehículos convencionales y eléctricos en el mediano plazo. No se ha podido acceder a estudios sobre el impacto de la ley de incentivo a los vehículos eléctricos en el largo plazo, pero es posible que Costa Rica pueda mantener una tasa de crecimiento, por ejemplo, gracias a la importación de automóviles eléctricos de segunda mano. Pero es evidente que este marco de incentivos es insuficiente para para asegurar el cumplimiento de las metas de descarbonización al año 2035, más aún si consideramos que estos incentivos caducan al año 2023.

A los avances en la madurez del mercado de vehículos livianos eléctricos se suma ahora el interés en su despliegue en el sector del transporte público, expresados en el Comité para la Electrificación del Transporte Público (CETP), que podría significar una transformación del sistema de transporte público en modalidad autobuses, que requerirá una fuerte inversión en vehículos, en las redes eléctricas y en la red de carga de los buses, generando además mayor demanda por energía eléctrica. De acuerdo con el estudio de análisis y mitigación de barreras para el despliegue de los autobuses eléctricos en Costa Rica[26], se requiere un fuerte liderazgo político y condiciones claras bajo las cuales se va a hacer la transición de buses de combustión interna a eléctricos. Se requieren modificaciones legales y reglamentarias que promuevan y habiliten el despliegue de los buses eléctricos, junto con entregar apoyo y seguridad jurídica a las empresas operadoras de transporte público. Para avanzar en la transformación es necesario abordar las áreas presentadas en la Ilustración 10, a continuación:

[24] Información tomada de https://www.nissancr.com/
[25] Comparativa de Vehículos Eléctricos Puros en Costa Rica. Actualizado: Junio 2020. ASOMOVE. 2020. https://docs.google.com/spreadsheets/d/1gvB_E2wr0WUHxsHFyAkCUwh-7TIxO9D7iwbYpigZKfw/edit#gid=0
[26] A. Steinvorth, ONU Ambiente, CRUSA, 2019.

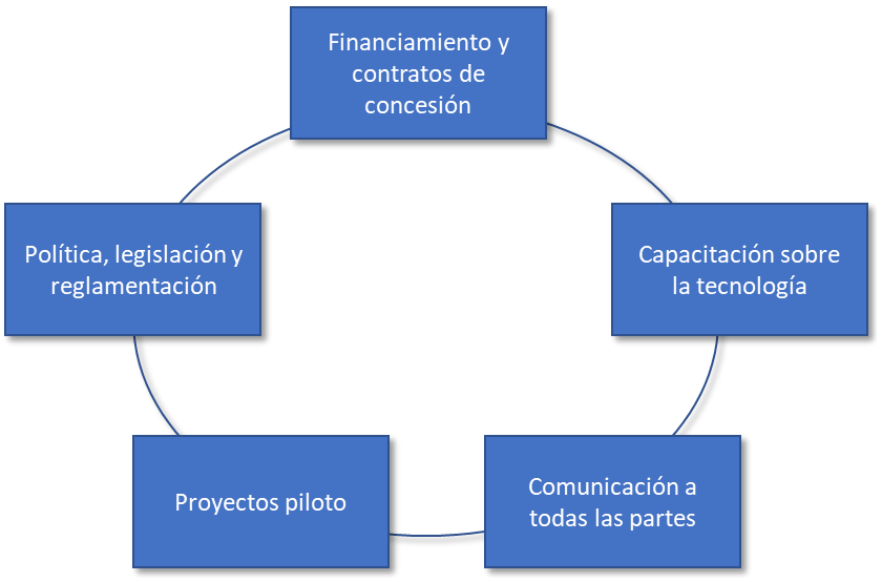

Ilustración 10. Áreas a considerar para el despliegue de la movilidad eléctrica en el transporte público

7 Valorización económica del despliegue de la movilidad eléctrica al 2035 en Costa Rica

Para estimar la magnitud de la actividad económica del despliegue de la movilidad eléctrica se cuenta con los escenarios del Plan Nacional de Descarbonización, donde se incluye las metas de que al año 2035 el 25% de la flota de vehículos livianos y el 30% de la flota de buses y taxis deben ser emisión cero.

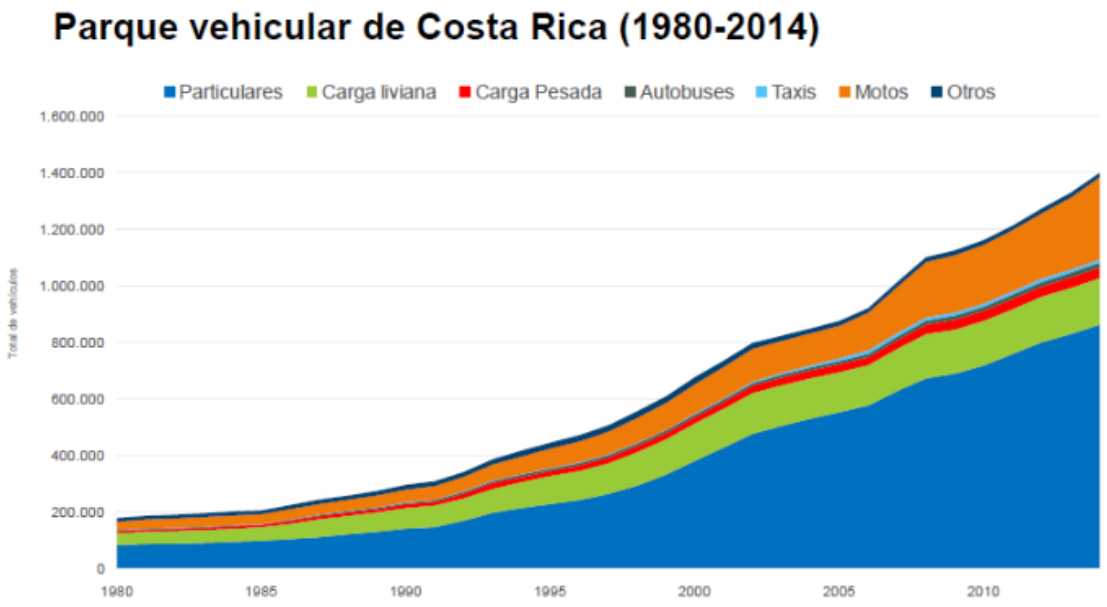

Ilustración 11. Parque vehicular de Costa Rica (1980 – 2014)

Crédito: Línea base de emisiones de dióxido de carbono y rendimiento de combustible para vehículos nuevos importados en Costa Rica. 2008 – 2016, ONU Ambiente, 2016

La flota vehicular ha estado creciendo sostenidamente los últimos treinta años, duplicándose el total de vehículos en cada década. Si se sostiene esta tasa en los próximos 15 años, para poder cumplir con las metas establecidas en el Plan Nacional de Descarbonización, la adopción de la movilidad eléctrica en el mercado de vehículos importados debe alcanzar el estatus de adoptadores tempranos o "*early adopter*" (más del 3% de las importaciones) al año 2022 y el de mayoría temprano o "*early majority*" (más del 15% de las importaciones) al año 2026. En la Ilustración 12 se presenta una estimación de la participación de mercado que deben alcanzar los vehículos livianos eléctricos para poder cumplir con la meta del Plan Nacional de Descarbonización, considerando además las tendencias observadas en la importación de vehículos livianos.

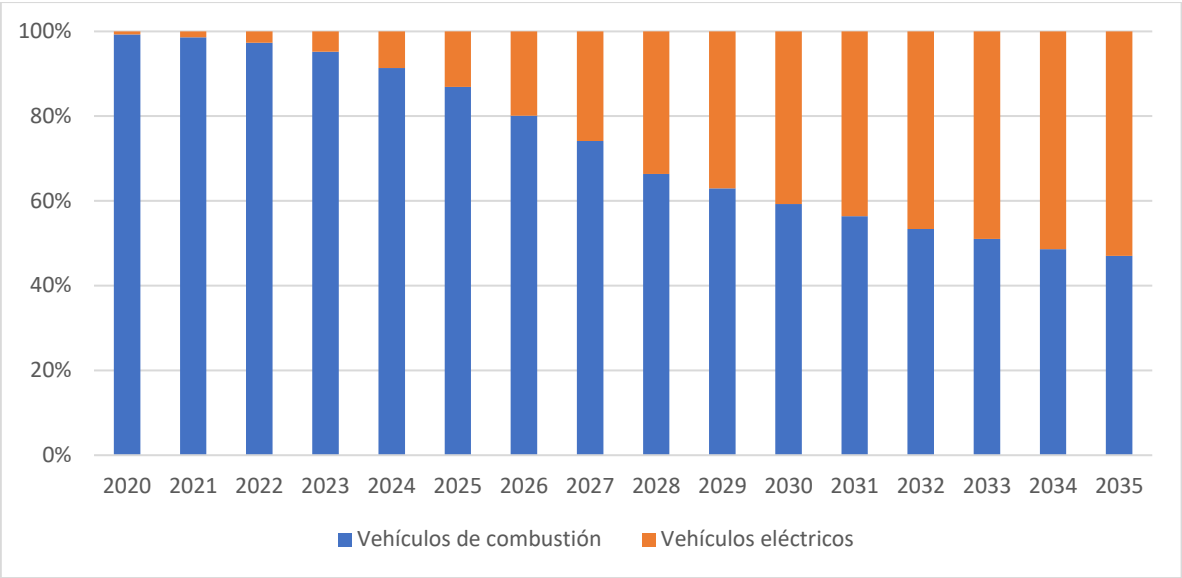

Ilustración 12. Estimación de la composición de las importaciones de vehículos livianos en Costa Rica de acuerdo con el Plan Nacional de Descarbonización

Elaboración propia con base en tendencias observadas de las importaciones de vehículos y las metas del Plan Nacional de Descarbonización

En esta estimación, al año 2032 los vehículos livianos eléctricos tendrán un 50% participación en el mercado de las importaciones, correspondiente a 57.200 unidades, y para el año 2035 el total de vehículos livianos eléctricos será de 504.000, tal como se muestra en la figura siguiente.

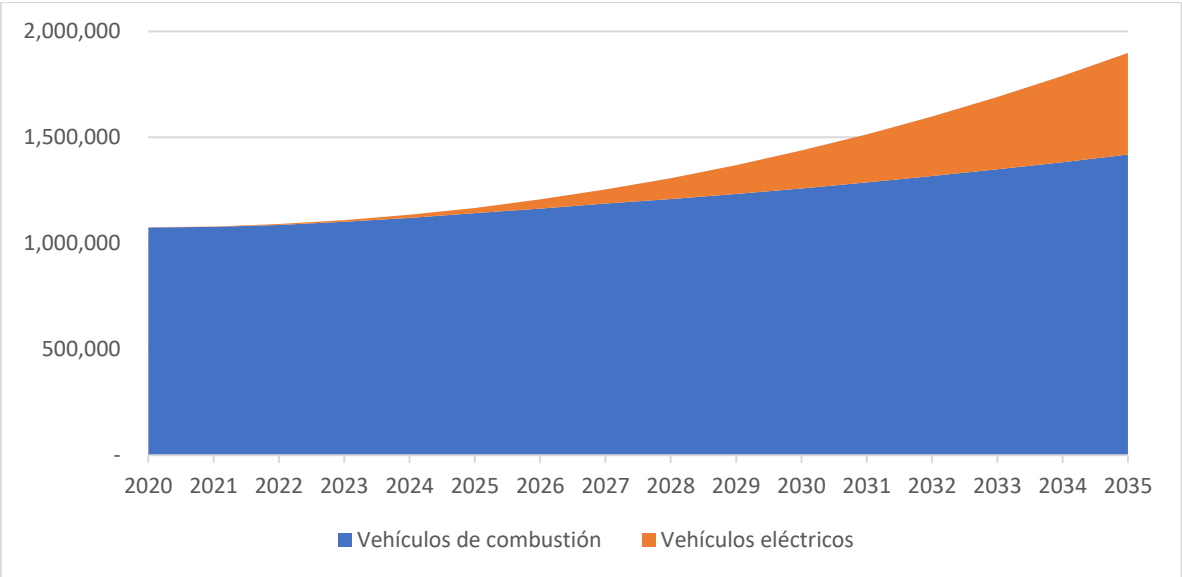

Ilustración 13. Proyección de la composición de la flota vehículos livianos de Costa Rica para cumplir con meta Plan Nacional de Descarbonización

Si se compara con un escenario internacional, este sería un escenario optimista. Como referencia, la Agencia Internacional de Energía[27] indica que al año 2030 la participación de mercado en ventas de vehículos nuevos, China será líder con un 28% del mercado correspondiente a todo tipo de vehículos eléctricos excepto motocicletas. Por esta razón Costa Rica requiere de un conjunto de acciones que permitan dar mayor garantía de que esto puede ser factible, pasando de la ley de incentivos a los vehículos eléctricos a un marco más completo que integre por lo menos:

- un calendario de desincentivo y prohibición progresiva de la importación de vehículos de combustión compatible con la pérdida de participación de mercado necesaria para el cumplimiento de la meta al 2035,
- una señal de largo plazo de cómo el Estado va a modificar los impuestos a los vehículos y a los combustibles de forma tal de compensar la pérdida de ingresos por la caída en las ventas futuras de vehículos a combustión y de combustibles como la gasolina y el diésel, incorporando incentivos tributarios para los vehículos de cero emisiones.

Este despliegue de la movilidad eléctrica en el segmento de vehículos livianos estará acompañado de un incremento importante de la actividad económica en este nuevo sector de la economía. Se presentan a continuación una estimación de la magnitud de este incremento directamente relacionada con el cumplimiento de las metas del año 2035 para vehículos livianos, considerando venta de vehículos, venta de cargadores y ventas de energía.

En el caso de los automóviles livianos, considerando que se mantiene la proporción entre importados nuevos y usados observados los últimos años (40% importados usados), el crecimiento de la flota de vehículos puede significar un monto de 1.500 millones de dólares al año 2035. En la figura siguiente se presenta el incremento de estas ventas desde los 15 millones de dólares estimados para el 2020 hasta el monto correspondiente al cumplimiento de la meta del Plan Nacional de Descarbonización.

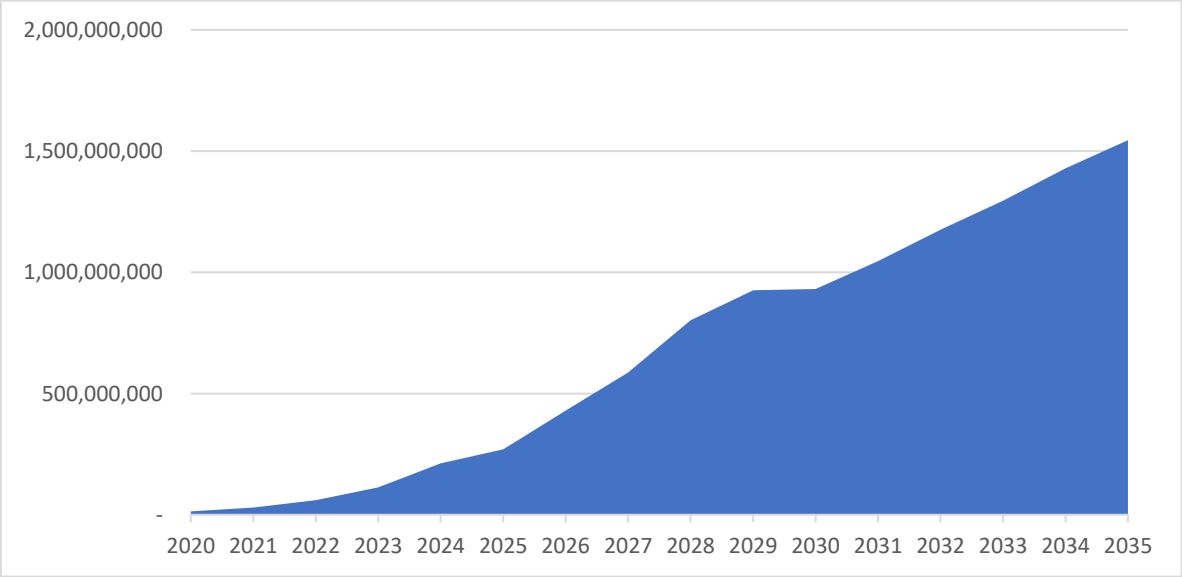

Ilustración 14. Inversión anual en vehículos eléctricos (USD/año)

Elaboración propia. Considera que los vehículos usados mantienen la participación de un 40% en el total de vehículos importados anualmente y que la tasa de crecimiento de la flota vehicular es la media del período 2000 al 2014.

[27] Global EV Outlook. IEA. 2019

Desde el punto de vista de inversión en centros de carga de uso público, considerando una proporción de un centro de carga público por cada diez vehículos eléctricos, se estima que el cumplimiento de la meta permitiría traccionar inversiones cercanas a los ochenta millones de dólares al año 2035, tal como se observa en la figura siguiente.

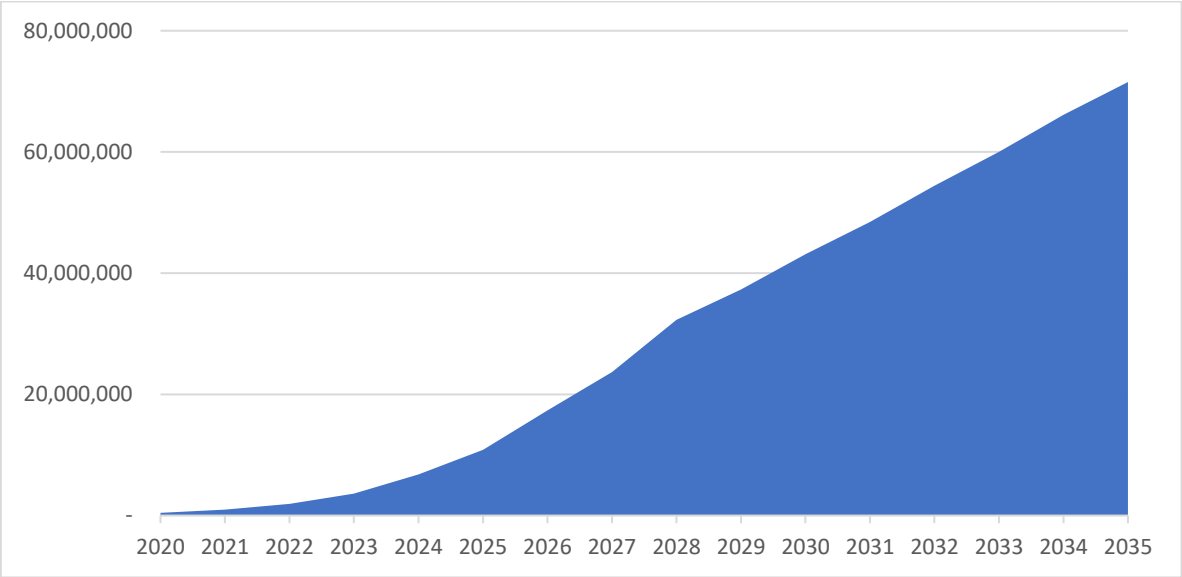

Ilustración 15. Inversión anual en centros de carga públicos (USD/año)

Elaboración propia. Considera una estación de carga pública por cada 10 automóviles.

Desde el punto de vista de la venta de electricidad[28], el cumplimiento de la meta significará un monto de 615 millones de dólares al año 2035, considerando que se mantiene constante la tarifa vigente de 183 colones por kWh [29].

[28] Se refiere a la demanda eléctrica porque la tarifa actual considera pagos por energía y potencia.
[29] https://aresep.go.cr/noticias/2778-aresep-define-tarifa-unica-para-la-red-de-centros-de-carga-rapida-de-vehiculos-electricos

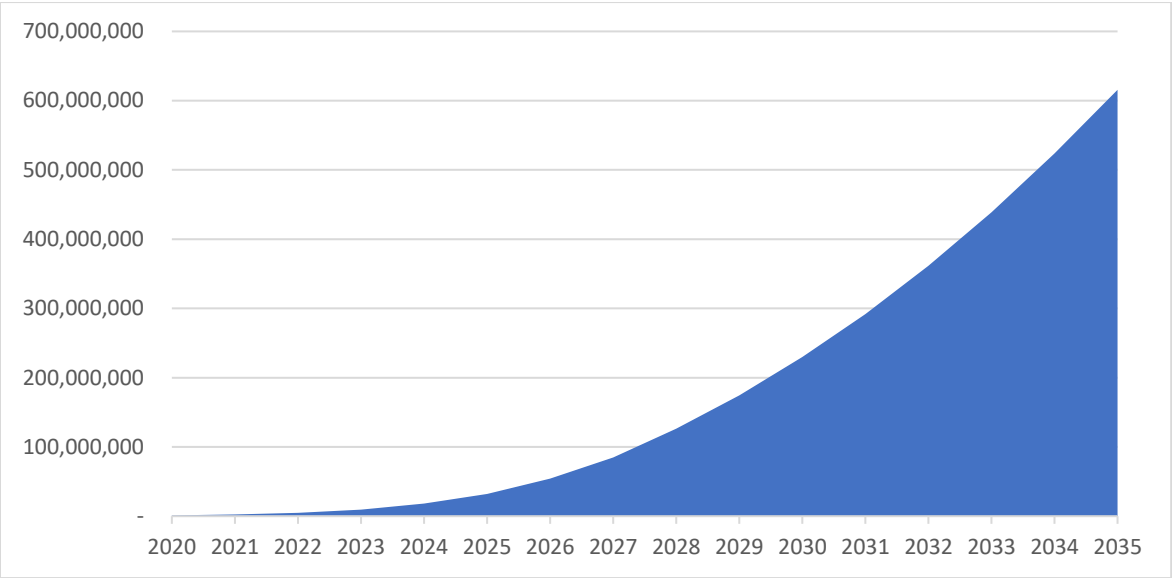

Ilustración 16. Demanda eléctrica por recarga de vehículos livianos (USD/año)

Elaboración propia. Considera un consumo medio de 200 Wh/km por vehículo.

En conjunto, sólo el cumplimiento de la meta para vehículos livianos al 2035 significará en actividad económica directa 2.232 millones de dólares, donde la venta de automóviles eléctricos es el ítem más significativo, seguido de la venta de energía eléctrica. Estos montos tienen implicaciones macroeconómicas, por ejemplo, en balanza comercial, por una reducción de las importaciones de petróleo sustituidas por producción eléctrica nacional, así como también la reducción del gasto público en salud, debido a los beneficios de una menor contaminación atmosférica.

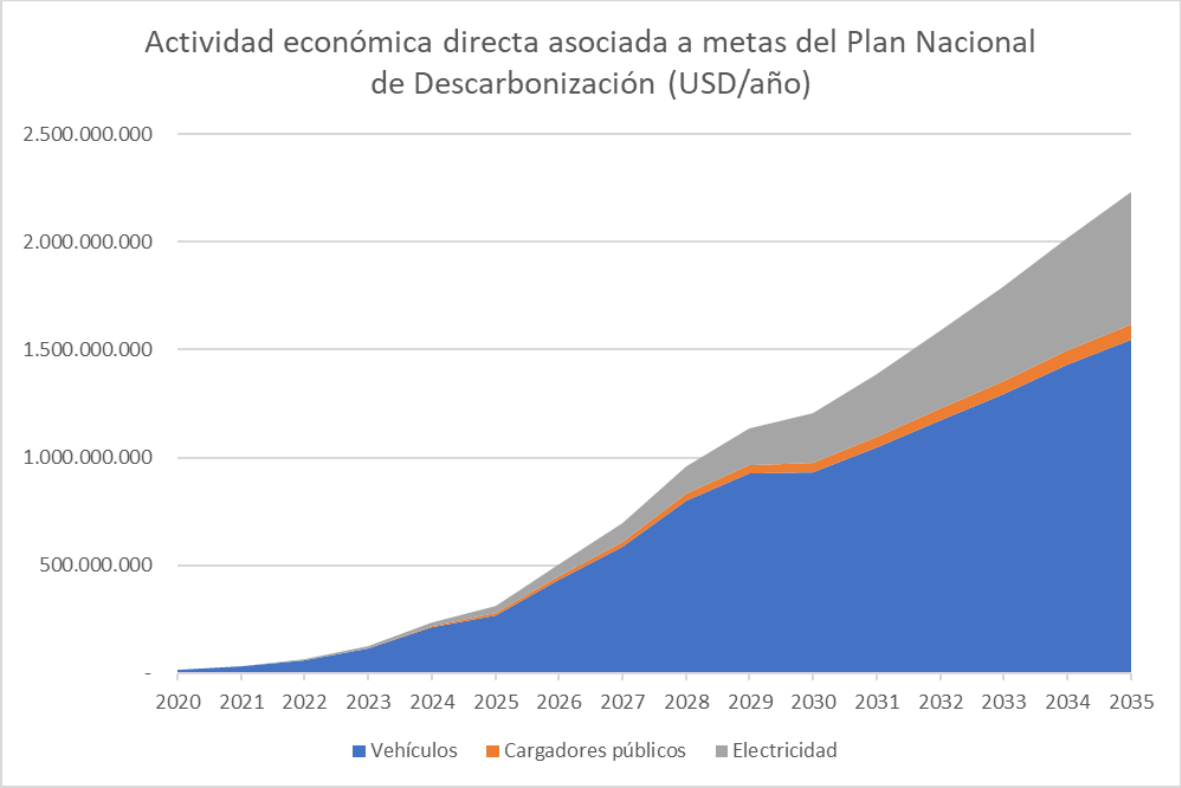

Ilustración 17. Actividad económica directa asociada a metas del Plan Nacional de Descarbonización (USD/año)

Elaboración propia. Se ha asume una tasa de crecimiento del 2% anual del PIB para el período.

Se puede comprender mejor la magnitud de esta nueva actividad económica al compararlo con el producto interno bruto (PIB) del país. Proyectado al año 2035 toda esta actividad económica directamente asociada a la movilidad eléctrica en vehículos livianos será equivalente al 2,65% del PIB en el año 2035. En la siguiente figura se presenta una estimación sobre cómo crecerá la participación de la movilidad eléctrica asociada a vehículos livianos en el PIB nacional desde el año 2020 al 2035.

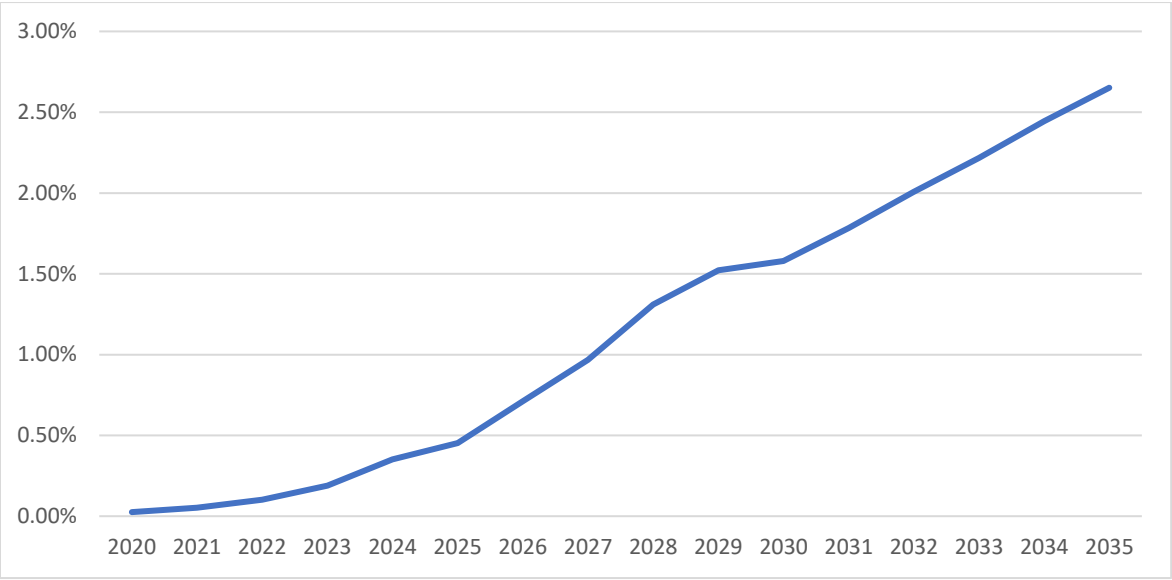

Ilustración 18. Actividad económica en electromovilidad respecto del PIB por cumplimiento metas de vehículos livianos del Plan Nacional de Descarbonización

Elaboración propia. Cada valor representado en la Ilustración 18 está referido al PIB del año respectivo.

A esta actividad económica directa hay que asociar todas las actividades indirectas, por ejemplo, al desarrollo de nuevos servicios, tales como soporte de redes de carga, mantenimiento, entrenamiento y formación de personal, desarrollo de soluciones de segunda vida de las baterías, y desarrollo de soluciones de integración de los vehículos a la red eléctrica.

También es necesario considerar inversiones significativas en renovación de buses de transporte público y taxis. Sólo el recambio de los buses de transporte público del Área Metropolitana de San José puede significar una inversión de 540 millones de dólares, más 36 millones de dólares en infraestructura de recarga, y una demanda anual de electricidad por 69 millones más[30].

Es necesario considerar que el despliegue de la movilidad eléctrica también va a transformar parte de la actividad económica asociada a la importación, venta, mantenimiento y reparación de vehículos de combustión, así como también en parte de la cadena productiva de los combustibles, especialmente en refinación y distribución. Parte de las empresas del mundo de los combustibles y los automóviles de combustión se podrán reconvertir, pero es probable que parte de ellas desaparezcan, por lo cual es posible que toda esta nueva actividad en torno a la movilidad eléctrica no signifique crecimiento económico neto de la misma magnitud. Asimismo, el desarrollo de la industria del hidrógeno es una oportunidad para la reconversión de las empresas vinculadas a la industria del petróleo, existiendo señales de que están comenzando a invertir en este nuevo combustible[31].

[30] Se considera un costo de 300.00 dólares por un bus eléctrico de 12 metros, operando 100.000 km/año con un consumo medio de 1,2 kWh/km, con cargadores dobles de 40.000 dólares de inversión.
[31] Oil & gas sector belief, investment in hydrogen future grows. S&P Global. 2020

8 Condiciones para el desarrollo de la innovación y emprendimiento tecnológico en torno a la movilidad eléctrica

Considerando la magnitud económica que tiene el despliegue de la movilidad eléctrica, se observa un conjunto de oportunidades para el desarrollo de nuevas empresas, algunas de ellas de base tecnológica, que permitan mayor actividad económica, creación de puestos de trabajo de mayor calificación técnica, el desarrollo de tecnología local e incluso en participación en cadenas de valor global asociada a la producción de vehículos eléctricos y sus componentes. Frente a esto, el país tiene ventajas y desafíos.

El país ha demostrado ser atractivo para compañías internacionales vinculadas a cadenas de valor globales como TIC, electrónica y equipamiento médico sofisticado, así como también para empresas de servicios. Estas industrias están relacionadas con las oportunidades que creará la transformación tecnológica de los vehículos. Las empresas nacionales vinculadas actualmente a la cadena de valor de la industria automotriz están más vinculadas al sector metalmecánico, pero podría comenzar a articularse en torno a ellas un núcleo de compañías nuevas, como, por ejemplo, las que están produciendo cargadores eléctricos. De esta forma se puede retomar el objetivo de la Estrategia de Desarrollo del Sector Automotriz del año 2008, desarrollada por CINDE y PROCOMER y actualizarla a las oportunidades y demandas del mercado actuales. Existe la posibilidad de que la necesidad actual de la industria automotriz global de adquirir nuevas habilidades, como conocimientos en TICs, brinde a Costa Rica mayores oportunidades que en el 2008, cuando la industria automotriz aún era "mucho más *hardware* que *software*", donde logística y volumen todavía eran claves.

El primer desafío es la generación de las condiciones para que el despliegue de la movilidad eléctrica pueda cumplir con las metas del Plan de Descarbonización. Las políticas y regulaciones actuales no son suficientes para lograrlo, y es difícil asegurar que el motivador más importante operando actualmente, la consciencia ambiental de la ciudadanía pueda vencer la barrera que significará en el mediano plazo el mayor costo de los vehículos eléctricos en un país de ingresos medios como Costa Rica.Otro desafío es la importancia que tiene para la industria el desarrollo y producción de las baterías, donde no hay una ventaja comparativa relevante por parte del país, en términos de acceso a materias primas[32].

Lo que si puede explotar el país como oportunidad es la disponibilidad de electricidad basada en renovables, tanto para la operación de vehículos a batería, como en el caso del hidrógeno. Esta es una ventaja comparativa del país en la región latinoamericana que puede ser explotada para promover Costa Rica como un lugar para el prueba, pilotaje y escalamiento de nuevas tecnologías de transporte de cero emisiones. En el caso particular del hidrógeno verde, si se logran alcanzar las estimaciones de 5 USD por kg de precio de venta a vehículos al año 2030[33] se abre la posibilidad de que el país pueda ser líder en la adopción de este combustible en la región. La ventaja comparativa de la disponibilidad de electricidad limpia se complementa con disponibilidad de mano de obra calificada y los acuerdos comerciales con los que cuenta el país.

---

[32] No obstante, como parte de esta investigación se identificó a la empresa Fortech, un emprendimiento costarricense con experiencia en gestión y reciclaje de residuos sólidos que cuenta con un modelo de negocios para el procesamiento de baterías de iones de litio, con potencial de escalamiento.

[33] Path to Hydrogen competitiveness. Hydrogen Council. 2020

El otro desafío es que, de acuerdo con representantes nacionales entrevistados para este estudio, el país no cuenta con un ecosistema local de emprendimiento e innovación fuerte, lo que en parte se ha demostrado en la falta de relación entre compañías globales presentes en el país y empresas locales que se integren activamente con ellas, tal como han mencionado autores como Ricardo Monge-Gonzalez[34].

Costa Rica requiere de un impulso a la innovación para proyectar un crecimiento futuro de su economía por encima del 3% de la participación de vehículos eléctricos en las ventas anuales, y por sus condiciones e imagen internacional puede lograrlo a través de una estrategia de desarrollo basada en una economía verde. El conjunto de transformaciones requeridas por una economía de cero emisiones tiene un potencial enorme para generar desarrollo económico, a través de la innovación tecnológica. Las nuevas tecnologías del transporte pueden ser un componente importante de estas transformaciones. Las estimaciones presentadas anteriormente para el tamaño de la actividad económica relacionadas directamente con la movilidad eléctrica al año 2035 son de un tamaño tal (2,6% del PIB de ese año) que pueden ser un aporte importante al crecimiento dentro de esta década. Por su parte, la Alianza para Desarrollar el Ecosistema de Hidrógeno para el transporte costarricense ha estimado que sólo por mantenimiento de vehículos de celdas de combustibles y construcción de centros de recarga se crearán 2.300 nuevos empleos de alta calificación al año 2030. Estas estimaciones debieran ser suficientes para lograr un compromiso político para poner en marcha un plan de promoción de la innovación en torno a la movilidad eléctrica y el hidrógeno.

Esta oportunidad de crecimiento verde puede permitir recuperar la economía en forma sostenida después del impacto de la crisis COVID-19, y fortalecerá al país frente a los riesgos que a futuro va a significar el desplome progresivo de la industria del petróleo, otorgándole al país mayor seguridad y soberanía energética. De acuerdo con la última estimación de Mckinsey[35], la penetración de los automóviles eléctricos en el mercado de vehículos nuevos de China y Europa al 2030 será en un escenario tendencial (o "*business as usual*") de un 37% y un 33% respectivamente. En este escenario se espera el comienzo del decaimiento de la industria del petróleo al 2028[36].

Esta visión ya está siendo impulsada por iniciativas como la incubadora *Greentech* lideradas por Fundación CRUSA y la Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica (PROCOMER), así como los esfuerzos desarrollados por la Cooperación Alemana GIZ, en conjunto con la Incubadora y Potenciadora de Negocios PARQUETEC. Ambas iniciativas han demostrado que hay emprendimientos nacionales que, dadas las condiciones apropiadas, pueden crecer para ofrecer soluciones tecnológicas como gestión y reciclaje de baterías, soluciones de movilidad como servicio MaaS (Mobility as a Service, por sus siglas en inglés) con vehículos eléctricos en zonas rurales y plataformas informáticas para estimar y compensar las emisiones de flotas.

Este potencial se constata también en la experiencia de empresas nacionales que sorprendentemente han sido capaces de desarrollar y producir localmente centros de carga para vehículos eléctricos tomando hoy gran parte del mercado nacional. Estas empresas reconocen que no tienen suficientes alternativas para acceder a financiamiento público o de capitales ángeles locales que les permitan desarrollar las próximas etapas de escalamiento para ir a competir al mercado de la región latinoamericana. Este es un ejemplo de desconexión entre demanda y oferta de apoyo a emprendedores tecnológicos que pueden ser resueltos mediante un plan que establezca un ecosistema nacional de innovación en torno al crecimiento verde, en el sector transportes.

---

[34] Libro Blanco para una Política de Clústers en Costa Rica. BID. 2018
[35] Electric mobility after the crisis: Why an auto slowdown won´t hurt EV demand, Mckinsey. 2020.
[36] Macro economical impacts of stranded fossil fuels assets, Cambridge Center for Environment. 2019

De las entrevistas desarrolladas para este estudio se observa que existe una dificultad para acceder a financiamiento para la innovación, dado que existen alternativas limitadas para financiamiento inicial y capital de riesgo, y se observa una banca local muy conservadora. De acuerdo con el Ministerio de Economía, Industria y Comercio (MEIC), existe una red de incubadoras que apoyan empresas de base tecnológica, pero salvo excepciones como *Greentech*, sus servicios se limitan a prestar asesorías, orientación y contactos, sin oportunidades de acceso a fondos.

También se requiere de instituciones públicas o privadas que puedan traccionar un proceso de transformación de la magnitud que significa la adopción de la movilidad eléctrica en la escala que significa el cumplimiento de las metas del Plan Nacional de Descarbonización. Por ejemplo, en el caso de la adopción de la movilidad eléctrica en el sistema de transporte público de Santiago de Chile, actualmente la ciudad con más buses eléctricos en el mundo fuera de China (776 buses y con compromisos de introducir 1.000 adicionales), el proceso fue posible gracias a un rol decidido de dos empresas privadas de energía y de las garantías que le otorgó el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones en su momento.

Es muy relevante el rol que actualmente está cumpliendo la Casa Presidencial en el empuje a la movilidad eléctrica en el país, representando una oportunidad para acordar cómo institucionalmente se liderará el esfuerzo de largo plazo que se requiere para aprovechar las oportunidades que ofrece este nuevo despliegue tecnológico.

9 Lineamientos para un plan de innovación en torno a la movilidad eléctrica en Costa Rica – visión de un ecosistema de innovación

Ilustración 19. Propuesta de componentes para un Plan Nacional para de Innovación en torno a la Movilidad Eléctrica

9.1 Plan de promoción de la innovación en movilidad eléctrica

Para aprovechar las oportunidades económicas que la movilidad eléctrica significa para el país, se propone un plan compuesto por cuatro componentes que logren posicionar al país como líder en la región en el despliegue de la tecnología al año 2025. Este plan permitirá aprovechar las ventajas comparativas del país y preparará al país para el momento en el cual comience el desplome progresivo de la industria del petróleo.

Tomar las decisiones a tiempo es muy importante cuando se quiere aprovechar las oportunidades de una nueva ola tecnológica. En este caso en particular, hay que actuar dentro de los próximos cinco años o las ventajas comparativas del país respecto de la región latinoamericana pueden desaparecer.

El plan propuesto considera las siguientes etapas:

Componente 1. Institucional y normativo

Comprende los siguientes aspectos necesarios en innovación por parte del Estado:

- Marco normativo fuerte y claro en la decisión de adoptar la movilidad eléctrica, definiendo un calendario de prohibición progresiva de la importación de vehículos livianos de combustión que permita cumplir con la meta de que el 25% de esta flota sea emisión cero al 2035.
- Marco tributario compatible con el fomento de la movilidad eléctrica en el largo plazo, definiendo una reforma fiscal verde que resuelva en forma clara como que el Estado seguirá apoyando el despliegue de las tecnologías eléctricas de baterías e hidrógeno, y cómo compensará la pérdida de recaudación por la prohibición progresiva de los vehículos de combustión interna y de la importación, refinación y distribución de combustibles fósiles.
- Acuerdo nacional para la reforma del transporte público, definiendo un proceso de modernización de operadores y sus concesiones de servicios condicionados a la renovación progresiva de la flota de buses de transporte público con vehículos eléctricos de mayor estándar y confort, con financiamiento verde.
- Definición de una institucionalidad clara que sea capaz de liderar y coordinar en el largo plazo las transformaciones necesarias en transportes, energía y economía necesarias para el despliegue de la movilidad eléctrica. Esta componente debe incorporar la hoja de ruta para el despliegue de estaciones de recarga de hidrógeno en Costa Rica, en especial la transformación de la Refinadora Costarricense de Petróleo (RECOPE).

Componente 2. Financiamiento verde para la transformación del transporte

El objetivo de este componente es aprovechar las condiciones del país para generar oportunidades de inversión sostenible. Existen fondos de inversión que están comenzando a buscar donde reinvertir los activos que van a retirar de la industria del carbón e hidrocarburos debido a la creciente preocupación por el cambio climático. La matriz de generación eléctrica limpia del país hace muy atractiva la inversión en proyectos de transporte eléctrico, por lo que se abre la posibilidad de levantar financiamiento para la transformación del sistema de transporte a un sistema de alto estándar empleando buses eléctricos.

- Desarrollar una cartera de proyectos verdes de transporte limpio, considerando vehículos eléctricos a baterías e hidrógeno, en colaboración con la Bolsa Nacional de Valores. Se debe desarrollar los aspectos técnicos e institucionales que permitan la emisión de bonos verdes de parte de gestores de proyectos de cero emisiones. Ejemplos de proyectos potenciadores pueden ser la incorporación de buses de baterías en el transporte público y la generación de la red de

estaciones de recarga de hidrógeno para transporte de larga distancia de carga y pasajeros, en congruencia con el Plan Nacional de Transporte Eléctrico y el Plan Nacional de Descarbonización.
- Lograr el apoyo de bancos de inversión y de organismos internacionales en la preparación de la emisión de bonos verdes por parte de gestores de proyectos de transporte de cero emisiones, y su proceso de certificación.
- Desarrollo de un programa de promoción internacional de las ventajas de los bonos verdes emitidos en base a proyectos de movilidad eléctrica.

Componente 3. Plataforma nacional de innovación en movilidad eléctrica

Generar un espacio de colaboración, aprovechando el despliegue de la movilidad eléctrica para fortalecer el ecosistema nacional de innovación en torno a esta tecnología y apoyar el desarrollo de nuevas empresas de servicios y tecnologías, incorporando el desarrollo de capital humano. Articular las empresas nacionales relacionadas actualmente a la cadena de valor de la industria automotriz con estas nuevas empresas. Esto debe ser una prioridad en la actualización del Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT), en un relanzamiento de Estrategia de desarrollo sector automotriz. Esta componente puede comenzar desde iniciativas ya en marcha, como la incubadora *Greentech* liderada por Fundación CRUSA y PROCOMER, y los esfuerzos desarrollados por la Cooperación Alemana GIZ con Parquetec.

- Creación de un espacio de colaboración en torno a los pilotos que se generen en relación con los siguientes ámbitos:
  - Transporte público y transporte especial.
  - Flotas del Estado y sectores claves como el turismo.
  - Infraestructura y servicios de recarga.
  - Integración de vehículos con la red eléctrica.
  - Ciencia de datos y sistemas de mantenimiento avanzado de vehículos.
- Desarrollo de un plan de incubación y apoyo al surgimiento de nuevas empresas en estos ámbitos, incluyendo nuevos servicios y desarrollo de tecnologías.
- Generación de líneas de financiamiento para apoyar las distintas etapas de crecimiento de e tecnológicos relacionados con movilidad eléctrica.
- Desarrollo de capital humano en transporte e industria 4.0, con énfasis en movilidad eléctrica, vehículos autónomos y conectados.

Componente 4. Integración a cadenas de valor globales, en relación con transporte sostenible e industria 4.0

Ampliar el ecosistema de innovación en movilidad eléctrica incorporando tecnologías de vehículos autónomos y conectados junto con movilidad como servicio (MaaS). CINDE puede integrar esto en sus líneas de trabajo en los sectores de servicios y manufactura avanzada.

- Integración de la industria global de TI con la plataforma nacional de movilidad eléctrica y transporte sostenible.
- Desarrollo de condiciones del país como laboratorio de nuevas tecnologías de movilidad eléctrica y transporte sostenible.
- Posicionar al país como centro global y regional de innovación en financiamiento de tecnologías verdes.
- Agregar la ventaja comparativa de las bajas emisiones nacionales para las compañías que instalen sus oficinas de respaldo y servicios en el país.

9.2 Ecosistema de innovación en movilidad eléctrica

La Ilustración 20 presenta una visión esquemática del ecosistema nacional de innovación que se podría gestar con la aplicación de la propuesta de Plan de Innovación en torno a la Movilidad Eléctrica. Los actores centrales son la autoridad, los usuarios, los operadores de redes de carga de baterías e Hidrógeno, los fabricantes de componentes para vehículos a baterías y celdas de combustibles, y los fabricantes/ensambladores de vehículos.

En torno a ellos se articulan los demás actores, jugando los nuevos roles que un ecosistema de movilidad eléctrica habilita, tales como servicios de reciclaje de baterías y celdas de combustible, servicios de telemática y mantenimiento predictivo, y fabricación de cargadores, para mencionar algunos de los espacios para la innovación que se pueden crear.

Las líneas que conectan a los actores muestran el grado de consolidación de la oferta. Por ejemplo, en el caso de infraestructura de recarga, i.e. red de carga, hay una oferta de productores nacionales consolidados que ya trabajan en colaboración con las empresas automotrices. En el caso del reciclaje de baterías ya existe una compañía nacional desarrollando el servicio, aunque esta oferta no está aún consolidada. La situación es similar para el caso de proveedores de piezas y partes, donde existe producción nacional de algunos componentes, pero principalmente metalmecánicos.

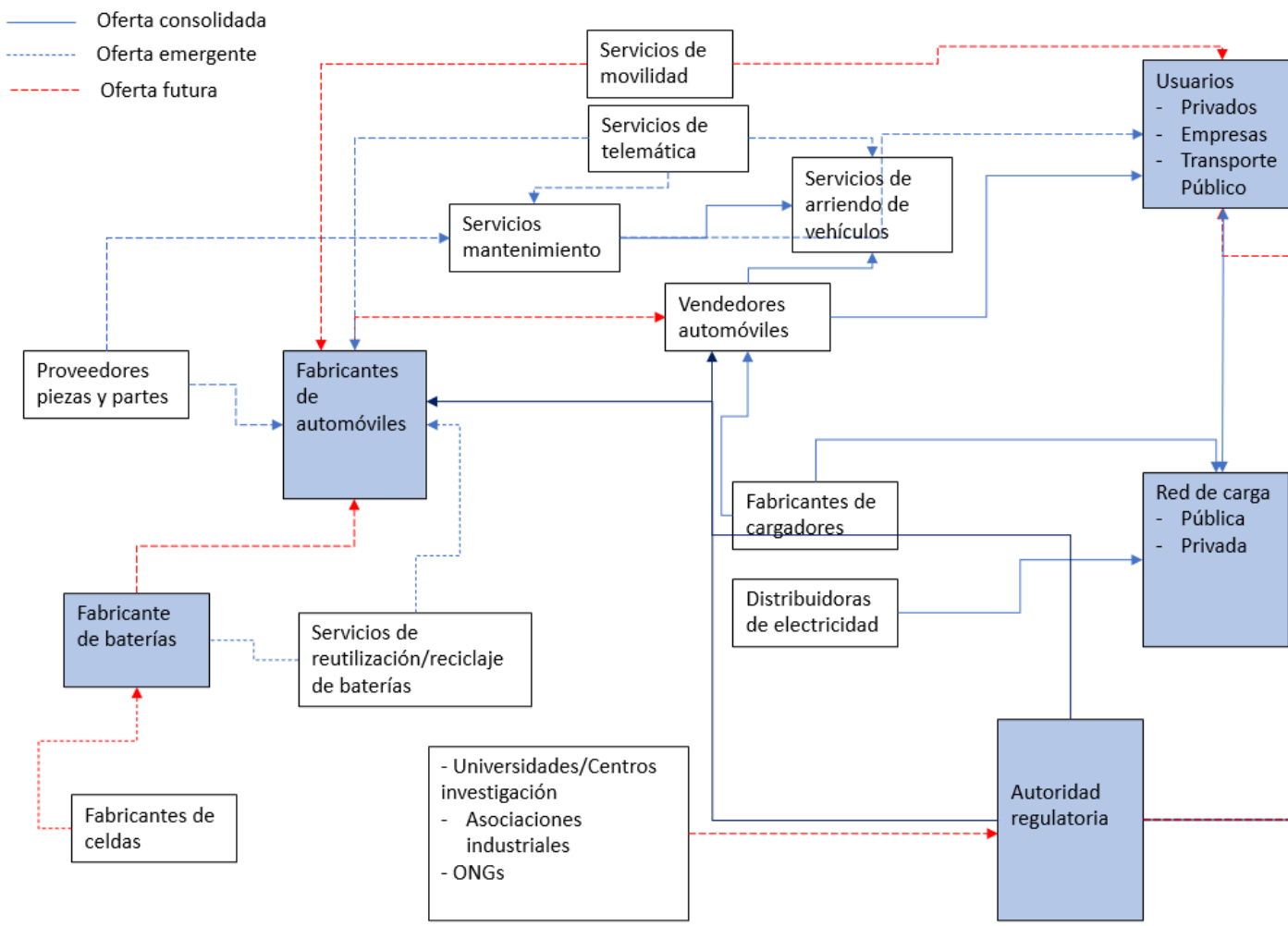

Ilustración 20. Ecosistema nacional de innovación en movilidad eléctrica en Costa Rica

10 Conclusiones

La transición a la movilidad eléctrica trae consigo la oportunidad para innovar y crear nuevas oportunidades de empleo e inversión en el país. Si bien, el desarrollo a largo plazo de la industria automovilística es todavía incierto, existen varios segmentos a lo largo de la cadena de valor, así como nuevas cadenas y nuevos actores que abrirán ventanas de oportunidades para que el país se inserte en el ecosistema de la movilidad eléctrica.

Costa Rica cuenta con una participación incipiente en la industria automovilística, especialmente, de naturaleza metalmecánica. En términos de penetración de la tecnología, a pesar de la escala de la flota, presenta un crecimiento exponencial en la importación vehículos eléctricos en los últimos años. En el caso del transporte privado, si el país continúa en ruta a cumplir las metas establecidas en el Plan Nacional de Descarbonización y el Plan Nacional de Transporte Eléctrico, esto podría significar en actividad económica directa 2.232 millones de dólares al año 2035 (lo que equivaldría a 2.65% del PIB en ese mismo año). A lo anterior, habrá que sumar las actividades indirectas, por ejemplo, el desarrollo de nuevos servicios, tales como soporte de redes de carga, mantenimiento, entrenamiento y formación de personal, desarrollo de soluciones de segunda vida de las baterías, y desarrollo de soluciones de integración de los vehículos a la red eléctrica, entre otras actividades.

Considerando la magnitud económica que tiene el despliegue de la movilidad eléctrica, se observa un conjunto de oportunidades para el desarrollo de nuevas empresas, algunas de ellas de base tecnológica, que permitan mayor actividad económica, creación de puestos de trabajo de mayor calificación técnica, el desarrollo de tecnología local e incluso en participación en cadenas de valor global asociada a la producción de vehículos eléctricos y sus componentes. Frente a esto, el país tiene ventajas y desafíos. Por un lado, Costa Rica ha demostrado ser atractivo para compañías internacionales vinculadas a cadenas de valor globales como TIC, electrónica y equipamiento médico sofisticado, así como también para empresas de servicios. Mientras que las empresas nacionales que operan actualmente en la cadena de valor de la industria automotriz están más vinculadas al sector metalmecánico. Asimismo, el país cuenta con una matriz eléctrica con alto porcentaje de participación renovable y un buen desarrollo del capital humano.

No obstante, de acuerdo con las diversas consultas y entrevistas realizadas en el marco de este estudio se ha encontrado tres barreras principales. Primero, las políticas y regulaciones actuales no son suficientes para lograr lo que se establece en las metas nacionales relacionadas con el despliegue de la movilidad eléctrica. Entre las personas entrevistas, la conciencia ambiental juega un rol preponderante en el desarrollo actual, pero esto no será suficiente para alcanzar a cabalidad las metas que el país se ha propuesto. Segundo, el país no ofrece una ventaja competitiva relevante para atraer nuevas industrias relacionadas a la movilidad eléctrica, sobre todo en lo que respecta a acceso a materias primas. Y tercero, a pesar de esfuerzos incipientes, no existe un ecosistema de emprendimiento e innovación local robusto en torno a la movilidad eléctrica. Lo cual, también se vincula con la dificultad para acceder a financiamiento para proyectos de innovación en este campo en el país.

Frente a estas condiciones, se propone una propuesta de Plan Nacional para de Innovación en torno a la Movilidad Eléctrica en Costa Rica, que busca brindar lineamientos e insumos para iniciar el diálogo en torno a la construcción. El plan consta de cuatro componentes principales con una agenda de ejecución al mediano plazo, en el año 2025. Uno de estos componentes será desarrollado a mayor profundidad en otro documento, que se realizará en el marco del proyecto “Dando el salto a los buses eléctricos en Costa Rica” y abordará una propuesta de plataforma nacional de innovación en movilidad eléctrica.

En lo que respecta al resto de los lineamientos contenidos en este documento, se insta a las instituciones de gobierno que han venido trabajando en este tema a retomar, a partir de iniciativas que ya han sido gestadas en el país (como lo es la “Estrategia de Desarrollo del Sector Automotriz”, desarrollada en 2018 por CINDE y PROCOMER) e insertar el componente de innovación en movilidad eléctrica, de manera que contribuya a las metas nacionales descritas en el Plan Nacional de Descarbonización y el Plan Nacional de Transporte eléctrico. Esperamos que el presente documento sirva como insumo para una discusión más amplia y pormenorizada para la promoción de la innovación en torno a la movilidad eléctrica en el país.