

CARGANDO EL FUTURO

El crecimiento de los mercados de autos y autobuses eléctricos en las ciudades de América Latina

Guy Edwards, Lisa Viscidi & Carlos Mojica



Prefacio

Me complace presentar "Cargando el futuro: el crecimiento de los mercados de vehículos y autobuses eléctricos en las ciudades de América Latina", un informe de Guy Edwards, investigador y codirector del Laboratorio de Clima y Desarrollo de la Universidad de Brown; Lisa Viscidi, directora del Programa de Energía, Cambio Climático e Industrias Extractivas en el Diálogo Interamericano y Carlos Mojica, Especialista Senior de Transporte Urbano del Banco Interamericano de Desarrollo.

Expandir el uso de vehículos eléctricos, incluyendo los automóviles y buses, es un componente crítico para avanzar una agenda de transporte limpio. Este informe analiza las políticas clave para promover la movilidad eléctrica en América Latina. El informe se enfoca en estudios de casos de seis mercados urbanos de automóviles y autobuses eléctricos en la región, ya que las ciudades tienen las condiciones más favorables para la adopción de vehículos eléctricos debido a la concentración de vehículos y la amplia disponibilidad de transporte público. Los tres mercados de automóviles eléctricos (Bogotá, Colombia, Ciudad de México, México y Santiago de Chile) y tres mercados de autobuses eléctricos (Santiago de Chile, São Paulo, Brasil y Campinas, Brasil) del estudio han sido de los de mayor crecimiento en adopción de vehículos eléctricos en América Latina. Los estudios de caso se centran en los autos eléctricos de batería y los híbridos eléctricos enchufables, así como en los autobuses eléctricos de batería, todos los cuales tienen un mayor potencial para reducir las emisiones que los vehículos híbridos convencionales.

Agradecemos a Esteban Bermúdez del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Manuel

Olivera e Ilan Cuperstein del Grupo de Liderazgo Climático de Ciudades C40, Kate Blumberg y Tim Dallmann del International Council on Clean Transportation, Adalberto Maluf de BYD, Marine Gerner de la International Energy Agency, Oliverio Enrique García de la Asociación Colombiana de Vehículos Automotores, Jean Paul Zalaquett Falaha de Enel X y Guillermo Areas del Grupo BMW por sus perspicaces comentarios sobre el informe. También nos gustaría agradecer a Daniela Vayas, pasante del Programa de Energía, Cambio Climático e Industrias Extractivas del Diálogo, y a Nate Graham, el asistente del programa, por su valiosa ayuda.

Este esfuerzo es producto del programa de Energía, Cambio Climático e Industrias Extractivas, que proporciona análisis y comunicación sobre políticas que promuevan la inversión, estimulando la mitigación del cambio climático y el desarrollo de los recursos naturales. El informe hace parte de la Iniciativa de Transporte Limpio, que ha producido numerosas publicaciones y conferencias a lo largo de Latinoamérica.

Agradecemos al Grupo BMW por su generoso apoyo a este informe. Las opiniones expresadas en este informe pertenecen a los autores y no reflejan necesariamente las perspectivas del Diálogo Interamericano ni de sus socios o patrocinadores.

MICHAEL SHIFTER
President

El informe se enfoca en estudios de casos de seis mercados urbanos de automóviles y autobuses eléctricos en la región, ya que las ciudades tienen las condiciones más favorables para la adopción de vehículos eléctricos debido a la concentración de vehículos y la amplia disponibilidad de transporte público.

Introducción

La electrificación del sector transporte promete beneficios de gran alcance para las áreas urbanas y para el mundo en general. La movilidad eléctrica es fundamental para enfrentar el cambio climático, reducir la contaminación del aire y mejorar la seguridad energética. Para alcanzar el objetivo de limitar el calentamiento global a menos de 2 grados centígrados del Acuerdo de París sobre el cambio climático, el sector de transporte, que representa el 20%¹ de las emisiones globales de CO₂, deberá cambiar rápidamente hacia opciones de cero emisiones. Esto solo será posible a través de la electrificación masiva del sector de transporte, junto con la descarbonización de la red eléctrica utilizada para cargar vehículos eléctricos (EV). Incluso cuando funcionan con electricidad generada en parte a partir de combustibles fósiles, los vehículos eléctricos emiten significativamente menos gases de efecto invernadero a lo largo de sus vidas que los vehículos convencionales debido a su gran eficiencia.² Las decisiones tomadas hoy determinarán si se pueden cumplir los objetivos de París, ya que el 70% del aumento previsto en las emisiones de los países en desarrollo se basa en una infraestructura que aún no se ha construido.³ Con cero emisiones del tubo de escape, los vehículos eléctricos también contribuyen enormemente a mejorar la calidad del aire en las áreas donde son conducidos.

Además, la movilidad eléctrica mejora la seguridad energética al reducir las importaciones de combustible

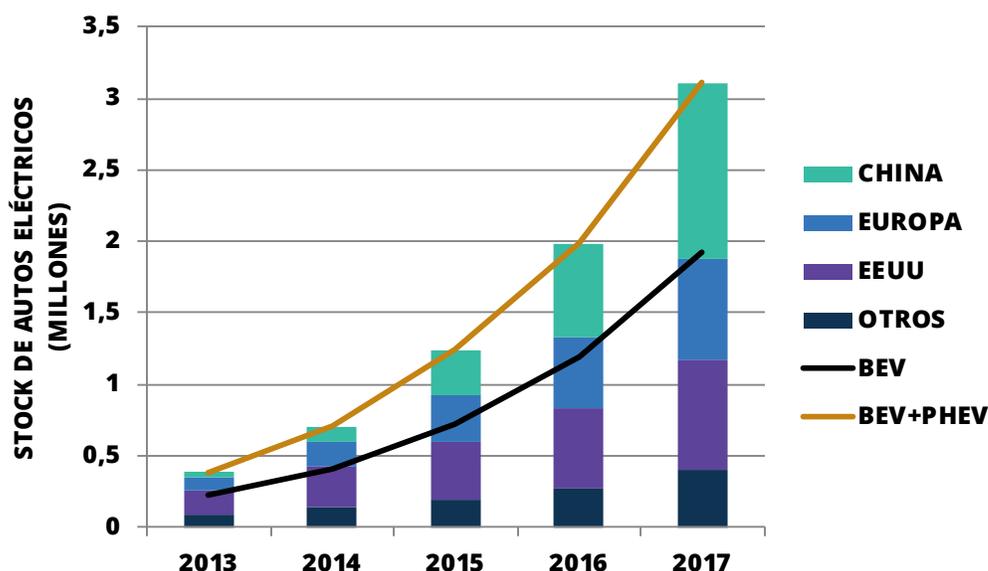
y diversificar las fuentes de energía utilizadas para el transporte. Los autos y autobuses eléctricos agregarán solo un 6% a la demanda mundial de electricidad para 2040, mientras que el cambio de vehículos convencionales a eléctricos desplazará a 7,3 millones de barriles de combustible para el transporte por día, según Bloomberg New Energy Finance.⁴

Incluso en los mercados donde hoy día la penetración de los EV es pequeña, los gobiernos deberían comenzar a prepararse para una industria que se espera que crezca rápidamente. Las cadenas de suministro locales y los proveedores de servicios, como las tiendas de mantenimiento automotriz, así como las empresas relacionadas con el transporte, como las compañías de transporte de larga distancia, distribución urbana y transporte público, se adaptarán a la nueva tecnología para mantener su competitividad.

La movilidad eléctrica se ha disparado en los últimos años, con las ventas mundiales de EV, incluyendo automóviles, autobuses, motocicletas y otros vehículos, en constante aumento. El stock global de autos eléctricos superó los 3 millones en 2017 después de alcanzar 1 millón en 2015 y 2 millones en 2016⁵ (ver Figura 1). Mientras demostraban una impresionante tasa de crecimiento, los vehículos eléctricos todavía representaban solo el 0,2% del número total de vehículos ligeros para pasajeros (PLDV por sus siglas en inglés) en circulación en 2016.⁶ El stock de autobuses eléctricos,

FIGURA 1: STOCK GLOBAL DE AUTOS ELÉCTRICOS

Fuente: International Energy Agency (IEA), *Global EV Outlook 2018*. Notas: BEV = battery electric vehicle; PHEV = plug-in hybrid electric vehicle



por su parte, aumentó a 370.000 en 2017, impulsado principalmente por la evolución en China, que representa más del 99% del mercado mundial de autobuses eléctricos.⁷

Un gran número de pronósticos predicen una expansión aún más rápida (ver Figura 2). La Agencia Internacional de Energía estima que para 2020 la flota global de vehículos eléctricos alcanzará los 13 millones,⁸ mientras que Bloomberg prevé que la flota mundial de automóviles eléctricos aumente a 530 millones para el 2040.⁹ China liderará esta transición, seguida de Europa y Estados Unidos. Los mercados de autobuses eléctricos podrían avanzar aún más rápido. Para el año 2030, Bloomberg espera que el 84% de todas las ventas de autobuses municipales a nivel mundial sean eléctricas.

El rápido crecimiento en la adopción de vehículos eléctricos se ha debido en gran medida a las políticas adoptadas en un grupo selecto de países, así como a la evolución del mercado. Las políticas para implementar estándares más fuertes en el ahorro de combustible (que dan incentivos a los fabricantes de automóviles para invertir en tecnología EV), incentivos fiscales y estrategias nacionales de movilidad eléctrica han impulsado las ventas. Una caída significativa en el costo y el aumento en el rango de baterías también está impulsando el crecimiento. Mientras tanto, los nuevos modelos comerciales, como el uso compartido de automóviles,

han facilitado el acceso de los consumidores a los automóviles eléctricos. Varias compañías de automóviles también están intensificando sus promesas de aumentar las inversiones en vehículos eléctricos y desarrollar nuevos modelos, brindando así más opciones a los consumidores.

Las ciudades son el punto focal para la adopción de vehículos eléctricos, y muchos se están fijando objetivos ambiciosos para afrontar el cambio climático y promover el transporte limpio. Catorce ciudades, incluidas Oslo, Shanghai, Shenzhen, Ámsterdam y San José, California, representaron el 32% de los nuevos vehículos eléctricos en 2015.¹⁰ Los conductores en las ciudades recorren distancias más cortas y generalmente utilizan automóviles más pequeños, lo que hace que los vehículos eléctricos sean más viables. El transporte público es más utilizado, creando oportunidades para la electrificación de vehículos más grandes que funcionan durante todo el día. Finalmente, los gobiernos municipales tienen a su disposición instrumentos normativos específicos, como códigos de construcción que dictan puntos de carga, exenciones del acceso por carretera y restricciones de estacionamiento para vehículos eléctricos, y estrategias de adquisición municipales públicas para introducir automóviles y flotas de autobuses eléctricos. Los alcaldes de 50 ciudades, incluidas Buenos Aires, Ciudad de México, Río de Janeiro y Santiago, se han comprometido a alcanzar emisiones netas cero para 2050. Desde 2017,

FIGURA 2: STOCK GLOBAL PROYECTADO DE EV BAJO POLÍTICAS EXISTENTES Y ANUNCIADAS

Fuente: IEA, *Global EV Outlook 2018*. Notas: PLDV = passenger light duty vehicle; LCV = light commercial vehicle

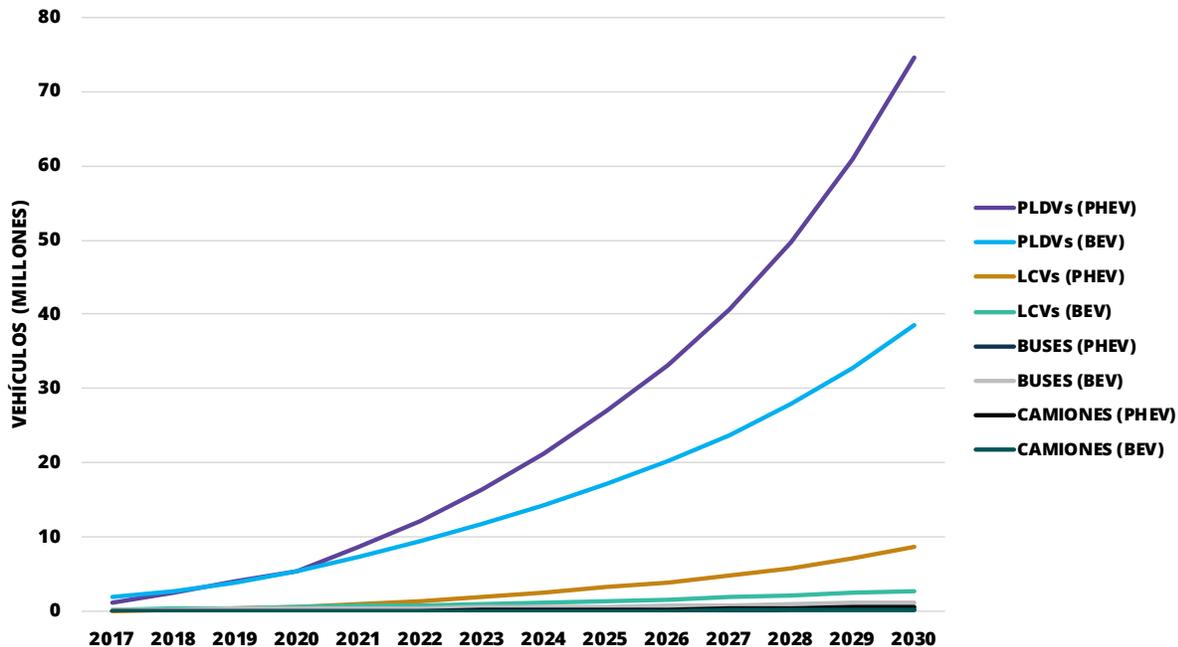
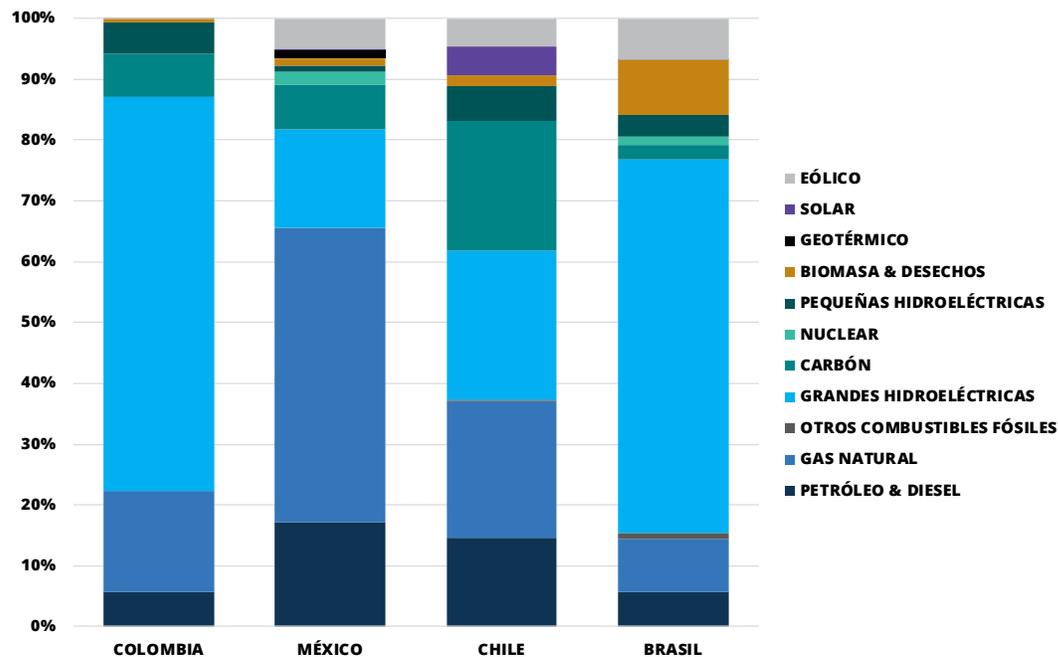


FIGURA 3: CAPACIDAD INSTALADA POR FUENTE DE GENERACIÓN, 2016

Fuente: Climatescope



14 ciudades, incluidas Quito y la Ciudad de México, se han comprometido a adquirir solo autobuses de cero emisiones a partir de 2025 y garantizar que las principales áreas de sus ciudades tengan cero emisiones para 2030.

PROGRESO EN LAS CIUDADES DE AMÉRICA LATINA

América Latina tiene una gran necesidad de avanzar hacia formas de transporte más limpias. El sector de transporte es la fuente más grande y de más rápido crecimiento de emisiones relacionadas con energía en la región. La flota automovilística es responsable de aproximadamente el 37% de las emisiones de transporte totales de América Latina, mientras que el transporte público, incluidos los autobuses, representa cerca del 10%.¹¹ Si la movilidad eléctrica se expande en América Latina en una medida suficiente para cumplir con el escenario de 2 grados, la región vería una reducción de aproximadamente más de 1.500 millones de toneladas de CO₂ y un ahorro de combustible de casi \$85.000 millones de 2016 a 2050, según el Programa de Medio Ambiente las Naciones Unidas ("\$" indica USD a lo largo del informe).¹²

Muchas ciudades latinoamericanas también sufren de severa contaminación del aire principalmente por causa del gran número de vehículos y la baja calidad del combustible. Muchas ciudades superan los umbrales de la Organización Mundial de la Salud (OMS) de concentración de contaminantes transportados

por el aire, incluidas las partículas (PM10 y PM2.5). Las estimaciones conservadoras señalan que cada año mueren prematuramente 50.000 personas en la región debido a la contaminación del aire causada principalmente por el transporte.¹³

La región tiene una ventana de oportunidad crítica para electrificar el sector de transporte. América Latina disfruta de una de las matrices de electricidad más limpias del mundo: aproximadamente el 50% de la capacidad de energía instalada proviene de energías renovables en comparación con un promedio mundial de aproximadamente el 15%.¹⁴ (ver Figura 3). Tiene la flota de automóviles de más rápido crecimiento en el mundo, con una cantidad de vehículos que se triplicará en los próximos 25 años, llegando a más de 200 millones de unidades para 2050.¹⁵ América Latina también cuenta con el mayor uso de autobuses por persona en todo el mundo, y los sistemas de autobús de tránsito rápido (o Bus de Tránsito Rápido, BTR) en 62 ciudades ofrecen una alternativa de menor costo a los sistemas de metro y ferrocarril.¹⁶ Los autobuses funcionan muchas horas al día, lo que significa que el ahorro de combustible y menores costos de mantenimiento generados por la electrificación producen un rápido retorno de la inversión. Las rutas fijas y las distancias definidas a lo largo de las cuales viajan los autobuses también facilitan la instalación de sistemas de carga.

La política de movilidad eléctrica está evolucionando rápidamente en América Latina, aunque el mercado sigue siendo incipiente. Un gran número de países tienen incentivos para los vehículos eléctricos, como exenciones o reducciones en las ventas, impuestos ambientales y de importación, "cobro-recompensa" (feebates) neutrales a los ingresos que cobran impuestos sobre los automóviles contaminantes y recompensan a los limpios, excepciones de permisos de tránsito y restricciones de vehículos y tarifas eléctricas diferenciadas. En enero de 2018, se abrió en Uruguay la primera ruta de vehículos eléctricos de la región, lo que permite que los vehículos eléctricos recorran toda la franja costera entre Colonia del Sacramento y Punta del Este con acceso a varios puntos de recarga. Este año, una nueva ley de incentivos EV entró en vigor en Costa Rica, seguida de un anuncio del presidente Carlos Alvarado de que para 2021 el país lanzará un plan para establecer un sistema de transporte libre de combustibles fósiles. Colombia también está debatiendo un proyecto de ley para incentivar la adopción de vehículos eléctricos. En Argentina, un reciente decreto presidencial recortó los aranceles a los vehículos eléctricos para fabricantes locales de automóviles. Se están trayendo más modelos de autos eléctricos a la región, brindando más opciones a los consumidores. Mientras tanto, la creación de asociaciones nacionales en la industria de vehículos eléctricos está desempeñando un papel muy importante en la promoción de la nueva tecnología en varios países.

Sin embargo, aún sigue habiendo desafíos importantes para expandir el uso de vehículos eléctricos. Si bien el costo de las baterías disminuyó considerablemente en la última década, un estudio del BID de 2016 indica que, en los países latinoamericanos, a lo largo de la vida útil del automóvil, los vehículos eléctricos privados siguen siendo más costosos que los vehículos convencionales, incluso al reducir los costos de combustible y mantenimiento.¹⁷ Los costos elevados iniciales de los automóviles eléctricos y los autobuses presentan un gran impedimento. Los subsidios a los combustibles fósiles, que consumieron el 1% del PIB entre 2011 y 2013, desalientan las ventas de EV al reducir los costos de la gasolina y el diésel en las gasolineras.¹⁸ Además, la región ha progresado poco en mejorar los estándares de emisiones en los mercados automotrices, lo que ayudaría a nivelar el terreno para los vehículos eléctricos. La falta de instrumentos financieros especializados o modelos de negocios para incentivar los vehículos eléctricos ha ralentizado su distribución. Muchos países de América Latina no poseen una infraestructura de carga adecuada y los consumidores se encuentran preocupados acerca de

qué tan lejos pueden conducir sin recargar, especialmente entre ciudades y pueblos. Los sistemas de transporte masivo de América Latina tienden a renovar su flota mediante procesos abiertos de licitación que priorizan las opciones de menor costo. Esto descalifica tecnologías con altos costos iniciales como los autobuses eléctricos.

Algunas proyecciones para los mercados de vehículos eléctricos en América Latina siguen siendo bastante conservadoras. En la próxima década, Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México y Perú tendrán el mercado más grande para vehículos eléctricos híbridos enchufables y vehículos eléctricos puros de la región, según un análisis.¹⁹ Las ventas anuales de EV en estos seis países podrían variar de 52.000 a 220.000 unidades en 2023, dependiendo de los cambios regulatorios, la aceptación del consumidor y el desarrollo de la tecnología. Esto representaría una penetración en el mercado de solo 0,3% a 2,5%.

El mayor potencial para expandir la movilidad eléctrica radica claramente en las ciudades de la región. América Latina es la región más urbanizada del mundo, con el 80% de sus ciudadanos residiendo en ciudades, y se espera que esa cifra alcance el 90% para 2050. La alta tasa de urbanización brinda ventajas para los legisladores que buscan promover el transporte eléctrico, ya que las ciudades cuentan con numerosos instrumentos normativos disponibles para promover el uso de automóviles y autobuses eléctricos. Si bien la adopción de vehículos eléctricos en América Latina se ha atrasado con respecto a otras regiones, varias de sus ciudades demuestran cómo la combinación óptima de políticas puede acelerar esta tendencia.

Estudios de caso de automóviles eléctricos

Las siguientes secciones examinan el desarrollo en los mercados de automóviles eléctricos de Bogotá, Colombia; Ciudad de México, México y Santiago, Chile; y analiza las políticas que han tenido el mayor impacto en la adopción de vehículos eléctricos (ver Figura 8). En estos casos de estudio, los "EV" se refieren solo a vehículos eléctricos de batería (BEV por sus siglas en inglés) y vehículos híbridos eléctricos enchufables (PHEV). Adicionalmente, los híbridos se refieren a híbridos de gasolina o diésel-eléctricos que no se pueden enchufar.

BOGOTÁ, COLOMBIA

A nivel nacional, Colombia ha sido uno de los pioneros de la movilidad eléctrica en América Latina, reconociendo la extrema necesidad de reducir las emisiones y mejorar la calidad del aire. Se prevé que sus emisiones de carbono se dupliquen para 2040 si no se toman medidas,²⁰ y el sector del transporte sería el responsable de la mayor parte del aumento.²¹ La Contribución Determinada Nacionalmente de Colombia (NDC por sus siglas en inglés), su compromiso en virtud del Acuerdo de París (ver Figura 9), no menciona específicamente la movilidad eléctrica, sino que reflexiona sobre la importancia de reducir las emisiones del sector del transporte.

La contaminación del aire es el principal aliciente para los esfuerzos de movilidad eléctrica de Colombia y se cita como la causa de casi 6.000 muertes anuales. Una flota que envejece es en parte responsable: la edad promedio es de 16 años, y los vehículos más antiguos contribuyen desproporcionadamente a la contaminación del aire.²² Al mismo tiempo, generosos subsidios a la gasolina y el diésel han quitado los incentivos para los consumidores de reducir su uso de combustible y han costado alrededor del 1,6% del PIB desde 1983. Actualmente, Colombia tiene solo 148 vehículos por cada 1.000 habitantes, en comparación con 230 en Chile y 275 en México.²³ Sin embargo, los vehículos ligeros privados aumentarán más que cualquier otra clase de vehículo, del 16% de la flota de vehículos en 2009 al 36% para 2040.²⁴ Por lo tanto, una acción rápida para incentivar el uso de automóviles eléctricos podría tener un gran impacto en la composición futura de la flota de Colombia.

Además, la matriz de energía limpia de Colombia podría complementar la electrificación de la flota y permitir la descarbonización total del transporte. En 2015, la generación de electricidad estuvo dominada por la energía hidroeléctrica, que representó el 70%, seguida del gas natural, el petróleo y el carbón.²⁵

El gobierno colombiano ha reconocido los beneficios potenciales de electrificar el transporte y ha incorporado la promoción de EV en la planificación nacional de descarbonización. La Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono de 2012 identifica la electrificación de la flota de transporte público del país como una prioridad²⁶ y condujo al lanzamiento de las primeras flotas de taxis EV de América Latina. En 2016, el Ministerio de Minas y Energía publicó una hoja de ruta hasta el año 2030 para la inversión en redes inteligentes con un enfoque en el despliegue de la adopción de EV, además de la medición inteligente y la integración de

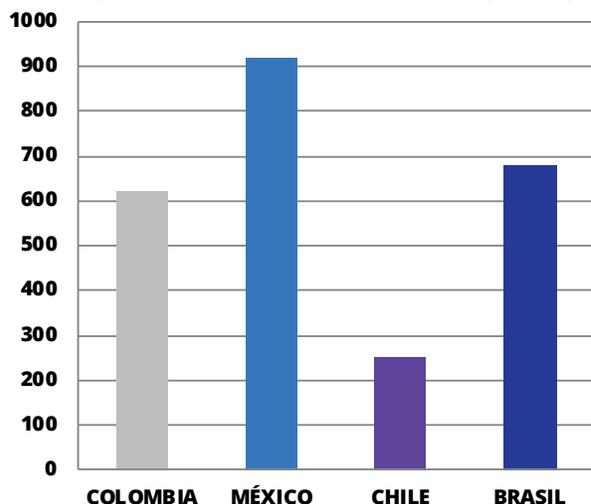
energía distribuida.

Más recientemente, en junio de 2018, la Misión de Crecimiento Verde de Colombia lanzó su nueva hoja de ruta, Colombia hacia el Crecimiento Verde. Dirigida por el Departamento Nacional de Planeación, la iniciativa busca guiar la transición hacia el crecimiento verde para 2030.²⁷ Se espera que el nuevo gobierno del presidente Iván Duque, quien asumió el cargo el 7 de agosto, incorpore la hoja de ruta en su plan nacional de desarrollo y su presupuesto. Uno de sus principales objetivos es avanzar en la movilidad eléctrica, con el objetivo de alcanzar 600.000 vehículos eléctricos en circulación para 2030. El plan también exige que los autobuses eléctricos constituyan el 100% de las compras en los autobuses y que el 45% de la población utilice el transporte público. Antes de asumir el cargo, el presidente Duque anunció que le gustaría ver que la flota de vehículos privados esté compuesta principalmente de vehículos eléctricos para el 2030.

Una serie de subvenciones fiscales a nivel nacional ya han ayudado a incentivar la compra de vehículos eléctricos. En 2012, una serie de incentivos fiscales otorgó la exclusión del impuesto al valor agregado (IVA) para vehículos eléctricos e híbridos, así como para sistemas de transporte público para pasajeros o carga. Importantes organizaciones de transporte en varias ciudades colombianas ya han solicitado estos incentivos, con beneficios que superan los \$47 millones de exclusión del IVA para todas las tecnologías limpias.²⁸ En agosto de 2017 el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo de Colombia estableció un arancel de importación del 0% para los vehículos eléctricos y del 5% para los

FIGURA 4: STOCK DE EV POR PAÍS, 2017

Fuente: IEA y Asociación Colombiana de Vehículos Automotores (ANDEMOS)



vehículos híbridos. La tarifa se aplicará desde 2017 hasta el año 2027 para la importación anual de 500 vehículos eléctricos hasta 2019, incrementando a 3.000 en el año 2023. Este decreto complementará la exención de IVA del 5% ya aprobada para este segmento.²⁹

También se han hecho esfuerzos por aprobar una ley general para incentivar los vehículos eléctricos, incluido un proyecto de ley propuesto en 2017.³⁰ Se espera que la ley sea aprobada en 2018.

Colombia también se ha esforzado por desincentivar la emisión de carbono, lo que implícitamente favorece a tecnologías limpias como los EV. Como parte de una reforma fiscal en 2016, se aprobó un impuesto al carbono a nivel de toda la economía sobre todos los combustibles fósiles líquidos y gaseosos utilizados para la combustión con el fin de fomentar el cumplimiento de los objetivos de reducción de emisiones. El impuesto, que entró en vigencia en junio del año pasado, incluye una tasa de impuesto inicial de \$5 por tonelada de CO₂. Las disposiciones de la ley tienen el objetivo de estimular la implementación de actividades de mitigación que generan reducciones/remociones de emisiones, ya que pueden ser utilizadas a cambio del pago del impuesto.³¹

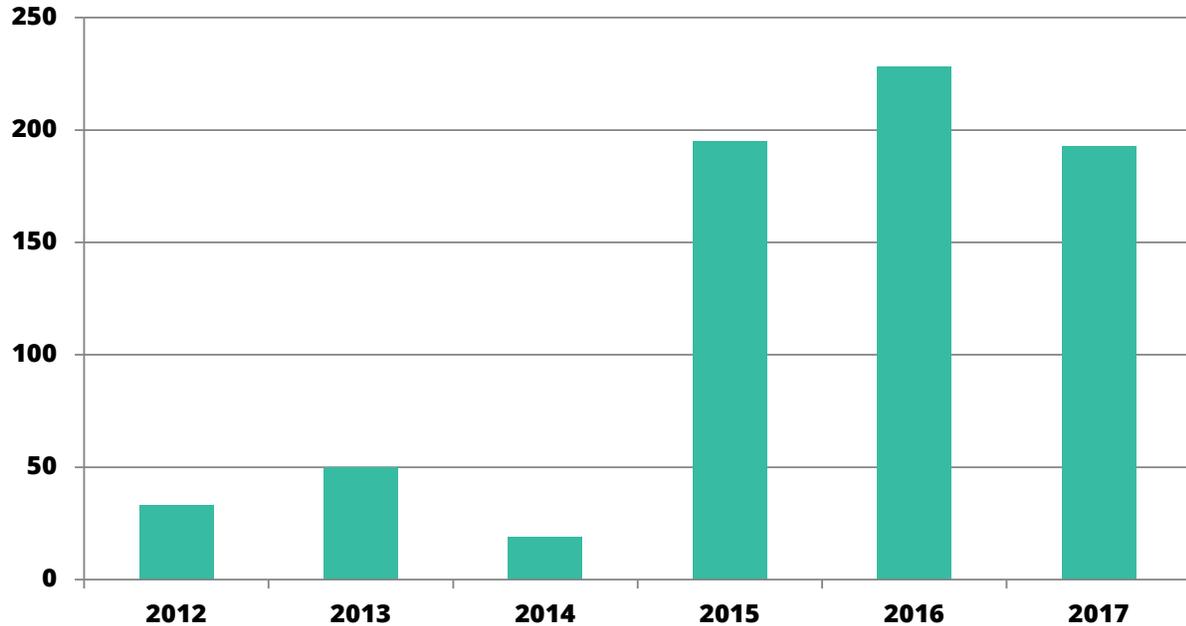
Con una población de 11 millones en el área metropolitana, Bogotá es el mercado más grande de vehículos eléctricos de Colombia. Aproximadamente la mitad de los 241 EV vendidos en Colombia entre

enero y junio de 2018 se compraron en Bogotá.³² El mercado de BEV está superando al mercado PHEV. Se han vendido 754 BEV en comparación con 206 PHEV. A diferencia de México y Chile, en Colombia, las ventas de vehículos eléctricos han superado notablemente a las de los híbridos convencionales. En 2017, se vendieron 193 BEV y PHEV en comparación con solo tres híbridos. Esto probablemente refleje no solo los incentivos más atractivos para EV en comparación con los híbridos, sino también la amplia gama de modelos EV disponibles para la compra. El ritmo de ventas de EV ha aumentado dramáticamente desde 2012 (ver Figura 5) aunque las ventas cayeron entre 2016 y 2017 cuando las tarifas preferenciales para EV e híbridos expiraron en diciembre de 2016 (no se renovaron mediante un nuevo decreto hasta junio de 2017 debido a demoras gubernamentales). Una predicción sugiere que habrá 650 vehículos eléctricos vendidos en 2018.³³ Aun así, los vehículos eléctricos representan solo una pequeña porción de los aproximadamente 5 millones de vehículos en la flota total de Colombia.³⁴

Cada vez hay más modelos de EV disponibles en Colombia (ver Figura 6) y solo en 2018 han llegado al país varios modelos nuevos de EV, incluidas nuevas versiones de Renault ZOE, Chevrolet Bolt y Hyundai Ioniq.³⁵ El nuevo Nissan LEAF saldrá a la venta en Colombia a finales de este año.

FIGURA 5: VENTAS DE EV EN COLOMBIA

Fuente: ANDEMOS



La adopción de taxis eléctricos y flotas de automóviles públicos en Bogotá y el resto del país ha impulsado las ventas. En 2012, Bogotá lanzó un proyecto piloto de taxis eléctricos en colaboración con las empresas colombianas de servicios públicos Codensa y Emgesa, grupos de la sociedad civil y compañías de taxis locales. El proyecto piloto comenzó probando vehículos Mitsubishi i-MiEV y BYD e6. El BYD e6 ganó la concesión final para los 43 taxis eléctricos que actualmente operan en la ciudad. Los resultados operativos de los 43 taxis eléctricos han sido positivos: se creó una infraestructura de recarga para 350 EV y los propietarios pueden usar una aplicación móvil para facilitar la recarga.³⁶ Bogotá se ha comprometido a convertir el 50% de su flota de taxis a vehículos eléctricos en los próximos 10 años.³⁷

En octubre de 2017, el Ministerio de Minas y Energía y la Unidad de Planificación de Minería y Energía pusieron en marcha el primer programa piloto de EV de Colombia para el sector público. El gobierno ayudará a formular proyecciones utilizando diferentes marcas de vehículos como BYD, Nissan, Renault, BMW y Kia, y proporcionará modelos financieros que demostrarán los beneficios de la movilidad eléctrica sobre la tecnología convencional. En total, el Ministerio de Minas y Energía prevé la entrada de 400.000 EV en el mercado durante la próxima década.³⁸

La ciudad de Bogotá también otorgó beneficios no financieros a los conductores de vehículos eléctricos. Los vehículos eléctricos están exentos de las medidas de restricción de vehículos en la ciudad, como "pico y placa", que limita el número de días que un vehículo puede circular. Los automóviles eléctricos también tienen permiso especial de estacionamiento.

Finalmente, el crecimiento en la infraestructura de carga, aunque sigue siendo inadecuada, ha ayudado a facilitar el uso de EV. Aunque los vehículos eléctricos han estado en circulación desde 2012, la primera estación de recarga pública se abrió en Bogotá en marzo de 2015. La instalación de la infraestructura necesaria para la carga doméstica también es costosa, con un costo de alrededor de \$1.000.⁵⁷ Hoy en día, hay 10 estaciones de carga públicas y 238 puntos de recarga en Bogotá, de los cuales 150 se encuentran en casas particulares.³⁹

Si bien los gobiernos nacionales y municipales han avanzado en la promoción de la adopción de vehículos eléctricos, siguen existiendo obstáculos, incluidos los altos costos iniciales de los vehículos eléctricos en comparación con los vehículos convencionales y la insuficiente infraestructura de recarga pública. La

Comisión de Crecimiento Verde de Colombia también identifica como barreras la falta de políticas específicas en movilidad eléctrica, de asignación efectiva de incentivos, de coordinación entre las políticas nacionales y locales, de reglamentos y normas para estaciones de recarga y de esquemas de certificación de equipos.⁴⁰

Conclusiones

Después de un inicio relativamente lento, pero pionero en 2012, el mercado colombiano de vehículos eléctricos está creciendo constantemente. En 2012 solo se vendieron 33 vehículos eléctricos, mientras que en 2018 las ventas superarán las 600 unidades.

Colombia brinda un buen ejemplo de cómo los gobiernos locales y centrales, junto con los actores privados, pueden colaborar para promover los EV. Los incentivos financieros han jugado un papel importante para ayudar a reducir los costos iniciales. En particular, el lanzamiento en 2017 de un arancel de importación del 0% para los vehículos eléctricos durante la siguiente década envió una señal sólida a los fabricantes de vehículos eléctricos y consumidores de que Colombia respalda la movilidad eléctrica. La adopción de la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono llevó al lanzamiento de las primeras flotas de taxis con vehículos eléctricos de América Latina y dio una importante demostración de la nueva tecnología en acción. Este año, la aprobación de una nueva ley para incentivar EV en Colombia podría ayudar a impulsar su adopción. El objetivo de la Comisión de Crecimiento Verde de Colombia de alcanzar 600.000 vehículos eléctricos en las calles es ambicioso, pero refleja este creciente dinamismo. Existe un potencial significativo para una mayor expansión a medida que se implementan nuevas políticas. La Comisión ha pedido al gobierno que genere cuotas exclusivas para taxis eléctricos y dicte reglamentos técnicos para los puntos de recarga privados, así como incentivos adicionales financieros y no financieros para los consumidores, lo que podría impulsar la adopción de EV de manera más rápida.

CIUDAD DE MÉXICO, MÉXICO

México ha introducido una variedad de políticas en los últimos años para promover la energía renovable y el transporte limpio. En 2014, el país implementó un impuesto al carbono que se establece en aproximadamente \$3,5/tCO₂e diferenciado por tipo de combustible, y un esquema voluntario de comercio de emisiones que comenzará formalmente en 2021.⁴¹ En 2015, México aprobó la Ley de Transición Energética, que incluye objetivos específicos para la generación de energía renovable y crea un mercado mayorista

donde los oferentes pueden competir por contratos de suministro de energía renovable. A pesar del crecimiento extremadamente rápido en los últimos años, la energía renovable todavía representa solo un cuarto de la capacidad instalada, y el resto proviene del carbón, el petróleo y el gas natural.⁴²

Para lograr sus objetivos en mitigación del cambio climático, un enfoque en el sector de transporte es crítico para México. La principal fuente de emisiones de CO₂ del país es el transporte, seguido de la generación de energía. Si bien el NDC de México no hace referencia directa al transporte eléctrico, incluye objetivos para reducir el carbono negro, donde el transporte es una de las principales fuentes. Para alcanzar sus metas, México tendría que actuar urgentemente para descarbonización el creciente mercado de vehículos. La propiedad de vehículos en México se duplicó entre 2000 y 2010,⁴³ en gran parte debido a la gasolina subsidiada y al aumento del poder adquisitivo de la clase media.⁴⁴

A nivel nacional y estatal, México también tiene incentivos importantes para los EV. Desde 2015, los vehículos eléctricos no han pagado el impuesto federal sobre vehículos nuevos. Esta exención también se aplica a los PHEV y a los híbridos convencionales.⁶⁷ Sin embargo, cualquier tipo de automóvil que cueste menos de 229.360 pesos (alrededor de \$12.000) también está exento, lo que significa que los vehículos más económicos y menos eficientes en el uso de combustible también reciben este beneficio.⁴⁵ En la Ciudad de México, los vehículos eléctricos están exentos de la tarifa de circulación anual durante los primeros cinco años y pagan el 50% de la tarifa los siguientes cinco años.

En marzo de 2016 se lanzó una iniciativa para generar incentivos fiscales adicionales para vehículos eléctricos. Inicialmente, los vehículos eléctricos cuentan con exenciones de pagos de IVA, entre otros beneficios, con una preferencia por los vehículos ensamblados en México.⁶⁹ Para evitar disuadir a los compradores

FIGURA 6: MODELOS DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS DISPONIBLES EN AMÉRICA LATINA

Fuente: Sitios web de los fabricantes de automóviles, agosto de 2018

	COLOMBIA	MEXICO	CHILE
HYUNDAI IONIQ EV			✓
NISSAN LEAF	✓	✓	
BMW i3	✓	✓	✓
BMW i8	✓	✓	✓
RENAULT ZOE	✓		
RENAULT KANGOO ZE	✓		
RENAULT TWIZY	✓	✓	
CITROËN E-BERLINGO			✓
MITSUBISHI i-MiEV	✓		
MITSUBISHI OUTLANDER PHEV	✓		✓
TESLA MODEL S		✓	
TESLA MODEL X		✓	
CHEVROLET VOLT		✓	
CHEVROLET BOLT EV		✓	
ZACUA M2		✓	
ZACUA M3		✓	
KIA SOUL EV	✓		

potenciales de vehículos eléctricos debido a los altos costos de electricidad del país, la Comisión Federal de Electricidad de México (CFE) también ha introducido un esquema gratuito para instalar medidores eléctricos residenciales separados para los cargadores lentos de EV. Esto evita que los propietarios de EV sean penalizados con tarifas más altas por un mayor consumo de electricidad. México tiene tarifas variadas y las residencias que consumen más energía pagan una tarifa más alta. Bajo el programa de la CFE la energía consumida para cargar vehículos no contribuye al consumo considerado en la tarifa.

El mercado de vehículos eléctricos de México está progresando gradualmente, estimulado por estos incentivos. El stock de autos eléctricos del país fue de 920 en 2017, una cuota de mercado del 0,02%.⁴⁶ La Asociación Mexicana de la Industria Automotriz informa que de enero a abril de 2018 se vendieron 4.946 vehículos híbridos y eléctricos, con aproximadamente el 35% de las ventas en la Ciudad de México. Sin embargo, solo se vendieron 68 EV en comparación con 4.878 híbridos convencionales.⁴⁷ Comparado con el mismo período, más de 350.000 vehículos fueron vendidos a nivel nacional.

Una gran variedad de EV ha llegado recientemente a México, en un proyecto reciente que ayuda a impulsar su penetración en el mercado, incluyendo el Nissan LEAF, Renault Twizy, BMW i3 e i8, y el Chevrolet Bolt y Volt (ver Figura 6). Actualmente, México es el único país de América Latina en el cual Tesla distribuye su Modelo S y el Modelo X. En mayo de 2018, Zacia se convirtió en la primera empresa 100% mexicana en fabricar automóviles eléctricos en México luego de abrir una planta en Puebla.⁴⁸

La región más relevante en la discusión sobre los vehículos eléctricos en México es por mucho la capital de la nación. Con una población de más de 21 millones en el área metropolitana, la Ciudad de México enfrenta grandes desafíos de transporte. La Ciudad de México ha experimentado un aumento significativo en la motorización⁴⁹ y es una de las ciudades más congestionadas del mundo.⁵⁰ Se estima que 4,5 millones de personas viajan diariamente a la ciudad desde el área metropolitana. Esta afluencia diaria aumenta la demanda en el transporte público, que transporta a más de 10 millones de personas por día.⁵¹

Si bien la calidad del aire está mejorando, la Ciudad de México experimenta episodios regulares de contaminación peligrosa.⁵² Se estima que, si se logran las

recomendaciones de la OMS sobre la calidad del aire, se podrían evitar más de 1.400 muertes en la ciudad cada año.⁵³

Para abordar activamente la contaminación del aire y el cambio climático, la Ciudad de México está trabajando para expandir las opciones de transporte de bajas emisiones. El programa ProAire de la ciudad, lanzado en 1990, tiene como objetivo reducir las emisiones industriales y de automóviles y contener la expansión urbana.⁵⁴ Su Plan Integral de Movilidad 2013-2018 exige el primer "Corredor Verde" en la ciudad a través del despliegue de 100 nuevos autobuses eléctricos y 22 kilómetros de nuevos carriles para bicicletas.⁵⁵ El Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2014-2020 se comprometió a reducir las emisiones del transporte a un 3,9% para 2020.⁵⁶ En marzo de 2015, la Ciudad de México se unió a otras ciudades en la firma de la Declaración de Autobuses Limpios C40, que tiene como objetivo incorporar autobuses de baja y cero emisiones en sus flotas.⁵⁷ La Ciudad de México también firmó la Declaración de C40 por unas Calles Libres de Combustibles Fósiles, prometiendo comprar solo autobuses de cero emisiones a partir de 2025.⁵⁸ En 2016, la Ciudad de México y París fueron las primeras ciudades en anunciar restricciones para vehículos diésel para el 2025.

Las alianzas entre el gobierno local y las empresas para introducir flotas de vehículos eléctricos y construir infraestructura de carga pública han ayudado a impulsar el mercado de vehículos eléctricos de la Ciudad de México. En octubre de 2009, Nissan llegó a un acuerdo con el gobierno de la Ciudad de México por la compra de 500 LEAF que se utilizarían en las flotas gubernamentales y corporativas. A cambio, la infraestructura de recarga debía ser desplegada por las autoridades de la ciudad.⁵⁹ Después de algunas demoras, en julio de 2015 se lanzó el programa piloto Taxis Cero Emisiones, que incorporaba 20 taxis eléctricos Nissan LEAF. Estos taxis han transportado a más de 70.000 usuarios en más de 36.000 viajes, evitando la emisión equivalente de 22,48 toneladas de CO₂.⁶⁰ En enero de 2015, se abrieron las primeras estaciones públicas de recarga de vehículos eléctricos en cuatro tiendas Walmart en la Ciudad de México y los alrededores del Estado de México a través de una alianza entre BMW Group, Schneider Electric, Walmart y la CFE. Actualmente, los puntos de recarga públicos son gratuitos, ya que los fabricantes de automóviles y las empresas intentan fomentar la adopción de EV, hasta que los servicios puedan comercializarse.

La infraestructura de recarga ahora es bastante extensa: el país tenía 1.528 cargadores de acceso público en 2017, incluyendo 42 cargadores rápidos.⁶¹ Hasta la fecha, Tesla ha instalado la gran mayoría de cargadores públicos. Uno de cada tres de estos cargadores es compatible con otros modelos EV. Tesla ha llegado a acuerdos con centros comerciales y hoteles al ofrecer una instalación de cargador gratuita con la condición de permitir que dos de cada tres cargadores sean exclusivamente para los conductores de Tesla.⁶²

La Ciudad de México también ha fomentado la adopción de EV a través de incentivos no financieros como la exención de vehículos híbridos y eléctricos durante ocho años del programa "Hoy No Circula", el cual incluye restricciones para conducir. Los estudios muestran que el programa no logró evitar la congestión porque muchas personas compraron otros automóviles, sin embargo, su impacto en la propiedad de vehículos eléctricos todavía no está claro. Desde 2017, los propietarios de vehículos híbridos y de EV también son elegibles para un descuento permanente del 20% en tres autopistas urbanas de peaje en la Ciudad de México.⁶³

Aunque todos estos programas pueden ayudar a fomentar las compras de vehículos eléctricos, el principal desafío para una mayor adopción de los vehículos eléctricos en la Ciudad de México es su elevado precio. Los vehículos eléctricos compiten en el segmento de automóviles de lujo en México, lo que significa que quedan fuera del alcance de la mayoría de los conductores. Los incentivos financieros para apoyar la adopción de EV siguen siendo insuficientes cuando se consideran los altos costos iniciales.

La falta de incentivos para los vehículos eléctricos se ve agravada por la lenta modernización de la flota vehicular y el gran mercado de vehículos de segunda mano importados de EE. UU. y Canadá. El precio relativamente bajo de la gasolina y las elevadas tarifas de electricidad (especialmente para los usuarios de alto consumo, a pesar de la medición separada de los vehículos eléctricos) también pueden desalentar a los consumidores de comprar vehículos eléctricos. Las efectivas tasas impositivas de México sobre el uso de diésel y gasolina se mantienen entre las más bajas de la OCDE.⁶⁴ Los precios de la gasolina en México recientemente subieron después de que los precios internos se liberalizaron bajo la reforma energética y los precios mundiales del petróleo aumentaron. Esto puede haber ayudado a aumentar la venta de vehículos híbridos, pero no fue suficiente para persuadir a los consumidores a optar por los vehículos

eléctricos, especialmente si se tiene en cuenta su alto costo y el reciente aumento de los precios de la electricidad.

Además de los incentivos para los consumidores, también es necesario implementar normas más estrictas sobre la eficiencia del combustible y las emisiones de los vehículos para así obligar a los fabricantes de automóviles a producir vehículos más eficientes. El mercado mexicano de vehículos eléctricos tiene un gran potencial, pero podría seguir creciendo lentamente si los impuestos al combustible y las normas de eficiencia siguen siendo bajos o si el presidente entrante, Andrés Manuel López Obrador, cumple con sus planes de congelar los precios del combustible.

Conclusiones

A fines de 2017, México era el mayor mercado de vehículos eléctricos de América Latina. Sin embargo, dado el tamaño de su flota de vehículos, México tiene un tremendo potencial—y una necesidad—de aumentar aún más el uso de vehículos eléctricos y otras opciones de transporte limpio. Aunque su flota total de vehículos es ocho veces más grande que la de Colombia, ambos países tienen flotas de vehículos eléctricos de aproximadamente el mismo tamaño. Y a pesar de la disponibilidad de varios modelos de vehículos eléctricos en México, las ventas de vehículos híbridos son mucho mayores que las de vehículos eléctricos. Esto refleja el hecho de que la mayoría de los incentivos para vehículos eléctricos también se aplican a vehículos híbridos, que son más baratos.

La Ciudad de México, un mercado que representa alrededor de un tercio de las ventas nacionales híbridas y de EV, es un buen lugar para comenzar a expandir las políticas de transporte limpio. En la Ciudad de México, los incentivos financieros y no financieros se combinaron con varios programas gubernamentales y de flota de taxis para alentar la adopción de vehículos eléctricos. Además, la cantidad de puntos de recarga ha aumentado gracias principalmente a los esfuerzos de los fabricantes de automóviles y otras empresas privadas.

En el futuro, México podría considerar la introducción de más incentivos para expandir el mercado de EV. Ya que los beneficios ambientales generales de los híbridos son más débiles que los de los vehículos eléctricos, el gobierno podría considerar aumentar aún más los incentivos para vehículos eléctricos. El impuesto federal sobre vehículos nuevos podría diferenciarse sobre la base de las características de emisiones del vehículo

en lugar de su precio.⁶⁵ El aumento de los incentivos no financieros, como el acceso EV a carriles especiales y a estacionamientos para vehículos preferenciales, también podría respaldar una mayor adopción. El sistema Hoy No Circula podría ser complementado, y potencialmente reemplazado, por una zona de bajas emisiones en toda la ciudad utilizando el sistema existente de inspección, clasificación e identificación de vehículos. Este enfoque podría tener un mayor potencial para reducir las emisiones ya que los incentivos por usar vehículos más limpios y cambiar a otros modos de transporte se aplicarían todos los días.⁶⁶

Avanzar en la adopción de vehículos eléctricos podría ser parte de la estrategia de México para modernizar su flota de vehículos y garantizar que su industria automotriz siga siendo competitiva.⁶⁷ La posición de México tanto como un gran mercado de vehículos, como un centro global de fabricación de vehículos da a los fabricantes de automóviles un fuerte incentivo para traer una gama más amplia de modelos de vehículos eléctricos al país. Por ejemplo, Audi planea hacer una versión eléctrica de su SUV mediano Q5 en su nueva planta en México, mientras que una nueva planta de BMW en San Luis Potosí también podrá producir EV.⁶⁸ A medida que las empresas se enfocan cada vez más en la movilidad eléctrica, México está bien posicionado para capitalizar esta transición.

SANTIAGO DE CHILE

Chile cuenta con uno de los mercados de automóviles eléctricos más grandes de la región, ya que promovió la movilidad eléctrica durante casi una década. Sin embargo, las emisiones del sector del transporte han aumentado rápidamente en los últimos años en medio de un auge en el número de automóviles y otros vehículos en el camino. Este año, la venta de vehículos podría llegar a alrededor de 400.000, convirtiendo a Chile en uno de los países más motorizados de la región con 3,8 personas por vehículo.⁶⁹ El sector de transporte de Chile representa el 22% de las emisiones totales del país, que se prevé que habrá crecido un 40% entre 2010 y 2020 en un escenario sin cambios.⁷⁰ El país apunta a aumentar la generación de energía renovable para reducir las emisiones y reducir su dependencia del petróleo, el 95% del cual es importado. Chile apunta a obtener el 60% de su electricidad de fuentes renovables para el 2035 y el 70% para el 2050, frente al 40% actual.⁷¹ Además, la contaminación del aire ha sido identificada como una de las principales preocupaciones ambientales, que cuesta al sector de la salud al menos \$670 millones cada año y causa más de 4.000 muertes prematuras.⁷² En los meses de invierno, la contaminación del aire en Santiago es casi tres

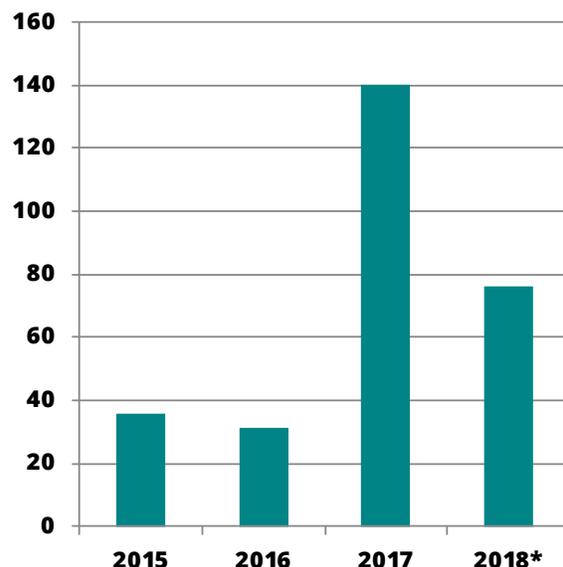
veces mayor que el volumen seguro de exposición a las partículas recomendadas por la OMS.⁷³

Para abordar estas preocupaciones, el gobierno nacional ha promovido la movilidad eléctrica. En 2011, el presidente Sebastián Piñera inauguró en Santiago la primera estación de recarga pública de América Latina. Parte de una Acción de Mitigación Nacionalmente Apropiada (NAMA por sus siglas en inglés), diseñada para apoyar el objetivo de reducir las emisiones en un 20% para 2020, se centra en el transporte sostenible. El gobierno chileno ha reducido la contaminación mediante la imposición de normas más estrictas para los vehículos e incentivos fiscales para vehículos de emisiones más bajas. Chile es el único país de América Latina que ha adoptado la normativa de emisiones Euro VI, la más alta de las normativas europeas. En diciembre de 2014, se impuso un impuesto a los vehículos nuevos en función del rendimiento y las emisiones de, SO_x y PM. Éste cobra impuestos sobre la venta de vehículos livianos según el rendimiento del vehículo y la eficiencia del combustible, con impuestos más bajos para autos más eficientes.¹⁰² Este "impuesto verde" no se aplica a los vehículos eléctricos, reemplazando esos ingresos mediante la imposición de un impuesto más alto sobre los vehículos diésel y el segmento SUV, que ha sufrido una fuerte caída en las ventas.

En 2017, Chile lanzó una innovadora Estrategia Nacional de Electromovilidad, cuyo objetivo es estimular los vehículos eléctricos para así reducir las emisiones, ahorrar energía y hacer que el sector del transporte sea

FIGURA 7: VENTAS DE BEV Y PHEV EN CHILE

Fuente: Asociación Nacional Automotriz de Chile (ANAC) *Enero-mayo



más competitivo. La estrategia busca la transición a una flota de transporte público 100% eléctrico y una flota de vehículos privados compuesta por un 40% de vehículos eléctricos para 2050. Chile espera que sus flotas públicas, privadas y comerciales de vehículos eléctricos lleguen a 5 millones de unidades a mediados de este siglo. Se estima que el ingreso de vehículos eléctricos evitará 11 millones de toneladas de CO₂ por año y reducirá el gasto en energéticos en más de \$3.300 millones por año, lo que equivale a cerca del 1,5% del PIB en 2016.⁷⁴ Si bien puede ser prematuro cuantificar el impacto de la estrategia en la adopción de vehículos eléctricos en Chile, los primeros signos son prometedores, y varios actores se comprometen a apoyar su implementación. Por ejemplo, BancoEstado se ha comprometido a proporcionar financiamiento preferencial para apoyar la movilidad eléctrica y el Centro Mario Molina, una organización ambiental, creará una plataforma de innovación centrada en la movilidad eléctrica para facilitar el acceso a la mejor información técnica.

La Región Metropolitana de Santiago, con una población de 6,5 millones de habitantes, representa el epicentro de la movilidad eléctrica en Chile. Hay aproximadamente 300 VE en Chile de una flota total de más de 4 millones de

automóviles a partir de 2018.⁷⁵ En los últimos años, las ventas de vehículos eléctricos han aumentado (ver Figura 7). Según la Asociación Nacional Automotriz de Chile, de enero a junio de 2018, 76 vehículos eléctricos (62 EV puros y 14 PHEV) se vendieron en Chile en comparación con 428 vehículos híbridos y aproximadamente 200.000 vehículos nuevos en total.⁷⁶

La introducción de las flotas de taxis eléctricos, corporativos y gubernamentales ha aumentado significativamente el número de vehículos eléctricos en Santiago. Por ejemplo, el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones de Chile ha promulgado un programa para subsidiar la renovación de la flota de taxis. El nivel de subsidio es proporcional a la eficiencia energética del vehículo de reemplazo. El subsidio está financiado por impuestos a los vehículos contaminantes bajo el esquema de impuesto de vehículos ecológicos. En agosto de 2018, Santiago tenía 60 taxis eléctricos adicionales en las calles.⁷⁷ El año pasado, Enel Chile compró 30 EV para su flota corporativa. Su programa incluía un plan de financiación para la compra de automóviles eléctricos, recarga gratuita en el edificio corporativo, instalación de un cargador en el hogar y mantenimiento durante todo el plazo del plan.

FIGURA 8: ANÁLISIS COMPARATIVO DE CONDICIONES DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN AMÉRICA LATINA

Fuente: Cálculos del autor. *Los combustibles fósiles constituyen menos del 50% de la matriz energética †Se refiere a la infraestructura de carga en las ciudades capitales

	COLOMBIA	MÉXICO	CHILE	BRASIL
GENERACIÓN DE ENERGÍA BAJA EN CARBONO*	✓			✓
ESTRATEGIA NACIONAL DE MOVILIDAD ELÉCTRICA			✓	
FALTA DE SUBSIDIOS AL COMBUSTIBLE			✓	✓
INCENTIVOS DE ACCESO POR CARRETERA	✓	✓	✓	✓
POLÍTICAS DE APOYO FINANCIERO Y TRIBUTARIO	✓	✓	✓	
INFRAESTRUCTURA DE CARGA PÚBLICA ADECUADA†		✓	✓	
INCENTIVOS DE ELECTRICIDAD		✓		
REGULACIÓN DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE/EMISIONES DE CO ₂		✓	✓	

Los incentivos financieros, aunque limitados, también han estimulado las ventas. Los automóviles eléctricos están exentos de impuestos ecológicos y una tarifa anual de registro de vehículos por un período de cuatro años. Los vehículos eléctricos también están exentos de la restricción de circulación de Santiago, la cual que impide que los vehículos circulen dos días por semana. Enel Distribución, que es la compañía eléctrica de Santiago, tiene un descuento del 30% para los propietarios de vehículos eléctricos que pueden cargar sus vehículos por la noche.

Los planes a nivel municipal han promovido aún más los mercados de vehículos eléctricos en Santiago. La NAMA de la Zona Verde para el Transporte de Santiago tiene como objetivo promover el transporte bajo en carbono. A partir de 2016, el progreso incluyó la incorporación de tres taxis eléctricos y la implementación de un sistema público de bicicletas. Se espera que la NAMA se amplíe al Gran Santiago y se complete para el 2022. Esta fecha depende de la renovación de los contratos de Transantiago para incorporar autobuses de baja emisión (discutidos en una sección posterior). En mayo de 2018, entró en vigencia el Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana de Santiago con el objetivo de reducir las emisiones de PM en un 60%.⁷⁸ El plan exige que el Ministerio de Finanzas establezca, para mayo de 2019, una estrategia para generar incentivos para la compra de vehículos con cero emisiones.⁷⁹ También requiere la construcción de 60 kilómetros de líneas exclusivas de autobuses en áreas cubiertas por Transantiago, el sistema de transporte público integrado más grande de América del Sur.

Finalmente, la disponibilidad generalizada de la infraestructura de carga también ha fomentado la adopción de EV. En Santiago, hay 25 cargadores públicos gratuitos que incluyen media docena de cargadores rápidos de corriente continua (CC). Los cargadores fueron instalados por una variedad de compañías de energía y actores del sector privado, incluido BMW. Enel Distribución también ha instalado 27 electrolineras en 14 municipalidades del país.⁸⁰ Dentro de la ciudad hay suficientes cargadores, ya que la mayoría de los vehículos de las ciudades recorren distancias diarias que se pueden reemplazar fácilmente por vehículos eléctricos con una sola carga. Los propietarios de vehículos eléctricos también tienen la opción de cargar sus vehículos en el hogar, facilitados en Chile por la disponibilidad residencial de energía monofásica de 220 voltios.

Considerando todos los esfuerzos, uno de los mayores

obstáculos para la adopción más amplia de vehículos eléctricos en Chile es el alto precio de los vehículos. Un automóvil eléctrico en Chile cuesta aproximadamente \$15.000 más que un vehículo de motor de combustión interna de tamaño similar. De forma alentadora, Renault decidió reducir el precio de su Fluence ZE en un 50% de 26 millones de pesos (alrededor de \$40.000) a 13 millones de pesos (alrededor de \$20.000).⁸¹ La estructura de incentivos no es lo suficientemente atractiva como para alejar a los consumidores de los vehículos convencionales.

El número de modelos eléctricos disponibles en Chile también es bastante bajo, característica del mercado que está dificultando la adopción de EV. En 2017, el Hyundai Ioniq fue el EV más vendido de Chile. El Nissan LEAF actualmente solo está disponible en la compra de flotas, mientras que los Chevrolet Volt y Bolt no están disponibles actualmente para la venta minorista en Chile. La ausencia de Chevrolet Bolt y Nissan LEAF es particularmente notable por su popularidad en otros mercados.

Conclusiones

La adopción de vehículos eléctricos en Santiago avanza rápidamente, como lo demuestran las impresionantes ventas hasta el momento en 2018. La creación de un programa piloto de taxis y la compra de flotas gubernamentales y corporativas, la introducción de incentivos financieros y no financieros, y la amplia disponibilidad de infraestructura de carga pública y privada en la capital, en conjunto parecen jugar un papel.

El enfoque de Chile hacia los incentivos financieros se enfoca más en mejorar los estándares de eficiencia de combustible y cobrar impuestos a los vehículos sucios que en directamente incentivar los EV, con la excepción del programa de apoyo a los taxis eléctricos, que está parcialmente financiado por el impuesto verde. La introducción del impuesto en 2014 ha desempeñado un papel clave en la reducción de la contaminación y la nivelación del campo de juego para los vehículos eléctricos. El progreso de Chile en el desarrollo de un marco de política para una mayor adopción de vehículos eléctricos, principalmente a través de la Estrategia Nacional de Electromovilidad, también está dando sus frutos.

En el futuro, Chile podría aprovechar las políticas que han funcionado con el fortalecimiento de los impuestos ecológicos para vehículos para modernizar la flota general de vehículos, expandiendo así las asociaciones

público-privadas para construir infraestructura de carga y priorizar la electrificación de flotas de taxis, corporativas y públicas. Es probable que los incentivos financieros sean más efectivos para promover la adopción de EV ya que disminuirían los costos iniciales. También existe la expectativa de que el mercado continuará ayudando a reducir los costos de EV, como ha sido el caso con la notable caída en el precio de las energías renovables.

Finalmente, la adopción de vehículos eléctricos en Chile tiene el potencial para ser parte de un ecosistema más amplio de movilidad eléctrica, obtener apoyo de energía renovable y el desarrollo de cadenas de suministro internacionales para baterías (respaldado por el desarrollo de las reservas chilenas de litio, cobre y cobalto). Chile está bien posicionado para establecerse como un centro regional y global de innovación en movilidad eléctrica si saca provecho de estas ventajas.

Autobuses eléctricos

Las siguientes secciones examinan los desarrollos en los mercados de autobuses eléctricos de Santiago y de São Paulo y Campinas, Brasil, y analizan las políticas que han tenido el mayor impacto en la expansión del mercado.

SANTIAGO DE CHILE

Aunque la actual flota de autobuses eléctricos de Santiago es pequeña, con solo dos autobuses eléctricos en circulación, esta cifra se expandirá drásticamente en 2018 gracias a dos desarrollos clave: un importante proceso de licitación llevado a cabo por las autoridades nacionales y una asociación pionera entre Enel, una compañía global de energía, y BYD, un fabricante chino de automóviles y autobuses eléctricos.

En septiembre de 2017, el gobierno de la presidenta Michelle Bachelet anunció una licitación para la renovación de 3.000 autobuses, casi el 50% de la flota de Transantiago. En una decisión informada por la Estrategia Nacional de Electromovilidad,⁸² el gobierno declaró que la licitación debería incluir 90 autobuses eléctricos y el resto de los nuevos autobuses deberían cumplir con las normas de emisiones Euro VI.⁸³ En marzo de 2018, la nueva ministra de Transporte y Telecomunicaciones de Chile, Gloria Hutt, canceló la licitación de Transantiago debido a los aumentos percibidos en los costos del sistema y anunció que el proceso se reiniciaría bajo la nueva administración del presidente Sebastián Piñera.⁸⁴ Los críticos del movimiento respondieron que la decisión

causaría retrasos en la entrada de nuevos autobuses e incurriría en costos adicionales al comenzar nuevamente el proceso. Sin embargo, la nueva versión probablemente sea aún más favorable para los autobuses eléctricos.⁸⁵

Bajo las reglas revisadas, esperadas a finales de 2018, las operaciones de autobuses se adjudicarán bajo contratos separados de la propiedad de los autobuses, lo que significará la licitación de unidades más pequeñas y contratos más cortos solo para mantenimiento y operación. En el caso de que un operador no pueda cumplir con sus obligaciones de contrato, puede ser reemplazado ya que los buses se ubicarán en el sistema central y se transferirán de un operador a otro.⁸⁶ Bajo el nuevo proceso de licitación, las compañías de autobuses recibirán la mayoría de sus pagos en función del número de pasajeros transportados en lugar de lo lejos que viaje el autobús, lo que podría dar ventaja a los autobuses eléctricos.⁸⁷

Mientras se estaba desarrollando la licitación inicial, se estaba formando un importante avance en el mercado. En 2016, se firmó un acuerdo de cooperación marco global entre Enel y BYD para explorar el desarrollo de proyectos conjuntos en movilidad eléctrica y almacenamiento de energía. El acuerdo allanó el camino para que los proyectos de cooperación ofrecieran conjuntamente autobuses eléctricos y otros servicios de transporte a los municipios interesados. En noviembre de 2017, se inició un programa piloto que buscaba probar la idoneidad y el rendimiento de dos buses eléctricos de batería en el sistema Transantiago. Enel Distribución compró los autobuses a BYD, los cuales fueron arrendados a Metbus, que proporciona servicios regulares de autobuses para Transantiago. Los autobuses K9FE para pasajeros 81 están equipados con aire acondicionado, Wi-Fi, tomacorrientes USB y una cabina segura separada para los conductores.

El programa piloto le demostró exitosamente a los operadores de autobuses y las autoridades de la ciudad que la nueva tecnología reduce los costos operativos. Se dice que los autobuses reducen los costos operativos en aproximadamente un 70 por ciento, consumiendo alrededor de 70 pesos (alrededor de \$0,11) por kilómetro conducido, en comparación con los 300 pesos (alrededor de \$0,47) para vehículos diésel. Los autobuses se pueden cargar en menos de tres horas, lo que les permite tomar varias rutas en toda la ciudad cubriendo unos 250 km. Por medio de una encuesta se encontró que los pasajeros hablaban favorablemente de los autobuses eléctricos debido a la conducción más silenciosa y suave, como

también por la contribución a la mejora de la calidad del aire.⁸⁸ Los autobuses se mantuvieron limpios y se redujo la evasión de pagos, lo que ha asolado el sistema Transantiago.

Tras el exitoso programa piloto, el operador de autobús, Metbus, se asoció con Enel Distribución y Sonda (una empresa que opera tecnología de sistema de pago de autobuses) para reemplazar 100 de sus antiguos autobuses con autobuses eléctricos de BYD. Enel Distribución está desempeñando un papel clave en la provisión del financiamiento. La compañía invertirá \$30 millones para comprar los autobuses y arrendarlos a Metbus. Los autobuses eléctricos pueden costar hasta dos o tres veces más que un autobús diésel convencional. Sin embargo, con costos de operación mucho más bajos y una vida útil de 14 años frente a 10 para un autobús convencional, la inversión inicial se considera justificada.⁸⁹ Enel también está proporcionando financiamiento a los operadores de autobuses para la infraestructura de recarga y electricidad, así como la modernización de dos depósitos de autobuses para instalar la infraestructura de recarga para los nuevos autobuses. Se espera que antes de finales de 2018, los 100 autobuses eléctricos operen a lo largo de los "corredores eléctricos" donde el 60% de los pasajeros viajan diariamente.

Conclusiones

Los principales motores del impulso de Santiago hacia los autobuses eléctricos fueron los altos niveles de contaminación, la mala calidad del servicio en los sistemas de autobuses del Transantiago, y el NDC y la Estrategia Nacional de Electromovilidad de Chile.

Los recientes desarrollos en el mercado de autobuses eléctricos de Santiago certifican el valor de los proyectos piloto que demuestran la viabilidad técnica y económica de las tecnologías de autobuses eléctricos. El programa piloto dispuesto por Enel Distribución, Metbus y BYD en 2017 ayudó a generar confianza en la tecnología. Los nuevos autobuses eléctricos servirán como una prueba adicional en una escala mayor, lo que podría conformar el diseño de la nueva licitación.

El caso de Santiago también destaca cómo las empresas privadas pueden tomar la iniciativa para alentar a los gobiernos a adoptar la movilidad eléctrica. El acuerdo firmado entre Enel y BYD en 2016 para explorar el desarrollo de proyectos conjuntos en movilidad eléctrica jugó un papel clave en el establecimiento del programa piloto para probar los dos autobuses BYD, lo que llevó a

planes para introducir otros 100 autobuses eléctricos.

La llegada de los nuevos autobuses eléctricos es solo el comienzo de los ambiciosos planes de Chile para expandir gradualmente los autobuses eléctricos al sistema de transporte en los próximos años. Chile pretende entregar 1.500 buses eléctricos para el año 2025, lo que representaría más del 25% de la flota de Transantiago,⁹⁰ y crear una flota de transporte público 100% eléctrica para el 2050. Si la licitación de autobuses que se anunciará este año es exitosa, ayudará a garantizar que estos objetivos se cumplan.

SÃO PAULO, BRAZIL

Brasil es uno de los principales mercados de vehículos del mundo y representa más de la mitad de todos los vehículos vendidos en América Latina.⁹¹ El país podría beneficiarse enormemente de la expansión de sus flotas de autobuses eléctricos ya que enfrenta sistemas inadecuados de transporte público, emisiones de transporte crecientes y altos grados de contaminación del aire que pueden ser mortales. Después de la recesión causada por la desaceleración económica, la flota de vehículos ligeros se está expandiendo rápidamente⁹² y se espera que llegue a 43,19 millones en 2027.⁹³ Debido a este auge en la propiedad de automóviles privados, la congestión se ha convertido en un problema importante, y muchas ciudades están buscando mejorar sus sistemas de transporte público. En São Paulo, se calcula que los atascos diarios que superan los 350 km costarán \$1.200 millones (casi el 8% del PIB urbano) cada año en horas de trabajo perdidas, mayor consumo de combustible y accidentes de tráfico.⁹⁴

La falta de calidad del sistema de transporte público de Brasil, que está principalmente compuesto por flotas de autobuses de propiedad privada, es un ímpetu para la expansión de los autobuses eléctricos. En los últimos 15 años, el número de pasajeros en el transporte público brasileño cayó un 15%, mientras que la flota de automóviles casi se triplicó y la flota de motocicletas se quintuplicó.⁹⁵ Esta disminución se debe a un servicio deficiente y una preferencia por la propiedad de automóviles privados, entre otros factores. En junio de 2013, después de que el alcalde de São Paulo anunciara subidas de tarifas de autobús y metro, las protestas se extendieron por todo Brasil. Los manifestantes consideraban que los aumentos propuestos eran inaceptables debido a los pobres sistemas de transporte público y a menudo superpoblados.

Brasil también tiene la motivación de introducir autobuses

eléctricos para afrontar la contaminación del aire y el cambio climático. La contaminación del aire en las ciudades brasileñas plantea riesgos significativos para la salud humana. En 2015, 52.284 muertes en Brasil fueron atribuibles a la exposición a PM2.5.⁹⁶ En São Paulo, las concentraciones de PM2.5 exceden las pautas de la OMS en un 60%.⁹⁷ Al mismo tiempo, el transporte es la mayor fuente de emisiones relacionada a energía,⁹⁸ a pesar del uso ubicuo del etanol en los vehículos de pasajeros o camionetas (vehículos flex-fuel, que pueden funcionar con etanol puro, una mezcla de gasolina y etanol, o cualquier combinación de ambos, representa más del 90% de las ventas de vehículos de pasajeros en Brasil). En su NDC, el gobierno brasileño destaca la necesidad de mejorar el transporte público.

La electrificación del sector del transporte aportaría beneficios particularmente importantes en la reducción de los gases de efecto invernadero, ya que el uso extensivo de la energía hidroeléctrica en Brasil le otorga una de las matrices de electricidad más limpias del mundo.⁹⁹ Para 2030, el país planea alcanzar una proporción del 45% de las energías renovables en el mix energético.

A pesar de sus posibles ventajas, los vehículos de pasajeros o camionetas eléctricos siguen siendo limitados en Brasil. En 2017 solo habían 680, una cuota de mercado de 0,02%.¹⁰⁰ Una barrera es la dura competencia de la potente industria del etanol. En 2017, Brasil aprobó una nueva ley para aumentar aún más el uso de biocombustibles con base en los certificados de reducción de emisiones, que comenzará en 2020.¹⁰¹ Brasil también enfrenta los típicos obstáculos para la adopción generalizada de vehículos eléctricos, como altos costos e

incentivos insuficientes provistos por el gobierno.

Sin embargo, los desarrollos en los mercados de autobuses eléctricos urbanos son muy prometedores. Ciudades como São Paulo y Campinas han introducido políticas de cambio climático y objetivos específicos para la expansión del autobús eléctrico. Varios autobuses eléctricos ya circulan por las carreteras de estas ciudades demostrando la prometedora tecnología. En el caso de Campinas, la decisión de BYD de construir una fábrica local ha mejorado la capacidad de la compañía para competir con los autobuses híbridos y de diésel.

São Paulo es la ciudad más grande de Brasil, con una población de 21,1 millones. Tiene uno de los sistemas de autobuses más grandes de la región, incluida una flota de más de 16.000 autobuses. Casi todas las líneas de autobuses son operadas por concesionarios bajo la supervisión de planificación y administración de la empresa pública São Paulo Transportes (SPTTrans).

São Paulo fue una de las primeras ciudades en el mundo en desarrollo en implementar un plan para luchar contra el cambio climático. En 2009, el ayuntamiento aprobó por unanimidad la Ley 14.933, que pretendía reducir las emisiones de São Paulo en un 30% de los niveles de 2005 para 2012 mediante medidas centradas en el transporte, energías renovables, eficiencia energética, gestión de residuos, construcción y uso del suelo. Las medidas para implementar la Ley de Cambio Climático de São Paulo, incluida la introducción de una nueva generación de 140 trolebuses eléctricos, están impulsando un aumento en el uso del transporte público de autobuses por parte de los residentes.¹⁰²

FIGURA 9: OBJETIVOS DE CONTRIBUCIONES DETERMINADAS NACIONALMENTE

Fuente: United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), Climatescope

	OBJETIVO INCONDICIONAL	OBJETIVO CONDICIONAL
COLOMBIA	Reducir emisiones en un 20% con respecto al escenario sin cambios para el 2030.	Podría aumentar la ambición de una reducción del 20% con respecto al escenario sin cambios al 30% para el 2030 (sujeto al apoyo internacional).
MÉXICO	Reducir las emisiones combinadas de GEI y carbono negro en un 25% con respect al escenario sin cambios en el 2030.	Reducción del 40% de las emisiones de GEI y carbono negro para el 2030 (condicional al acceso a recursos financieros y transferencia de tecnología).
CHILE	Reducción del 30% de la intensidad de emisión del PIB por debajo de los niveles de 2007 para 2030 (excluyendo LULUCF).	Reducción del 35-45% de la intensidad de emisión del PIB por debajo de los niveles de 2007 para el 2030 (meta que depende del apoyo financiero internacional).
BRASIL	Se compromete a reducir las emisiones en un 37% para 2025 y un 43% para 2030, en comparación con los niveles de 2005.	El país recibe con agrado el apoyo de los países desarrollados con miras a generar beneficios globales.

Los esfuerzos de la ciudad contra el cambio climático incluyen un objetivo de convertir toda la flota de autobuses municipales a combustibles renovables y eliminar gradualmente los autobuses con combustibles fósiles. En 2011, SPTrans implementó un programa de "Ecoflota" para comenzar a probar e incorporar diferentes tecnologías sostenibles, incluyendo en su flota vehículos híbridos y eléctricos.¹⁰³ Dos años más tarde, SPTrans llevó a cabo un programa piloto, que concluyó que un autobús eléctrico con batería era efectivo para aproximadamente el 80% de las rutas actualmente en operación. Con una carga nocturna (conducida fuera de hora pico), el autobús tiene la autonomía para viajar hasta 250 kilómetros.¹⁰⁴

Los primeros esfuerzos de São Paulo para luchar contra el cambio climático coincidieron con los esfuerzos para mejorar el transporte público, prioridad cuando el exalcalde Fernando Haddad asumió el cargo en enero de 2013. El programa "Dar prioridad a los autobuses" se lanzó a principios de ese año para cumplir con 220 km de líneas de autobuses en cuatro años. En 11 meses, la administración de Haddad ya había creado más de 291,4 km de líneas exclusivas de autobuses, mejorando la velocidad promedio de operación de los autobuses de 13,8 km/h a 20,4 km/h. Las nuevas líneas de autobuses ya han reducido el consumo diario de diésel en un 8,8%.¹⁰⁵

Los fabricantes de autobuses eléctricos han tenido que demostrar el rendimiento de sus vehículos en un entorno altamente competitivo. En septiembre de 2014, BYD Brasil recibió el premio InovaCidade por demostrar la viabilidad técnica y económica en términos de reducción de los costos operativos de las flotas de autobuses en comparación con los autobuses convencionales. De acuerdo con BYD, su bus eléctrico GreenCity es económico además de ser de cero emisiones. Para viajar un kilómetro, un autobús diésel de 12m consume más de 0,55 litros de diésel, que cuesta más de un real brasileño, mientras que solo se requieren 0,91-1,2 kWh para propulsar el autobús eléctrico de BYD en la misma distancia. En São Paulo, el costo de esta cantidad de electricidad sería de aproximadamente 0,35 reales, lo que implicaría un ahorro considerable en relación con el autobús diésel.¹⁰⁶

Mientras tanto, BYD ha negociado un acuerdo con el operador de autobuses de São Paulo, Ambiental, para entregar 60 buses de baterías eléctricas, que se espera sean entregados este año. Esto posicionaría a São Paulo entre las ciudades con mayor número de autobuses eléctricos en América Latina. Además, BYD tiene dos ofertas más pequeñas de entregar 10 autobuses

eléctricos a dos operadores separados a fines de 2018, aunque la entrega probablemente se realizará en 2019.

A pesar de algunos avances importantes en la implementación del Plan de Cambio Climático 2009 de São Paulo, el Artículo 50 de la ley, que exige una reducción anual del 10% en el número de autobuses urbanos operados con combustibles fósiles, con un objetivo final de tener una flota 100% de combustible no fósiles en 2018, esto no se ha alcanzado. Hoy, menos del 2% de la flota de São Paulo funciona con combustibles no fósiles.¹⁰⁷ En respuesta a esta falta de cumplimiento, en enero de 2018, São Paulo aprobó la Ley 16.802 para modificar el Artículo 50. La enmienda establece objetivos ambiciosos para reducir las emisiones contaminantes de la flota de autobuses de tránsito, estableciendo objetivos de reducción de emisiones de CO₂ fósil a 10 y 20 años del 50% y 100%, respectivamente. La ley también exige una reducción del 80% en óxido de nitrógeno y del 90% en material particulado en diez años.¹⁰⁸

La ley podría ayudar a crear un gran mercado para vehículos eléctricos. Estos avances legislativos ya están afectando los procesos de licitación. Según la nueva licitación, los operadores de autobuses que participen en el proceso de licitación deberán demostrar cómo sus flotas estarán alineadas con los objetivos de la ley en cuestión de reducción de emisiones de CO₂ y de contaminantes atmosféricos.¹⁰⁹ Cada operador de autobús tendría que proporcionar un plan sobre cómo cumplir con esas reducciones 120 días después de firmar el contrato.

El logro de estos objetivos requerirá una transición significativa a los autobuses eléctricos de biocombustibles o baterías. El modelo del Consejo Internacional de Transporte Limpio sugiere que entre 2020 y 2027 más del 55% de los nuevos autobuses adquiridos deberían ser libres de combustibles fósiles para así alcanzar el objetivo de CO₂ de 10 años, y que todos los nuevos autobuses deben estar libres de combustibles fósiles desde 2028 en adelante, para cumplir el objetivo de 20 años.

Si bien el precio de compra de los autobuses eléctricos sigue siendo alto en comparación con otras tecnologías, esta tecnología es financieramente competitiva cuando se considera el costo total de propiedad.¹¹⁰ Bajo el marco "pozo a la rueda" "well-to-wheel" (que considera tanto las emisiones de directas del tubo de escape como las emisiones ascendentes de la producción y transporte de combustible y materias primas), los autobuses eléctricos a batería ofrecen claramente el mayor potencial para

reducir las emisiones de la flota de autobuses de São Paulo porque las transmisiones eléctricas son más eficientes que los motores de combustión interna y la red de electricidad brasileña tiene una muy baja intensidad de carbono. Las emisiones de gases de efecto invernadero pozo a la rueda se reducirían en aproximadamente un 75% si la flota de autobuses actual fuera reemplazada por autobuses eléctricos de baterías.¹¹¹

Conclusiones

Los impresionantes avances legislativos de São Paulo en materia de cambio climático y transporte limpio y el establecimiento de objetivos han desempeñado un papel central en impulsar el progreso de la ciudad en la adopción de autobuses eléctricos. El liderazgo de los alcaldes y legisladores de São Paulo en el avance de esta agenda ha creado condiciones favorables para un fuerte crecimiento en materia de autobuses eléctricos.

La Ley de Cambio Climático de 2009 que exige que todas las flotas de la ciudad funcionen con combustibles renovables para el año 2018 puede haber resultado demasiado ambiciosa, pero puso en marcha importantes desarrollos que están comenzando a dar resultados. La enmienda del Artículo 50 aprobada en 2018, que complementa la ley de 2009, para reducir las emisiones de CO₂ y los contaminantes de la flota de autobuses de São Paulo probablemente proporcionarán un gran impulso a los autobuses eléctricos. Fundamentalmente, estos esfuerzos legislativos combinan reducciones en las emisiones de CO₂ y la contaminación del aire, objetivos que favorecen fuertemente a los autobuses eléctricos. Los pasos que se están tomando para alinear el proceso de licitación de São Paulo con las leyes sobre clima y contaminación de la ciudad podrían ser transformadores, ya que los operadores de autobuses que participen en la licitación deberán alinear sus flotas con estos objetivos.

En paralelo a estos avances legislativos, la recesión económica y la caída en el número de pasajeros debido a los servicios deficientes y las altas tasas de motorización han llamado la atención a los debilitados operadores de autobuses. La presión sobre los operadores de autobuses y autoridades municipales para mejorar los servicios de autobuses abrió un espacio para que los fabricantes de autobuses eléctricos demuestren la nueva tecnología en términos de rendimiento, menores costos operativos y compatibilidad con los objetivos sobre clima y contaminación de la ciudad. La finalización con éxito de BYD de un programa piloto de autobuses eléctricos en São Paulo demostró que los fabricantes de autobuses podían cumplir. Además, la disposición de la empresa a prestar

sus autobuses eléctricos a las ciudades para realizar pruebas de funcionamiento ha reducido el riesgo asociado con la adopción de la nueva tecnología.

CAMPINAS, BRAZIL

Campinas, una ciudad mediana de unos 3,7 millones de habitantes, tiene una de las flotas más grandes en Brasil. En 2015, con el fin de evitar los aranceles de importación, BYD abrió su primera fábrica latinoamericana en la ciudad. Este movimiento permitió a la compañía introducir unos de los primeros autobuses totalmente eléctricos a Brasil y a toda la región. La fábrica manufactura y ensambla autobuses eléctricos de gran alcance, así como paquetes de baterías. El desarrollo inyectó \$65 millones en la economía local y creó 450 empleos.¹¹²

Actualmente, Campinas tiene unos 15 autobuses eléctricos de batería BYD en funcionamiento en la ciudad, la cual es una de las flotas más grandes de Brasil. BYD también tiene un precontrato con dos operadores por 10 autobuses eléctricos cada uno. Se espera que estos 20 autobuses eléctricos adicionales salgan a las calles a principios de 2019 en espera de la conclusión de una licitación de autobuses que fue suspendida este año.¹¹³

El éxito inicial de BYD se produjo después de que demostrara a los operadores de autobuses de Campinas y las autoridades de la ciudad el rendimiento de sus autobuses eléctricos durante un programa piloto de un año. En 2017, el alcalde de Campinas, Jonas Donizette, anunció que el 10% de los 1.500 autobuses de la ciudad deben ser eléctricos para 2022. En el centro de Campinas, un área fue designada como la "Zona Blanca" en la que será obligatorio tener autobuses eléctricos para 2022. Esta iniciativa se incorporará a la licitación de autobuses que se completará a finales de 2018.

BYD ha podido ingresar en la industria local de autobuses debido a su capacidad para contener costos y cumplir con los requisitos de contenido local al centrar su producción en Brasil. Al expandir su presencia en Campinas, en 2017, BYD abrió una planta para la producción de módulos solares y chasis para sus autobuses eléctricos. BYD también anunció sus planes para abrir su primer centro de investigación y desarrollo fotovoltaico en el extranjero a través de una asociación con la Universidad Estadual de Campinas de Brasil. Este desarrollo posiciona a BYD para convertirse en la primera compañía en Brasil en ofrecer tecnología integral de ecosistemas de energía de cero emisiones, integrando la generación e investigación solar, almacenamiento y transporte.

En 2018, el comienzo de la producción de chasis de BYD en Campinas coincidió con el lanzamiento de un nuevo autobús eléctrico. El nuevo modelo fue diseñado en asociación con el fabricante brasileño de autobuses y autocares Marcopolo y utiliza un chasis rodante BYD unido con una carrocería Marcopolo Torino. La asociación con Marcopolo le permite a BYD contribuir con sus tecnologías más fuertes, el tren motriz y las baterías de su fábrica en Campinas, sin tener que construir una fábrica local para construir todo el vehículo. BYD planea vender sus autobuses a precios locales y rentar baterías para ayudar a los clientes a aplazar los altos costos iniciales. La batería se puede comprar directamente por \$227.325 o se puede alquilar por \$2.555 por mes.¹¹⁴ La compañía finalmente planea aumentar aún más la proporción de la tecnología local utilizada en la producción al 70% para 2022 de menos del 50% actualmente.¹¹⁵

Los pasos para alcanzar el requisito de contenido local podrían abrir oportunidades para el financiamiento preferencial del Banco de Desarrollo de Brasil (BNDES), que puede proporcionar financiamiento a bajo interés o deuda respaldada por el Estado. El financiamiento preferencial es crucial para ayudar a los operadores de autobuses y gobiernos de las ciudades para realizar las compras, dado el mayor costo inicial de los autobuses eléctricos en comparación con los autobuses convencionales. BYD ya había logrado asegurar una línea de crédito del Banco de Desarrollo de China por \$294 millones en 2016 para financiar la introducción de autobuses eléctricos en Brasil.

Aunque los costos iniciales son mayores para los autobuses eléctricos, BYD afirma que los costos para los operadores serán mucho más bajos a lo largo de la vida útil del autobús (ver Figura 10). Cada unidad es impulsada por baterías de fosfato de hierro y de litio y cuesta un millón de reales (alrededor de \$250.000) en comparación con los 400.000 reales (alrededor de \$100.000) de un autobús convencional con motor diésel. BYD afirma, que el período de amortización del mayor costo inicial será de 10 años, y que su propuesta para las empresas de transporte tendrá en cuenta los ahorros operativos comparativos junto con el costo de comprar cada autobús eléctrico. La vida útil de los autobuses eléctricos de BYD, estimada en 20 años, garantiza a los operadores al menos una década de costos operativos más bajos.¹¹⁶

Conclusiones

Campinas tiene una de las mayores flotas operativas de autobuses eléctricos de baterías en Brasil y en América Latina en general. La decisión de abrir la primera planta

de ensamblaje latinoamericana para producir autobuses eléctricos en la ciudad estableció un modelo exitoso para la construcción local de autobuses eléctricos a costos competitivos.

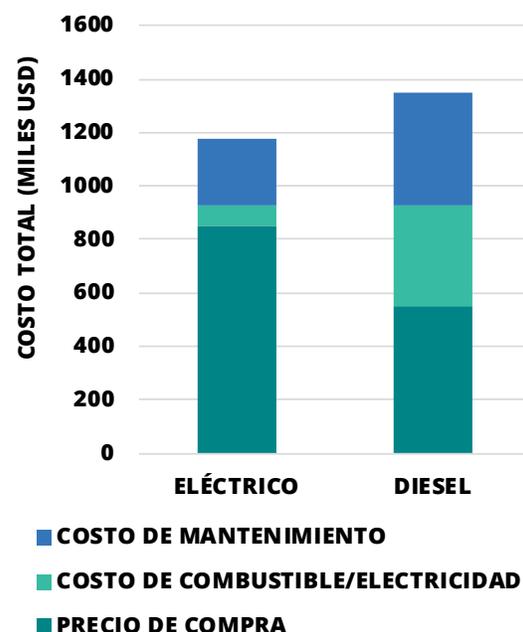
El apoyo de la normativa del gobierno local dará un impulso adicional al mercado de autobuses eléctricos en Campinas. El anuncio en 2017 por el alcalde Donizette de que el 10% de los 1.500 autobuses de la ciudad debe ser eléctrico para 2022 y los pasos para aumentar la proporción de tecnología local utilizada en la producción podrán colocar a las empresas fabricantes en posiciones prometedoras para integrarse plenamente en las cadenas de suministro nacionales. Además, los esfuerzos para acercarse a los requisitos de contenido local podrían facilitar el acceso al apoyo financiero de los bancos estatales brasileños.

Sin embargo, la suspensión de la licitación de autobuses en 2018 ha ralentizado la entrega de otros 20 autobuses eléctricos a los operadores de autobuses. Estas demoras en los procesos de licitación representan uno de los principales obstáculos para el despliegue oportuno de los autobuses eléctricos en Campinas. Aun así, el objetivo de Campinas de electrificar el 10% de la flota de autobuses de la ciudad para el año 2022 es un objetivo ambicioso que podría traer grandes beneficios a la ciudad en términos de mejorar la calidad del aire y reducir las emisiones.

FIGURE 10: COSTOS A LO LARGO DE LA VIDA ÚTIL DE BUSES ELÉCTRICOS VS. DIESEL, NUEVA YORK

Fuente: Judah Aber, *Electric Bus Analysis for New York City Transit*.

Nota: No se incluyen los costos de ahorro asociados a los beneficios de salud.



LECCIONES APRENDIDAS Y RECOMENDACIONES

Aunque los mercados de vehículos eléctricos en América Latina se encuentran en una etapa inicial en comparación con muchas otras regiones del mundo, varias ciudades han logrado avances significativos. Nuestros estudios de caso muestran un conjunto de diferentes experiencias de toda la región y resaltan una gama de objetivos, instrumentos normativos y regulaciones creados para fomentar la adopción de automóviles y autobuses eléctricos. En su mayor parte, es demasiado pronto para medir con precisión el impacto de políticas específicas sobre la adopción de vehículos eléctricos. Sin embargo, los estudios de caso demuestran exitosas tendencias en medidas políticas y el análisis de estas experiencias únicas proporcionan lecciones aprendidas de los países.

Los estudios de caso demuestran consistentemente que los esfuerzos a nivel nacional y en toda la ciudad para mejorar la calidad del aire y enfrentar el cambio climático son las principales fuerzas que impulsan el creciente interés en la movilidad eléctrica. Los esfuerzos para fortalecer la seguridad energética mediante la reducción de las importaciones de combustibles fósiles, aumentar la competitividad de las flotas de vehículos y mejorar el transporte público también tienen un rol.

En Bogotá, incentivos generosos y el creciente número de modelos EV disponibles han estimulado la venta de vehículos eléctricos. En Santiago, objetivos exigentes de cambio climático y movilidad eléctrica están brindando orientación a largo plazo para los mercados, mientras que un impuesto verde está ayudando a nivelar el campo de juego para los vehículos eléctricos. En la Ciudad de México, una amplia gama de modelos está disponibles para los consumidores, pero la venta de vehículos eléctricos se ve eclipsada por los híbridos convencionales, que reciben incentivos similares. En estas tres ciudades, los programas que introducen las flotas de taxis eléctricos, corporativos y gubernamentales han aumentado la cantidad de vehículos eléctricos. Al mismo tiempo, el progreso se ve socavado por la lenta modernización de la flota de vehículos.

Para nuestros estudios de caso sobre autobuses eléctricos, Santiago, São Paulo y Campinas están avanzando de manera impresionante para presentar esta nueva tecnología a las flotas de autobuses urbanos. BYD es uno de los principales protagonistas en los tres países, ya que busca replicar sus asombrosos avances en China. Las autoridades municipales en Brasil y Chile han estado impulsando agresivamente la movilidad eléctrica como parte de nuevas licitaciones para modernizar y mejorar sus flotas. Los programas piloto que prueban los autobuses eléctricos en las operaciones regulares de autobuses han impresionado a los gobiernos locales y los operadores de autobuses. Los actores del sector privado, como Enel Distribución en Chile, han desempeñado un papel clave en el apoyo a la financiación de los programas piloto y la compra de nuevas flotas de autobuses eléctricos. A continuación, presentamos recomendaciones para la promoción de automóviles y autobuses eléctricos en América Latina.

REFORZAR LOS INCENTIVOS FINANCIEROS Y LAS NORMAS QUE FAVORECEN LAS TECNOLOGÍAS LIMPIAS

Los incentivos financieros son necesarios para fomentar la adopción de vehículos eléctricos ya que reducen los costos para los consumidores. Si bien el precio de los vehículos eléctricos se está acercando al de los vehículos convencionales, muchos consumidores se sienten disuadidos por los altos costos iniciales, y en la mayoría de los países latinoamericanos los vehículos eléctricos siguen siendo más caros incluso considerando el costo total de propiedad. Los incentivos financieros pueden incluir reducciones de impuestos para la compra de vehículos eléctricos y la instalación de sistemas de cobro a domicilio o un impuesto sobre los vehículos de mayor emisión. Los esfuerzos para mejorar los regímenes de incentivos también pueden alentar a los fabricantes de automóviles a llevar al mercado una gama más amplia de modelos de automóviles eléctricos. Los beneficios no financieros, como el acceso a estacionamiento preferencial y carriles especiales y descuentos en autopistas, también crean incentivos para comprar vehículos eléctricos, aunque no está claro que los incentivos de acceso vial hayan influido en la compra de vehículos eléctricos en ciudades latinoamericanas, donde muchos conductores simplemente compraron un segundo automóvil para evitar restricciones de la carretera.

Varias políticas que penalizan a los vehículos de altas emisiones, teniendo en cuenta sus costos en la salud y el ambiente, también pueden nivelar el campo de juego para los vehículos eléctricos. Los gobiernos latinoamericanos deberían eliminar progresivamente los subsidios a los combustibles fósiles que favorecen a los vehículos convencionales para reinvertir en medios de transporte limpios y eficientes, e introducir normas más estrictas sobre emisiones y ahorro de combustible y así incentivar a los fabricantes de automóviles a invertir en tecnología de vehículos eléctricos.

EXPANDIR PROGRAMAS DE ELECTRIFICACIÓN DE VEHÍCULOS Y FLOTAS DE ALTO USO

Las autoridades municipales de América Latina y los fabricantes de vehículos eléctricos deberían ampliar los programas que promueven la electrificación de vehículos de alto uso, especialmente autobuses, taxis y camiones de basura, así como flotas corporativas y gubernamentales. La electrificación de vehículos de alto uso maximiza los beneficios ambientales y de salud pública, demuestra la efectividad de la tecnología de EV para el público en general, y es probable que sea la opción más rentable. La electrificación de las flotas corporativas y gubernamentales también expone la tecnología al público, crea incentivos para acelerar el despliegue de la infraestructura de carga y puede ampliar la llegada de más modelos de vehículos eléctricos, lo que a su vez puede reducir los costos.

Comenzar con los programas piloto antes de expandir las flotas ha demostrado ser una forma exitosa de generar confianza en la tecnología entre las autoridades municipales, los operadores de vehículos y el público. Las ofertas integrales que incluyen mantenimiento y capacitación por parte de los fabricantes podrían ayudar a los operadores de autobuses, taxis u otros vehículos a superar el riesgo percibido al adoptar nuevas tecnologías. Para los programas de autobuses eléctricos urbanos, dado que una barrera importante es el costo inicial, el alquiler de autobuses eléctricos, baterías y la infraestructura de carga y electricidad como parte del programa piloto ha demostrado fomentar la participación.

DESARROLLAR ESTRATEGIAS DE MOVILIDAD ELÉCTRICA NACIONALES Y MUNICIPALES Y OBJETIVOS A LARGO PLAZO

Las políticas para aumentar la movilidad eléctrica deberían alinearse con la meta del Acuerdo de París de alcanzar emisiones netas cero para la segunda mitad del siglo. Tanto los gobiernos locales como los nacionales deberían implementar políticas para promover la movilidad eléctrica como parte de la planificación a largo plazo para desarrollar sistemas de energía renovable y de transporte sostenibles. Las estrategias de movilidad eléctrica que tienen en cuenta los aportes de una variedad de actores, incluidos los negocios y los consumidores, pueden proporcionar claridad a los mercados y la dirección para orientar la política gubernamental. Estas estrategias deberían incluir metas de movilidad eléctrica a largo plazo con claros pasos a mediano plazo. Los formuladores de políticas también deberían adoptar metas y normativas para mejorar la competitividad entre las empresas locales para bienes y servicios relacionados con vehículos eléctricos.

Alinear los objetivos nacionales de cambio climático y movilidad eléctrica con contratos de concesión para adquirir nuevos vehículos, como autobuses y flotas gubernamentales, también es vital para garantizar que estos procesos sean complementarios. Los nuevos contratos de concesión deberían evaluar un conjunto más amplio de factores más allá de las opciones de menor costo, tales como los impactos en la salud y el medio ambiente de las tecnologías competidoras. La incorporación de estos elementos mejoraría notablemente la capacidad de los vehículos eléctricos para competir con las tecnologías existentes.

CREAR ALIANZAS PÚBLICO-PRIVADAS

Las alianzas entre gobiernos municipales y empresas privadas, fabricantes de automóviles, compañías de autobuses y otros actores del sector privado han acelerado la adopción de vehículos eléctricos en varias ciudades de América Latina. Por ejemplo, las asociaciones público-privadas para instalar estaciones de carga en estaciones de servicio, estacionamientos, las oficinas y centros comerciales fomentan las ventas de vehículos eléctricos.

Para las ciudades que buscan electrificar sus flotas de autobuses, reunir a financieros públicos y privados también es vital. Los bancos multilaterales de desarrollo y las instituciones financieras públicas pueden desempeñar un papel transformador al proporcionar recursos en condiciones favorables, garantías de crédito y capital inicial para fondos de inversión destinados a apalancar al capital privado para desarrollar proyectos de autobuses eléctricos. Para garantizar que se tengan en cuenta los intereses de las partes interesadas se requiere la conexión de las autoridades públicas, los operadores de autobuses, los proveedores de tecnología y los financieros al principio del proceso de inversión.

La sociedad civil y los consumidores también deberían incluirse en las asociaciones. Para justificar la movilidad eléctrica y mostrar el valor y el impacto potencial de estas tecnologías es fundamental la creación de alianzas de líderes de movilidad eléctrica, incluidos propietarios de vehículos eléctricos, grupos de defensa, líderes nacionales y locales y fabricantes de automóviles.

REFERENCIAS

1. "CO2 emissions from transport (% of total fuel combustion)," The World Bank Group, 2014, <https://data.worldbank.org/indicator/EN.CO2.TRAN.ZS>.
2. Arthur Neslen, "Electric cars emit 50% less greenhouse gas than diesel, study finds," The Guardian, October 25, 2017, <https://www.theguardian.com/environment/2017/oct/25/electric-cars-emit-50-less-greenhouse-gas-than-diesel-study-finds>.
3. Luis Alberto Moreno and Nicholas Stern, "Smart infrastructure is the key to sustainable development," The Guardian, May 10, 2016, <https://www.theguardian.com/public-leaders-network/2016/may/10/smart-infrastructure-sustainable-development-low-carbon-transport>.
4. Colin McKerracher, "Electric Vehicle Outlook 2018," Bloomberg New Energy Finance, <https://about.bnef.com/electric-vehicle-outlook/>.
5. International Energy Agency, Global EV Outlook 2018: Towards cross modal electrification, (Paris: IEA, 2018), <https://www.connaissancedesenergies.org/sites/default/files/pdf-actualites/globalevoutlook2018.pdf>.
6. International Energy Agency, Global EV outlook 2017: Two million and counting, (Paris: IEA, 2017), <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/GlobalEVOutlook2017.pdf>.
7. Ibid.
8. International Energy Agency, Global EV Outlook 2018: Towards cross modal electrification, (Paris: IEA, 2018), <https://www.connaissancedesenergies.org/sites/default/files/pdf-actualites/globalevoutlook2018.pdf>.
9. Jess Shankleman, "The Electric Car Revolution Is Accelerating," Bloomberg, July 6, 2017, <https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-07-06/the-electric-car-revolution-is-accelerating>.
10. Dale Hall, Nic Lutsey and Marissa Moultak, "Electric vehicle capitals of the world: demonstrating the path to electric drive," The International Council on Clean Transportation, March 2017, https://www.theicct.org/sites/default/files/publications/Global-EV-Capitals_White-Paper_06032017_vF.pdf.
11. Walter Vergara, Joergen V. Fenhann, and Marco C. Schletz, "Zero Carbon Latin America-A Pathway for Net Decarbonisation of the Regional Economy by Mid-century: Vision Paper," UNEP DTU Partnership, November 2015, http://orbit.dtu.dk/files/123115955/Zero_Carbon_Latin_America_rev.pdf.
12. Sebastián Galarza and Gianni López, "Movilidad Eléctrica: Oportunidades Para Latinoamérica," ONU Medio Ambiente, 2016, <https://europa.eu/capacity4dev/unep/document/movilidad-electrica-oportunidades-para-latinoamerica>.
13. Ibid.
14. GlobalData Energy, "Q3 2017: global power markets at a glance," Power Technology, December 12, 2017, <https://www.power-technology.com/comment/q3-2017-global-power-markets-glance/>.
15. Ibid.
16. "BRT Data 2015," Global BRT Data, <https://brtdata.org/>.
17. Sebastián Galarza and Gianni López, "Movilidad Eléctrica: Oportunidades Para Latinoamérica," ONU Medio Ambiente, 2016, <https://europa.eu/capacity4dev/unep/document/movilidad-electrica-oportunidades-para-latinoamerica>.
18. Ibid.
19. Frost & Sullivan, Strategic Analysis of the Electric Passenger Car Market in Latin America: A Market Outlook to Designing Policy Guidelines for Electric Vehicle Adoption in the Region, report prepared for the Inter-American Development Bank, (Washington D.C.: Frost & Sullivan, 2015).
20. Ministry of Environment and Sustainable Development, "Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono," Government of Colombia, 2012, http://www.minambiente.gov.co/images/asuntos-internacionales/pdf/eventos/060312_ecdbc_cambio_climatico.pdf.
21. Climate Investment Funds, "Colombia: Clean Transport, Energy Efficiency Offer Untapped, Transformative Potential," World Bank.
22. ANDEMOS, "Inventario de Emisiones Vehículos Colombia- Movilidad Sostenible," (presentation, Ministry of Environment and Sustainable Development, Bogotá, Colombia, January 25, 2017), <http://www.andemos.org/wp-content/uploads/2017/03/Presentacion-ANDEMOS-Emisiones-01.25.2017-v8.pdf>.
23. Departamento Nacional de Planeación (2018) Colombia hacia el crecimiento verde. Bogota, Colombia.
24. Ministry of the Environment and Sustainable Development, "Colombia MRP Preparation phase: outline of progress," (presentation, PMR PA6, Barcelona, Spain, May 2013), https://www.thepmr.org/system/files/documents/PMR%20Co%20BCN%20PA%206_version%202-solo%20las%20que%20si.pdf.
25. Plan de Expansión de Referencia Generación - Transmisión 2015-2029, (Bogotá: Unidad de Planeación Minero Energética, 2016), 113, http://www.upme.gov.co/Docs/Plan_Expansion/2016/Plan_Expansion_GT_2015-2029/Plan_GT_2015-2029_VF_22-12-2015.pdf.
26. Ministry of the Environment and Sustainable Development, "Colombia MRP Preparation phase: outline of progress."
27. "Misión de Crecimiento Verde," Departamento Nacional de Planeación, last modified March 21, 2018, <https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Paginas/Misi%C3%B3n-de-crecimiento-verde.aspx>.
28. Sebastián Galarza and Gianni López, "Movilidad Eléctrica: Oportunidades Para Latinoamérica," ONU Medio Ambiente, 2016, <https://europa.eu/capacity4dev/unep/document/movilidad-electrica-oportunidades-para-latinoamerica>.
29. "ANDEMOS: Aplauda compromiso del gobierno por la movilidad limpia," Asociación Colombiana de Vehículos Automotores, August 24, 2017, <http://www.andemos.org/index.php/2017/08/24/andemos-aplaude-compromiso-del-gobierno-por-la-movilidad-limpia/>.

30. "Proyecto de ley busca promover el uso de vehículos eléctricos en el país," *El Universal*, August 16, 2017, <http://www.eluniversal.com.co/economica/fenalco/proyecto-de-ley-busca-promover-el-uso-de-vehiculos-electricos-en-el-pais-377-377>.
31. Leslie Durschinger, "Fueling Climate Finance in Colombia," IETA Greenhouse Gas Market Report no. 3 (October 2017), https://www.ieta.org/resources/Resources/GHG_Report/2017/IETA%20Insights%203.pdf.
32. "Informe Vehículos Híbridos y Eléctricos Junio," Asociación Colombiana de Vehículos Automotores, 2018, <http://www.andemos.org/wp-content/uploads/2018/07/Informe-H%C3%ADbridos-y-El%C3%A9ctricos-2018-6.pdf>.
33. Oliverio Enrique García (President of the Automotive Association of Colombia ANDEMOS), interview with the authors, July 9, 2018.
34. "Empresas buscan posicionar las ventas de carros eléctricos en el país," *Dinero*, April 26, 2018, <https://www.dinero.com/empresas/articulo/asi-estan-las-ventas-de-vehiculos-electricos-en-colombia/257701>.
35. Felipe Vallejo Uribe, "Los vehículos eléctricos que llegarán a Colombia en 2018," *Revista VEC*, January 1, 2018, <https://www.vehiculoselectricos.co/2018/>.
36. Edder Alexander Velandia, "What's Next for Electric Vehicles in Latin America?" *The Inter-American Dialogue's Energy Advisor*, February 9, 2018.
37. Ricardo Estévez, "Las 10 ciudades que lideran la sostenibilidad urbana (2013)," *Eco Inteligencia*, September 13, 2013, <https://www.ecointeligencia.com/2013/09/10-ciudades-lideres-sostenibilidad-urbana/>.
38. Pilar Sánchez Molina, "Colombia inaugura un plan piloto de movilidad eléctrica para vehículos oficiales," *PV Magazine*, October 25, 2017, <https://www.pv-magazine-latam.com/2017/10/25/colombia-inaugura-un-plan-piloto-de-movilidad-electrica-para-vehiculos-oficiales/>.
39. Oliverio Enrique García (President of the Automotive Association of Colombia ANDEMOS), interview with the authors, July 9, 2018.
40. Departamento Nacional de Planeación (2018) *Colombia hacia el crecimiento verde*. Bogotá, Colombia.
41. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, "Acciones de México para establecer un mercado de carbono," *gob.mx*, December 12, 2017, <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/acciones-de-mexico-para-establecer-un-mercado-de-carbono?idiom=es>.
42. "Country Analysis Brief: Mexico," U.S. Energy Information Administration, last modified October 16, 2017, https://www.eia.gov/beta/international/analysis_includes/countries_long/Mexico/mexico.pdf.
43. Sustainable Development Solutions Network (SDSN) and Institute for Sustainable Development and International Relations (IDDRI), *Pathways to Deep Decarbonization*, (Paris: SDSN and IDDRI, 2014), http://unsdsn.org/wp-content/uploads/2014/09/DDPP_Digit_updated.pdf.
44. International Energy Agency, *Energy Policies Beyond IEA Countries: Mexico 2017*, (Paris: IEA, 2017), <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/IEAEnergyPoliciesBeyondIEACountriesMexico2017.pdf>.
45. Estevan Vázquez, "Incentivos gubernamentales para coches híbridos o eléctricos México; ¿es suficiente lo que se gana al optar por un auto verde?" *Xataka*, July 17, 2018, <https://www.xataka.com.mx/automovil/incentivos-gubernamentales-para-coches-hibridos-electricos-mexico-suficiente-que-se-gana-al-optar-auto-verde>.
46. International Energy Agency, *Global EV Outlook 2018: Towards cross modal electrification*.
47. Asociación Mexicana de la Industria Automotriz, "AMIA da a conocer el reporte de venta de vehículos híbridos y eléctricos: Abril 2018, Motor y Volante, July 10, 2018, <https://motoryvolante.com/2018/07/11/ventas-de-hibridos-y-electricos-en-mexico/>.
48. "Production of Mexican-owned Zucua electric car set to begin in Puebla," *Mexico News Daily*, April 28, 2018, <https://mexiconewsdaily.com/news/production-of-zucua-electric-car-set-to-begin-in-puebla/>.
49. Vergara, Fenhann, and Schletz, "Zero Carbon Latin America-A Pathway for Net Decarbonisation of the Regional Economy by Mid-century: Vision Paper."
50. OECD, *OECD Territorial Reviews: Valle de México, México*, (Paris: OECD Publishing, 2015), <https://doi.org/10.1787/9789264245174-en>.
51. Mexico City and 100 Resilient Cities "CDMX Resilience Strategy: Adaptive, inclusive and equitable transformation" September, 2016.
52. International Transport Forum, *Strategies for Mitigating Air Pollution in Mexico City: International best practice*, (Paris: OECD/ITF, 2017), <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/air-pollution-mitigation-strategy-mexico-city.pdf>.
53. INECC, "Valoración económica de los beneficios a la salud de la población que se alcanzarían por la reducción de las PM2.5 en tres zonas metropolitanas mexicanas," Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2016.
54. Siemens (2014), *Mexico Climate Close up*. Available from: <http://www.siemens.com/press/pool/de/events/2014/infrastructure-cities/2014-06-CCLA/mexico-climate-close-up>. Pdf.
55. James Alexander and Val Smith, "4 ways cities are financing climate action," *C40 Blog*, February 2, 2017, https://www.c40.org/blog_posts/4-ways-cities-are-financing-climate-action.
56. "Mexico City's Climate Action Program 2014-2020: Progress Report 2016," Ciudad de Mexico, 2016 http://www.data.sedema.cdmx.gob.mx/cambioclimaticocdmx/images/biblioteca_cc/PACCM-ingles.pdf.
57. "C40 Cities Clean Bus Declaration of Intent," C40 Cities, http://c40-production-images.s3.amazonaws.com/other_uploads/images/884_C40_CITIES_CLEAN_BUS_DECLARATION_OF_INTENT_FINAL_DEC1.original_EC2.original.pdf?1479915583.
58. "Our Commitment to Fossil-Fuel-Free Streets Declaration," C40 Cities.
59. "Nissan alista puntos de recarga del Leaf," *CNN Expansión*, June 2, 2010, <https://archive.li/E272>.
60. "Mexico City's Climate Action Program 2014-2020: Progress Report 2016," Ciudad de Mexico.

61. International Energy Agency, Global EV Outlook 2018: Towards cross modal electrification.
62. Diego Guilbert, "El efecto de Tesla en el mercado mexicano," El Universal, July 21, 2018, <http://www.eluniversal.com.mx/autopistas/el-efecto-de-tesla-en-el-mercado-mexicano>.
63. Estevan Vázquez, "Incentivos gubernamentales para coches híbridos o eléctricos México; ¿es suficiente lo que se gana al optar por un auto verde?."
64. Justin Fox, "The Strange Case of Mexico's High Gasoline Prices," Bloomberg, April 20, 2018, <https://www.bloomberg.com/view/articles/2018-04-20/mexico-s-high-gasoline-prices-don-t-make-a-lot-of-sense>.
65. International Transport Forum, Strategies for Mitigating Air Pollution in Mexico City: International best practice.
66. International Transport Forum, Strategies for Mitigating Air Pollution in Mexico City: International best practice.
67. Schneider busca inyectar energía a los autos eléctricos," El Financiero, January 16, 2015, <http://www.elfinanciero.com.mx/economia/schneider-busca-inyectar-energia-a-los-autos-electricos>.
68. Neal E. Boudette, "Ford will build electric cars in Mexico, shifting its plan," The New York Times, December 7, 2017, <https://www.nytimes.com/2017/12/07/business/ford-plant-electric.html>.
69. "ANAC y Deloitte realizaron con éxito seminario La Movilidad en Chile: presente y futuro," Asociación Nacional Automotriz de Chile, June 8, 2018, <https://www.anac.cl/anac-y-deloitte-realizaron-con-exito-seminario-la-movilidad-en-chile-presente-y-futuro/>.
70. Ministry of the Environment and Ministry of Transport and Telecommunications, "Proposal: E-mobility Readiness Plan Chile," Government of Chile, February 2012, https://www.ecofys.com/files/files/ecofys_2012_nama_e-mobility_readiness_plan_chile.pdf.
71. Ministry of the Environment and Ministry of Transport and Telecommunications, "Proposal: E-mobility Readiness Plan Chile," Government of Chile, February 2012, https://www.ecofys.com/files/files/ecofys_2012_nama_e-mobility_readiness_plan_chile.pdf.
72. UN Environment. "Chile Takes Action on Air Pollution." Climate & Clean Air Coalition |. August 21, 2017. Accessed August 23, 2018. <http://ccacoalition.org/en/blog/chile-takes-action-air-pollution>.
73. "The Air Pollution in Santiago, Chile," Breathe Life, <http://breathelife2030.org/city-data-page/?city=662>.
74. "Estrategia Nacional de Electromovilidad: Un camino para los vehículos eléctricos," Government of Chile, 2017, http://www.minenergia.cl/archivos_bajar/2018/electromovilidad/estrategia_electromovilidad-27dic.pdf.
75. Efraín Moraga, "Cómo se prepara Santiago para un cambio radical en el transporte," Pulso, November 23, 2017, <http://www.pulso.cl/extra/se-prepara-santiago-cambio-radical-transporte/>.
76. "Informe Mercado Automotor," Asociación Nacional Automotriz de Chile, June 2018, <https://www.anac.cl/wp-content/uploads/2018/07/06-Informe-del-Mercado-Automotor-Junio-2018.pdf>.
77. Dierk Gotschlich, "Con 60 autos inician plan para introducir primeros taxis eléctricos en el Gran Santiago," El Mercurio, May 7, 2018, <http://impresa.elmercurio.com/Pages/NewsDetail.aspx?dt=2018-05-06&NewsID=0&BodyID=3&Paginald=1&SupplementID=0>.
78. "Comienza a aplicarse el nuevo Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana," Intendencia Región Metropolitana, May 1, 2018, http://www.intendenciametropolitana.gov.cl/n12697_01-05-2018.html.
79. "Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana de Santiago," Diaria Oficial de la República de Chile, no. 41.916, November 24, 2017, http://airesantiago.gob.cl/wp-content/uploads/2018/05/PPDA_Stgo-Respira_Diario-Oficial.pdf.
80. "Electrolineras," Enel Distribution, 2018, <https://www.eneldistribucion.cl/electrolineras>.
81. Carolina Pizarro, "Chile se suma a la corriente de los autos eléctricos," La Tercera, September 23, 2017, <http://www2.latercera.com/noticia/chile-se-suma-la-corriente-los-autos-electricos/>.
82. "Estrategia Nacional de Electromovilidad: Un camino para los vehículos eléctricos," Government of Chile.
83. The Euro VI standard is a markedly more stringent emission standard than the older Euro III standard which over two thousand Transantiago buses conform to.
84. The Santiago Times "Piñera's administration scraps Piñera's administration scraps Transantiago tender," The Santiago Times, March 20, 2018, <https://santiagotimes.cl/2018/03/20/pineras-administration-scrap-transantiago-tender/.Transantiago tender> March 20, 2018.
85. Jaime Alée G., Universidad de Chile, Interview with the authors, June 19, 2018.
86. "Gloria Hutt: Bases de licitación del Transantiago deberían estar listas durante cuarto trimestre 2018" Economía y Negocios Online, 4 June, 2018.
87. Oriana Fernández "Los cambios que incluirá la nueva licitación del Transantiago" La Tercera, 22 March 2018.
88. Daniela Silva "Usuarios evalúan con nota 6,3 los buses eléctricos del Transantiago" La Tercera, 12 June, 2018.
89. Diario Financiero "Enel invierte US\$30 millones en buses eléctricos en Chile y replicará modelo en la región" 20 June 2018 <https://www.larepublica.co/empresas/enel-invierte-us30-millones-en-buses-electricos-en-chile-y-replicara-modelo-en-la-region-2740378>.
90. Latin America begins to discover electric mobility, IPS <http://www.ipsnews.net/2018/05/latin-america-begins-discover-electric-mobility/>.
91. Francisco Posada and Cristiano Façanha "Brazil Passenger Vehicle Market Statistics: International comparative assessment of technology adoption and energy consumption" International Council on Clean Transportation, October 2015.
92. Ministério Das Cidades, Brazil "Frota de Veículos 2018" <http://www.denatran.gov.br/estatistica/635-frota-2018>.
93. Stratas Advisors "Brazil Fleet to Top 43 Million in 2027" March 14, 2018.

94. Gouldson, A., Sudmant, A., Khreis, H., Papargyropoulou, E. 2018. The Economic and Social Benefits of Low-Carbon Cities: A Systematic Review of the Evidence. Coalition for Urban Transitions. London and Washington, DC. <http://newclimateeconomy.net/content/cities-working-papers>.
95. Brazilian Cities Begin to Reshape Urban Areas Through Sustainable Mobility Plans (no date) <https://www.wri.org/our-work/top-outcome/brazilian-cities-begin-reshape-urban-areas-through-sustainable-mobility-plans>.
96. Institute for Health Metrics and Evaluation (2016) Global Burden of Disease. Results by location, cause, and risk factor. Seattle, United States.
97. Tim Dallmann and Cristiano Façanha 'International comparison of Brazilian regulatory standards for light-duty vehicle emissions' The International Council on Clean Transportation, April 2017.
98. Sustainable Development Solutions Network (SDSN) and Institute for Sustainable Development and International Relations (IDDRI). 2014. Pathways to Deep Decarbonization (Paris: SDSN and IDDRI).
99. REN21. 2018. Renewables 2018 Global Status Report (Paris: REN21 Secretariat).
100. International Energy Agency, Global EV Outlook 2018: Towards cross modal electrification, (Paris: IEA, 2018), <https://www.connaissancedesenergies.org/sites/default/files/pdf-actualites/globalevoutlook2018.pdf>.
101. Erin Voegelé 'Brazil's president signs national biofuels policy into law' Biodiesel Magazine, January 3, 2018.
102. C40 Blog "C40 Voices: Adalberto Maluf reports on recent advances in Sao Paulo's bus transit strategy" January 12, 2012 https://www.c40.org/blog_posts/c40-voices-adalberto-maluf-reports-on-recent-advances-in-sao-paulo%E2%80%99s-bus-transit-strategy.
103. "Sao Paulo to introduce electric bus fleet, add 300km of priority bus lines" C40 Blog, January 8, 2014 https://www.c40.org/blog_posts/sao-paulo-to-introduce-electric-bus-fleet-add-300km-of-priority-bus-lines-english-portuguese.
104. Prefeitura Municipal de São Paulo "Prefeitura testa ônibus a bateria que percorre 250 km com apenas uma recarga" 27 November, 2013 <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/comunicacao/noticias/?p=162604>.
105. "Sao Paulo to introduce electric bus fleet, add 300km of priority bus lines" C40 Blog, January 8, 2014.
106. "Press Release: Sao Paulo, Brazil Mayor Confirms Plan for BYD Electric Buses: October 8, 2012 <http://en.byd.com/usa/news-posts/sao-paulo-brazil-mayor-confirms-plan-for-byd-electric-buses/>.
107. Tim Dallmann "Legislative do over creates opportunity for clean bus transition in São Paulo" International Council on Clean Transport, Monday, 23 October 2017 <https://www.theicct.org/blog/staff/Sao-Paulo-legislative-do-over-creates-opportunity-for-clean-bus-transition>.
108. Diário Oficial Cidade de São Paulo, 18 January, 2018 Número 12 http://www.camara.sp.gov.br/wp-content/uploads/2018/01/dom_capa.pdf.
109. Prefeitura do Município de São Paulo "EDITAL CONCORRÊNCIA N° 001/2015-SMT-GAB.GRUPO ESTRUTURAL. PROCESSO ADMINISTRATIVO N° 2015-0.051.567-8".
110. Tim Dallmann "Evaluating opportunities for soot-free, low-carbon bus fleets in Brazil: São Paulo case study" Presentation at the International seminar Electric mobility in public bus transport: Challenges, benefits, and opportunities, 9 May, 2018. https://www.theicct.org/sites/default/files/Brazil-eMobility-seminar_Dallmann_May2018.pdf.
111. Ibid.
112. Anne Maassen and Sebastian Castellanos "What are the roadblocks to Latin America's clean bus transition?" The City Fix, Tuesday, March 3, 2017 <http://thecityfix.com/blog/whats-holding-back-latin-american-cities-clean-bus-transition-sebastian-castellanos-anne-maassen/>.
113. Adalberto Maluf, BYD Brazil's Director of Marketing, Sustainability and New Business interview with the authors, June 8, 2018.
114. Global Mass Transit report "Electric buses in Latin America: Growing demand and supply" October 1, 2014 <https://www.globalmasstransit.net/archive.php?id=17408>.
115. Kyle Field "BYD Expands Brazilian Operations With New PV Solar Panel & Electric Bus Chassis Production" Clean Technica, April 18th, 2017 <https://cleantechnica.com/2017/04/18/byd-expands-brazilian-operations-with-new-pv-solar-panel-and-electric-bus-chassis-production/>.
116. "China Development Bank approves credit line to finance electric buses in Brazil" 9 December 2016 <https://macauhub.com.mo/2016/12/09/china-development-bank-approves-credit-line-to-finance-electric-buses-in-brazil>.



www.thedialogue.org

Diálogo Interamericano
1155 15th Street NW, Suite 800
Washington, DC 20005
Tel: +1(202)822-9002
energy@thedialogue.org