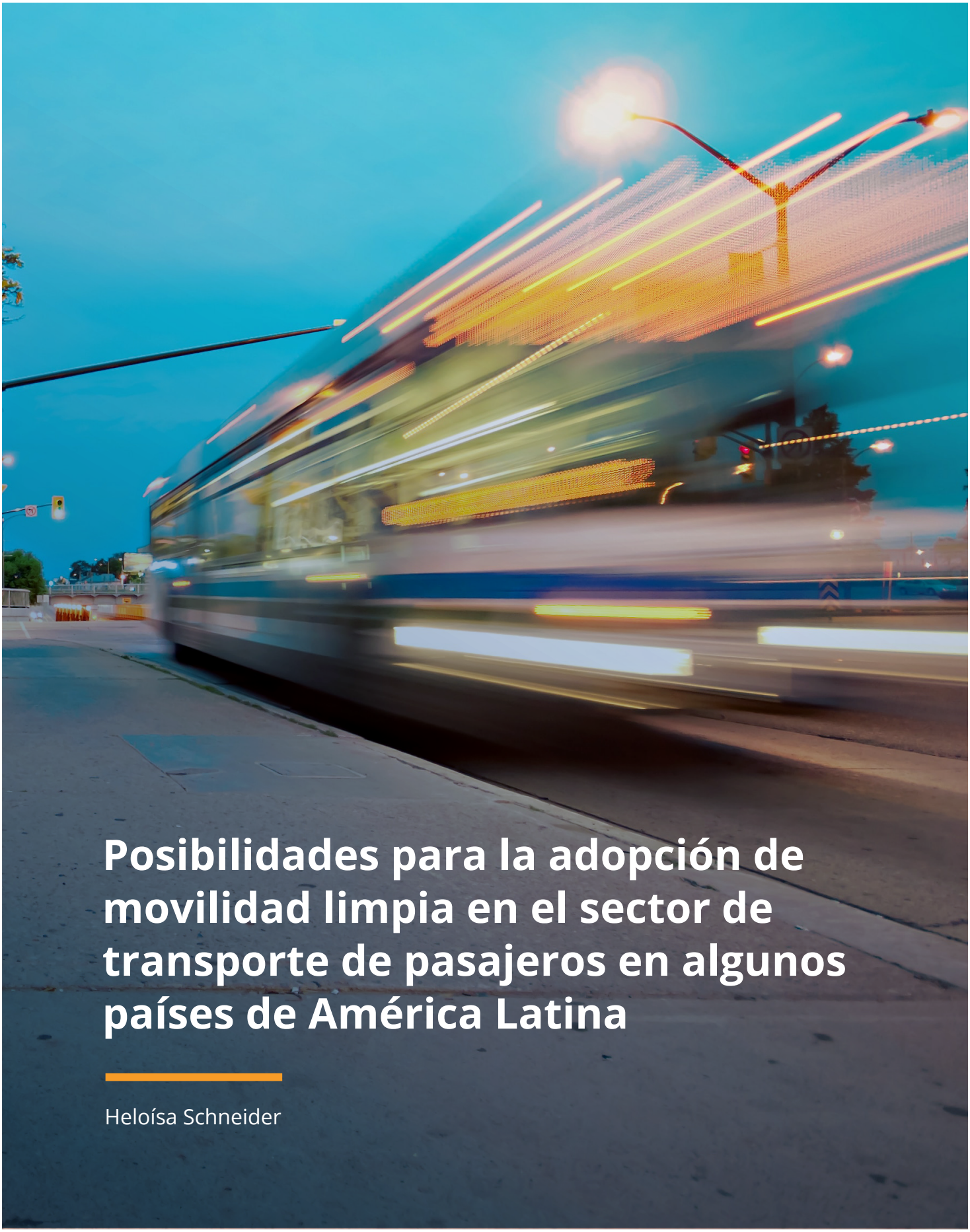


Posibilidades para la adopción de movilidad limpia en el sector de transporte de pasajeros en algunos países de América Latina

Heloísa Schneider

NACIONES UNIDAS
CEPAL

CEPAL
POR UN DESARROLLO SOSTENIBLE CON IGUALDAD

KONRAD ADENAUER STIFTUNG

Créditos

Konrad-Adenauer-Stiftung e.V.

Programa Regional Seguridad Energética y Cambio Climático en América Latina (EKLA)

Directora: Sra. Nicole Stopfer
Coordinación editorial: Karina Marzano / Anuska Soares

Calle Cantuarias 160 Of. 202
Miraflores, Lima 18 - Perú
Phone +51 13 20 28 70
Energie-Klima-La@kas.de

CEPAL

Este documento fue coordinado y elaborado por Heloísa Schneider, consultora de la División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y cuenta con el financiamiento de la Fundación Konrad Adenauer. Se agradece especialmente la contribución de los informantes de las distintas instituciones mencionadas.

Diseño: Presto Design

Foto de portada: Editscott Webb on Unsplash

Aviso:
Las opiniones expresadas en este documento son de exclusiva responsabilidad de la autora y pueden no coincidir con las de la Organización. Tampoco reflejan necesariamente los puntos de vista de la Fundación Konrad Adenauer.

Santiago, octubre de 2019

Posibilidades para la adopción de movilidad limpia en el sector de transporte de pasajeros en algunos países de América Latina

Heloísa Schneider
Consultora

NACIONES UNIDAS
CEPAL
70 CEPAL
POR UN DESARROLLO SOSTENIBLE CON IGUALDAD
KONRAD ADENAUER STIFTUNG
EKLA
Programa Regional Seguridad Energética y Cambio Climático en América Latina

Índice

I. **Introducción** 10

II. **Las distintas interpretaciones del concepto de transporte sostenible** 16

III. **Medios sostenibles de transporte público de pasajeros** 22

A. Tres medios de transporte público sostenibles en uso en América Latina 26

IV. **Las políticas públicas: ¿barreras u oportunidades?** 46

A. El transporte sostenible en las políticas de transporte y climáticas de Costa Rica, México y Panamá 50

B. Política energética: la matriz eléctrica y la electromovilidad 68

V. **El sector privado y el transporte de pasajeros en América Latina** 78

A. Las asociaciones público-privadas en el transporte de pasajeros 84

VI. **Para seguir avanzando hacia un modelo más sustentable de transporte público** 90

VII. **Bibliografía** 96

Anexo 1 104

Prólogo CEPAL

América Latina y el Caribe están altamente urbanizados. La movilidad urbana es una parte muy importante de la calidad de vida en sus urbes y la calidad de los servicios de transporte público afecta a la mayor parte de la población. Por tanto, la buena calidad de este modo de transporte es un componente fundamental del bienestar, que se combina con el ingreso familiar, la protección social y la calidad de la urbanización misma como un bien público. Es tan fundamental, que es uno de los referentes de la capacidad de los gobiernos y de la democracia para atender las demandas populares. Por ello preocuparse por su calidad es consistente con múltiples objetivos: inclusión, respeto, cuidado de la democracia, bienestar, mitigación del cambio climático, desarrollo productivo y mejora en la calidad de vida para todos los habitantes de las ciudades.

La Agencia Internacional de Energía (AIE) señala que el transporte es responsable por el 24% de las emisiones mundiales directas de Gases de Efecto Invernadero relacionadas con la energía, y que estas siguen en aumento: en 2018, fueron un 38% mayor que las del año 2000. Y eso a pesar del decrecimiento de la intensidad energética (energía consumida por PIB) en el sector, en promedio, de 1,5% anual, y que, en 2018, fue de 2,1% por las mejoras en la eficiencia, la electrificación y el mayor uso de biocombustibles[1].

Para alcanzar la meta de un escenario de 2º C en 2025, las emisiones del transporte en todo su ciclo -desde la producción al uso (*well to wheel*) - deben permanecer estables del 2015 a 2025 y disminuir rápidamente después. En los países de la OCDE deben disminuir 2,1% anualmente entre 2015 y 2025 para alcanzar dicha meta y compensar el crecimiento en los demás países. (IEA, 2017).

Entendiendo la importancia del transporte en los procesos de descarbonización de las economías, muchos países han incluido este sector en sus Compromisos Nacionalmente Determinados (NDC por su sigla en inglés), pero la AIE estima que las medidas propuestas no son suficientemente ambiciosas para alcanzar la meta de 2ºC, y considera que, acciones como su electrificación son clave en este proceso (IEA, 2017a y 2018).

El patrón de consumo muestra que los compradores continúan prefiriendo vehículos más grandes y pesados, no solo en los Estados Unidos sino también cada vez más en Europa y Asia. En Europa, la preferencia por este tipo de vehículos, junto con las restricciones a los a diésel, supera el impacto de las mayores participaciones en las ventas de automóviles eléctricos y provocó un aumento de las emisiones promedio de CO2 de los automóviles nuevos en 2017 y 2018.

1. https://www.iea.org/tcep/transport/

En América Latina, esta tendencia también se ha replicado, impulsada por varias razones: por el patrón de consumo promovido por las propias automotrices, por una mejora en el poder adquisitivo de la población, una mayor oferta de posibilidades que facilitan su compra y, por un tema no menor, por las deficiencias y en algunos casos el empeoramiento de la calidad del transporte masivo de pasajeros. La inversión y la gestión del transporte público van a la zaga de la en favor del transporte privado, lo que crea un círculo vicioso de cambio modal hacia la movilidad privada y el conjunto de externalidades y pérdidas de bienestar colectivo que esto provoca.

Los vehículos eléctricos son todavía muy poco significativos tanto para el transporte individual como de pasajeros, principalmente por sus altos costos y marcos normativos que no facilitan la modernización del transporte público. La solución para el transporte masivo ha sido principalmente la mejora y adaptación de los tradicionales modelos, hacia los sistemas de tipo BRT, donde la región es líder a nivel mundial.

Considerando lo anterior, y que varios países de la región han incluido este sector en su NDC y aspiran migrar hacia un modelo de transporte masivo más sostenible, la CEPAL y la KAS, ponen a disposición la presente publicación, que describe y analiza la situación de algunos de estos países y, considerando los avances observados, advierte eventuales barreras y posibilidades para la adopción de sistemas menos carbonizados, más efectivos y capaces de transformar el modelo de movilidad actual, todavía esencialmente basado en el transporte individual. Esperamos que este documento estimule el diálogo sobre el tema y la mejora de la calidad de vida urbana latinoamericana.

Los invitamos a leerlo y comentarlo.

José Luis Samaniego
Director División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos
Comisión Económica Para América Latina y el Caribe
CEPAL

Prólogo KAS

La Konrad-Adenauer-Stiftung (KAS) es una fundación política vinculada al partido político Unión Demócrata Cristiana de Alemania (CDU). En Alemania, 16 oficinas regionales y 2 centros de convenciones ofrecen una amplia variedad de conferencias y eventos de educación cívica. Nuestras oficinas en el extranjero están a cargo de más de 200 proyectos en más de 120 países. En casa y en el extranjero, nuestros programas de educación cívica tienen por objetivo promover la libertad, la paz y la justicia. Nos centramos en la consolidación de la democracia, la unificación de Europa y el fortalecimiento de las relaciones transatlánticas, así como en la cooperación al desarrollo.

Para la KAS, la seguridad energética y el cambio climático se han convertido en una pieza importante para la estructura y el mantenimiento de un orden social democrático. Frente a ello, el Programa Regional Seguridad Energética y Cambio Climático en América Latina (EKLA) de la KAS, ha sido diseñado como una plataforma de diálogo, con el fin de dar un impulso a los procesos de toma de decisiones políticas en estos temas.

En este contexto, el cambio climático representa una oportunidad para una nueva forma de desarrollo con un enfoque en sostenibilidad ambiental en las ciudades, un área donde los gobiernos locales pueden tener un gran impacto, tanto para la mitigación como para la adaptación en el marco de las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC, por sus siglas en inglés). El transporte sostenible es un nicho que cubre el cambio climático con el objetivo de reducir nuestra huella de carbono así como el sector de seguridad energética, con el objetivo de utilizar una energía más limpia y más sostenible.

De acuerdo con la Agencia Internacional de Energía, AIE, el transporte es el responsable del 23% de las emisiones mundiales de Gases de Efecto Invernadero, GEI, relacionadas con la energía, y, al contrario de la tendencia que ya se observa en otros sectores, las emisiones relacionadas con este sector han seguido creciendo a un ritmo, que entre 2010 y 2015, alcanzó un 2,5% anual (IEA, 2017).

Muchos países han incluido este sector en sus NDCs, pero se estima que las medidas propuestas no son suficientemente ambiciosas para alcanzar la meta de 2ºC, y la Agencia Internacional de Energía (AIE) considera adoptar modelos de transporte más limpios clave para la descarbonización de los sistemas energéticos (IEA, 2017a y 2018).

Su adopción dentro de las políticas y los planes de mitigación del cambio climático deben considerar aspectos claves y que son condicionantes de su efectividad, como la composición del mix energético para su fabricación y uso, la disponibilidad y calidad de insumos como la electricidad y las políticas de incentivos asociadas.

En este marco, y considerando el contexto de América Latina en la búsqueda de soluciones eficientes y energéticamente limpias como parte de sus esfuerzos del combate al cambio climático, nos complace presentar el presente análisis "Posibilidades para la adopción de movilidad limpia en el sector de transporte de pasajeros en algunos países de América Latina", desarrollado por CEPAL con base en nuestro taller sobre transporte sostenible realizado en conjunto EKLA-KAS y CEPAL, al que asistieron los países de Costa Rica, México, Chile y Brasil. Es este taller, cada país presentó su situación actual y así como perspectivas con respecto al transporte de pasajeros. Se estima necesario poner a disposición de diferentes públicos, información que permita conocer las posibilidades y/o barreras para la adopción de este tipo de tecnologías en el sector de transporte de pasajeros en la región.

Los invito a disfrutar de esta lectura que se preparó con mucho esfuerzo y agradezco a cada una de las personas que fue parte de este proceso.

Nicole Stopfer
Directora
Programa Regional Seguridad Energética y Cambio Climático en América Latina (EKLA)
Konrad-Adenauer-Stiftung e.V.

Posibilidades para la adopción de movilidad limpia en el sector de transporte de pasajeros en algunos países de América Latina

I. Introducción

El propósito de este estudio es dar a conocer la situación de algunos países de América Latina (AL) en materia de transporte sostenible o sustentable, concepto que, para los fines de este documento, son utilizados como sinónimos. El estudio buscó, asimismo, considerando los avances que varios de estos países ya han demostrados, advertir las barreras y las posibilidades para la adopción de sistemas menos carbonizados más efectivos y capaces de transformar el modelo de movilidad actual, todavía esencialmente basado en vehículos livianos particulares.

Se analizaron tres medios de transporte considerados sustentables, y que son los más utilizados en la región: los sistemas de transporte del tipo buses de transito rápido, o BRT, por su sigla en inglés, los trenes subterráneos, urbanos y livianos de superficie y los vehículos de transporte de pasajeros masivo, eléctricos.

Se revisaron, además, las políticas públicas de transporte, energía y climáticas, y el rol que ha desempeñado el sector privado, buscando advertir barreras o potencialidades que permitan a los países avanzar de manera más rápida y efectiva en la adopción de un modelo de transporte más limpio.

Respecto a los medios de transporte, el mayor retraso que presenta la región tiene relación con la electromovilidad. La cantidad de vehículos eléctricos en el transporte urbano de pasajeros, en circulación, es menor a mil. Esta tendencia podría ser un reflejo de la falta de políticas públicas específicas para fomentar el cambio de combustibles en el transporte de pasajeros. La mayor parte de las iniciativas, aún están en fases preliminares o se han implementado como pilotos. Pero para beneficiarse de su potencial como reductor de emisiones, los países deberán tener en cuenta que la electricidad que alimenta sus baterías debe provenir de fuentes limpias. Los beneficios de su uso dependen directamente de la conformación del sistema energético que compone la matriz eléctrica, por lo que el aporte de este modelo de vehículos a los procesos de reducción de emisiones debe ser cuidadosamente evaluados en cada país. Mientras más limpia la matriz eléctrica, mayor el aporte de esta tecnología al combate al cambio climático.

En la mayoría de los países de Latinoamérica, todavía predominan los buses urbanos que circulan libres y que utilizan combustibles fósiles y el sistema de un bus un dueño, por lo que la flota es por lo general muy antigua. Las ventajas de este sistema, es su casi nulo costo de implementación, su flexibilidad, que los vehículos ocupan poco espacio y es muy eficiente para recorridos cortos. Sin embargo, son muy lentos para recorridos largos en grandes ciudades y en zonas suburbanas, porque deben parar a menudo, y, fuera de horarios de punta, circulan con muy pocos pasajeros, lo que, sumado a la antigüedad de la flota, incrementa aún más su ineficiencia y, además, las emisiones. Es un modelo que alienta el uso del transporte individual, incluyendo las caminatas como alternativa a su mala calidad.

En la región, sólo Chile ha avanzado en la masificación de vehículos de transporte masivo eléctricos. Este proceso, si bien ha sido desarrollado al margen de las políticas públicas de transporte vigentes, está sintonizado con las de energía, que, sí los incluyen. Su materialización está siendo realizada por el sector privado, que, a partir del desarrollo de nuevos modelos de negocio y con el apoyo del Ministerio de Transporte, transformará a la ciudad de Santiago en la primera ciudad fuera de China, que ha incorporado este tipo de vehículos en su flota, ya no de forma experimental. El potencial de reducción de emisiones de los vehículos eléctricos está directamente relacionado con su uso y en menor escala con su producción.

Donde la región se ha destacado y sigue destacando, es en la introducción de los sistemas de transporte colectivo rápidos, del tipo BRT (por su sigla en inglés), que transitan por carriles predefinidos o confinados y, en los últimos años, en la construcción y extensiones de líneas de trenes subterráneos, urbanos y livianos de superficie. Es muy probable que la adopción de los BRT como modo de transporte masivo se deba a que sus costos son mucho menores que los que utilizan rieles y para dar un ordenamiento formal al sistema. Emiten menos que los buses urbanos porque usan de manera más eficiente la energía: las paradas están a mayor distancia, mantienen una velocidad constante y circulan por zonas más densamente pobladas como los centros de las ciudades. Pero emiten más, en su ciclo de vida, que los trenes urbanos.

En algunas ciudades de la región, su implementación no produjo mejoras en la calidad del aire, tampoco ha podido revertir la tendencia creciente del uso del transporte individual. Eso se debió a diferentes factores, entre ellos, un diseño deficiente, mala elección de los corredores y retrasos en su construcción, fallas en los procesos de licitación y concesión, así como la ausencia de reformas institucionales y en el sector de los autobuses y de exigencias de mejoras en la calidad del combustible utilizado. Además, la mayor parte de estos proyectos no contemplaba objetivos de movilidad más limpia y metas ambientales. Sin embargo, en muchos casos, los usuarios se beneficiaron con menores tiempos de dislocamiento, del mejoramiento de las aceras y del entorno, de un nuevo sistema de pago electrónico, de tarifas integradas con otras modalidades de transporte, de sistemas que ofrecen información sobre la mejor combinación de rutas. También benefició el sector inmobiliario, por la revitalización de áreas urbanas.

Su implementación implicó innovaciones institucionales importantes. Se introdujeron nuevos sistemas de concesión, que permitieron incluir a los privados en la construcción y operación de las infraestructuras. Actualmente, parte importante de los sistemas asimilables a este modelo de transporte en funcionamiento en la región ha concesionado su operación.

Los trenes subterráneos, urbanos y livianos de superficie, operan mayoritariamente en las capitales y en las grandes ciudades. Conyugan las diferentes modalidades y en muchos casos, operan de forma integrada, incluyendo a los autobuses. Son considerados el medio de transporte masivo urbano más eficiente, tanto desde el punto de vista económico como de las emisiones. Aunque requiere de una infraestructura que demanda grandes cantidades de recursos iniciales y produce muchas emisiones en la etapa de construcción, en el transcurso de su vida útil, que es muy larga, ambas, aunque en diferentes plazos, pueden ser fácilmente amortizadas.

Usualmente son considerados como una herramienta muy útil para reducir emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) del sistema de transporte, pero para que este tipo de infraestructura y modo, sean un aporte efectivo, es clave dimensionar previamente la cantidad de pasajeros y los cambios modales que producirá. En su vida útil es muy sensible al potencial de la demanda inducida de cambio de kilómetros de automóvil y en la etapa de construcción, a las emisiones de los materiales y tipo de proceso utilizados. No combinar adecuadamente estos factores, puede extender este periodo en hasta tres décadas, y el sistema deja de ser un aporte a las políticas y compromisos de reducción de corto plazo. En la región, la información sobre las emisiones de la etapa de construcción no está disponible públicamente, por lo que pareciera que esta no es una práctica habitual, lo que genera incertidumbres sobre el aporte de este medio de transporte a los compromisos de reducción de emisiones. Tampoco se conoce su capacidad de cambiar modos de locomoción.

En el ámbito de las políticas públicas, si bien ha habido avances con relación a la adopción de prácticas que fomentan el transporte urbano sustentable, la falta de una definición que enmarca bajo esta visión las acciones de los países dificulta evaluar adecuadamente dichos avances. Cuando existen, por lo general, se enfocan en los aportes del sector a sus procesos de desarrollo. No consideran a las generaciones futuras, así como no integran los social, ambiental y lo económico, los tres elementos que conforman la base de la sostenibilidad. Enfatizan, que, para migrar hacia un modelo de este tipo, son

necesarias estrategias y medidas planificadas en procesos integrales. En la práctica, sin embargo, se observa una desconexión entre las políticas públicas en general y las que regulan el transporte. Si, por un lado, proponen al transporte colectivo como alternativa prioritaria, por el otro, el parque automotriz individual privado ha crecido de manera significativa en casi todos los países de la región, tendencia que, si en muchos casos, es explicado por la mala calidad de la oferta de servicios públicos, también responde a la alta gama de posibilidades que fomentan el uso de los vehículos particulares.

El sector privado, por medio de las concesiones, y ahora más recientemente, a través de nuevos modelos de negocio y su activa participación en la introducción de la electromovilidad en las flotas de transporte público, ha sido clave en los avances observados en la región. Pero la evolución y el nivel de sofisticación de los mercados de las asociación público-privada en América Latina no han sido uniformes. En algunos países, sobre todo para la construcción de infraestructura, este tipo de asociaciones es una práctica común y ha sido institucionalizada, mientras que, en otros, apenas se empieza a dibujar. Varios países recurrieron a las concesiones tanto para la modernización como la construcción de infraestructura nueva y ha incorporado al sector privado como un actor central. Este arreglo se fue convirtiendo en un mecanismo clave para atraer financiamiento e introducir a los privados en su gestión. Las carreteras fueron una de las áreas en las que hubo la mayor aplicación de este concepto de inversión, conservación y manejo de carácter gerencial de largo plazo. Las concesiones también se aplican en los sistemas de transporte público, en particular, en los de tipo BRT y en algunos trenes urbanos, tanto subterráneos como en los de superficie. En ambos casos, para su operación, con algunos ejemplos muy exitosos. Pero en otros, con deficiencias, como problemas con relación a la recaudación, debida a la evasión de pago por los usuarios, a las exenciones de ciertos grupos sociales, a las crisis económicas que han afectado al empleo y disminuido el poder de compra de los usuarios y a la menor demanda de usuarios por estos sistemas, también por cambio modal.

Para seguir avanzando hacia un modelo más sostenible de transporte público, tema abordado en el último capítulo del presente documento, es importante reconocer que no existe uno ideal. Cada ciudad debe desarrollar sus propias soluciones y buscar el sistema que se adapte mejor a sus necesidades y circunstancias y diseñar un plan a la medida que considere el entorno político, social, ambiental, económico y tecnológico, al igual que la factibilidad de su implementación. Pero, además, para enriquecer y facilitar este proceso, debe buscar conocer las experiencias de otras ciudades y compartir las propias.

De ahí que el primer paso es definir los objetivos de lo qué quiere lograr la ciudad con la implementación de un nuevo sistema de transporte y cómo llevarlos a cabo. Es fundamental establecer claramente si lo que se busca es reducir emisiones y/o la congestión vehicular, o disminuir los costos en materia de tiempo y financieros para el usuario, revitalizar áreas degradadas o abandonadas y/o ampliar el radio urbano, etc. Luego de precisar si es una simple reestructuración del sistema o una transformación completa, definir cómo se abordarán los diversos retos a ser enfrentados en el proceso: el modelo de negocios, los operadores existentes, la normativa fiscal, los instrumentos legales y políticos; además, prever eventuales cambios normativos y promover el diseño de instrumentos más adecuados al modelo propuesto. Y, sobre todo, tener claro los planteamientos de todas las políticas públicas que tienen o debieran tener injerencia en la planificación del transporte: medioambientales y climáticas, económicas, de energía, de transporte, de urbanismo y ciudades, de obras públicas, de desarrollo local y nacionales, etc.

La ciudad debe considerar las necesidades de los principales interesados para establecer los elementos estructurales que definen el sistema de transporte a ser adoptado: cómo se asignarán el servicio de transporte público y los roles y responsabilidades entre las partes interesadas. Definir estos elementos críticos permite a los tomadores de decisiones decidir sobre los factores técnicos que ayudan a estructurar los contratos de concesión, si esta es considerada la mejor alternativa para la implementación del sistema.

Este documento contempló los aportes realizados por los especialistas de diferentes países que participaron del taller sobre transporte sostenible, organizado en conjunto por la Fundación Konrad Adenauer (KAS) a través de su Programa Regional Seguridad Energética y Cambio Climático en América Latina (EKLA y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), realizado en junio de 2019 en São Paulo, Brasil. El evento tuvo como finalidad principal, ampliar el rango de conocimiento a través del intercambio de experiencias y propiciar la creación de redes, prácticas consideradas fundamentales para apalancar y acelerar los procesos de migración hacia modelos de transporte más limpios en diferentes escenarios. En este contexto, esperamos que su contenido sirva para reflexionar sobre el tema e inspire un debate informado que apoye a la región para avanzar en la búsqueda de soluciones a las materias pendientes aquí descritas.

CC BY-SA 3.0 Mariordo/ Wikimedia

II. Las distintas interpretaciones del concepto de transporte sostenible

Según el Informe Brundtland de 1987, el desarrollo, para ser sostenible[1] debe "satisfacer las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las próximas generaciones para satisfacer las suyas propias". En este marco, el Consejo de Ministros de Transportes de la Unión Europea (UE)[2] define al transporte sostenible como aquel que cumple con estos tres requisitos:

- Permite la satisfacción de las necesidades básicas de acceso y desarrollo de los individuos, de las empresas y de la sociedad de manera segura y consistente con la salud humana y el ecosistema, y que promueve la equidad con y entre generaciones sucesivas.
- Es asequible, opera de forma eficiente, ofrece diferentes opciones de modo de transporte, y constituye la base de una economía competitiva, así como de un desarrollo regional equilibrado.
- Limita las emisiones y los residuos a la capacidad del planeta para absorberlos, limita el consumo de recursos renovables por debajo o al nivel de producción de estos, utiliza recursos no-renovables por debajo o al nivel de desarrollo de sustitutos renovables, y minimiza el uso de espacio y la emisión de ruidos.

Asimismo, el Consejo de Ministros de Transportes de la UE, destaca que la integración de los aspectos ambientales y avanzar hacia un sistema de transporte sostenible puede brindar nuevas oportunidades de negocios, generar progreso social, estimular el crecimiento económico y crear nuevos empleos sin que ello implique necesariamente un crecimiento del tráfico con un aumento de los efectos negativos del transporte.

Para el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por su sigla en inglés), el transporte sostenible, derivado del concepto de desarrollo sostenible, tiene como objetivo proporcionar accesibilidad para todos para ayudar a satisfacer las necesidades diarias básicas de movilidad compatibles con la salud humana y del ecosistema, pero restringiendo emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), por ejemplo, desvinculando la movilidad de la dependencia del petróleo y uso de vehículos de transporte livianos (IPCC, 2014).

Para el World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) la movilidad sostenible es aquella capaz de satisfacer las necesidades de la sociedad de moverse libremente, acceder, comunicar, comercializar y establecer relaciones sin sacrificar otros valores humanos o ecológicos básicos actuales o en el futuro (WBCSD, 2004).

Aplicadas a la movilidad urbana, para las dimensiones consideradas por el Sustainable Mobility Project (SMP2.0) del WBCSD (2018), la definición del concepto de movilidad sostenible se dibuja en función de las comúnmente utilizadas en la sostenibilidad: planeta, personas y prosperidad (o ganancia). En este sentido, considera tres dimensiones: el entorno global (G), la calidad de vida (Q) y el éxito económico (E) y una cuarta, el desempeño del sistema de transporte, que incide y podría tener consecuencias para la entrada o salida del sistema de movilidad en las tres dimensiones de la sostenibilidad.

Como entorno global se refiere a los impactos de la movilidad que ocurren más allá de los límites de la ciudad, y se centra en aspectos ambientales a largo plazo como el cambio climático. La calidad de vida se refiere a la ciudad o escala local y a corto plazo (impactos directos) en aspectos sociales de la vida urbana como la salud o la seguridad. El éxito económico alude a los aspectos económicos de la ciudad como las finanzas públicas relacionadas con la movilidad (WBCSD, 2018).

1. Para fines de este documento, las expresiones sostenible y sustentable son consideradas sinónimos.

2. Unión Europea. Sesión nº 2.340 del Consejo - TRANSPORTE/TELECOMUNICACIONES - Luxemburgo, 4 y 5 de abril de 2001. En http://europa.eu/rapid/press-release_PRES-01-131es.htm

CC Credito

Para el SMP2.0, si, por un lado, la movilidad impacta el éxito económico, la calidad de vida en las ciudades y el medio ambiente global, por el otro, solo puede funcionar en función de algunos recursos, tanto a escala global como local: por ejemplo, la energía afecta al medio ambiente mundial, las finanzas públicas afectan el éxito económico y la diversidad de funciones espaciales afecta la calidad de vida. Así, las tres dimensiones de la sostenibilidad se refieren a los impactos y al uso de recursos causados por la movilidad urbana (WBCSD, 2018).

En los países de América Latina, si bien se observan avances con relación a la adopción de prácticas que fomentan el transporte urbano según los preceptos de la sostenibilidad, sólo algunos han propuesto una definición que enmarca bajo esta visión sus acciones. Pero estas definiciones, como se podrá observar a continuación, por lo general, están más bien enfocadas a los aportes del sector a sus procesos -usuales- de desarrollo. No consideran a las generaciones futuras tampoco integran los tres elementos que conforman la base de la sostenibilidad.

En el marco del Programa EUROCLIMA+, para el componente de Movilidad Urbana[3] "la movilidad sostenible describe la orientación del transporte urbano a la meta de políticas, regulación, planificación, financiación, servicios e infraestructura social y ambientalmente consciente y responsable, buscando promover el desarrollo de ciudades vivibles, seguras, inclusivas y hacia una reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y la resiliencia climática".

Es un programa regional de la Unión Europea (UE) que tiene como objetivo general, contribuir a la sostenibilidad ambiental y el desarrollo resiliente al cambio climático en América Latina. Concretamente, EUROCLIMA+ ayudará a los países en la implementación de los compromisos adquiridos en el Acuerdo de Paris y sus Contribuciones Nacionalmente Determinadas, CND o NDC, por su sigla en inglés.

En la Argentina, en enero de 2019, la Provincia de Santa Fe, publicó en el Boletín Oficial, la Ley de Política de Movilidad Sustentable (Ley 13.857[4]), que tiene por "objeto promover el desarrollo de una política de movilidad sustentable que propenda a facilitar la accesibilidad y transitabilidad urbana e interurbana con el menor perjuicio ambiental y social posible", define la movilidad sustentable como "aquella que se satisface en un tiempo y con un costo razonable, en condiciones de seguridad adecuadas, que minimiza los efectos negativos sobre el entorno, el medio ambiente, la salud y la calidad de vida de las personas".

A nivel nacional si bien el gobierno argentino no ha definido un marco conceptual específico, existen algunas iniciativas que alientan la adopción de modelos de transporte sustentable y que establecen los lineamientos a ser considerados en su ejecución. Este es el caso de la Resolución E3/2016[5], de la Secretaria de Planificación del Transporte del Ministerio de Transporte, de 2016, que establece que "en caso de requerirlo la Subsecretaría de Movilidad Urbana, los municipios deberán suscribir el Convenio Marco de Cooperación en Movilidad Urbana Sustentable", que en su punto IV, donde se establecen los compromisos, indica que: "las partes se comprometen a que todo programa, proyecto y acción que realicen dentro del marco del presente Convenio, respete y contribuya a fomentar, desarrollar e instalar la política pública de Movilidad Urbana Sustentable, sobre la base de una planificación integrada entre el transporte y el uso del suelo, de acuerdo con los lineamientos enunciados a continuación:

3. Programa EUROCLIMA+. Componente Movilidad Urbana. Convocatoria de Propuestas – Políticas y Programas Nacionales de Movilidad Urbana (NUMP) Versión final - noviembre 2017 En https://eeas.europa.eu/sites/eeas/files/ec_movilidad_urbana_convocatoria_nivel_nacional_nump_final.pdf

4. Ley 13.857 – Ley de política de movilidad sustentable. En http://argentinambiental.com/legislacion/santa-fe/ley-13857-ley-politica-movilidad-sustentable/

5. Ministerio de Transporte, 2016. Resolución E3/2016, de la Secretaria de Planificación del Transporte del Ministerio de Transporte. En https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-3-2016-263986/actualizacion

1. Jerarquizar la red vial con prioridad para el transporte público;

2. Promover el uso de modos de transporte no motorizados;

3. Alentar medidas que contribuyan a acrecentar la educación en seguridad vial;

4. Propiciar la sostenibilidad del sistema en sus aspectos económicos - financieros y urbano ambientales con la creación de 'Fondos de Movilidad Sustentable".

Mediante la Decisión Administrativa N 212/16[6], el Estado argentino aprobó la estructura organizativa del primer nivel operativo del Ministerio de Transporte y creó la Secretaria de Planificación de Transporte, y dentro de esta, la Dirección Nacional de Transporte Urbano Sustentable. Entre las acciones a ser desarrolladas por esta dirección, determinó cinco específicas, enfocadas a la infraestructura sustentable, sin embargo, no declaró el concepto e indicadores bajo el cual se evaluarán las acciones propuestas, y presentadas en la Decisión Administrativa:

- Priorizar proyectos relativos a políticas públicas de proyectos de infraestructura vial sustentable.
- Participar en la obtención de financiamiento para proyectos de infraestructura vial sustentable.
- Realizar el monitoreo y evaluación de proyectos de infraestructura vial sustentable.
- Informar al Director Nacional sobre la marcha de los proyectos de infraestructura vial sustentable
- Participar, a solicitud de la Dirección Nacional, en reuniones y eventos en los que se analicen cuestiones inherentes a proyectos de infraestructura vial sustentable.

En Brasil, en 2004, en el "Caderno MCidades Mobilidade Urbana", publicado en el marco de los Cadernos MCidades (Ministério das Cidades, 2004), una serie de documentos elaborados para "construir la política de desarrollo nacional y promover el debate de las políticas y propuestas formuladas", la movilidad urbana sustentable se definió como "el resultado de un conjunto de políticas de transporte y circulación que busca proporcionar el acceso amplio y democrático del espacio urbano, por medio de la priorización de modos no motorizados y colectivos de transporte, de forma efectiva, que no genere segregaciones espaciales, socialmente inclusiva y ecológicamente sustentable. Su base son las personas y no los vehículos". Este Caderno buscaba apoyar la construcción de una política nacional de movilidad urbana sustentable, que finalmente cuando fue dictada en 2012, desechó el término sustentable.

La Ley Nº 12.587[7], de enero de 2012, que instituyó las directrices de la Política Nacional de Movilidad Urbana, no menciona de forma específica el transporte sostenible, aunque se fundamentó en el concepto propuesto en el Caderno de 2004. Entre sus principios, contempla el desarrollo sustentable de las ciudades, en las dimensiones socioeconómicas y sociales, pero no hace referencia a las generaciones futuras. Tampoco se refiere a estas en sus objetivos, que, entre otros, contempla "promover el desarrollo sustentable con la mitigación de los costos ambientales y socioeconómicos de los dislocamientos de personas y cargas en las ciudades". Entre sus directrices, plantea: la mitigación de los costos ambientales, sociales y económicos de los dislocamientos de personas y de las cargas en la ciudad; incentivo al desarrollo científico-tecnológico y al uso de energías renovables y menos contaminantes y la priorización de proyectos de transporte público colectivo estructuradores del territorio e inductores del desarrollo urbano integrado.

La Ley brasilera, prioriza los modos de transportes no motorizados sobre los motorizados y los servicios de transporte público colectivo sobre el transporte individual motorizado.

Chile, en su Política Nacional de Transportes de 2013, no hace referencia al tema del transporte sostenible. Entre sus principios, aunque menciona el medio ambiente, sólo lo considera en el marco de los planes de descontaminación. De manera específica, en el punto 3.12.6, establece que "teniendo

6. Ministerio de Transporte, 2016. Resolución 424 - E/2016. En https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/153603/20161109

7. Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm

en cuenta la integralidad que requiere el tratamiento del transporte, la ciudad y el medio ambiente, se incorporará en los planes maestros de transporte urbano acciones que permitan alcanzar los índices de calidad del aire que establezca el Ministerio del Medio Ambiente y se asegurará que los lineamientos generales y recomendaciones sean incluidos" (MTT, 2013).

La política chilena apunta a impulsar el desarrollo económico y social del país. El impulso al desarrollo económico se centra en la infraestructura y la eficiencia de las cadenas logísticas, mientras que para el desarrollo social se enfoca en la movilidad de las personas y promueve estándares mínimos de calidad y eficiencia del transporte urbano[8].

En Colombia, en 2003, fue aprobada por el Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES), la Política Nacional de Transporte Urbano y Masivo, PNTUM (DNP, 2003), que, según Gómez (2010), nació como una respuesta del gobierno a los problemas en la operación y los impactos adversos sobre el medio ambiente urbano, identificados en diferentes estudios de diagnóstico sobre el transporte público tradicional.

La PNTUM se propone a "impulsar la implementación sistemas integrados de transporte masivo –SITM– en las grandes ciudades del país y fortalecer la capacidad institucional para planear y gestionar el tráfico y transporte en las demás ciudades, con el propósito de incrementar su calidad de vida y productividad, e impulsar procesos integrales de desarrollo urbano, dentro de un marco de eficiencia fiscal que promueva nuevos espacios para la participación del sector privado en el desarrollo y operación del transporte urbano de pasajeros" (DNP, 2003).

La Política Nacional de Desarrollo Urbano 2018-2030 de Costa Rica, en el eje 2, sobre movilidad y transporte como estructurantes de la ciudad, contempla "procurar que la movilidad y el transporte sean seguros, eficientes y sostenibles, considerando la estructura y el funcionamiento de los asentamientos humanos del país y permitiendo la creación y acceso a las oportunidades que las áreas urbanas generan (empleo, servicios, comercio, recreación y cultura)" (Consejo Nacional de Planificación Urbana, 2018). Entre los lineamientos de este eje, explicita el transporte sostenible, y establece que las instituciones competentes deberán:

> **1.** Apoyar la implementación de las acciones del Plan Nacional de Transportes 2011-2035 que, mediante el uso de análisis adicionales, sean validadas y priorizadas por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes, MOPT.
>
> **2.** Apuntar al desarrollo de proyectos que mejoren la infraestructura para la movilidad intermodal con preferencia para los modos de transporte sostenibles.
>
> **3.** Priorizar el transporte público masivo de pasajeros (buses y trenes).
>
> **4.** Promover la movilidad no motorizada.
>
> **5.** Promover el uso de tecnologías limpias y el uso de los avances tecnológicos, especialmente para el transporte de pasajeros, en beneficio del medio ambiente y el usuario final.

El Plan Nacional de Transportes 2011-2035 (MOPT, 2011), plantea una visión integrada del sistema de transportes en 2035, orientada a la consecución de las siguientes metas:

- Proporcionar a los ciudadanos del país un sistema de transportes único que integre a cada uno de los distintos modos que lo conforman, para facilitar el acceso a la red y la movilidad de las personas y de las mercancías. Esta meta implica que cualquier actuación en materia de transportes deberá partir desde la globalidad del sistema y no desde estrategias aisladas.

8. De acuerdo con lo publicado en el Observatorio Regional de Transporte de Carga y Logística, de la División de Transporte del Departamento de Infraestructura y Medio Ambiente del Banco Interamericano de Desarrollo, en Chile: Política Nacional de Transportes. En http://logisticsportal.iadb.org/node/2425

- Disponer de un sistema de transporte orientado a la facilitación del comercio, de forma que constituya una herramienta, no solo para la actividad económica y productiva del país, sino para potenciar la integración de Costa Rica en el mercado internacional a través de la mejora de sus exportaciones.
- Asegurar la sostenibilidad del sistema de transportes como vía de minimizar su impacto en el ambiente, potenciando la imagen del país como destino privilegiado para actividades de turismo y especialmente de ecoturismo. Se trata de contribuir a que Costa Rica continúe a la vanguardia del turismo mundial, proporcionando a los visitantes un entorno inigualable y una red de transportes que les permita acceder de forma rápida y eficiente a cada uno de los destinos del país.

En México, de acuerdo con la Comisión Ambiental de la Megalópolis[9], "la movilidad sustentable es un modelo de traslado saludable de bajo consumo de carbono que prioriza el elevar la calidad de vida urbana y el bienestar colectivo, así como la creación espacios públicos confortables que favorezcan la convivencia ciudadana. Busca proteger a los colectivos más vulnerables –peatones, ciclistas o personas con movilidad reducida–, dar valor al tiempo empleado en los desplazamientos, internalizar los costes socioeconómicos de cada medio de locomoción y/o garantizar el acceso universal de todos los ciudadanos a los lugares públicos y equipamientos en transporte público colectivo o en medios no motorizados" (SEMARNAT, 2018).

Para la Estrategia Nacional de Movilidad Urbana Sustentable de México (Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014), "la movilidad urbana sustentable se refiere a aquellos desplazamientos multimodales, seguros y eficientes que propician la reducción del uso de vehículos particulares motorizados y se realizan en condiciones de equidad, tanto en las vialidades como en el espacio público de un área urbana consolidada. Los proyectos para la movilidad urbana sustentable deben facilitar el acceso de las personas a los bienes, servicios y equipamientos urbanos; y mejorar su calidad de vida al elevar la productividad de la ciudad, reducir las emisiones de gases efecto invernadero a favor del medio ambiente y facilitar la adaptación de sus habitantes ante el cambio climático".

La Política Nacional de Transporte Urbano (PNTU), de Perú, de marzo de 2019, define a la movilidad urbana sostenible como "el conjunto de estrategias y medidas planificadas destinadas a recuperar la calidad del espacio urbano y mejorar el desplazamiento de personas y mercancías (logística urbana), favoreciendo los modelos de transporte que menos recursos naturales consumen y menos costos provocan" (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2019).

Entre los objetivos prioritarios, la PNTU considera que el sistema de transporte propenderá e incentivará el uso de combustibles y tecnologías limpias y bajas en carbono en la operación de los vehículos. Y que el sistema de cada ciudad deberá ser ambientalmente sostenible, social y en lo posible, económicamente rentable, considerando todos los costos, externalidades y beneficios sociales, ambientales, de salud y seguridad pública (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2019).

9. Comisión Ambiental de la Megalópolis ¿Qué es la movilidad sustentable? En el blog publicado en https://www.gob.mx/comisionambiental/articulos/que-es-la-movilidad-sustentable?idiom=es

Posibilidades para la adopción de movilidad limpia en el sector de transporte de pasajeros en algunos países de América Latina

III. **Medios sostenibles de transporte público de pasajeros**

Por lo general, las estrategias para migrar hacia un modelo de transporte urbano de bajo carbono contemplan medidas destinadas a evitar, dislocar y mejorar las actividades relacionadas con el transporte:

- Evitar busca reducir la necesidad y el tiempo de los viajes, por ejemplo, a través de la planificación del uso del suelo para crear ciudades compactas que aproximan a las personas de sus actividades laborales o de placer, evitando la necesidad de locomoción o reduciéndola al máximo.
- Las estrategias de dislocamiento incentivan el cambio de uso modal y la migración hacia el transporte colectivo, las caminatas o el uso de bicicletas o patinetas, facilitando y buscando que estas formas de locomoción sean más convenientes.
- Mejorar tiene como objetivo optimizar la eficiencia de los vehículos y hacer con que la infraestructura de transporte sea más eficiente, por ejemplo, a través de incentivos y mandatos de vehículos limpios que induzcan a los consumidores a comprar vehículos híbridos o eléctricos, incluyendo los incentivos para la construcción de la respectiva infraestructura considerando su disponibilidad y facilidad de acceso.

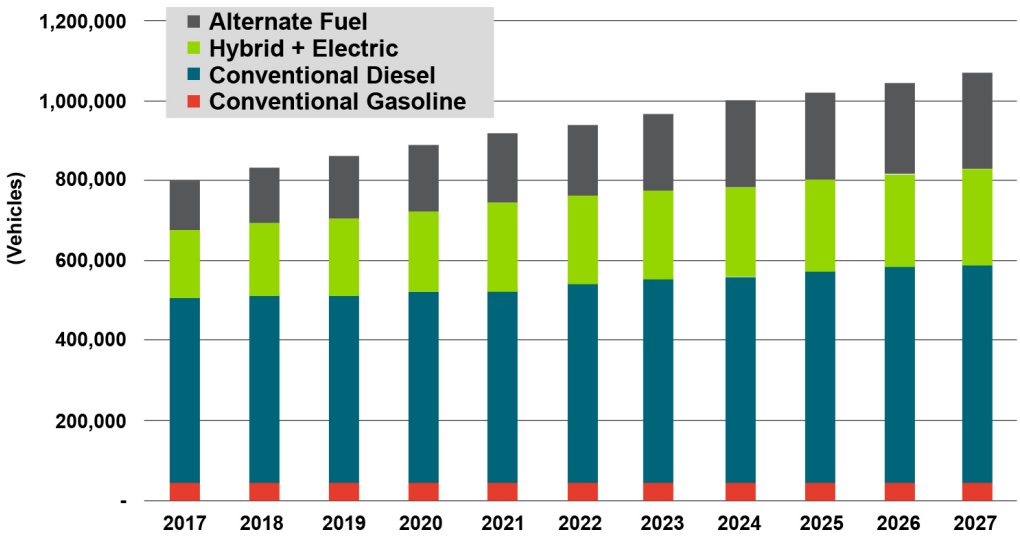
Estas estrategias han sido adoptadas por los países con diferencias y particularidades según las respectivas realidades e intereses, y de acuerdo con su grado de involucramiento en el combate al cambio climático. Pero por lo general, el transporte masivo de pasajeros no ha sido todavía sujeto de políticas específicas dirigidas a fomentar prácticas que propendan a mejorar su desempeño ambiental y la implementación de nuevas tecnologías. Esta falta de políticas se ve reflejada en el comportamiento del mercado mundial de vehículos de transporte colectivo, donde se observa un estancamiento e inclusive disminución. La mayoría de los países ha centrado sus iniciativas en la provisión de infraestructura y en replicar modelos basados en los combustibles fósiles, aunque en algunos casos, buscando que estos sean más limpios desde el punto de vista de la calidad de sus emisiones.

En los países de la UE, el foco está en la migración hacia combustibles limpios y hacia un modelo de transporte con cero emisiones, con un fuerte impulso hacia la electrificación del transporte individual y el incremento del uso de trenes. En los Estados Unidos de Norteamérica, el foco está puesto en el aumento de la eficiencia de los motores a combustión y en la adopción de la electromovilidad, también con foco en los automóviles.

En los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, OCDE, u OECD, por su sigla en inglés, según los datos reportados por el SLoCaT (2018), las actividades relacionadas con el transporte público de pasajeros (autobuses y ferrocarriles) se han estabilizado a niveles de 2000, y no han aumentado en la última década a pesar de las políticas e inversiones de apoyo existentes. Ya en los países que no pertenecen a la Organización, aunque la cantidad absoluta de pasajeros del transporte público se ha duplicado desde los niveles de 2000, las actividades relacionadas no han acompañado el ritmo de crecimiento de la población urbana, y registran un descenso *per cápita*. Entre los años 2000 y 2017, la población urbana creció 55%, y la cantidad de pasajeros por kilómetro, 169%, lo que ha producido un explosivo crecimiento de la tasa de motorización en todo el mundo.

De acuerdo con el informe publicado por Navigant Research, que analizó el mercado mundial de autobuses de servicio medianos y pesados y proyectó su comportamiento para los próximos diez años, la participación del diésel disminuirá del 58% al 51%, y la de los híbridos y eléctricos, a una tasa de crecimiento anual compuesta (*compound annual growth rate*, CAGR) de 2,9%, pasará del 21% al 22% para 2027 (Roberts, 2018). En la figura 1, se pueden observar las proyecciones de crecimiento de la flota de buses limpios en el mundo, de acuerdo con este informe del Navigant Research de 2017.

Figura 1. Proyecciones de crecimiento de las ventas de buses limpios en el mundo, según combustible: 2017-2027



Fuente: Roberts, 2018

Según Roberts (2018), los analistas de Freedonia Group, que son más optimistas, proyectan que los híbridos y los eléctricos alcanzarán el 22% para 2021. El P&S Market Research proyecta una CAGR de 3,5%. Y todos están de acuerdo en que el crecimiento del no-diésel será más rápido en el mundo en desarrollo, especialmente en China e India, donde los problemas de contaminación del aire son significativos y exigen una rápida solución. Además, China concentra a los principales fabricantes de este tipo de vehículos, lo que favorece su adopción.

Bloomberg proyecta que, en 2040, podría haber 2,3 millones de buses eléctricos circulando en el mundo y que el 80% de la flota municipal sea eléctrica para aquella fecha. Para 2030, estima que el 84% de las ventas de buses municipales sean eléctricas, y que estas ventas seguirán siendo lideradas por China. (Bloomberg New Energy Finance, 2018a).

Pero aun frente a estos posibles avances, el transporte colectivo todavía seguirá dominado por los vehículos movidos a diésel, y, pareciera que hay consenso entre diferentes analistas que si bien las ventas de los autobuses no-diésel crecerán mucho más rápido que las de los diéseles, en números absolutos este seguirá siendo el combustible que predomine, y los vehículos limpios seguirán siendo marginales en la próxima década. En 2018, había menos de 500 mil buses eléctricos circulando en el mundo y representaban solo el 17% de la flota (IEA, 2019). Y aunque entre 2017 y 2018, el stock creció 25%, la venta de vehículos livianos creció un 65%, y la de los buses otra vez se redujo. De esta vez, la queda fue de un 13% entre ambos años, desde 106 mil a 92 mil. Si bien con menor intensidad, esta tendencia a la baja se viene observando desde 2017, cuando el mercado chino, mayor productor y consumidor de autobuses eléctricos en el mundo, vendió 106 mil vehículos, cantidad un 20% menor que la comercializada en 2016, que alcanzó 132 mil (IEA, 2018). La caída en las ventas observada en 2017 se explica por la divulgación, por parte del Estado chino, de que, en 2018, los subsidios para este sector se reducirían significativamente, lo que generó un gran aumento de la demanda al final del año anterior. China concentra el 99% del stock de buses eléctricos en circulación en el mundo.

En América Latina y el Caribe, la creciente concentración de la población en las zonas urbanas, la mayor de todos los continentes es el motor principal que impulsa la demanda de transporte (y en muchos casos la congestión y las emisiones urbanas, en combinación con el aumento de las tasas de motorización).

Pero pese a que las emisiones *per cápita* de este sector han aumentado, la tendencia ha sido la provisión de alternativas que emiten menos, como los sistemas de buses de tránsito rápido de tipo BRT (Bus Rapid Transit) y los trenes subterráneos -metros- y urbanos, la mejora de los combustibles fósiles, la aplicación de impuestos al carbono, y, más recientemente, las políticas de fomento para la adopción de alternativas como las bicicletas y la electromovilidad. Sin embargo, en este último caso, más enfocadas al transporte individual. Pero no hay evidencia que estas medidas hayan surgido como una forma de descarbonización del sistema, sino, que estarían más asociado a las necesidades urgentes de mejorar su cobertura y eficiencia y reducir costos.

Así como en los países de la OECD, en la región, la tasa de motorización se incrementó de manera significativa en los últimos años. De acuerdo con los datos de CepalStat[10], la cantidad de vehículos por cada mil habitantes que, en 2005, era de 128, en 2015, alcanzó 201, mucho más intensa que la tendencia mundial, donde saltó de 136 a 173 (SLoCaT, 2018). El cuadro 1, da cuenta de la evolución de la tasa de motorización de algunos países de la región latinoamericana y caribeña (ALC).

Cuadro 1. Número de vehículos por cada 1.000 habitantes. Evolución entre 2005 y 2015 en 28 países de América Latina y el Caribe

País	2005	2010	2015
Argentina	179,42	245,94	317,25
Bahamas	349,28	343,65	336,06
Barbados	321,16	354,12	387,03
Belice	95,31	90,17	139,16
Bolivia	40,85	54,48	71,71
Brasil	123,05	161,98	205,74
Chile	148,31	186,38	248,09
Colombia	66,60	86,00	110,56
Costa Rica	148,69	183,94	223,28
Cuba	36,33	38,37	42,03
Ecuador	90,28	113,16	140,44
El Salvador	29,75	32,89	41,28
Guatemala	71,10	102,92	116,99
Haití	7,87	7,28	7,44
Honduras	15,95	15,67	18,15
Jamaica	56,11	60,70	66,16
México	200,64	262,03	299,76
Nicaragua	46,31	67,78	78,88
Panamá	98,71	121,08	172,39
Paraguay	70,40	87,02	98,34
Perú	49,97	60,59	77,89
Puerto Rico	616,40	665,95	903,71
República Dominicana	109,11	134,85	152,94
Surinam	191,40	291,96	348,87
Trinidad y Tobago	270,64	271,82	291,89
Uruguay	159,68	201,14	279,86
Venezuela	124,18	171,85	147,61
América Latina y el Caribe	127,68	166,11	200,86

Fuente: CepalStat, 2019.

10. Disponible en https://cepalstat-prod.cepal.org/cepalstat/tabulador/ConsultaIntegrada.asp?IdAplicacion=22&idTema=707&idIndicador=3384&idioma=e

Con relación al transporte de pasajeros, aunque se observan algunos esfuerzos para aumentar la participación de energías renovables en este sector, y que algunos países han lanzado iniciativas para estimular la movilidad de bajo carbono a través de su electrificación, la movilidad urbana colectiva depende todavía, básicamente de combustibles fósiles, es tecnológicamente obsoleta y energéticamente ineficiente.

Según la tecnología, las estrategias más comunes adoptadas en la región, que podrían considerarse que se acercan a lo que se estima caracteriza al transporte sostenible, han sido básicamente tres: los sistemas del tipo buses de tránsito rápido o BRT, los trenes urbanos, subterráneos o de superficie y los buses eléctricos.

A. Tres medios de transporte público sostenibles en uso en América Latina

Desde el punto de vista técnico y operacional, como transporte público sostenible o limpio, se consideran a los medios de transporte que utilizan combustibles limpios, con cero o bajas emisiones de gases de efecto invernadero y otras emisiones que impactan negativamente al medio ambiente y la calidad de vida de las personas. Dentro de esta categoría se incluyen también a los medios de transporte que, aunque no utilizan este tipo de combustibles, o que dependen de matrices eléctricas sucias, tienen bajas emisiones *per cápita*, por ejemplo, porque circulan por carriles segregados y tienen gran capacidad para mover pasajeros, como los sistemas de buses rápidos, los metros y trenes urbanos e interurbanos, entendiendo que estos son energéticamente más eficientes y a consecuencia, emiten menos que los modelos convencionales. Además, como medios sostenibles, se consideran a los buses eléctricos, pero tomando en cuenta la conformación de la matriz eléctrica que los alimenta.

La Directiva Europea relativa a la Promoción de Vehículos de Transporte por Carretera Limpios y Energéticamente Eficientes (Directive 2009/33/EU[11]), que tiene como objetivo ampliar la introducción al mercado de vehículos amigables con el medio ambiente, exige que los impactos energéticos y ambientales relacionados con la operación de los vehículos durante toda su vida útil sean considerados en las decisiones de compra, especialmente en las del sistema público. Estos impactos incluirán al menos el consumo de energía, las emisiones de CO_2 y las emisiones de los contaminantes regulados como los óxidos de nitrógeno (NOx), hidrocarburos no metano (NMHC, por su sigla en inglés) y partículas. Los compradores también pueden considerar otros impactos ambientales. Para mejorar la calidad del aire, los vehículos limpios deberían tener un mejor desempeño en comparación con los requisitos mínimos para los NOx y para las partículas ultrafinas.

Para la Directiva Europea, los vehículos pesados se definen como limpios según los combustibles alternativos utilizados: electricidad[12], hidrógeno, gas natural incluido el biometano, en forma gaseosa (gas natural comprimido, GNC) y en forma licuada (gas natural licuado, GNL), biocombustibles líquidos, combustibles sintéticos o parafínicos, y, si bien es posible que esos combustibles contengan aditivos, como es el caso, por ejemplo, del combustible a base de etanol para motores diésel adaptados (ED95), estos no deben mezclarse con combustibles fósiles.

En las políticas de transporte de los países latinoamericanos, por lo general, no se especifican los criterios que caracterizan este tipo de transporte desde el punto de vista de los combustibles utilizados

11. Texto adoptado en abril de 2019. En http://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-8-2019-0427_EN.html#title1

12. A condición de que la electricidad se utilice para una parte importante del funcionamiento del vehículo.

para su operación o modelo de operación. En el caso de Brasil, Colombia, Costa Rica, México y Perú, descritos a continuación, las menciones son más bien genéricas.

En Brasil, la Política Nacional de Movilidad Urbana, incluye entre sus directrices el "incentivo al desarrollo científico-tecnológico y de uso de energías renovables y menos contaminantes" (Ministério das Cidades, 2013).

En Colombia, la Política Nacional de Transporte Urbano y Masivo, PNTUM, considera como una forma de lograr la diminución efectiva de los contaminantes, en las ciudades con más de 600 mil habitantes, que "la Nación incentivará el uso de combustibles limpios, como el gas natural o el diésel con contenido de azufre menor a 500ppm para la operación de los SITM" (DNP, 2003),

La Política Nacional de Desarrollo Urbano 2018-2030, de Costa Rica, entre los lineamientos del eje sobre movilidad y transporte como estructurantes de la ciudad, contempla que las instituciones competentes deberán promover el uso de tecnologías limpias y de los avances tecnológicos, especialmente para el transporte de pasajeros, en beneficio del medio ambiente y el usuario final (Consejo Nacional de Planificación Urbana, 2018).

La Estrategia Nacional de Movilidad Urbana Sustentable de México, se centra en la construcción de infraestructura vial urbana que mejore la calidad de vida, eleve la productividad, reduzca las emisiones de gases de efecto invernadero y facilite la adaptación de los habitantes ante el cambio climático (Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014).

En Perú, la Política Nacional de Transporte Urbano, PNTU, entre sus objetivos prioritarios, considera que el sistema de transporte propenderá e incentivará el uso de combustibles y tecnologías limpias y bajas en carbono en la operación de los vehículos. Y que los sistemas de transporte urbano deberán ser bajos en emisiones de GEI, y que se fomentará el uso de vehículos con alta eficiencia energética y baja contaminación ambiental, y la renovación del parque vehicular hacia tecnologías más modernas y eficientes (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2019).

En la Política Sectorial de Transporte y Comunicaciones, enmarcada en la PNTU de Perú, se plantea entre sus lineamientos "promover el uso de energía limpia y otros mecanismos de mitigación en todos los modos de transporte", pero no hay referencias específicas al tipo de energía (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2019).

En el marco del presente documento, como transporte sostenible, se consideran los medios que utilizan combustibles más limpios, que circulan por carriles segregados, como los sistemas de buses rápidos y los trenes subterráneos, urbanos y livianos de superficie, entendiendo que estos, dado su forma de transitar, son más eficientes desde el punto de vista energético y a consecuencia, emiten menos gases de efecto invernadero y otros contaminantes que los modelos no sujetos a rutas específicas. Además, como medios sostenibles, se consideraron los buses eléctricos.

1. Sistemas de buses de transito rápido o Bus Rapid Transit (BRT)

En los últimos 10 años, los países de América Latina y el Caribe han agregado más de 1.200 km transporte de pasajeros de tránsito rápido, de los cuales, el 78% fueron del tipo BRT. En la región, líder en el mundo en la implementación de este tipo de sistemas, a finales de 2018, operaban en 55 ciudades, totalizando de 1.816 km que representan aproximadamente un tercio de los totales globales operados por este tipo de sistema. Transporta diariamente cerca de 21 millones de personas, lo que equivale al 62% de todos los pasajeros que utilizan este tipo de transporte en el mundo (Véase cuadro 2).

Cuadro 2. Sistemas BRT en el mundo

Regiones	Pasajeros/día	Números de ciudades	Largo (km)
América Latina y el Caribe	20.861.780	55	1.816
Oceanía	436.200	4	96
Europa	1.613.580	44	875
Norte América	912.598	19	588
Asia	9.471.593	44	1.624
África	491.578	5	131
Total	**33.787.329**	**171**	**5.130**

Fuente: elaboración propia en base a los datos publicados por Global BRT data, disponible en https://brtdata.org/location/latin_america/?lang=pt

Antes de 1990, habían sido implementados en ocho ciudades. Su aparición en la región data de 1972, con la experiencia pionera de Curitiba, en el sur de Brasil. Le sigue el de Lima, en Perú y más de veinte años después, en 1995, se construye el primer ramal de la ciudad de Quito, en Ecuador. Actualmente, Brasil concentra la mayor cantidad (véase cuadro 3).

Cuadro 3. Sistemas BRT en operación en América Latina y el Caribe

Países	Pasajeros/día	Números de ciudades	Largo (km)
Argentina	1.717.000	3	76
Brasil	10.681.654	21	765
Chile	476.800	2	105
Colombia	3.071.541	7	225
Ecuador	1.055.000	2	117
El Salvador	27.000	1	6
Guatemala	210.000	1	24
México	2.652.204	11	394
Panamá	s/d	1	5
Perú	704.803	1	26
Trinidad y Tobago	s/d	1	25
Uruguay	25.000	1	6
Venezuela	240.778	3	42
Total	**20.861.780**	**55**	**1.816**

Fuente: elaboración propia en base a los datos publicados por Global BRT data, disponible en https://brtdata.org/location/latin_america/?lang=pt

Los BRT nacen como una alternativa barata a los trenes urbanos ligeros. Y su principal diferencia, es el tipo de combustible utilizado. Mientras los BRT, por lo general ocupan el diésel, los trenes ligeros, usan la electricidad. Son menos flexibles y dependen de infraestructuras específicas. Son intensivos en el uso de bienes raíces por pasajero y requieren una gran inversión inicial y recursos adicionales para su operación.

Tienen más capacidad que los buses urbanos, pero su alcance se restringe a distancias cortas, dentro del radio urbano. Emiten menos que estos buses, porque usan de manera más eficiente la energía: las paradas están a mayor distancia y no dependen del flujo del tránsito, por lo que mantienen una velocidad constante. Al ser gestionados por empresas y debido a las exigencias de los procesos licitatorios que por lo general regula su operación, los vehículos son significativamente más nuevos y energéticamente más eficientes que los buses que circulan fuera de estos sistemas.

Desde el punto de vista técnico la innovación que trae el BRT radica en la jerarquización del modo vial tradicional. El sistema se caracteriza por:

- Utilización de buses de gran capacidad y múltiples puertas.
- Acceso al servicio en estaciones dedicadas a nivel, donde se paga antes de abordar.
- Control centralizado, habilitando el uso de tecnologías de monitoreo e información permanente a los pasajeros.

Su rasgo esencial, consiste en facilitar la racionalización del espacio vial urbano, a través de la reserva de carriles de circulación a lo largo de ejes troncales, con un alivio inmediato de la congestión del tráfico y de las emisiones (Lupano y Sánchez, 2009).

Según Lupano y Sánchez (2009) y BID (2015), la construcción de las estaciones y de los carriles requiere tiempo y montos de capital sensiblemente inferiores a los exigidos por los modos guiados a través de rieles. Estos costos varían según las características del sistema, incluso dentro de la misma tecnología. Los metros son los más caros. Pueden necesitar entre diez y cien veces más capital que un BRT, cuyos costos fluctúan entre 2,4-3,5 millones de dólares por kilómetro cuando solo se necesitan mejoras físicas menores, y de 3,8-12,5 millones de dólares por kilómetro cuando deben construirse las vías. Los costos de operación también son ostensiblemente menores que los de metro. Esa menor exigencia de inversión permite la utilización de esquemas de concesiones privadas para la construcción y operación, sin o minimizando la necesidad de subsidios públicos. Ello facilita incorporar a los operadores de transporte previamente existentes.

Para Lupano y Sánchez (2009), la instalación de sistemas BRT en América Latina obedeció en muchos casos a un concepto de integración de las redes modales (sistema integrado de transporte masivo, SITM), incluso en mayor medida que los sistemas similares construidos en otras regiones del mundo. Nasce como una respuesta a las políticas adoptadas en los 90, que llevó a que las principales ciudades de la región emprendieron grandes programas de construcción de autopistas urbanas, que condujeron a una significativa ampliación de la capacidad y a rediseños y mejoras en la geometría de accesos y avenidas. En varios casos estos programas implicaron innovaciones institucionales importantes, ya que introdujeron nuevos sistemas de concesión privada para la construcción y operación de las infraestructuras. El establecimiento de peajes viales para recuperar las inversiones supuso una transformación importante en los esquemas de financiamiento tradicionales. Sin embargo, estas políticas no lograron los efectos esperados, y al cabo de unos años, se reiteraron los problemas iniciales, lo que demostró que dichos programas no suponían una solución perdurable para las dificultades de movilidad urbana.

La experiencia de los sistemas BRT en la región, demuestra que la revitalización del transporte público genera ahorros en inversión y recursos de capital, e importantes beneficios en la eficiencia global de la movilidad: mayor cantidad de pasajeros por unidad de espacio, menor consumo energético y moderación del impacto ambiental. Y también impactos significativos desde el punto de vista de la equidad social.

Con relación a las emisiones, si bien los sistemas BRT se identifican como una opción de transporte público energéticamente eficiente, la tecnología utilizada y el tipo de combustible que los mueve es clave en un escenario de reducción de emisiones, y un aspecto que debe ser tomado en cuenta por los países cuya matriz energética es altamente carbonizada cuando estiman adoptar estos sistemas. En este proceso, además, deben considerarse las emisiones asociadas a su construcción, que por lo general no son contabilizadas en su ciclo de vida, y que pueden afectar negativamente su eficacia en el corto plazo.

Durante la construcción de la ruta y la fabricación de los vehículos, un BRT a diésel genera la mitad de las emisiones de CO_2 que el tranvía eléctrico. Pero cuando se consideró el ciclo completo, de una línea

típica de 10 km operada en Bélgica, para una capacidad de transporte equivalente, durante un período de vida de 30 años, el sistema de tranvía emite aproximadamente la mitad de CO_2 que un sistema BRT operado con autobuses diésel, y aproximadamente un 30% menos cuando el sistema es operado con autobuses híbridos[13].

Cui y otros (2010), analizaron el ciclo de vida completo del BRT, incluyendo la infraestructura, los combustibles y los vehículos. Los resultados mostraron que la huella de carbono total del sistema (infraestructura + vehículos) fue de 55.927 tCO_2e por año, y, que las principales etapas de emisión: operaciones de infraestructura, producción de los materiales para la infraestructura - principalmente el cemento, la arena y el acero- y el consumo de combustible de los vehículos, representaron el 31%, 30% y 23%, de la huella respectivamente. Concluyeron, que, considerando solo las emisiones directas del consumo de combustible, el sistema BRT podría lograr reducciones de aproximadamente 25.255 tCO_2e por año en comparación con la opción de no construir y utilizar otros medios de transporte. Las emisiones del sistema analizado, que contempla vehículos troncales y alimentadores, son significativamente menores que las de cualquier otro medio de transporte alternativo, y sobre todo considerando que, para desplazarse, el 85% de los pasajeros utilizaría buses normales y el 8% autos y taxis.

El cuadro 4 da cuenta de las emisiones en la operación de los diferentes tipos de transporte y combustibles respectivamente, analizados por Cui y otros (2010).

Cuadro 4. Gases de Efecto Invernadero emitido por la operación de diferentes vehículos (gCO_2e/viaje de pasajero)

Tipo de vehículos	Tipo de combustible	Emisiones de GEI
Taxis	Gas	767,10
Buses normales	Diésel	322,19
Autos	Gas	3.226,72
Motocicletas	Gas	277,98
BRT (troncal)	Diésel	142,28
BRT (alimentador)	Diésel	165,60

Fuente: Cui y otros, 2010.

En la etapa de operación, el estudio realizado por Cuéllar y otros (2016), para el TransMilenio, sistema que opera en Bogotá desde el año 2000, y utiliza el diésel como combustible[14], en el cual se determinaron las emisiones de CO_2e, de PM2,5, CO y NOx, utilizando el método de Análisis de Ciclo de Vida[15], concluye que este sistema, comparado con los autos, genera emisiones más bajas de CO_2e, CO y NOx por kilómetro-pasajero transportado, mientras que los eléctricos y los buses a gas natural, además emiten menos PM2,5. Las motocicletas movidas a gasolina generan las mayores emisiones de PM2,5 y los taxis que utilizan una mezcla de gasolina con un 10% de bioetanol, de NOx.

El estudio concluyó, además, que, si los buses de TransMilenio cambiasen el diésel por la electricidad las emisiones de CO_2e, y PM2,5 se reducirían en 86% y 88%, respectivamente y el CO y el NOx, en un 99% y en un 97% respectivamente. Sin embargo, los autores advierten que esta reducción es poco significativa si se compara con la reducción que se obtendría si las estrategias se enfocaran en el control de las emisiones

13. En la nota de prensa *Alstom and Carbone 4 measured the carbon footprint of the tramway versus Bus Rapid Transit systems*, publicada en noviembre de 2016, se presentaron los resultados del estudio elaborado por Carbo4, que comparó las huellas de carbono de los sistemas BRT vs los tranvías. La nota está disponible en https://www.alstom.com/press-releases-news/2016/11/alstom-and-carbone-4-measured-the-carbon-footprint-of-the-tramway-versus-bus-rapid-transit-systems

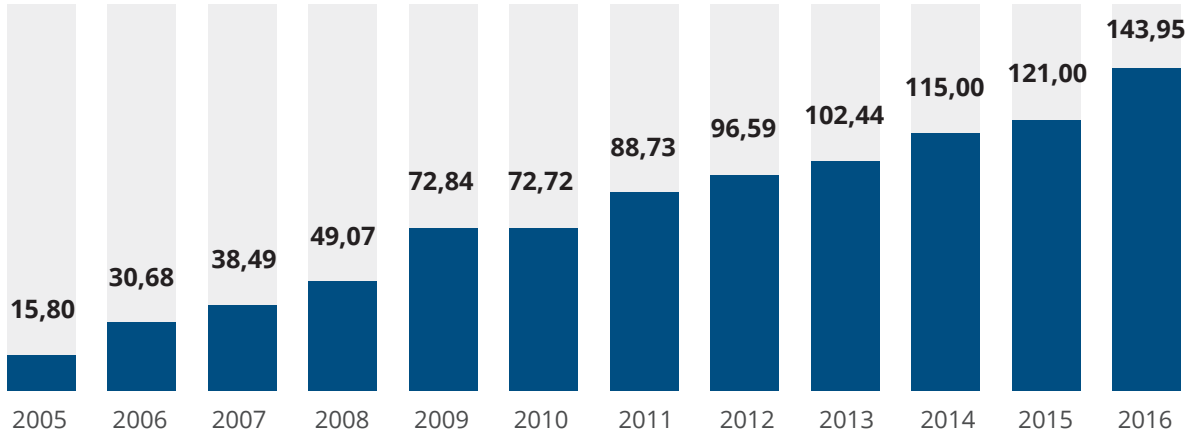
14. En Colombia, el diésel es mezclado con un 5% de biodiesel, producido básicamente de caña de azúcar

15. Consideró las emisiones de la producción de energía con carbón, hidroelectricidad, bioetanol, gasolina, gas natural. Biodiésel y diésel y la operación de los vehículos.

de otras categorías de vehículos. Los livianos generan las mayores emisiones de CO_2e por km de pasajeros transportados. En esta categoría, los taxis que utilizan gasolina y gas natural son muy significativos.

El sistema Metrobus, que opera en la Ciudad de México, publica las emisiones evitadas por sus operaciones. Las reducciones fueron medidas de acuerdo con la metodología aprobada por el Mecanismo de Desarrollo Limpio, donde el proyecto fue registrado en 2012 (Ref. 7235 BRT Metrobús 2-13, México). En 2016, último dato disponible en su página web, fueron reducidas casi 144 mil toneladas de CO_2. El gráfico 1 da cuenta de las reducciones de emisiones del sistema entre 2005 y 2016.

Gráfico 1. Reducción de emisiones, por ejercicio (tCO_2e)



Fuente: elaboración propia con datos publicados en https://www.metrobus.cdmx.gob.mx/dependencia/acerca-de/reduccionemisiones

En una publicación de 2015, el BID (BID, 2015), presentó los resultados de la evaluación realizada por la Oficina de Evaluación y Supervisión (OVE) de tres proyectos de BRT financiados por el banco, en Lima, Cali y Montevideo. Los proyectos financiados por el BID para sistemas de BRT, casi siempre están encaminados a mejorar el desempeño del sistema de transporte, mejorar la movilidad en general y los tiempos de viaje, en particular para los pobres, y reducir las externalidades negativas como los accidentes de tránsito y las emisiones de contaminantes locales y globales.

Las conclusiones, según ciudad fueron:

- El sistema de Lima logró el mayor ahorro de tiempo de viaje de los tres casos.
- El sistema de Cali también aportó varios beneficios, entre otros, permitió ahorrar considerablemente el tiempo de viaje en los desplazamientos por las líneas troncales y tuvo un efecto mucho mayor en las reducciones de emisiones en la ciudad debido a su ambiciosa escala y su programa más exitoso de desguace de autobuses.
- En ambas ciudades, el proyecto introdujo importantes mejoras en los espacios públicos.
- Las emisiones de contaminantes disminuyeron en Cali y no variaron o registraron un posible aumento en Montevideo; Lima se encontraba en un punto medio entre ambas situaciones
- En Montevideo, a raíz del deficiente diseño y elección de los corredores, así como la falta de reformas institucionales y en el sector de los autobuses, el sistema cumplió pocos objetivos de movilidad y ambientales, por no decir ninguno; sin embargo, los pasajeros se beneficiaron del mejoramiento de las aceras, un nuevo sistema de tarjetas de pago electrónico, las tarifas integradas y un sistema que ofrece información sobre la mejor combinación de rutas desde cualquier procedencia hasta cualquier destino en la ciudad.

- Los proyectos generaron algunos avances positivos en cuanto al uso de la tierra; sin embargo, ninguno incorporó en su diseño una estrategia de desarrollo orientado al uso del transporte público.
- Con relación a apoyar avances en movilización de los más pobres, en Cali y Lima, este sector de la población que vive cerca de las rutas del sistema de BRT seguía utilizando el sistema tradicional de autobuses con más frecuencia, lo que indica que, si bien estos sistemas atendieron algunas de sus necesidades de movilidad, los modelos tradicionales, con diferentes tarifas y características de servicio, siguen satisfaciendo sus necesidades. Lo anterior, es un reflejo de la falta de un diagnóstico que evidenciara las reales necesidades de este sector de la población.

Con base en los resultados obtenidos, la OVE (BID, 2015), formuló varias recomendaciones para el futuro apoyo del BID a ese tipo de proyectos: (1) ofrecer mayor apoyo y asistencia técnica para las reformas necesarias (asociaciones público-privadas, modernización de la flota, marcos institucionales, diseño de estaciones, entre otros) a fin de respaldar la infraestructura de BRT y obtener una firme aceptación política de las principales partes interesadas de esas reformas desde el principio; (2) profundizar el diagnóstico de las necesidades y de los patrones de movilidad de los pobres para guiar el diseño de los proyectos; (3) apoyar a los gobiernos de América Latina al momento de considerar la subvención de los costos operativos del sistema de BRT y los mecanismos innovadores de financiamiento; (4) incorporar la planificación del desarrollo orientado al uso del transporte público alrededor de las estaciones de BRT y (5) integrar otros modos de transporte público innovadores en función de la demanda como complementos de los sistemas de BRT en los corredores de menor demanda.

El documento (BID, 2015) destaca la importancia de una adecuada elección de los corredores, y advierte, su influencia sobre el grado de los beneficios de movilidad derivados de los carriles exclusivos para autobuses. En Lima y Cali, dichos carriles fueron ubicados apropiadamente en los corredores con niveles elevados de congestión y demanda de transporte de congestión y demanda de transporte público, donde los autobuses que operaban en condiciones de tráfico combinado experimentaban retrasos considerables. En Montevideo, los corredores exclusivos fueron considerados proyectos de demostración de menor riesgo, por lo que fueron ubicados en avenidas relativamente descongestionadas donde los efectos negativos de la construcción serían menores, pero podrían beneficiar a residentes de bajos ingresos. Con todo, las reformas operativas esenciales no se implantaron debido a la escasa capacidad institucional y técnica de la municipalidad y el fracaso de las negociaciones con las empresas de autobuses establecidas, consolidadas y bien organizadas. Como resultado, cualquier beneficio de los carriles para autobuses se vio seriamente reducido. En los próximos años, a medida que crezca la ciudad, los carriles separados para autobuses tal vez reporten un mayor beneficio en términos de reducción de los retrasos causados por la congestión, especialmente si se implantan otras medidas de apoyo y mejoras de diseño en el sistema.

2. Trenes urbanos subterráneos y de superficie

Los trenes subterráneos o metros se definen como un sistema de transporte ferroviario urbano eléctrico de masas, utilizado principalmente para moverse dentro de la ciudad, totalmente independiente de otro tráfico, ferroviario o vial, de alta frecuencia (intervalo máximo de aproximadamente 10 minutos durante el servicio diurno normal).

Actualmente existen en el mundo, 222 sistemas de trenes subterráneos y urbanos, que operan 736 líneas y abarcan 15,7 mil km (Figura 2). El primer tren subterráneo fue inaugurado en Londres en 1863. En América Latina, el primero fue inaugurado en Buenos Aires, en 1913. Le siguieron el de la Ciudad de México, en 1969, los de São Paulo y Rio de Janeiro en 1974 y el de Santiago de Chile, en 1975.

Figura 2. Distribución de las líneas de metro y trenes urbanos de superficie en el mundo

Fuente: World Metro Database, 2019.

Los 22 sistemas que operan en la región abarcan casi 1.100 kilómetros, son de propiedad del Estado, y mayoritariamente subterráneos (véase cuadro 5). Muchos operan de forma integrada, como el de Medellín, São Paulo, de Rio de Janeiro, de Santiago de Chile y de la ciudad de México, por ejemplo.

Cuadro 5. Líneas de trenes urbanos subterráneos y de superficie en América Latina y el Caribe

Ciudad	País	Inauguración	Tipo	Largo (km)	Líneas	Estaciones
Buenos Aires	Argentina	01-dic-1913	Metro	64	6	108
			Pre-metro (tranvía)	13,8	2	18
Ciudad de México	México	05-sept-69	Metro	124,7	11	170
			Elevado	30,1	2	25
Santiago	Chile	15-sept-75	Metro	118	7	136
São Paulo	Brasil	14-sept-74	Metro	64,7	4	58
Rio de Janeiro	Brasil	05-mar-79	Metro	58	3	41
			VLT*	28	2	32
Valparaíso	Chile	23-nov-05	Tren interurbano	43	1	20
Brasilia	Brasil	31-mar-01	Metro	42,4	2	24
Recife	Brasil	11-mar-85	Metro	39,4	2	29
			Diésel (a nivel)	31,8	1	7
Lima	Perú	05-abr-12	Metro	33,1	1	26
Porto Alegre	Brasil	02-mar-85	Tren interurbano a nivel	43,8	1	22
Monterrey	México	25-abr-91	Elevado	18,5	1	19
			Parcialmente subterráneo	13,7	1	13
Medellín	Colombia	30-nov-95	Elevado y a nivel	31,1	2	27
			Cables		5	11
			Tranvía	4,2	1	6
Belo Horizonte	Brasil	01-ago-86	Interurbano a nivel	28,1	1	19
Santo Domingo	República Dominicana	30-Jan- 09	Metro	48,5	2	30
Fortaleza	Brasil	15-jun-12	Metro	43,6		29
			VLT*	10,8	1	8
Guadalajara	México	01-sept-89	Metro			
Salvador	Brasil	11-jun-14	Metro	33	2	20
San Juan	Puerto Rico	06-jun-05	Metro	17,5	1	16
Ciudad de Panamá	Panamá	05-abr-14	Metro	15,8	1	14
Caracas	Venezuela	27-mar-83	Metro	70	5	53
Valencia	Venezuela	18-oct-06	Metro	6,4	2	9
Maracaibo	Venezuela	08-jun-09	Metro	8,1	1	6
Total				**1.084,0**		

Fuente: Elaboración propia en base a World Metro Database, 2019, http://mapa-metro.com/en/ y las respectivas páginas web de cada sistema.

**veículo leve sobre trilhos: vehículo liviano sobre rieles*

Desde el punto de vista financiero, los metros son el medio de transporte urbano más caro. Su costo varía desde 45 millones de dólares por kilómetro a más de 200 millones de dólares por kilómetro, valor que pueda llegar a ser hasta cien veces más caro que un BRT, por ejemplo (Lupano y Sánchez, 2009 y BID, 2015).

Así como los BRT, los metros dependen de infraestructuras específicas, son altamente demandantes de bienes raíces por pasajero y requieren una gran inversión inicial. Pero a diferencia de los BRT, por su gran capacidad y que por lo general transitan por las zonas más densamente pobladas, como son los centros urbanos, y aunque sus costos de operación son mucho mayores no requieren recursos adicionales para funcionar. Esta gran cantidad de recursos iniciales explica en parte porque este sistema

sigue siendo básicamente propiedad del Estado, y, porque las pocas experiencias de asociaciones público-privadas, solo contemplan la operación.

Aunque usualmente son considerados como una herramienta muy útil para reducir emisiones de GEI del sistema de transporte, este supuesto, por lo general no contempla todos los factores que lo caracterizan. Para este tipo de infraestructura y modo de transporte, el período de amortización debe considerar las emisiones relativas a la construcción, a la operación, a la cantidad de pasajeros y a los cambios en la densidad residencial asociados con la provisión de la infraestructura. En su vida útil, el potencial de la demanda inducida de cambio de kilómetros de automóvil es un factor clave y en la etapa de construcción, las emisiones de los materiales y tipo de proceso utilizados. Si estos factores no se combinan adecuadamente, este periodo, dependiendo del cambio de comportamiento con relación al uso del auto que la línea sea capaz de promover, puede alargarse por hasta 35 años[16].

La demanda inducida asociada al metro es muy difícil de prever, debido a que este fenómeno determina que cuando se libera el espacio en la carretera, el viaje en automóvil se vuelve más atractivo y este es prontamente ocupado por más conductores, lo que afecta la mitigación de la contaminación generada por la construcción y el funcionamiento de la línea, puesto que parte importante de esta se compensa con las personas que usan el metro en lugar de los automóviles o autobuses.

De acuerdo con un estudio realizado por Liu y otros (2018), sobre las emisiones de GEI relacionadas con la construcción de las estaciones de metro, en el caso de la excavación abierta, el 69% provino de la construcción de las estructuras principales. Los demás 31%, se repartieron entre los accesos, la ventilación y las vías de emergencia (15%, 11% y 5% respectivamente). Con relación a las fuentes de emisión, las incorporadas en los materiales representaron el 91% del total, de las cuales los componentes del concreto y el acero son los dos principales contribuyentes. Los demás 10% corresponden a la maquinaria.

Pese a que por lo general las emisiones de la etapa de construcción no son consideradas en el balance de emisiones de los sistemas de metro, la vida útil de este medio de transporte le permite fácilmente compensarla, aunque a veces el punto de inflexión no esté tan próximo y el impacto en el corto plazo sea alto. Así, cuando se planifiquen nuevas líneas, y sobre todo si este tipo de transporte está considerado en las estrategias de reducción de emisiones del sector de transportes, es importante tener presente que mientras más concurridas sean las líneas, mayores son las posibilidades de acortar el plazo para borrar la huella de carbono de su construcción. Esta contaminación y la generada por el funcionamiento de la línea se compensan con las personas que usan el servicio en lugar de los automóviles o autobuses, y también con el aumento de la densidad residencial en torno a las estaciones. A mayor densidad poblacional, menor consumo energía.

En la operación, de acuerdo con Bertaud (2018), los metros pueden llegar a emitir tres veces menos GEI que los buses urbanos. Esta diferencia se explicaría en que los metros se mueven por rutas con alta demanda y los buses, que muchas veces alimentan las líneas de metro, como servicio público, deben servir rutas de baja o muy baja demanda y fuera del radio urbano, lo que hace que, en ciertos horarios, transiten casi vacíos. Otro tema que aporta a esta marcada diferencia son los salarios de los conductores, cuyo costo incide de manera importante en los costos operacionales de los buses, lo que ha incrementado el tamaño de los vehículos de manera significativa, para aumentar la proporción pasajero/conductor, como una forma de amortizar este costo. Sin embargo, esta práctica si bien es financieramente eficiente en horarios pico, no lo es desde el punto de vista energético cuando la demanda es baja. La eficiencia energética de los sistemas de transporte (buses y trenes) depende en gran medida de la cantidad de pasajeros por vehículo, que puede variar en función de los cambios en la estructura espacial de las ciudades y el aumento de los ingresos de la población, por lo que la provisión de servicio debe considerar diferentes modalidades que puedan acompañar estos cambios. En este

16. Keep Riding the Subway, by All Means, But Know It's Not as Green as You Think. Blog publicado por ARIAN MARSHALL, el 3 de marzo de 2017 en https://www.wired.com/2017/03/keep-riding-subway-means-know-not-green-think/

sentido, los buses, más que otros medios de transporte masivo, son los que más rápidamente pueden adaptarse hacia nuevos escenario y cambios en las demandas.

Los sistemas de metro son grandes consumidores de electricidad. La necesitan para mover los trenes y para la operación de equipos auxiliares de las estaciones como la iluminación, ventilación, escaleras mecánicas, ascensores, sistemas de bombeo, subestaciones y los centros de control.

De acuerdo con Lederer y otros (2016), el 78% de las emisiones de GEI se debe a los trenes y a las estaciones, que, en conjunto, consumen el 88% de la demanda cumulativa de energía. La provisión de infraestructura es responsable por el 19% de las emisiones y el 10% de la demanda de energía. Y en menor escala, la provisión del material rodante (3% de las emisiones y 2% de la demanda de energía). Con un mayor desglose, estos autores evidenciaron que la electricidad para la operación del material rodante y de las estaciones dominan los resultados de las emisiones de GEI, con un 60% y un 15% respectivamente. Concluyeron, además, que, si bien el mix energético para la generación de la electricidad es importante, el impacto de su mejora (disminución del diésel y del carbón, y aumento de la proporción de gas, viento y biomasa[17]) en la reducción de las emisiones fue de sólo un 8%. Si esta mejora se acompaña de vehículos más eficientes energéticamente, sube a un 35%, misma proporción que resultaría el aumentar la ocupación y mejorar la base energética. Pero si se mejora la ocupación, la eficiencia de los carros y el mix energético, la reducción de emisiones alcanzaría un 55%. Las emisiones se reducen a una quinta parte cuando la ocupación es mayor a 65%. Una baja ocupación y una matriz eléctrica sucia pueden dejar en desventaja el metro frente a otros medios de transporte (de Andrade, 2014).

En el caso del metro de Rio de Janeiro, con una ocupación del 50%, las emisiones en promedio alcanzaron solo 6,4gCO_2/km, una de las más bajas del mundo debida a la matriz eléctrica brasilera que se basa en la generación hídrica, pero que, debido a la necesidad de aumentar la producción de electricidad en períodos de alta demanda y porque esta se complementa con fuentes fósiles, puede llegar 12,5gCO_2/km (de Andrade, 2014).

El Metro de Santiago de Chile, calculó la huella de carbono de la construcción de dos de sus líneas, 3 y 6, inauguradas en 2019 y 2017 respectivamente y la de las operaciones de la empresa. Del cuadro 6, en el cual se presentan los resultados de la medición, se desprende que la construcción de las líneas representó el 84% y el 78% de la huella en 2014 y 2015 respectivamente.

Cuadro 6. Huella de carbono de las operaciones y construcción de las nuevas líneas del metro de Santiago de Chile (tCO_2e)

	2014	2015
Operaciones (subtotal)	165.784	159.591
Alcance 1	3.019	2.097
Alcance 2	149.168	143.934
Alcance 3	13.597	13,560
Construcción (subtotal)	845.352	578.923
Línea 3 (22 km y 18 estaciones)	241.271	356.070
Línea 6 (15 km y 10 estaciones)	604.081	222.853
Total	**1.101.136**	**738.514**

Fuente: elaboración propia en base al Reporte de Sostenibilidad 2015 (Metro de Santiago, 2016), disponible en https://www.metro.cl/corporativo/reporte-de-sostenibilidad

17. En 2011, el mix eléctrico redujo la participación de fósiles de un 4% a un 2%, aumentó la de gas de 50% a 55% de gas y mantuvo la de agua en 38%. El viento y la biomasa aumentaron del 0,2% al 1,1% en cada caso.

Según la empresa, el aumento de las emisiones de la línea 3, en 2015, se debió al avance del proceso de construcción. El 90% correspondió a la compra de bienes y servicios. Respecto a la construcción de la Línea 6, las emisiones de GEI durante el año 2015 se redujeron en un 60% en comparación con el año 2014, porque la ejecución de la obra gruesa (túneles) que es donde se utiliza la mayor cantidad de materiales ya se estaba concluyendo. Aunque la huella de la construcción solo se midió en 2014 y 2015, es posible dimensionar el impacto de esta sobre las emisiones totales del sistema en ambos años, y si se calculase su plazo de mitigación, sería posible definir cuando, a lo menos estas dos líneas pasarán a ser un aporte al proceso de reducción de emisiones del sector y pueden ser consideradas dentro de la estrategia general del país (Metro de Santiago, 2016).

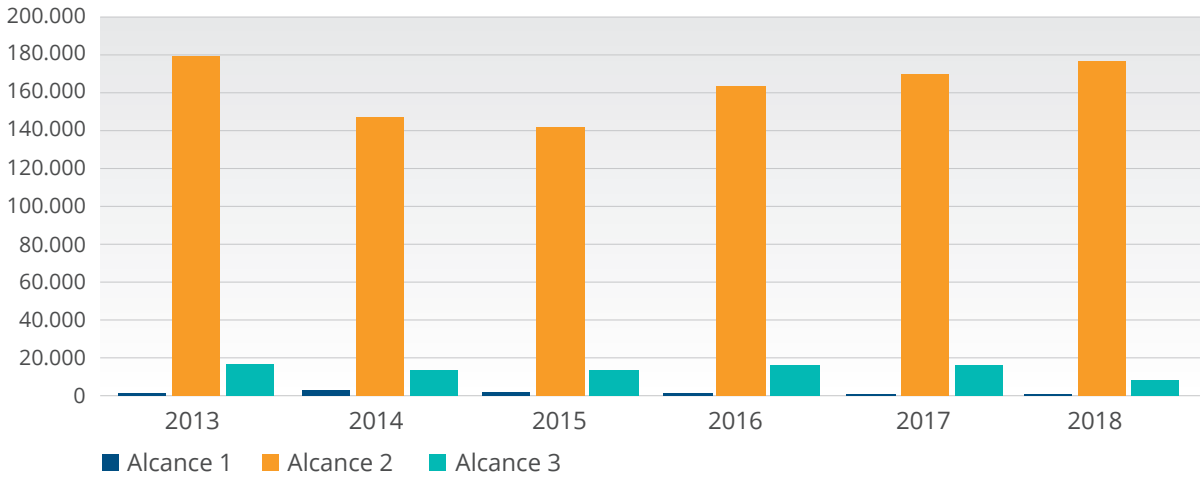
En el cuadro 7 se presenta la evolución de la huella de carbono de las operaciones del metro de Santiago entre los años 2013 y el 2018 y el gráfico 2 ilustra su tendencia. Para analizar estos datos, la empresa advierte que es preciso tomar en cuenta que la huella de carbono entre 2013 y 2014 fue ajustada al nuevo factor de emisión del Sistema Interconectado Central por parte del Ministerio de Energía, lo que produjo la disminución observada entre ambos años. Además, los cálculos de la huella 2014 están basados en datos actuales, mientras que en 2013 varios datos eran estimaciones. Aun tomando en consideración lo anterior, se observa un crecimiento sostenido de la huella, que en parte podría explicarse por la entrada en operación de las dos nuevas líneas, pero que en el año 2018 no fue más significativo, debido a las emisiones del alcance tres que percibieron una reducción cercana al 50%, muy influenciada por el tratamiento de residuos, cuya huella se redujo ocho veces en comparación con el año anterior.

Cuadro 7. Evolución de la huella de carbono de las operaciones del metro de Santiago, Chile, entre 2013 y 2018 (tCO_2e)

Operaciones	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Alcance 1	1.680	3.019	2.097	1.362	628	1.009
Alcance 2	182.007	149.168	143.934	165.929	171.998	179.487
Alcance 3	16.871	13.597	13.560	16.278	16.325	8.478
Total	**200.558**	**165.784**	**159.591**	**183.569**	**189.107**	**189.074**

Fuente: elaboración propia en base a los respectivos Reportes de Sostenibilidad (2014, 2015, 2016, 2017 y 2018), disponibles en https://www.metro.cl/corporativo/reporte-de-sostenibilidad

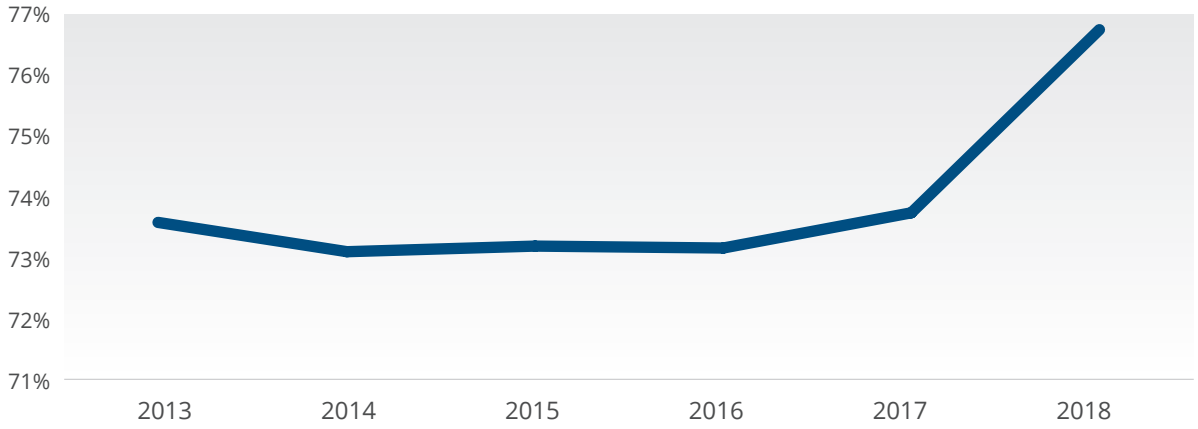
Gráfico 2. Evolución de la huella de carbono de las operaciones del metro de Santiago de Chile, entre 2013 y 2018 (tCO_2e)



Fuente: elaboración propia en base a los respectivos Reportes de Sostenibilidad (2014, 2015, 2016, 2017 y 2018), disponibles en https://www.metro.cl/corporativo/reporte-de-sostenibilidad

El gráfico 3, describe el comportamiento de las emisiones indirectas (alcance 2), debidas a la compra de energía a terceros, el componente más importante de las huellas de operaciones del metro de Santiago. En 2013, representaban el 74% de la huella. En 2018, alcanzaron el 77%. Probablemente debido a la entrada en operación de las líneas 3 y 6.

Gráfico 3. Evolución de la huella de carbono de la energía para la tracción, comprada a terceros, del metro de Santiago de Chile, entre 2013 y 2018 (en tCO_2e)



Fuente: elaboración propia en base a los respectivos Reportes de Sostenibilidad (2014, 2015, 2016, 2017 y 2018), disponibles en https://www.metro.cl/corporativo/reporte-de-sostenibilidad

En 2018, las emisiones de GEI del metro de São Paulo sumaron 44 mil toneladas de CO_2e, de las cuales, 40 mil están asociadas al consumo de energía eléctrica para la operación del sistema (tracción, estaciones y patios de mantención) (véase cuadro 8).

Según cálculos de la empresa, el sistema evitó un total de 848 mil tCO_2 o 21tCO_2e/pasajero/km. Actualmente operan seis líneas y 84 estaciones, y tiene una extensión de 96 kilómetros. Transportó 1,1 billón de pasajeros em 2018. En promedio, 3,7 millones por día hábil. Fue inaugurado en 1974.

Cuadro 8. Emisiones de Gases de Efecto Invernadero y consumo de energía eléctrica del sistema de metro de São Paulo, Brasil

Emisiones y energía	2016	2017	2018
Emisiones de GEI			
Total (mil tCO_2e)	51	53	44
Emisiones directas (tCO_2e)	1.874	684	932
Emisiones/pasajero/km (gCO_2e)	5	5	4
Consumo de energía			
Total (GWh)	568	530	551
Consumo para tracción de los trenes con pérdidas (MWh)	399.564	364.328	378.684

Fuente: Metrô de São Paulo, 2018.

En 2016, el metro de São Paulo calculó la emisión de GEI por pasajero por kilómetro, de tres medios de transporte metro, ómnibus a diésel y automóvil a gasolina, y concluyó que el metro emitía 6 gCO_2e/pasajero/km, mientras que los autos, 108 y los buses, 83 (Metrô de São Paulo, 2016).

El de Rio de Janeiro, de acuerdo con los datos publicados en la página web de Invepar[18], su concesionaria, en 2015 el metro emitió 51.358,5 tCO_2e, de las cuales, 19.994 tCO_2e se debieron a la energía para la tracción de los trenes. Según cálculos de la empresa, el sistema evitó 31gCO_2e por pasajero por kilómetro en 2015 y la relación entre emisiones evitadas y producidas fue de 4,9 toneladas. Concluye que la operación del sistema metroviário a lo largo del año, evitó una emisión líquida para la ciudad de Rio de Janeiro de aproximadamente 78,3 mil toneladas de CO_2e.

Inaugurado en 1979, en 2019, operan tres líneas y 41 estaciones, y 56 kilómetros de extensión. Transporta más de 880 mil pasajeros al día.

Los demás sistemas de metros que operan en la región no informan sobre las emisiones generadas por sus operaciones, salvo algunos datos sobre los consumos de energía.

3. Autobuses eléctricos

El potencial de reducción de emisiones de los vehículos eléctricos está directamente relacionado con su uso y en menor escala con su producción. Pero los beneficios de su uso dependen de la conformación del sistema energético que compone la matriz eléctrica que alimenta sus baterías. Mientras más limpia, mayor el aporte de esta tecnología al combate al cambio climático.

En la etapa de fabricación, las emisiones de CO_2 de este tipo de vehículos, son casi tan intensivas como las de los a diésel, de acuerdo con los resultados de un estudio realizado por Kärnä, en 2012, en el cual analizó la huella de carbono relacionada con los materiales de cinco tipos de buses. Esto se debe a que un autobús se compone principalmente de metales, proporción que varía entre el 59 y 79% del total de los materiales necesarios para su construcción. Además, es el mayor componente de la huella de carbono de la mayoría de los modelos analizados. En el caso de los buses eléctricos, aunque la cantidad de metales es similar a la utilizada por los buses a diésel, estos sólo representan el 28% de la huella. En este tipo de vehículos, las baterías, su componente más importante, aportan el 32% de la huella de materiales. En los a diésel las baterías representan entre el 1% y el 5% de la huella. La de los otros materiales (contrachapado, caucho y vidrio), es similar en todos los vehículos analizados, y representa alrededor de un tercio de las emisiones. La extracción de materias primas y el preprocesamiento de metales también causan emisiones significativas.

La cantidad y tipo de insumos utilizadas para fabricar diferentes tipos de buses, y la huella de carbono de cada uno de ellos se presentan en el cuadro 9.

Según el estudio elaborado por el Frontier Group & U.S. PIRG Education Fund (2018), de los EE.UU., reemplazar todos los buses escolares de los Estados Unidos por eléctricos, evitaría la emisión de 5,3 millones de toneladas de GEI anualmente.

El fabricante chino de autobuses eléctricos BYD estima que desde que sus buses comenzaron a transportar pasajeros a las ciudades más concurridas del mundo, recorrieron 17 mil millones de kilómetros y ahorraron 6,8 mil millones de litros de combustible. Eso suma 18 millones de toneladas de CO_2 evitada, lo que equivale a aproximadamente 3,8 millones de autos. (Noe, 2018).

De acuerdo con las estadísticas del Ministerio de Comunicaciones de China, si se considera la tendencia decreciente de vehículos a diésel y gasolina en el sector de transporte de pasajeros, y que al 2021, todos estos vehículos serán reemplazados por vehículos eléctricos puros o híbridos, las emisiones de CO_2 evitadas por China sumarían 33,08 millones de toneladas (véase cuadro 10) (ITDP, 2018).

18. En http://ri.invepar.com.br/rao2015/interna.asp?i=0&pag=29&secao=1

En los países que han ido adoptando la electricidad como fuente de energía, su implementación ha sido respaldada por una combinación de políticas nacionales y locales, por la búsqueda de potenciales ahorros de costos y otros beneficios industriales y operacionales, y como parte de sus políticas de descarbonización y descontaminación. La mayoría de estos países ha establecido incentivos específicos para ayudar a la transición (Bloomberg New Energy Finance, 2018a). Pero en la práctica las subvenciones han sido limitadas e irregulares, y solo son suficientes para comprar unos pocos autobuses a la vez. Esto, y el alto costo inicial afectan la decisión de compra en los procesos de licitaciones, de alguna manera explican, porque la adopción de este tipo de vehículos en las flotas de transporte público en la mayoría de las ciudades en el mundo está todavía en una etapa de pilotos.

Cuadro 9. Cantidad y tipo de insumos utilizadas para fabricar diferentes tipos de buses y su correspondiente huella de carbono

Insumos	Caso 1 Diésel	Caso 2 Diésel	Caso 3 Diésel	Caso 4 Eléctricos (*)	Caso 5 Convertidos a eléctricos	Referencia Diésel
Metales						
kg	5.916	5.916	5.916	5.916	5.916	5.916
%	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0
t CO2e/bus	31,2	31,2	31,2	31,2	31,2	31,2
%	58,0	58,0	58,0	58,0	58,0	58,0
Dispositivos y baterías						
kg	140	140	140	140	140	140
%	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
t CO2e/bus	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
%	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Plásticos						
kg	933	933	933	933	933	933
%	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0
t CO2e/bus	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9
%	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
Lubricantes y químicos						
kg	139	139	139	139	139	139
%	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
t CO2e/bus	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
%	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Otros materiales						
kg	1.134	1.134	1.134	1.134	1.134	1.134
%	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0
t CO2e/bus	17,7	17,7	17,7	17,7	17,7	17,7
%	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0
Total						
kg	8.262,0	8.262,0	8.262,0	8.262,0	8.262,0	8.262,0
%	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0
t CO2e/bus	54,1	54,1	54,1	54,1	54,1	54,1
%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: Kärnä, 2012.
(*) Nota del autor: Resultado preliminar
Caso 1: 70 pasajeros, tres puertas
Caso 2: 80 pasajeros, cuatro puertas

La mayoría de los e-buses en circulación en los Estados Unidos y Europa fueron pagos por adelantado por el municipio o por el operador del autobús. El método más popular para financiar estos proyectos en Europa es una combinación de autofinanciamiento y varios niveles de subvenciones, incluidas las de la UE, nacionales, regionales o municipales, lo que ha complejizado de manera importante la forma de acceder a recursos para este tipo de tecnología. Los fondos a través de subvenciones cubren gran parte del costo, y el resto proviene de los gobiernos estatales y locales y del operador del autobús. (Bloomberg New Energy Finance, 2018).

En AL, la adopción de la electromovilidad en el transporte masivo de pasajeros aún no es una práctica recurrente, y, aunque algunos países ya hayan hecho algunos avances y han implementado acciones para incentivar y viabilizar la introducción de estos vehículos, estas acciones están mayormente enfocadas en la promoción de vehículos livianos. En el cuadro 10, se resumen las principales medidas tomadas por algunos países seleccionados de América Latina (Brasil, Chile, Costa Rica, México y Panamá) para fomentar y viabilizar la adopción de vehículos eléctricos como medio de transporte tanto individual como colectivo. De los seis países analizados, sólo Chile y Colombia han propuesto metas para el transporte masivo. Costa Rica lo contempla en un proyecto de ley que todavía no ha sido aprobado.

Cuadro 10. Medidas para fomentar y viabilizar la adopción de vehículos eléctricos como medio de transporte en algunos países de América Latina

Medidas	Brasil	Chile	Colombia	Costa Rica	México	Panamá
Metas						
Autos		●	●	○	●	●
Buses		●	●			●
Taxis			●			
Estrategia/programa		●	○	○		●
Legislación		○	●	●	●	
Incentivos		● TAXIS			●	
Exenciones/reducciones				●		
Impuestos de compra/tenencia	●	●	●	●	●	●
De importación	●		●	●		
Programas de restricción de circulación	●	●	●	○	●	
Revisión técnica					●	
Placas verdes/estacionamientos exclusivos					●	

Fuente: elaboración propia en base a la información de los diferentes países.

● *operativo*

○ *en desarrollo*

En marzo de 2019, BYD[19] entregó 20 ómnibus para integrar la primera flota de ómnibus eléctricos de Ecuador, en Guayaquil. En abril de 2017, había entregado la primera flota de taxis 100% eléctrica. En el evento de entrega de los buses, el alcalde de Guayaquil anunció que el Estado pagará el 50% de los costos de energía durante el primer año de operación de los taxis y autobuses eléctricos. Además, el gobierno proporcionará un bono entre 2.000 y 3.000 dólares por cada taxista eléctrico.

En México, por ahora, sólo se están haciendo pruebas. A mediados de julio de 2018, fue anunciada la puesta en circulación de un autobús eléctrico, en la Ciudad de México. Se estima que este modelo podría reemplazar al servicio público de trolebús en uso.

19. BYD entrega primeira frota de ônibus 100% elétricos do Equador. Nota publicada el 15 de marzo de 2019, en http://www.byd.ind.br/noticias/

En Colombia, los avances aún son menores. Eso, sobre todo por su todavía elevado precio[20]. Mientras un bus corriente puede costar entre 240 y 250 millones de pesos, un eléctrico, entre los 1.000 y 1.200 millones.

En noviembre 2018 se oficializó la primera orden de compra para 26 de un total de 125 vehículos eléctricos que se sumarán a la flota del Masivo Integrado de Occidente, MIO, de Cali, lo que convierte a esta ciudad en la primera de Colombia en integrar este tipo de automotores al sistema de transporte masivo. Están siendo fabricados en China.

En el mismo mes, se publicaron los términos de referencia de la licitación pública para adquirir 55 buses eléctricos para el sistema Metroplús de Medellín. En abril de 2018 empezó la prueba piloto de un bus articulado eléctrico y los buenos resultados obtenidos indicaron que era posible renovar el sistema por vehículos de energías limpias el Valle de Aburrá[21]. El ingreso de los buses será paulatino. Inicialmente, complementarán la actual flota (30 articulados y 47 padrones) y luego reemplazarán a los actuales que usan gas, cuando estos cumplan su vida útil.[22]

En Costa Rica, en 2019, entraron en circulación tres buses eléctricos. Para tal, a mediados de 2018, el gobierno firmó una alianza entre MINAE, a través de la Dirección de Cambio Climático, el Ministerio de Obras Públicas y Transporte (MOPT), ARESEP, el Grupo ICE, la Cooperación Alemana para el Desarrollo, GIZ, la Fundación Costa Rica - Estados Unidos para la Cooperación (CRUSA), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, operadores de buses, ONGs como Costa Rica Limpia y ASOMOVE, y representantes de banca multilateral como el BID y de bancos locales como PROMERICA. Los buses y las respectivas estaciones de recarga se implementarán gracias a una donación de 2,5 millones de euros del Gobierno de Alemania y de un millón de dólares de la Fundación CRUSA[23].

Chile y Brasil presentan el mayor grado de avance. El primero, por la adopción explosiva de este medio de transporte, y el segundo, como fabricante.

Chile

Chile ha dado los primeros pasos en materia de electrificación del transporte automotriz de pasajeros en 2011 cuando la empresa de generación de electricidad Enel, inauguró la primera electrolinera, colocó en operación un bus eléctrico por Santiago, e incorporó dos buses al transporte público de pasajeros de Santiago, Transantiago, en modo de prueba.

En 2018, a raíz del vencimiento de los primeros contratos originales del sistema de transportes públicos de Santiago, el modelo de negocios del sistema fue renovado, y el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones incorporó 200 buses eléctricos en el proceso de licitación futuros del sistema. Este fue el detonante de las varias acciones que se realizaron con el objetivo de incorporar buses eléctricos a la flota. Así es, como en el transcurso del año 2019, hasta agosto, ya habían sido incorporados 300 buses adquiridos por las generadoras de electricidad Engie y la italiana, Enel, que contempla introducir

20. Buses eléctricos, una alternativa para la movilidad sostenible. Publicado el 17 de marzo de 2018 en https://www.eltiempo.com/colombia/medellin/buses-electricos-una-alternativa-para-la-movilidad-sostenible-de-medellin-195052

21. En https://www.vehiculoselectricos.co/50-buses-electricos-llegaran-a-medellin-en-2019/

22. En ttp://www.elcolombiano.com/antioquia/buses-electricos-en-metroplus-medellin-FH9687447

23. En https://www.estrategiaynegocios.net/centroamericaymundo/1184906-330/costa-rica-desarrollar%C3%A1-plan-piloto-en-transporte-p%C3%BAblico-con-buses-el%C3%A9ctricos

otros 83 buses hacia fines de este año (Enel, 2019[24]). En diciembre de 2019, según lo informado por el DTPM[25], serán incorporados 25 buses eléctricos más al sistema de transportes urbano de Santiago, adquiridos por la financiera Neot[26], con capitales de Mitsubishi Corporation y la eléctrica EDF, de Francia, sus socios estratégicos. Con esto, en Santiago estarán circulando más de 400 buses eléctricos de cuatro operadores (Metbus, Vule, STP y Redbus), de tres diferentes fabricantes (BYD, Yutong y King Long), financiados vía *leasing*, por tres empresas: Enel, Engie y Neot. Cuando todos estén operativos, la participación dentro de la flota representará un 6% y el país se transformará en uno de los que más dispone de este tipo de vehículos en la flota de transporte público urbano.

Los primeros 100, de la marca BYD, tienen 12 metros de largo y una capacidad para 81 pasajeros. Debido a su costo, que casi duplica el de uno convencional a diésel, la asociación con un tercero, en este caso Enel, fue la forma encontrada para mejorar la capacidad de acceso de los operadores. Aunque la inversión inicial puede ser dos veces mayor que la de un bus tradicional, los menores costos de operación de hasta un tercio y la mayor vida útil -14 años frente a los 10 de un bus tradicional-, permiten compensar esta inversión[27].

El costo por kilómetro es de 70 pesos (± 0,12 dólares) para los buses eléctricos, mientras que el de un bus tradicional varía entre 210 y 300 pesos (± 0,45 dólares) por kilómetro, lo que produce un ahorro directo significativo, sin contar los costos de las externalidades evitadas[28].

Desde principios de 2019, los buses eléctricos que recorren las calles de Santiago se abastecen dos electroterminales de carga ubicados en Peñalolén y Maipú, en la Región Metropolitana. La tecnología de estos terminales incluye controles de gestión de carga inteligente, únicos en el mundo, que tienen la capacidad de administrar de forma efectiva y en tiempo real el abastecimiento de energía de los buses, optimizando su consumo energético[29].

El de Rinconada de Maipú es considerado es el mayor de Latinoamérica, con 37 cargadores eléctricos para abastecer a dos buses cada uno. En el lugar, será posible cargar completamente un bus en 2 horas 30 minuto[30].

En 2018 además, Chile empezó a probar el primer bus interurbano de Latinoamérica. Es un modelo 100% eléctrico que recorrerá una ruta de aproximadamente cien kilómetros (Santiago – Rancagua), lo que convierte a esta iniciativa en la segunda del mundo, después de una similar en Alemania, en contar con servicios de larga distancia operado con un bus eléctrico. El modelo en prueba tiene una autonomía de entre 200 y 250 kilómetros, y es cuatro veces más eficiente energéticamente que uno diésel. Posee un sistema de almacenamiento de energía mediante baterías de alta tensión con capacidad total de 314 kWh de la cual sólo se usará el 80%, quedando el otro 20% como energía de reserva[31].

24. Enel X, 2019. Comunicado de prensa: Llegan a Chile 100 nuevos buses eléctricos de los 183 correspondientes a la segunda etapa que traen conjuntamente ENEL X, METBUS y BYD. Publicado el 31 de julio de 2019, en https://www.enel.cl/content/dam/enel-cl/prensa/comunicados-enel-x/2019/20190731-CP-Buses-electricos.pdf

25. Comunicación personal

26. NEoT es un inversor especializado en servicios distribuidos de energía renovable y movilidad eléctrica. En https://neotcapital.com/

27. Publicado el 27 de noviembre de 2018 en https://www.red.cl/noticias/parte-renovacion-del-transporte-publico-de-santiago-arriban-a-chile-los-primeros-100-buses-electricos

28. Publicado el 27 de noviembre de 2018 en https://www.red.cl/noticias/parte-renovacion-del-transporte-publico-de-santiago-arriban-a-chile-los-primeros-100-buses-electricos

29. Publicado el 31 de julio de 2019 en https://www.enel.cl/es/conoce-enel/prensa/press-enel-x/d201907-llegan-a-chile-100-nuevos-buses-electricos-de-los-183-correspondientes-a-la-segunda-etapa-que-traen-conjuntamente-enel-x-metbus-y-byd.html

30. De acuerdo con lo publicado el 29 de marzo de 2019, en https://www.gob.cl/noticias/presidente-pinera-presenta-100-nuevos-buses-electricos-para-la-region-metropolitana-hay-un-cambio-profundo-en-el-sistema-de-transporte-publico/

31. El Economista. Chile, referente en electromovilidad en América Latina. Publicado el 26 de noviembre de 2018 en https://www.eleconomistaamerica.cl/empresas-eAm-chile/noticias/9544612/11/18/Chile-referente-en-electromovilidad-en-America-Latina.html

Aunque no hay registros oficiales, en marzo de 2019, el presidente de la República anunció que, en el año 2022, 5.300 de los 6.600 buses actualmente en circulación en la Región Metropolitana, serán eléctricos[32]. El gobierno anunció, además, que, en 2019, el país contará con un corredor totalmente eléctrico, 100% no contaminante y libre de ruidos. Cuando empiece a operar, este será el primer corredor del mundo operado con buses eléctricos fuera de China.

Brasil

Aunque varias empresas han empezado a producir este tipo de vehículos en el país, la situación de Brasil no difiere de la de la mayoría de los países del mundo, en los cuales el transporte público todavía opera, mayoritariamente, con base en combustibles fósiles. La flota nacional de ómnibus para el transporte público suma casi 99 mil vehículos, distribuidos entre los 2.901 municipios que son atendidos por sistemas organizados de transporte. Operan 98 sistemas tipo BRT, 198 que transitan por corredores exclusivos y 166 por fajas exclusivas, cubriendo un total de 4,2 mil kilómetros (NTU, 2019).

En general la electromovilidad no ha entrado todavía con fuerza en el país. En total, desde 2012, hasta julio de 2019, fueron licenciados un poco más de 10 mil vehículos eléctricos livianos. De estos, el 66% en el año 2018 y el primer semestre de 2019[33].

Desde 2012 circulan buses eléctricos en ciudades brasileñas. Pero la cantidad es insignificante. No hay números exactos, pero se estima que hay casi 600 en circulación, y la gran mayoría son trolebuses. 35 híbridos de Volvo recorren las ciudades de Curitiba (estado de Paraná), São Paulo y Santos, en el estado de São Paulo, y en Foz do Iguazú (Parque Nacional das Cataratas, en Paraná). Los chasis fueron fabricados en la planta de Curitiba y las carrocerías, por empresas nacionales. Cerca de 400 buses híbridos de Volvo circulan además en líneas regulares en Bogotá (Colombia) y Buenos Aires (Argentina)[34].

De la empresa nacional, Eletra, creada en 1988, productora, principalmente de trolebuses, a la fecha circulan cerca de 400 ómnibus con tracción eléctrica en la gran São Paulo, y también en las ciudades de Rosario, en la Argentina, y Wellington, en Nova Zelandia. La empresa fabrica trolebuses (rede aérea), híbridos (grupo motor generador + baterías) eléctrico puro (baterías), Dual Bus – híbrido y trolebús, y Dual Bus – híbrido y eléctrico puro[35].

La china BYD también entró en el mercado brasilero. En la ciudad de Campinas, en el Estado de São Paulo, están operando regularmente 13 ómnibus eléctricos de esta marca[36]. En la ciudad de Brasilia, en el Distrito Federal, están operando dos vehículos eléctricos de la marca BYD, los primeros ómnibus 100% eléctrico con carrocería nacional, llamados Ebus[37].

BYD abrió su primera fábrica en Brasil, en 2015, para la producción de autobuses eléctricos y la comercialización de vehículos y apiladoras de carga en Campinas, en el interior del estado de São

32. De acuerdo con lo publicado el 29 de marzo de 2019, en https://www.gob.cl/noticias/presidente-pinera-presenta-100-nuevos-buses-electricos-para-la-region-metropolitana-hay-un-cambio-profundo-en-el-sistema-de-transporte-publico/

33. Associação Nacional os Fabricantes de Veículos Automotores, ANFAVEA. Estatísticas en http://www.anfavea.com.br/estatisticas.html

34. Publicado el 14 de junio de 2018 en http://www.metra.com.br/como-e-onde-operam-os-onibus-eletricos-do-pais/

35. Publicado el 14 de junio de 2018 en http://www.metra.com.br/como-e-onde-operam-os-onibus-eletricos-do-pais/

36. Publicado el 3 de enero de 2019 en https://tododia.com.br/cidades/onibus-eletrico-poe-campinas-no-the-new-york-times/

37. Publicado el 22 de marzo de 2018 en http://www.abve.org.br/brasilia-tera-onibus-eletrico-da-byd-com-carrocaria-marcopolo/

Paulo. En febrero de 2019, firmó su primer proyecto SkyRail (VLT), en una asociación pública privada (APP) de 1.500 millones de reales en la ciudad de Salvador, en el estado de Bahía[38].

El fabricante Volare lanzó, em 2017, el Access E, un mini ómnibus 100% eléctrico producido en Brasil en asociación con BYD. Actualmente, a modo de prueba, está circulando en varias ciudades del país. En julio de 2019, cuatro fueron incorporados por una empresa de movilidad corporativa a su flota. Su autonomía es de 200 kilómetros[39].

38. Información disponible en http://portuguese.xinhuanet.com/2019-06/08/c_138126916.htm

39. Publicado el 18 de julio de 2019 en https://rodario.com.br/2019/07/18/micro-onibus-byd-volare-access-e-aposta-sustentavel/

IV. **Las políticas públicas: ¿barreras u oportunidades?**

La conformación de la matriz energética debe ser considerada a la hora de promover medios de transportes sustentables basados en electricidad como una forma de reducir emisiones de GEI, porque en algunos países esta puede no ser una buena solución si la matriz no se descarboniza. En los sistemas de transportes es necesario tener presente, que, en el supuesto de que son medios más limpios, por lo general no se consideran todos los factores que los caracterizan.

El tipo de infraestructura y modo de transporte debe abarcar las emisiones de su ciclo completo, e incluir las relativas a su construcción, fabricación y operación, considerando la cantidad de pasajeros, los cambios modales que producirán y los cambios en la densidad residencial asociados con la provisión de esta infraestructura. En su ciclo de vida, el potencial de la demanda inducida de cambio desde el automóvil es determinante para su eficacia, y, en la etapa de construcción y fabricación, a las emisiones de los materiales y tipo de proceso utilizados. Una inadecuada combinación de estos factores puede extender este periodo, en los trenes subterráneos, por ejemplo, en hasta 35 años[40]. Y, si se agrega una matriz eléctrica sucia, el aporte deja de ser significativo.

Lederer y otros (2016) que estudiaron la Línea U2, del metro de Viena, evidenciaron que la electricidad para la operación del material rodante y de las estaciones dominan las emisiones de GEI, con un 60% y un 15% respectivamente. Concluyeron, además, que, si bien el mix energético para la generación de la electricidad es importante, su impacto, cuando mejorado, en la reducción de las emisiones fue de sólo un 8%. Pero, si esta mejora se acompañaba de mejoras en los vehículos, subía a un 35%, misma proporción que resultaría el aumentar la ocupación y mejorar la base energética. Si se mejoraba el mix eléctrico, la eficiencia de los trenes y aumentaba la ocupación, la reducción de emisiones alcanzaba un 55%.

De acuerdo con Cuéllar y otros (2016), dada la conformación de la matriz eléctrica que alimenta la ciudad de Bogotá, si los buses de TransMilenio cambiasen el diésel por la electricidad las emisiones de CO_2e, y PM2,5 se reducirían en 86% y 88%, respectivamente y el CO y el NOx, en un 99% y en un 97% respectivamente. Pero esta no sería la realidad en algunos otros países, cuya matriz energética primaria, como se aprecia en al cuadro 13 es altamente dependiente de combustibles fósiles.

En términos generales se distinguen tres tipos de agentes involucrados en el sector transporte: las autoridades centrales o federales, estatales y locales encargadas de la regulación del sector; las empresas y organismos encargados de la oferta de transporte, que involucra desde las empresas productoras de vehículos hasta las empresas privadas y públicas que ofrecen el servicio de transporte de personas y mercancías, y los usuarios, de sistemas de transporte público de servicios privados, así como dueños de vehículos privados. El desafío es alinearlos y dirigir las iniciativas y expectativas hacia la misma dirección.

Para que las políticas públicas sean realmente transformadoras y conviertan la movilidad sustentable en oportunidades, lo más importante es que este modelo de transporte esté integrado a los objetivos nacionales, y a la vez, alineados con los compromisos asumidos por los países tanto internos como internacionales, como los Objetivos de Desarrollo Sustentable y el Acuerdo de París.

Como se mencionó al principio de este documento, si bien ha habido avances con relación a la adopción de prácticas que fomentan el transporte urbano sustentable, sólo algunos países han propuesto

40. Keep Riding the Subway, by All Means, But Know It's Not as Green as You Think. Blog publicado por ARIAN MARSHALL, el 3 de marzo de 2017 en https://www.wired.com/2017/03/keep-riding-subway-means-know-not-green-think/

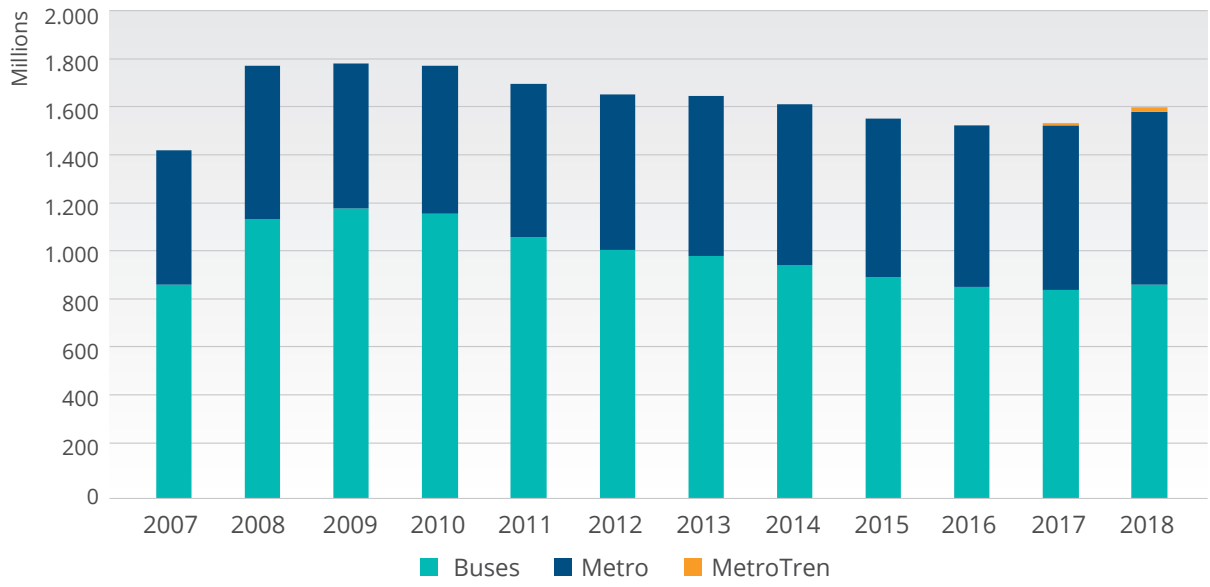
una definición que enmarca bajo esta visión sus acciones, lo que dificulta evaluar adecuadamente dichos avances. Estas definiciones, por lo general, se enfocan en los aportes del sector a sus procesos de desarrollo. No consideran a las generaciones futuras tampoco integran los tres elementos que conforman la base de la sostenibilidad. Pero hacen énfasis que, para migrar hacia un modelo de esta naturaleza, son necesarias estrategias y medidas planificadas en procesos integrales.

En la práctica, lo que se observa es una desconexión entre las políticas públicas en general y las que regulan el transporte. Por un lado, proponen al transporte colectivo como alternativa prioritaria, pero por otro, el parque automotriz individual privado ha crecido de manera significativa, tendencia que, si en muchos casos, es explicado por la mala calidad de la oferta de servicios públicos, también responde a la alta gama de posibilidades que fomentan el uso de los vehículos particulares.

En Chile, por ejemplo, la Política Nacional de Transportes de 2013, entre sus principios establece que, es de interés prioritario del Estado, que el transporte público urbano mayor, que comprende todos los modos masivos de transporte de pasajeros en áreas urbanas, sean preferidos por los ciudadanos debido a sus ventajas en términos del uso del espacio vial, oportunidades de encuentro entre personas, uso de la energía y capacidad de movilización (MTT, 2013).

A ocho años de su dictación, en el acumulado, la venta total de vehículos particulares, en 2018 alcanzó, las 400,3 mil unidades, lo que representa un crecimiento del 14,9% en comparación al año 2017, mientras que el parque de autobuses urbanos se mantuvo igual. De acuerdo con los resultados de la encuesta de satisfacción de los usuarios del sistema de transporte público de Santiago (DTPM, 2019), en 2018, el 50% calificaba al sistema como malo, el 38% como regular y el 12% como bueno. En 2017, los usuarios que lo calificaban como bueno representaban el 41,5%. Los que lo encontraban regular, el 42% y los que lo calificaban como bueno, el 16%. Esta mala calidad ha sido un factor que ha inducido a cambios modales en los pasajeros y ha sido utilizada como justificativa para a evasión del pago de la tarifa que ha caracterizado al sistema. En 2007, cuando fue implementado, la evasión representaba un 16%. Alcanzó picos de más de 30% y en diciembre de 2018, representaba un 27%. En el gráfico 4, se presenta la evolución de las transacciones entre 2007 y 2018, que han tendido a disminuir, aun con la entrada de nuevas líneas de metro al sistema (DTPM, 2018).

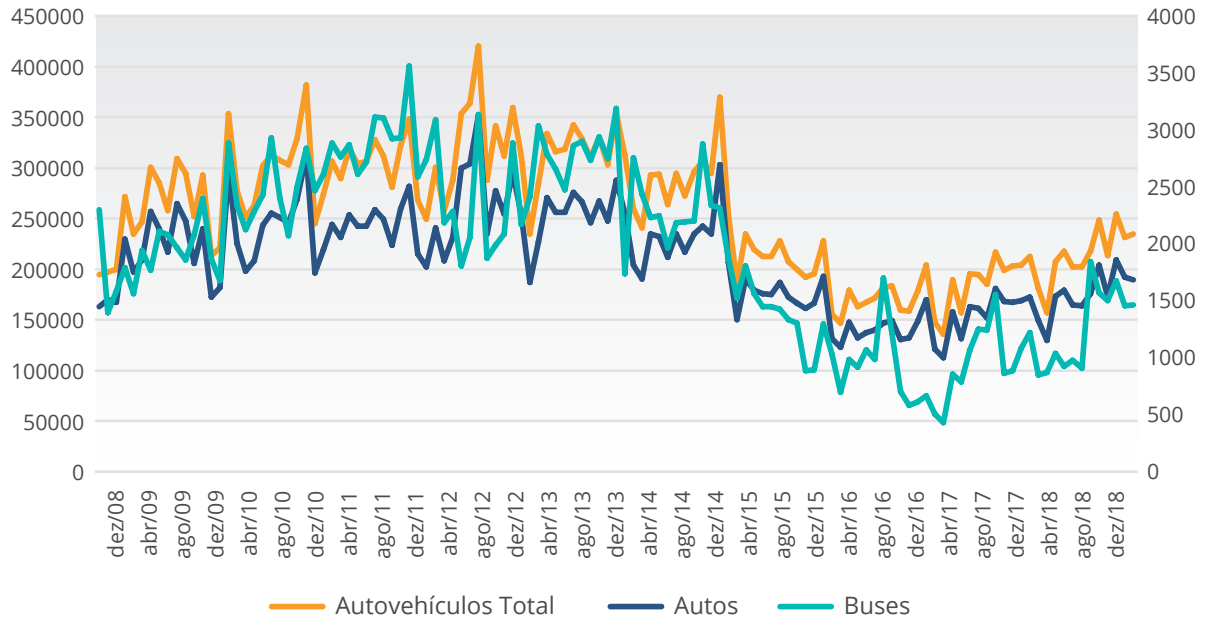
Gráfico 4. Evolución anual de transacciones en buses, metro y metroTren, entre 2007 y 2018



Fuente: DTPM, 2018.

En Brasil, todo el sector automotor ha disminuido su ritmo de crecimiento. Pero el de buses ha sido todavía más impactada con la crisis que afecta hace ya algunos años la economía del país (Véase gráfico 5)[41].

Gráfico 5. Evolución del licenciamiento mensual de vehículos en Brasil entre diciembre de 2008 y julio de 2019



Fuente: elaboración propia en base a los datos de ANFAVEA.

Pero pareciera que la crisis afectó, además, el uso del transporte público. De acuerdo con un informe de la Associação Nacional de Empresas de Transportes Urbanos (NTU), publicado por el Correo Braziliense[42], entre 2016 y 2017, la cantidad de personas que utilizaba el bus como medio de transporte, cayó 9,5%, y que dicha tendencia se repite por el cuarto año consecutivo. Entre otras, la explicación para esta tendencia es la disminución de los pasajeros que pagan la tarifa por estar exentos, como los adultos mayores y los estudiantes. En 20 años, el 36% dejó de pagar. Como consecuencia los aumentos del costo de los pasajes deben ser absorbidos por los demás usuarios, encareciendo el costo de los viajes. Además, como medio de transporte, el bus dejó de ser interesante para el usuario. Su productividad cayó 39% en los últimos 24 años, y sigue cayendo, lo que lo ha llevado a perder terreno para la moto, el auto, los aplicativos por demanda y para los dislocamientos a pie. La crisis económica también afectó el empleo, por lo que las personas se mueven menos o lo hacen por medio más económicos.

Varios países han establecido incentivos para los vehículos eléctricos particulares, pero casi ninguno para fomentar el transporte colectivo en este ámbito. Con relación a los trenes urbanos, subterráneos y de superficie y los sistemas de tipo BRT, si bien ha habido avances, varios de estos sistemas presentan problemas de solvencia, atrasos en la construcción de infraestructura y en los procesos de licitación.

41. Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores, ANFAVEA. Estatísticas en http://www.anfavea.com.br/estatisticas.html

42. Correio Braziliense, 2018. Número de pessoas que utilizam ônibus no Brasil cai 9,5% em um ano. Por Gabriel Ponte. Publicado el 01/08/2018 en https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/economia/2018/08/01/internas_economia,698810/numero-de-pessoas-que-utilizam-onibus-no-brasil-cai-9-5-em-um-ano.shtml

A. El transporte sostenible en las políticas de transporte y climáticas de Costa Rica, México y Panamá

Costa Rica

En el año 2007 Costa Rica declaró su compromiso unilateral para conseguir la carbono neutralidad en el año 2021. En 2012 oficializó, el Programa País Carbono Neutralidad y el compromiso de ser un país carbono neutral para el año 2021, dentro del marco de la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC)[43].

Para lograr esta meta, estima fundamental contar con el apoyo del sector de transporte y considera que una forma de lograrla es a través de la implementación de un modelo de transporte sustentable y la introducción masiva de la electromovilidad. Para tal, el Estado costarricense dispone de diferentes instrumentos. Sin embargo, y replicando la tendencia de varios otros países de la región, el crecimiento de la flota de vehículos livianos ha sido espectacular en la última década.

Según los datos publicados en el informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible de 2018 (PEN, 2018), los automóviles representan el 63% del total de vehículos en circulación, y crecieron un 67% en ese decenio, a una tasa del 6% anual, mientras que la población, solo 1,2% anual. El mayor incremento lo registró la flota de motocicletas, 187%, equivalente a un 13% anual. Los vehículos pesados, de cargas mayores a 3.500 kilogramos, tuvieron una expansión superior al 4% anual.

La cantidad de vehículos por cada mil habitantes suma 231, un 10% más que la media Latinoamericana, que es de 205 unidades. Supera a Brasil y está muy cerca de Chile, con 201 y 243 vehículos por cada mil habitantes respectivamente[44].

El autobús (34%) y los vehículos privados (33%) son los principales medios para trasladarse al trabajo. Un 17% camina desde el domicilio al lugar de trabajo, un 10% se traslada en motocicleta y el 6% en taxi (PEN, 2018).

En 2017, el sistema de transporte público de Costa Rica estaba conformado por 4.758 unidades, el 70% de ellas ubicadas en la Región Central. De acuerdo con el informe del PEN (2018), el sistema ha ido perdiendo eficiencia al competir con el alto flujo vehicular privado y de carga, y, que las restricciones de horarios, las bajas velocidades y los problemas de seguridad y calidad, han desincentivado su uso en favor del automóvil.

Otro tema importante en Costa Rica tiene relación con la antigüedad de los vehículos. Según los datos de la revisión técnica de vehículos (RTV) para 2017 (1.142.184 unidades) la edad promedio de los vehículos que ronda los 16 años. En el caso de los automóviles el promedio es de 17 años. La flota más joven corresponde a los autobuses de turismo y transporte público de ruta (6 y 7 años, respectivamente) (PEN, 2018).

El transporte es responsable del 66% del consumo de hidrocarburos y del 54% de las emisiones de

43. En http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=75821&nValor3=94259&strTipM=TC

44. Datos de 2015 de CepalStat

carbono en el país. Según el Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible de 2018[45], con medidas de importación de vehículos eléctricos, mejoras en el sistema de transporte público y uso de parámetros europeos de control de emisiones, el carbono liberado a la atmósfera se reduciría un 10% al año.

Los instrumentos que el Estado costarricense dispone para lograr la meta de carbono neutralidad y los demás compromisos asumidos nacional e internacionalmente por el país en materia ambiental para el sector del transporte son, a lo menos, los listados y comentados a continuación[46]:

- Plan de Descarbonización 2018-2050
- Plan Nacional de Desarrollo y de Inversión Pública (PNDIP) 2019-2022
- Política Nacional de Desarrollo Urbano 2018-2030 y su Plan de Acción 2018-2022
- Plan Nacional de Transporte 2011-2035
- VII Plan Nacional de Energía 2015-2030
- Estrategia Nacional de Cambio Climático
- Plan Nacional de Transporte Eléctrico 2018-2030

El **Plan de Descarbonización 2018-2050**, de 2019, es un documento estratégico que contiene las actuaciones clave para consolidar el proceso de descarbonización de la economía costarricense. Establece las rutas de transformación para el cumplimiento de los compromisos adquiridos internacionalmente - objetivos de la Agenda 2030 y el Acuerdo de París - con un horizonte al 2050.

Con relación al transporte plantea cuatro ejes:

> **1.** Desarrollo de un sistema de movilidad basado en transporte público seguro, eficiente y renovable, y en esquemas de movilidad activa.
>
> **2.** Transformación de la flota de vehículos ligeros a cero emisiones, nutrido de energía renovable, no de origen fósil.
>
> **3.** Fomento de un transporte de carga que adopte modalidades, tecnologías y fuentes de energía cero emisiones o las más bajas posibles.
>
> **4.** Consolidación del sistema eléctrico nacional con capacidad, flexibilidad, inteligencia, y resiliencia necesaria para abastecer y gestionar energía renovable a costo competitivo.

El **Plan Nacional de Desarrollo y de Inversión Pública (PNDIP) 2019-2022** es el marco de la política nacional y su objetivo es "(...) Generar un crecimiento económico inclusivo en el ámbito nacional y regional, en armonía con el ambiente, generando empleos de calidad, y reduciendo la pobreza y la desigualdad (...)", éste se asoció a cinco indicadores de metas nacionales, siendo la "Descarbonización de la economía" una de ellas, en la cual se vincula el tema energético dentro del PNDIP.

Los programas y proyectos del PNDIP dentro de las áreas estratégicas de articulación o desafíos, en la correspondiente a "Infraestructura, movilidad y ordenamiento territorial", describen las intervenciones de interés para el sector energía en:

- Energías renovables y su uso racional, cuyo objetivo es contribuir a la descarbonización de la matriz energética del país.
- Descarbonización del transporte, cuyo fin es contribuir a la descarbonización del transporte construyendo infraestructura nacional de centros de recarga eléctrica, aumentando la flotilla de vehículos eléctricos y fomentando los estudios en combustibles de bajas emisiones.

45. Publicado enhttps://estadonacion.or.cr/informe/?id=28797234-99af-4c53-b436-7c9a57fb1fe1

46. Para la descripción de los instrumentos públicos se tomó como referencia la información presentada en el Plan Nacional de Transporte Eléctrico 2018-2030, que fue complementada con información de cada uno cuando se estimó necesario.

La Política Nacional de Desarrollo Urbano 2018-2030 y su Plan de Acción 2018 - 2022 fueron presentados en junio de 2018. Consta de cinco ejes temáticos:

1. Planificación urbana efectiva y eficiente

2. Movilidad y transporte como estructurantes de la ciudad

3. Acceso universal a los servicios públicos y recreativos

4. Gobernanza en la administración de ciudades

5. Educación y participación para vivir en ciudades

Busca promover el ordenamiento de las ciudades a través de un enfoque de desarrollo urbano sostenible, impulsando la mejora de la calidad de vida de sus habitantes y el aumento de la eficacia y productividad de las ciudades, como entidades colectivas que son decisivas para aumentar la competitividad económica y social de Costa Rica. Todo de cara a los retos que enfrenta el país para cumplir con la Agenda 2030, los ODS y la Nueva Agenda Urbana de Hábitat III.

El **Plan Nacional de Transporte 2011-2035**, establece como una de sus metas "asegurar la sostenibilidad del sistema de transportes como vía de minimizar el impacto en el ambiente, potenciando la imagen del país como destino privilegiado para actividades de turismo y especialmente de ecoturismo".

Los objetivos del PNT con un horizonte al 2035, son disponer de un sistema de transporte actualizado, en el que la intermodalidad, funcionalidad, capacidad y adecuada conservación sean aspectos fundamentales del mismo, y minimizar el impacto en el ambiente del sistema de transportes, asegurando la sostenibilidad del mismo en años venideros.

La implementación del PNT se lleva a cabo mediante Planes Estratégicos Sectoriales (PES), el primero, vigente entre 2014 y 2018 y el segundo, para el período 2019 al 2024.

La PES 2019-2024, considera en el Pilar I: transporte público intermodal y movilidad urbana; orientado a mejorar la capacidad, calidad, cobertura y conectividad de la red de transporte público, tanto en modalidad autobús sectorizado, como en la modalidad de transporte por ferrocarril, así como apoyar la movilidad urbana que contemple las dimensiones de sostenibilidad, eficiencia, accesibilidad y seguridad en el desarrollo de sistemas de transporte urbano masivos.

El PNT se ocupa también de reformas estructurales: marco legal e institucional, planificación urbana y protección ambiental, equipamientos metropolitanos, renovación de flota de vehículos, creación de un nuevo sistema ferroviario competitivo y de equipamiento de material rodante.

A principios de 2019, los ministerios de Ambiente y Energía y Obras Públicas y Transporte firmaron el decreto de oficialización del Plan Nacional de Transporte Eléctrico 2018-2030 (PNTE[47]). Establecido en la Ley N°9.518, responde al VII Plan Nacional de Energía (PNE), al compromiso país de avanzar hacia la descarbonización de la economía establecido en el Plan de Acción de la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC), en la Contribución Nacionalmente Determinada de Costa Rica y en el Plan Nacional de Descarbonización. Lo sostienen, el Plan Nacional de Desarrollo y de Inversión Pública (PNDIP) y el Plan Nacional de Transporte (PNT).

El PNTE establece tres sectores como estratégicos, para los que definió los siguientes objetivos:

47. PNTE se encuentra en el siguiente link https://sepse.go.cr/politica-nacional/transporte-electrico/

1. Transporte privado (uso particular o flotillas de empresas o comercios). Reemplazar la flotilla nacional de vehículos convencionales por vehículos eléctricos. Incluye acciones relacionadas con los residuos de baterías y otros repuestos utilizados en vehículos eléctricos y la realización de un estudio de viabilidad sobre el desarrollo de la industria de producción y ensamblaje de tecnologías de transporte eléctrico finalizado;

2. Transporte público (vehículos utilizados para transporte público remunerado de personas). Desarrollar la electrificación del transporte público: buses, taxis y trenes;

3. Transporte institucional (vehículos utilizados por las instituciones: Incorporar vehículos eléctricos en la flotilla del Estado.

Establece dos ejes estratégicos estrechamente relacionados con el transporte y el transporte eléctrico:

Eje 5: Hacia una flota vehicular más amigable con el ambiente, que pretende contribuir en la reducción de emisiones provenientes del sector transporte mediante la promoción de la eficiencia energética, la renovación de la flota vehicular, entre otros aspectos. Establece acciones para la reducción de emisiones e inmisiones contaminantes desde la óptica regulatoria y de información al usuario, y busca la promoción de la diversificación tecnológica en el parque vehicular mediante la creación de condiciones fiscales y financieras favorables para los cambios tecnológicos. Atiende también aspectos para promover el adecuado descarte de los vehículos que salen de circulación.

Eje 6: Con miras a un transporte público sostenible, que busca contribuir a la reducción de emisiones producidas por el sector transporte mediante la planificación urbana para reducir la necesidad de desplazamiento de la población, fomentar el uso del transporte público y no motorizado, así como mejorar la tecnología de la flota vehicular para promover la eficiencia.

La **Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC)** fue publicada en el año 2009 y su plan de acción fue oficializado en el año 2015 mediante el Decreto Ejecutivo No. 39114-MINAE. Comprende dos agendas complementarias: la nacional y la internacional.

Contempla entre los ejes de mitigación, entre otros, los sub-ejes: Energía, Transporte, Agropecuario, Industrial, Residuos Sólidos.

La **Contribución Prevista y Determinada a Nivel Nacional** de Costa Rica (Gobierno de Costa Rica, 2015), implica un compromiso nacional de reducción de emisiones de GEI de 44%, comparado con un escenario *Business As Usual (BAU)*, y representa una reducción de emisiones de GEI de 25% contrapuesto con las emisiones de 2012. Considera como sectores prioritarios los de transporte, energía, agricultura y residuos sólidos.

Las opciones de mitigación propuestas se agruparon en cuatro categorías:

- Reduciendo la demanda de energía y las emisiones de GEI (eficiencia y conservación energética, estrategias sectoriales bajas en emisiones)
- Descarbonización del suministro de energía (electricidad, biocombustibles)
- Sustitución de combustibles para uso final (edificios, transporte, industria)
- Manejando sumideros de carbono (planes de uso del suelo, reforestación, deforestación evitada)

En el transporte, plantea que la meta aspiracional de la contribución es alcanzar y mantener una generación eléctrica 100% renovable al 2030 y que la mayoría de las medidas de abatimiento de las emisiones del país pasa por un mayor uso del transporte eléctrico, tanto público como privado.

Afirma que el transporte público, tanto en términos de la composición de la flota, como en su esquema de funcionamiento debe mejorar y que esto se logrará mediante la creación de un sistema integrado de transporte público y con la mejora de las rutas de los buses mediante la sectorización, la ampliación del tren, la integración del transporte no motorizado, etc. Afirma que el país ha priorizado el proyecto de tren eléctrico interurbano, que permitirá contribuir de manera significativa a las metas de mitigación. Y que todo esto requerirá el desarrollo de una ambiciosa cartera de inversión en materia de transporte sostenible.

La **electromovilidad** ha sido promovida a través de la incorporación de diferentes incentivos.

El Decreto Ejecutivo 41.425-H-MINAE-MOPT[48], de noviembre de 2018, que deroga el DE 33.096 de 2006, de Incentivo al uso de vehículos híbridos-eléctricos que los exoneraba del Impuesto Selectivo de Consumo al ingresar al país, eliminará, en un año, dicha exoneración tributaria que beneficia a los importadores de este tipo de vehículos. La derogación se debe, entre otros motivos, al escaso uso que se le dio al beneficio y que su impacto fue considerado muy inferior en comparación con la tecnología totalmente eléctrica en cuanto a la mejora de la calidad del aire y las emisiones de gases de efecto invernadero; su exoneración e ingreso al país no ha generado los efectos deseados de ser una tecnología de transición que permita un cambio de flota vehicular: del 2006 al 2018 apenas 1.844 vehículos híbridos solicitaron la exención fiscal, cantidad que representa el 0,1% de la flota circulante en aquel período.

En noviembre de 2018, además, el gobierno firmó el Decreto Ejecutivo 41.426-H-MINAE-MOPT[49] que extiende el beneficio a automotores eléctricos usados a aquellos que funcionen con electricidad u otra tecnología sin emisiones y sin motor de combustión cuya antigüedad sea igual o menor a 5 años a partir del año de su modelo. El beneficio abarca tanto a automóviles, motocicletas, vehículos de transporte de carga, microbuses o autobuses. Específicamente, los exonera de pagar el Impuesto Selectivo de Consumo. El incentivo se aplicará únicamente a los vehículos con un valor CIF en aduanas no supere los 30.000 dólares. Este límite económico, sin embargo, no se aplicará a vehículos de transporte público o transporte de carga. Estos vehículos eléctricos usados tampoco estarán sujetos a la restricción vehicular y podrán utilizar parqueos azules dentro de los parqueos públicos, así como de supermercados, centros comerciales y demás parqueos privados, según lo estipulado en la Ley de Incentivos y Fomento para el Transporte Eléctrico, de 25 de enero de 2018. Este Decreto regirá una vez publicados en el diario oficial.

El 6 de febrero de 2018, entró en vigor la Ley N°9.518 de Incentivos y Fomento para el Transporte Eléctrico[50], que establece incentivos de carácter económico y de facilidades de uso en circulación, acceso al crédito y otros para promover el uso del transporte eléctrico. En su artículo 9 explicita las exoneraciones aplicables, que se presentan en el cuadro 11.

48. En https://asomove.org/resources/Documents/Decreto%20DEROGATORIA%20DEL%20DECRETO%20EJECUTIVO%20N%C3%9AMERO%2033096%20DEL%2014%20DE%20MARZO%20DE%202006,%20QUE%20INCENTIVA%20EL%20USO%20DE%20VEH%C3%8DCULOS%20H%C3%8DBRIDO-EL%C3%89CTRICOS%20COMO%20PARTE%20DEL%20USO%20DE%20TECNOLOG%C3%8DAS%20LIMPIA.pdf

49. En https://asomove.org/resources/Documents/Decreto%20INCENTIVOS%20PARA%20VEH%C3%8DCULOS%20EL%C3%89CTRICOS%20USADOS.pdf

50. En http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=85810&nValor3=111104&strTipM=TC

Cuadro 11. Exoneraciones aplicadas según la Ley 9.518, de incentivo y fomento para el transporte eléctrico

Monto exonerado del valor CIF del vehículo eléctrico	Exoneración del impuesto		
	General sobre las ventas	Selectivo de consumo	Sobre el valor aduanero
Los primeros $30.000	100% de exoneración	100% de exoneración	100% de exoneración
De $30.001 hasta $45.000	50% de exoneración	75% de exoneración	100% de exoneración
De $45.001 hasta $60.000	0% de exoneración	50% de exoneración	100% de exoneración
De $60.001en adelante	0% de exoneración	0% de exoneración	100% de exoneración

Fuente: Ley N°9.518 de Incentivos y Fomento para el Transporte Eléctrico

De acuerdo con el estudio realizado por López y Galarza (2017), en 2015 se presentó el Proyecto de Ley N°19.495, de "Incentivo a la Importación y Uso de Vehículos Híbridos y Eléctricos Nuevos". Busca "promover el desarrollo y la implementación del transporte eléctrico, tanto en su modalidad pública como privada". Este Proyecto de Ley –que, según López y Galarza, seguía en revisión a fecha de la publicación de su estudio– establece como meta la introducción de 100.000 vehículos eléctricos o híbridos recargables en un plazo de 5 años. Las medidas propuestas aplicarían a todos los vehículos híbridos recargables y eléctricos nuevos importados, sean estos vehículos automotores, de transporte público, transporte de mercancía o bien, motocicletas híbridas y eléctricas importadas al país. El Proyecto también propone la exoneración del pago del impuesto selectivo de consumo, del impuesto de ventas y el impuesto sobre el valor aduanero. Igualmente son exonerados las partes reemplazables y los repuestos de los vehículos eléctricos.

Adicionalmente, el Proyecto de Ley de 2015 elimina el pago por derechos de circulación -Marchamo- por cinco años y concede una exención a los vehículos de cualquier restricción vehicular y exoneración por pago de parquímetros. Para incentivar la renovación de flotas de empresas privadas, el Proyecto de Ley propone que estas empresas puedan depreciar el valor de sus vehículos en el plazo de tres años para efectos de la declaración del impuesto de la renta – siempre y cuando los vehículos adquiridos en estas condiciones no sean traspasados durante los primeros tres años. Esto aplicaría a cualquier empresa privada que a partir de la entrada en vigor de la ley decida sustituir su flota de transporte al menos en un 10% anual, con un mínimo de tres vehículos, por vehículos híbridos recargables o eléctricos.

El Proyecto de Ley también establece que el Gobierno Central y las instituciones del Estado renueven sus flotas en un 10% con vehículos eléctricos, en un plazo no mayor de 5 años a partir de la vigencia de la Ley. De acuerdo con este Proyecto de Ley las empresas importadoras de automóviles deberán ofrecer obligatoriamente el servicio de reparación y revisión de los vehículos híbridos y eléctricos al igual que hacerse responsables del reciclaje y el manejo de las baterías eléctricas que deban ser desechadas de los vehículos que vendan. Todo importador que contemple vehículos eléctricos en su inventario a nivel mundial deberá ofrecer estos modelos en Costa Rica con un plazo de 12 meses a partir de la vigencia de la Ley. En cuanto a estaciones de recarga, el Proyecto de Ley establece que deberá haber por lo menos uno a cada 80 km y 120 km en caminos cantonales. También, las empresas distribuidoras de electricidad tendrán la obligación de instalar un centro de carga rápida en cada cabecera provincial, así como en otros centros de interés incluidos en el Proyecto de Ley. Igualmente establece que la administración pública, como parqueos públicos nuevos y centros comerciales cuenten con puntos de recarga.

El gobierno está elaborando la Estrategia Nacional de Vehículos Eléctricos e Infraestructura de Recarga y la regulación para este tipo de transporte.

A mediados de 2018, firmó una alianza entre MINAE, a través de la Dirección de Cambio Climático, el Ministerio de Obras Públicas y Transporte (MOPT), ARESEP, el Grupo ICE, la Cooperación Alemana para el Desarrollo, GIZ, la Fundación Costa Rica - Estados Unidos para la Cooperación (CRUSA), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, operadores de buses, ONGs, y representantes de banca multilateral y de bancos locales, para disponer de tres buses eléctricos. Los buses y las respectivas estaciones de recarga se implementarán gracias a una donación de 2,5 millones de euros del Gobierno de Alemania y de un millón de dólares de la Fundación CRUSA[51].

México

A nivel nacional, de acuerdo con cifras de la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (Sedatu, s/f), en 2016, 103 millones de personas transitaban diariamente por las calles del país, de éstas, el 55% lo hacían en transporte público, el 29% caminando y/o en bicicleta y el 16% en automóvil. Aunque el transporte público es el más utilizado, el espacio de circulación que ocupa corresponde al 40% de la superficie urbanizada. El resto de la infraestructura y la mayor parte del gasto público en transporte se destina para mejorar el espacio vial de los vehículos privados.

Según la Sedatu (s/f), la zona metropolitana del Valle de México, concentraba 34,5 millones de viajes diarios, con una oferta de servicios de transporte que contempla medios masivos como Metro, Metrobús, Mexibús, trolebús, medios de mediana y baja capacidad como microbuses, combis y mototaxis, medios no motorizados, como el sistema de bicicletas públicas o los servicios de bicicletas privadas sin anclaje, y los servicios privados como automóvil, motocicletas, transporte escolar, transporte de personal, las bicicletas privadas y las caminatas. Con estos servicios, que cada día van creciendo en diversidad, la movilidad principal del Valle de México sigue siendo dominada por los s de baja capacidad o colectivos con el 51%. El 32% camina y 21% utiliza el automóvil para los viajes diarios.

Algunos estados ya ofrecen servicios de transporte masivo y semimasivo, que operan como empresas como en León, en Pachuca, Chihuahua y Ciudad Juárez, Acapulco, Guadalajara y otros sistemas pequeños que se integran como corredores ruta-empresa. Estos sistemas que ya no operan bajo la lógica hombre-bus, en la actualidad sólo cubren el 12% del transporte público colectivo concesionado. El 87,8% sigue operando bajo el modelo tradicional hombre-bus, que ofrece baja calidad de servicio, inseguridad, altos costos ambientales y un esquema financiero difícil de transparentar, aun cuando se trata de servicio público. Estos sistemas son una importante barrera para la adopción de modelos que buscan un transporte más limpio (Sedatu, s/f).

En el cuadro 12, se listan las ciudades en las que operan sistemas de buses de transporte urbano del tipo BRT. La Ciudad de México y su área Metropolitana concentran el 60% de los pasajeros, el 50% de los corredores y la mitad de la extensión de 20 corredores en operación en el país.

51. En https://www.estrategiaynegocios.net/centroamericaymundo/1184906-330/costa-rica-desarrollar%C3%A1-plan-piloto-en-transporte-p%C3%BAblico-con-buses-el%C3%A9ctricos

Cuadro 12. Ciudades de México en las que operan sistemas de buses de transporte urbano, del tipo BRT

Ciudades	Pasajeros por día	Número de Corredores	Extensión (km)
Acapulco	100.000	1	16
Chihuahua	50.000	1	22
Guadalajara	127.000	1	16
Guadalupe	15.000	1	8
Juárez	54.000	1	25
León de los Aldama	220.500	1	32
Ciudad de México	1.240.000	7	140
Ciudad de México - Área Metropolitana	380.000	3	56
Monterrey	100.000	1	30
Pachuca	114.000	1	17
Puebla	251.704	2	32
Total	**1.919,15**	**20**	**394**

Fuente: elaboración propia en base a datos del https://brtdata.org/location/latin_america/mexico

El diseño espacial que caracteriza las ciudades mexicanas, además de sus particularidades sociales, climáticas y geográficas, obliga la búsqueda de soluciones propias, lo que dificulta establecer un único modelo de movilidad nacional. Asimismo, las desigualdades sociales que genera el actual sistema urbano se han ido acentuando. Se proyecta que del gasto familiar al año 2030, comparad con el 2016, el decil más bajo de la población incrementará su gasto en transporte público del 7,2% a un 12%, mientras el decil más alto disminuirá este gasto a la mitad, del 1% 0,5%, incrementando así la brecha de ingreso de las familias mexicanas. (Sedatu, s/f).

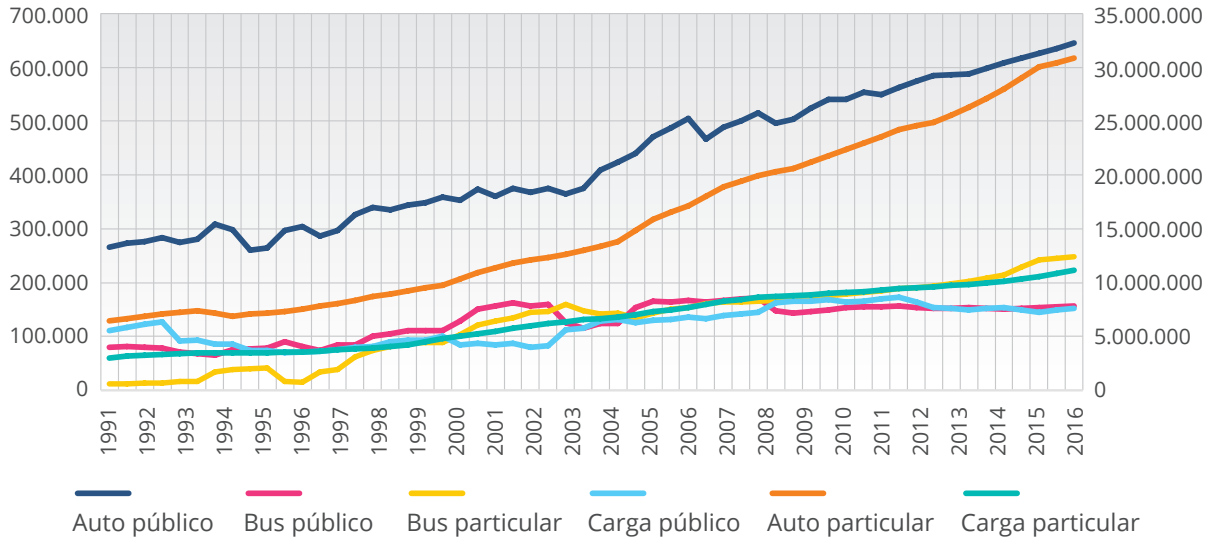
El país ha dispuesto diferentes instrumentos que rigen el desarrollo del sector de transportes, que, en la práctica, precisamente proponen un modelo único que desconoce las singularidades sociales y ambientales de su territorio.

Estos instrumentos, aunque no siempre de forma explícita, son la base de las diversas iniciativas orientadas a la promoción de un modelo de transporte sustentable. Pero de acuerdo con la información disponible públicamente por el Estado mexicano, no siempre es posible reconocer cuáles iniciativas siguen vigentes y evaluar sus impactos y resultados cuando han definido metas. De un modo general, sin embargo, pese a que el foco de varias de las diversas políticas públicas orientadas al transporte ha sido incentivar el transporte público y desincentivar el uso del transporte individual en aras de darle sustentabilidad al sistema, dichas políticas no tuvieron el impacto deseado. Entre 1991 y 2018, de acuerdo con los datos del INEGI[52], el parque automotriz de vehículos particulares en circulación creció siete veces, pasando de 6,5 millones a 30,1 millones, mientras que la flota de transporte público de pasajeros, solo dos (de 81,5 mil a 157 mil).

Esta tendencia al crecimiento sigue observándose todavía. En junio de 2018, había 30,4 millones de autos y 400 mil buses circulando (públicos y privados). Doce meses más tarde, en junio de 2019, la cantidad de autos había crecido cerca de un 3%, alcanzando 31,3 millones de unidades y la de autobuses, un 2%, sumando casi 410 mil. El gráfico 6, ilustra la evolución de la cantidad de vehículos de motor registrados en circulación en México entre 1991 y 2018.

52. Vehículos de motor registrados en circulación. Datos abiertos disponibles en https://www.inegi.org.mx/programas/vehiculosmotor/default.html#Datos_abiertos

Gráfico 6. Evolución de la cantidad de vehículos de motorizados registrados en circulación en México entre 1991 y 2018



Fuente: elaboración propia con base en los datos abiertos publicados por el INEGI, 2019.

En México, el 88% del transporte público colectivo concesionado sigue operando bajo el modelo hombre-camión, que ofrece baja calidad de servicio, inseguridad, altos costos ambientales y un esquema financiero difícil de transparentar (Sedatu, s/f). Según la última encuesta Origen Destino de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), el transporte no estructurado mueve diariamente a poco más de 6 millones de personas, una cantidad mayor a la que mueven los autos (3,2 millones) o el metro (2,4 millones). En promedio, se llevan a cabo 11,5 millones de viajes diarios en transporte colectivo tipo microbús. Esto representa el 74% del total de viajes en transporte público (IMCO, 2019).

La base jurídica y programática de política de movilidad mexicana son:

1. El Plan Nacional de Desarrollo

2. La Estrategia Nacional de Movilidad Urbana Sustentable de 2014

3. La Ley General de Asentamientos Humanos y Ordenación del Territorio de 2016, actualizada en 2019

El **Plan Nacional de Desarrollo (PND)** es la base de la programación y presupuestaria de toda la administración pública federal mexicana es Rige las acciones y da cuenta de las prioridades de cada gobierno y abarca los respectivos períodos de gestión. El PND 2019-2024, actualmente vigente, no considera acciones en el área de transporte. Pero el de 2013-2018 contemplaba diversas líneas de acción para la movilidad sustentable:

- Contribuir a mejorar la calidad del aire y reducir emisiones de compuestos de efecto invernadero mediante combustibles más eficientes, programas de movilidad sustentable y la eliminación de los apoyos ineficientes a los usuarios de los combustibles fósiles.
- Mejorar la movilidad de las ciudades mediante sistemas de transporte urbano masivo, congruentes con el desarrollo urbano sustentable y que aprovechen las tecnologías para optimizar el desplazamiento de las personas.
- Acelerar el tránsito hacia un desarrollo bajo en carbono en los sectores productivos primarios, industriales y de la construcción, así como en los servicios urbanos, turísticos y de transporte.

- Promover el uso de sistemas y tecnologías avanzados, de alta eficiencia energética y de baja o nula generación de contaminantes o compuestos de efecto invernadero.
- Fomentar una movilidad urbana sustentable, con apoyo de proyectos de transporte público y masivo, y que promueva el uso de transporte no motorizado.
- Priorizar el apoyo a proyectos que promuevan la movilidad urbana sustentable.

La **Estrategia Nacional de Movilidad Urbana Sustentable** plantea la creación del Programa de movilidad urbana sustentable (PMUS), que tiene como fin impulsar más y mejores inversiones en infraestructura vial urbana a través de dos objetivos (Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014):

> **1.** Generar un cambio de tendencia en el financiamiento federal en materia de movilidad urbana sustentable para garantizar inversiones eficientes y efectivas.
>
> **2.** Incentivar la gestión y el diseño de políticas públicas locales que impulsen el cambio modal a medios sustentables, eficientes y seguros, como el transporte no motorizado y el transporte público.

En el marco de esta estrategia, se propone la creación de Dirección General de Movilidad Urbana Sustentable, adscrita a la Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda, como la responsable de diseñar, proponer y coordinar estrategias, programas, normatividad y acciones que fomenten la movilidad urbana sustentable.

La **Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Humano**, de 2016, en el apartado la movilidad establece que las políticas y programas de movilidad deberán procurar la accesibilidad universal de las personas, garantizando la máxima interconexión entre vialidades, medios de transporte, rutas y destinos, priorizando la movilidad peatonal y no motorizada; incrementar la oferta de opciones de servicios y modos de transporte integrados, a los diferentes grupos de usuarios, que proporcionen disponibilidad, velocidad, densidad y accesibilidad universal, que permitan reducir la dependencia del uso del automóvil particular, aquellas innovaciones tecnológicas que permitan el uso compartido del automóvil, el uso de la motocicleta y desarrollar nuevas alternativas al transporte público.

En el Artículo 73 establece que la Federación, las entidades federativas, los municipios y las Demarcaciones Territoriales deberán promover y priorizar en la población la adopción de nuevos hábitos de movilidad urbana sustentable y prevención de accidentes encaminados a mejorar las condiciones en que se realizan los desplazamientos de la población, lograr una sana convivencia en las calles, respetar el desplazamiento del peatón y su preferencia, prevenir conflictos de tránsito, desestimular el uso del automóvil particular, promover el uso intensivo del transporte público y no motorizado y el reconocimiento y respeto a la siguiente jerarquía: personas con movilidad limitada y peatones, usuarios de transporte no motorizado, usuarios del servicio de trasporte público de pasajeros, prestadores del servicio de trasporte público de pasajeros, prestadores del servicio de transporte de carga y usuarios de transporte particular.

En materias climáticas, el transporte es abordado en la **Ley General de Cambio Climático**[53] de 2018, que "atribuye a las entidades federativas las funciones de formular e instrumentar políticas y acciones para enfrentar al cambio climático en materias relacionadas con el transporte público de pasajeros eficiente y sustentable en su ámbito jurisdiccional", y de "desarrollar estrategias, programas y proyectos integrales de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero para impulsar el transporte eficiente y sustentable, público y privado".

53. Ley General de Cambio Climático. Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2012. Texto vigente. Última reforma publicada DOF 13-07-2018. En http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC_130718.pdf

Entre los objetivos de las políticas públicas para la mitigación, establece que deben considerar "promover el incremento del transporte público, masivo y con altos estándares de eficiencia, privilegiando la sustitución de combustibles fósiles y el desarrollo de sistemas de transporte sustentable urbano y suburbano, público y privado". Para reducir las emisiones en el sector de transportes, plantea:

> **a)** Promover la inversión en la construcción de ciclovías o infraestructura de transporte no motorizado, así como la implementación de reglamentos de tránsito que promuevan el uso de la bicicleta.
>
> **b)** Diseñar e implementar sistemas de transporte público integrales, y programas de movilidad sustentable en las zonas urbanas o conurbadas para disminuir los tiempos de traslado, el uso de automóviles particulares, los costos de transporte, el consumo energético, la incidencia de enfermedades respiratorias y aumentar la competitividad de la economía regional.
>
> **c)** Elaborar e instrumentar planes y programas de desarrollo urbano que comprendan criterios de eficiencia energética y mitigación de emisiones directas e indirectas, generadas por los desplazamientos y servicios requeridos por la población, evitando la dispersión de los asentamientos humanos y procurando aprovechar los espacios urbanos vacantes en las ciudades.
>
> **d)** Establecer programas que promuevan el trabajo de oficina en casa, cuidando aspectos de confidencialidad, a fin de reducir desplazamientos y servicios de los trabajadores.
>
> **e)** Coordinar, promover y ejecutar programas de permuta o renta de vivienda para acercar a la población a sus fuentes de empleo y recintos educativos.
>
> **f)** Desarrollar instrumentos económicos para que las empresas otorguen el servicio de transporte colectivo a sus trabajadores hacia los centros de trabajo, a fin de reducir el uso del automóvil.

En el marco de la **Contribución Nacionalmente Determinada**, depositada en la CMNUCC, con relación al transporte, el compromiso asumido por México, para el año 2030, considera reducir las emisiones del sector en un 19%, con relación a un escenario BAU. Para tal, propone incrementar la flota vehicular a gas natural y disponer de combustibles limpios, modernizar el parque vehicular y reducir la importación de automóviles usados, impulsar el Transporte Multimodal de carga y pasajeros (Gobierno de la República, 2014).

La **Estrategia Nacional de Cambio Climático 2014-2018** (SEMARNAT, 2013) con relación a la movilidad, considera, dentro de su visión prospectiva a 10, 20 y 40 años, la adopción de sistemas de movilidad sustentables y el uso de vehículos eléctricos:

Visión a 10 años:

- Sistema de incentivos que promueve las mayores ventajas del uso de combustibles no fósiles, la eficiencia energética, el ahorro de energía y el transporte público sustentable con relación al uso de los combustibles fósiles.
- Los sectores público y privado adoptan sistemas de movilidad sustentables.
- Esquemas socioeconómicos incentivan el uso de transporte sustentable.
- Uso común de vehículos eléctricos en transporte público.

Visión a 20 años:

- Los planes de desarrollo urbano integran sistemas de transporte sustentable para cubrir las necesidades de la población de forma limpia, eficiente y segura,
- El transporte de carga es multimodal, eficiente y de bajas emisiones; y

Visión a 40 años: hay un uso común de trenes y vehículos eléctricos.

Además, contempla un Pilar de Mitigación, que establece un eje estratégico para transitar a modelos de ciudades sustentables con sistemas de movilidad, gestión integral de residuos y edificaciones de baja huella de carbono que propone, entre otras, las siguientes líneas de acción (SEMARNAT, 2013):

- Promover la evolución hacia sistemas de transporte público, seguro, limpio, bajo en emisiones, accesible y cómodo al fortalecer la interconectividad regional como parte de una política integral de desarrollo urbano; - Desarrollar entes regulatorios con visión de la demanda de transporte a nivel nacional y regional para optimizar los sistemas de transporte que reduzcan los tiempos y distancias de viaje; e
- Impulsar sistemas de transporte público bajos en emisiones y eficientes, y adecuar el marco regulatorio y tarifas para fomentar la reinversión y mejora continua.

El **Programa Especial de Cambio Climático** (SEMARNAT, 2014), desarrollado en el marco del PND, entre las estrategias planteadas para dar cumplimiento a su Objetivo 3, de "reducir emisiones de gases de efecto invernadero para transitar a una economía competitiva y a un desarrollo bajo en emisiones", considera la implementación de acciones de impacto directo como la eficiencia energética, cogeneración, uso de fuentes de energía limpia, y esquemas de movilidad sustentable.

Para desarrollar esquemas de transporte y movilidad sustentable, propone nueve líneas de acción:

> **1.** Diseñar e instrumentar una política de movilidad sustentable para ciudades de 500 mil o más habitantes.
>
> **2.** Desarrollar proyectos de convivencia urbana que incrementen la velocidad del traslado de carga y fortalezcan la seguridad vial
>
> **3.** Promover el uso eficiente del ferrocarril en el traslado de carga, para disminuir costos de transporte y emisión de contaminantes
>
> **4.** Promover la modernización del transporte de carga, para reducir costos de operación y emisiones e incrementar su competitividad y seguridad.
>
> **5.** Reducir GEI y contaminantes criterio derivado la operación del Programa Transporte Limpio.
>
> **6.** Construir ferrocarriles interurbanos de pasajeros con una visión integral que considere el desarrollo regional y las proyecciones demográficas.
>
> **7.** Impulsar proyectos clave de transporte masivo con criterios de reducción de tiempos de recorrido, rentabilidad socioeconómica e impacto ambiental.
>
> **8.** Fomentar el cabotaje y el transporte marítimo de corta distancia, para impulsarlo como vía alterna para el tránsito de mercancías.
>
> **9.** Avanzar hacia prácticas de logística de ahorro de combustibles

El tema del transporte más limpio se aborda también en la Estrategia Nacional de Calidad del Aire y en el Programa de gestión federal para mejorar la calidad del aire de la Megalópolis, PROAIRE de la Megalópolis 2017- 2030.

Así como en otros países de la región, México ha dictado en el marco de la Ley del Impuesto Especial sobre Producción y Servicios (LIEPS) un impuesto a los combustibles de acuerdo con su contenido de carbono. Fue aprobado en la Reforma Fiscal presentada en 2013 y aplicado desde enero de 2014.

La medida, según la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), cumple dos objetivos[54]:

1. Reducir las emisiones, y
2. Aumentar la recaudación del Gobierno Federal

El impuesto establece explícitamente un precio a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) liberadas a la atmósfera, usualmente medido en toneladas de dióxido de carbono equivalente (CO_2e), mediante una tasa o cuota. Se aplica al productor o importador de combustibles fósiles, y la mayor parte de la recaudación proviene de la venta de gasolinas, diésel y combustóleo. En cuadro 13, se presentan los valores aplicables en 2019.

Cuadro 13. Impuesto a los combustibles fósiles en México: montos aplicables para 2019

Tipo de combustible	Impuesto		Unidad
	En pesos mexicanos	En dólares	
Propano	7,26	0,37	por litro
Butano	9,40	0,48	por litro
Gasolinas y gas-avión	1,74	0,65	por litro
Turbosina y otros kerosenos	1,22	0,78	por litro
Diésel	1,46	0,79	por litro
Combustóleo	16,50	0,84	por litro
Coque de petróleo	19,15	0,98	por tonelada
Coque de carbón	44,90	2,29	por tonelada
Carbón mineral	33,81	1,73	por tonelada
Otros combustibles fósiles	48,87		por tonelada de carbono que contenga el combustible

Fuente: elaboración propia en base a http://losimpuestos.com.mx/ieps-impuesto/#IEPS-sobregasolinas-y-diesel

Todos los ingresos derivados de la recaudación de este impuesto van al presupuesto general del país y no están etiquetados para uso específico. La información disponible públicamente no permite concluir sobre la tendencia de los ingresos recaudados y el impacto que el impuesto podría estar teniendo en el consumo de combustibles fósiles (véase cuadro 14).

Cuadro 14. Ingresos del impuesto al carbono (millones de pesos)

Miles de millones de pesos	2014	2015	2016	2017	2018	2019 (hasta junio)
	9.670,34	7.648,52	6.657,73	5.325,17	5.883,55	2.482,67

Fuente: elaboración propia con datos de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, 2019[55].

54. Secretaría de Hacienda y Crédito Público, México. Nota metodológica. Recaudación del IEPS a combustibles fósiles. En https://www.secciones.hacienda.gob.mx/work/models/estadisticas_oportunas/metodologias/IEPS_carbono.pdf

55. Nota metodológica. Recaudación del IEPS a combustibles fósiles. En https://www.secciones.hacienda.gob.mx/work/models/estadisticas_oportunas/metodologias/IEPS_carbono.pdf

La electromovilidad ha sido promovida a través de la incorporación de diferentes incentivos tanto federales como por los estados:

1. Tarifa preferencial en pago de luz: la Comisión Federal de Electricidad facilita la instalación de medidor separado en hogar. Con esta política, la tarifa no subirá a Doméstica de Alto Consumo (DAC) evitando aumentar el gasto en electricidad.

2. Exención del Impuesto Sobre los Autos Nuevos, ISAN: Los vehículos eléctricos no pagan el impuesto Federal del ISAN. La Ley de Ingresos de Ingresos de la Federación para el ejercicio fiscal 2015, en materia de exenciones, en su artículo 16 establece que se exime del pago del impuesto sobre automóviles nuevos que se cause a cargo de las personas físicas o morales que enajenen al público en general o que importen definitivamente en los términos de la Ley Aduanera, automóviles cuya propulsión sea a través de baterías eléctricas recargables, así como de aquéllos eléctricos que además cuenten con motor de combustión interna o con motor accionado por hidrógeno.

3. En la mayoría de los estados, los vehículos eléctricos no pagan tenencia.

4. La Comisión Federal de Electricidad ha instalado cerca de 900 puntos de carga: Ciudad de México, Nuevo León y Aguascalientes concentran alrededor de 53% del total de estaciones de carga.

Otros incentivos

1. Exención del programa de verificación vehicular por emisiones por un periodo de 8 años

2. Engomado E que identifica a los vehículos híbridos y eléctricos. Aplica para el Estado de México y para la Ciudad de México: 20% de descuento permanente en tres autopistas urbanas de la ciudad de México y exento del programa "hoy no circula" (Figura 3).

3. Placas verdes: la Ley de Movilidad del Distrito Federal de 2014[56], en su Artículo 62 establece que la Administración Pública implementará un programa para otorgar estímulos y facilidades a los propietarios de vehículos motorizados que cuentan con tecnologías sustentables, como los híbridos y eléctricos. Los vehículos que cumplan con los requisitos establecidos por la autoridad, se les otorgará una placa de matrícula y/o distintivo oficial, pudiendo ser este una placa de matrícula verde, que permita su identificación para poder acceder a los beneficios otorgados en dicho programa.

4. Estacionamientos exclusivos: el Artículo 203 de la Ley de Movilidad del Distrito Federal establece que los estacionamientos públicos y privados, deberán contar con las instalaciones necesarias para garantizar la seguridad de las personas y los vehículos. Dispondrán de espacios exclusivos para vehículos que cuenten con distintivo oficial para personas con discapacidad o vehículos con placa de matrícula verde, así como de instalaciones necesarias para proporcionar el servicio a los usuarios de bicicletas y motocicletas.

56. Asamblea Legislativa del Distrito Federal, 2014. Ley de Movilidad del Distrito Federal http://www.aldf.gob.mx/archivo-ba20960fb6570ec7d4ee-34c30ee2d733.pdf

Figura 3. Engomado que identifica a los vehículos híbridos y eléctricos utilizado en México

Con relación al transporte de pasajeros eléctricos, por ahora, no ha habido muchos avances. Los 150 buses eléctricos propuestos en la Programa Integral de Movilidad 2013-2018 de la Ciudad de México, todavía no fueron incorporados a la flota.

La ciudad de México

A nivel local, en la Ciudad de México, la Ley de Movilidad del Distrito Federal, publicada en 2014, establece los lineamientos y directrices para la planificación, regulación y gestión de la movilidad de personas y del transporte de bienes. Dentro de sus principales objetivos se encuentra el de brindar condiciones de desplazamiento con los mínimos efectos negativos para la población y el medio ambiente de modo que se incentive el uso de transporte público no motorizado, así como tecnología sustentable.

Para alcanzar sus objetivos, la Ley de Movilidad se ejecuta a través del Programa Integral de Movilidad. El de 2013 - 2018, contemplaba seis ejes estratégicos (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2014):

- Eje 1. Sistema Integrado de Transporte (SIT);
- Eje 2. Calles para todos;
- Eje 3. Más movilidad con menos autos;
- Eje 4. Cultura de movilidad;
- Eje 5. Distribución eficiente de mercancías; y
- Eje 6. Desarrollo Orientado al Transporte (DOT).

Estos ejes, aunque no se refieren a la sustentabilidad de manera explícita, plantean acciones que tienden a que el sistema migre hacia uno manos carbonizado y ambiental y socialmente más amigable. El foco es el transporte público y la movilidad con menos autos. Contempla algunas metas específicas relacionadas con los vehículos eléctricos:

a) Adquirir 150 autobuses eléctricos para nuevos corredores Cero Emisiones del STE y analizar la viabilidad de brindar facilidades para transportar bicicletas;

b) Adquirir 2 autobuses híbridos (eléctricos-Gas Natural Comprimido) para operar en la Línea 1 de Ecobús Balderas-Santa Fe;

c) Relanzar y consolidar la operación de 20 taxis eléctricos;

d) Ampliar la Línea 12 del STC Metro en el tramo de Mixcoac a Observatorio; y

e) Cambiar alimentación eléctrica de 23 kv a 230 kv para garantizar la confiabilidad en el servicio del STC Metro (APDF, 2018b).

El Plan Estratégico de Movilidad de la Ciudad de México de 2019 (SEMOVI, 2019), fue elaborado sobre la base de "que el sistema de movilidad de la Ciudad de México se encuentra en un estado de profunda crisis estructural que se puede resumir en tres aspectos fundamentales: fragmentación institucional y de los distintos sistemas de movilidad; severas ineficiencias y abandono de la infraestructura y servicios de transporte público, no motorizado y carga., e inequidad en los tiempos de traslado y condiciones de viaje". Propone, para el período 2018-2024, la redistribución de los modos, del espacio vial y de los recursos. Con inversión en infraestructura, mantenimiento, recuperación y renovación de flota, favorece el transporte público, la caminata y el uso de la bicicleta, y promueve el uso de modos y tecnologías bajos en carbono.

Para la electromovilidad, en 2017, el gobierno de la Ciudad de México implementó el Programa Integral de Electromovilidad, el cual define acciones para promover soluciones de alta tecnología sustentable en los sistemas de transporte masivo del área. Pretende que para el año 2025, el transporte público de pasajeros deje de usar diésel como combustible en sus motores. Acorde a eso, en la principal zona urbana de México convivirán el tren ligero, tren suburbano, metro, taxis híbridos o eléctricos, trolebuses y los corredores de autobuses cero emisiones, con motores eléctricos. Para esta última fase, se deben adquirir 100 nuevos trolebuses, reacondicionar y arreglar otros 200, además de generar nuevos corredores Cero Emisiones con 150 unidades eléctricas en su primera fase. En este último caso, compromete otra vez la meta del PIM 2013-2018, por lo que es dable suponer que esta no habría sido cumplida.

En 2015, la Ciudad de México (CDMX) firmó la Declaración C40 por unas Calles Libres de Combustibles, en París, y se comprometió a adquirir exclusivamente autobuses con cero emisiones a partir del 2025. En este marco, elaboró la Estrategia de electromovilidad de la Ciudad de México 2018-2030, como "el documento guía de la de la política pública para fomentar el transporte eléctrico de la CDMX, tiene como objetivo sentar las bases para desarrollar un programa de movilidad eléctrica, al igual que articular otros esfuerzos en el tema que implementa la CDMX, encontrar áreas de oportunidad, así como diseñar esquemas y estrategias para cumplir con objetivos de cambio climático, calidad del aire, disminución del ruido, reducción de la congestión vehicular y mejoramiento de la oferta de transporte público" (C40 Cities Finance Facility, CFF, 2018). La ciudad de México cuenta con la mayor infraestructura de carga *per cápita* de la región, con 1,3 cargadores por automóvil. En todo el país, suman cerca de dos mil.

Panamá

El principal consumidor de combustibles fósiles en 2016 fue el sector transporte (49%), seguido por la generación eléctrica con 25 %, el sector industrial con 20 %, el residencial con 4 %, y el comercial y servicios públicos con 2 % (Secretaría Nacional de Energía, 2017).

Los combustibles utilizados para el transporte siguen siendo primordialmente la gasolina y el diésel. Sin embargo, la construcción de la línea 1 del Metro y la ampliación de la red (líneas 2 y 3) han apoyado

al país a reducir la dependencia de las importaciones de combustibles fósiles, reducir las emisiones y mejorar el sistema de transporte (Secretaría Nacional de Energía, 2017).

Paralelamente a la construcción de las líneas del metro, se han desarrollado proyectos que buscan mejorar la movilidad, como la recuperación de espacios para caminar, ciclo vías, etc. Aun así, el consumo de diésel en el sector transporte ha aumentado de manera significativa: 15,2% entre 2011 y 2016 (Secretaría Nacional de Energía, 2017).

El total de vehículos en circulación entre los años 2002 y 2015 aumentó un 127%, con a una tasa anual de 10,2% en el periodo 2011-2015, más rápido que el crecimiento del PIB. El aumento de los vehículos particulares en circulación se debe, principalmente, a los problemas de movilidad de la ciudad capital, por un transporte público que no logra satisfacer las necesidades de la población, aunado a un mejoramiento general del ingreso *per cápita*, y créditos con bajas tasas de interés, que amplían el acceso a la compra de vehículos (Secretaría Nacional de Energía, 2017).

La movilidad urbana está contemplada en la Política Nacional de Cambio Climático y su respectivo Plan de Acción y en Plan Estratégico de Gobierno 2014-2019.

La **Política Nacional de Cambio Climático de Panamá**, de 2007(Autoridad Nacional del Ambiente, 2013), en el Subprograma de vulnerabilidad y adaptación, en su **Plan de acción para la Implementación de la PNCC**, con el objetivo de "identificar y promover acciones de mitigación de modo que las actividades económicas sean compatibles con el desarrollo económico y social sostenido", plantea que entre las actividades a ser desarrolladas para su logro, "evaluar las propuestas de modernización del Sistema de transporte urbano y en general, para incorporar elementos de gestión del cambio climático".

La **Contribución Nacionalmente Determinada de Panamá**, de 2016 (Gobierno de la República de Panamá, 2016), no incluyó el sector de transportes, pero en el documento depositado en la CMNUCC, plantea que, entre los objetivos y prioridades nacionales, está el desarrollo de sistemas de transporte público masivo energéticamente eficientes.

El **Plan Estratégico de Gobierno 2014-2019** de 2014, en uno de sus cuatro objetivos, el de "buena vida para todos", entre los enfocados al bienestar y desarrollo humano, contempla la movilidad sostenible y transportes eficientes. Una de las líneas de intervención es el transporte urbano. Las acciones a ser impulsadas en este ámbito responden a los siguientes criterios (Gobierno de Panamá, 2014):

- Implementar del sistema integrado de transporte (Metrobus, Metro y Alimentadoras);
- Fortalecimiento del Sistema Alimentador (Reglamentación del Servicio, Evaluación de la Cobertura, e Incorporación del Transporte Informal);
- Elevar la calidad de la Movilidad (Programa de Evaluaciones de Campo, Reportes del Sistema de Información del Usuario);
- Mejorar el Servicio de Metro Bus (Renegociación del Contrato con Mi Bus, Implementación de Carriles
- Dedicados, Reversión de Carriles en Horas Pico, Creación de Pares Viales, Regulación de Puntos Críticos, Aumento de Presencia de Fiscalizadores);
- Fortalecimiento Institucional

Plantea invertir en el 16,5% del presupuesto de la nación, entre 2015 y 2019, en este sector, y de manera específica en:

- Completar Línea 1
- Línea 2 de Metro
- Línea 3 de Metro (avance de la construcción)
- Sistema de Transporte Masivo Panamá Oeste

Los **vehículos eléctricos** están contemplados en Ley Nº 8 de 2010[57], que reformó el Código Fiscal de Panamá, que adoptó medidas que contemplan la movilidad sustentable para el transporte de personas. En su Artículo 28-A sobre la tarifa del Impuesto Selectivo al Consumo (ISC) define que el para vehículos híbridos y/o eléctricos es de 5%, mientras que los vehículos a combustión deben pagar entre un 15 a un 23%. Este incentivo que aplica para la importación y venta de estos vehículos comenzó a regir el pasado 1 de enero de 2018.

La ley 69 del de 2012, de eficiencia energética[58], en el artículo 35 contempla que los vehículos eléctricos o híbridos no pagarán impuesto hasta el 31 de diciembre de 2017 y un 5% a partir del 1 de enero del 2018. El objetivo de esta ley es impulsar el uso de vehículos alternativos en Panamá.

El 13 de junio de 2019[59], la Secretaría Nacional de Energía (SNE) y el Ministerio de Ambiente (MiAmbiente) de Panamá presentaron la Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica, como "una iniciativa para impulsar el transporte bajo en emisiones y contribuir al cumplimiento de los compromisos climáticos de Panamá en el Acuerdo de París".

La estrategia propone medidas en cuatro áreas - gobernanza, normativa, sectores estratégicos y educación -, así como la creación de un marco legal que desincentive el uso de los vehículos de combustión fósil y estimule la introducción en el mercado de los vehículos eléctricos para el transporte privado y público (selectivo o masivo).

De cumplirse lo estipulado en esta hoja de ruta nacional, se habilitarían las condiciones para alcanzar las siguientes metas en el año 2030:

- 10-20% de los vehículos privados serán eléctricos.
- 25-40% de los vehículos privados vendidos ese año serán eléctricos.
- 15-35% de los autobuses serán eléctricos.
- 25-50% de los vehículos de flotas públicas serán eléctricos.

A solicitud de MiAmbiente y la SNE, ONU Medio Ambiente y el Comité Panameño del Consejo Mundial de Energía (WEC Panamá, por sus siglas en inglés) coordinaron la elaboración del documento a través de una serie de talleres, reuniones y consultas con actores principales del sector de la movilidad urbana y el sector energético para lograr un producto consensuado que permita una transición armónica y conveniente hacia la movilidad eléctrica.

57. En http://www.app.gob.pa/Leyes/ley_8.pdf

58. En https://lcc.eaudeweb.ro/files/PANAMA_Law_no._69_Law_that_establishes_the_general_lineaments_of_the_national_policy_energy.pdf

59. Publicado en http://euroclimaplus.org/sobre-el-componente4/noticia-urbano/334-panama-presenta-estrategia-nacional-de-movilidad-electrica-para-reducir-las-emisiones-del-transporte

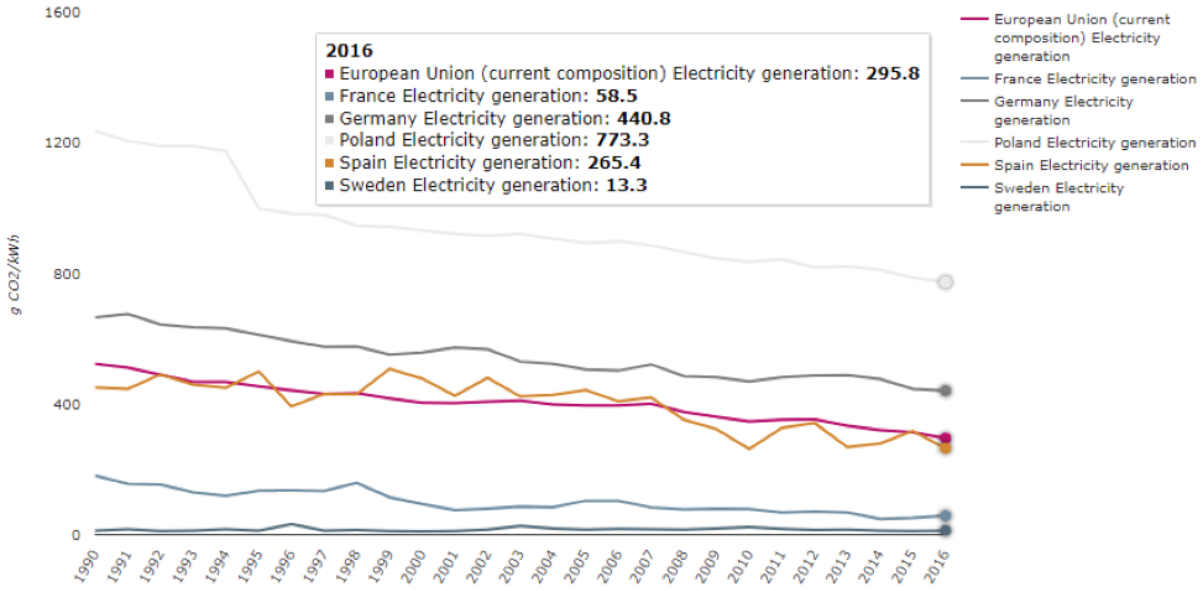
B. Política energética: la matriz eléctrica y la electromovilidad

El potencial de reducción de emisiones de los vehículos eléctricos está directamente relacionado con su utilización ya que, en la etapa de producción, las emisiones de CO_2 de este tipo de vehículos, son casi tan intensivas como las de los a diésel. Esto, especialmente debido a las baterías. Por consiguiente, su eficiencia con relación a las emisiones depende de la conformación del sistema de energía que compone la matriz eléctrica que alimenta sus baterías: mientras más limpia, mayor es la contribución de esta tecnología para el combate del cambio climático.

Diferentes científicos advierten que solo hay unos pocos estudios sobre el tema de las baterías y que todos los demás, se basan en estos y que en su mayoría fueron publicados entre 2007 y 2014 (Romare y Dahllöf, 2017). Los datos actualmente disponibles sobre la proporción de su huella de carbono en la huella total de los vehículos eléctricos varían de manera significativa, dependiendo del alcance y del enfoque, y del nivel de detalle y de la calidad de la información utilizada para su cálculo. Esto refuerza la importancia de la conformación de matriz energética, tanto para su fabricación como para alimentarlas.

Según la Agencia Europea de Medio Ambiente[60], el mix eléctrico alemán implica la emisión de 441 gramos de CO_2 para producir 1 kWh. En España, debido al uso de energías renovables, se emiten 265 g/kWh. En Francia, 58 g/kWh, puesto que algo más del 70 % de la electricidad se produce con energía nuclear, y sólo un 10 % en centrales térmicas y en Suecia, cuya matriz es básicamente hídrica y nuclear, las emisiones solo alcanzan 13 g/kWh. En Polonia, país en el cual una gran proporción de la electricidad es producida con carbón, las emisiones alcanzan 773 g/kWh. (véase figura 4) Así, en Francia un vehículo eléctrico emitiría un promedio de 13 g/km de CO_2, en España serían 58 g/km, en Alemania 95 g/km y en Polonia, 170 g/km[61].

Figura 4. Generación de energía e intensidad de emisiones de CO_2 en la UE y en algunos países de Europa



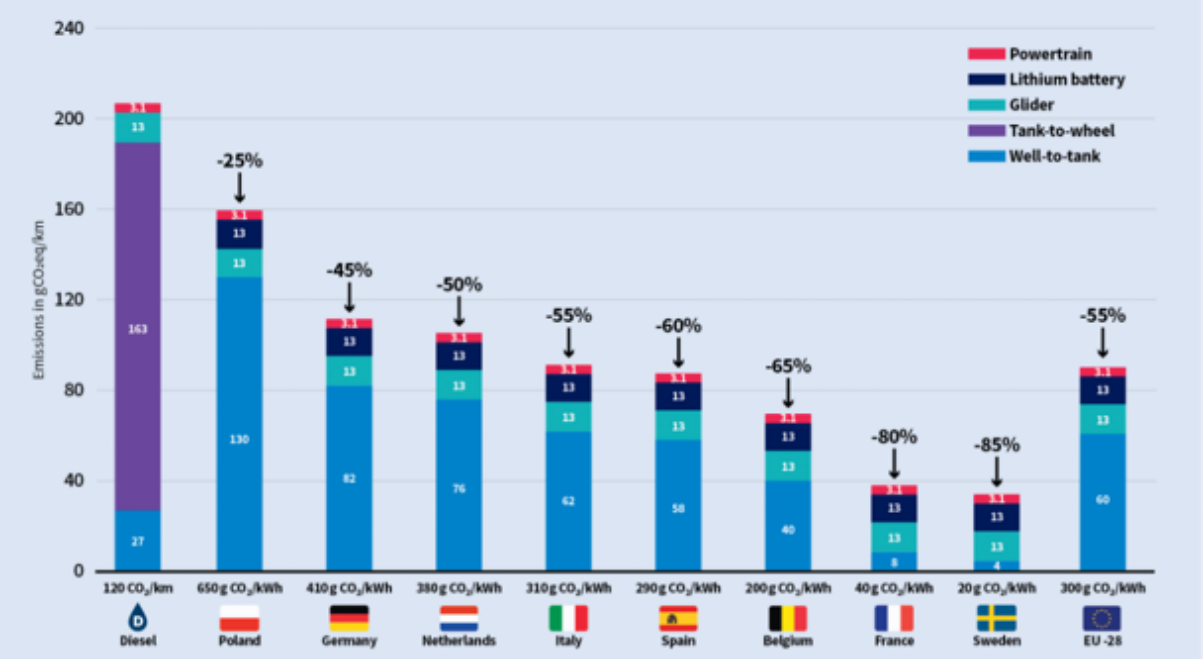
Fuente: Agencia Europea de Medio Ambiente, 2019.

60. En https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/co2-emission-intensity-5#tab-googlechartid_chart_11_

61. El coche eléctrico puede acelerar hoy el calentamiento global. Por Javier Moltó. En https://blogs.km77.com/teletransporte/el-coche-electrico-puede-acelerar-hoy-el-calentamiento-global/. Publicado el 6 mayo, 2019.

Considerando la vida útil del vehículo, reemplazar un diésel por uno eléctrico en Polonia, reduce las emisiones de CO_2 solo en un 25%. En Francia, un 80% y en Suecia, las emisiones de CO_2 pueden reducirse en un 85% (Dansk Elbil Alliance, s/f) (Véase figura 5).

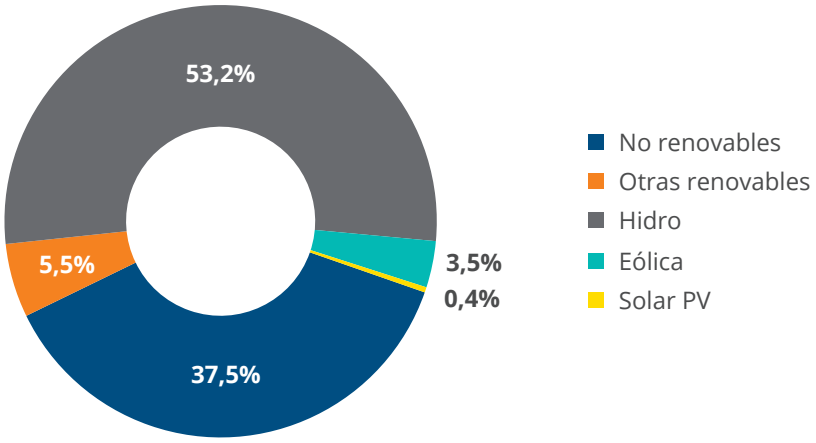
Figura 5. Emisiones evitadas por uso de vehículos eléctricos en países seleccionados de la UE, de acuerdo con la composición de cada matriz energética



Fuente: Dansk Elbil Alliance, s/f

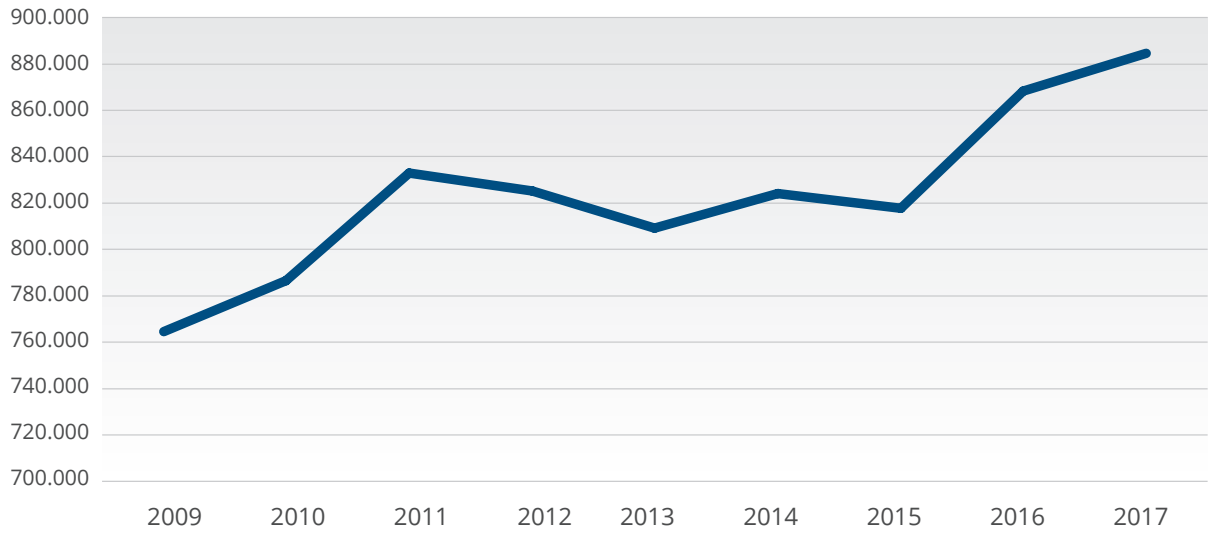
En América Latina y el Caribe, si bien, como región, la principal fuente generación de electricidad, es la hídrica (véase gráfico 7), y que ha habido un significativo crecimiento en la incorporación de energías renovables en las matrices nacionales (véase gráfico 8), hay una importante variación entre los países con relación a la conformación de sus respectivas matrices energéticas primarias, como se aprecia en al cuadro 15.

Gráfico 7. Producción de electricidad según fuente en América Latina y el Caribe, en 2016 (GW)



Fuente: IRENA, 2019.

Gráfico 8. Evolución de la incorporación de energías renovables en el mix eléctrico de América Latina y el Caribe (GWh)



Fuente: IRENA, 2019a.

Otro aspecto que debe ser considerado cuando se incluyen los vehículos eléctricos entre las soluciones de mitigación del cambio climático tiene que ver con la disponibilidad de electricidad para abastecerlos.

Hasta ahora la creciente cantidad de este tipo de vehículos ha tenido un impacto limitado en la demanda de electricidad (IEA, 2018). En 2017, esta fue equivalente al 0,2% del consumo global total, pero aumentó un 21% en comparación con 2016. En China y Noruega, los países que tienen respectivamente la mayor flota y cuota de mercado de vehículos eléctricos, la demanda de electricidad representó el 0,45% y el 0,78% de la demanda total.

Cuando se incluyen vehículos de dos y tres ruedas, las necesidades de electricidad anuales de los eléctricos vendidos en 2017 fueron de alrededor de 10 teravatios hora (TWh), lo equivalente al 1,3% del crecimiento de la demanda mundial (IEA, 2018a).

Pero con las baterías cada vez más baratas y los gobiernos promoviendo su uso, la AIE estima que los vehículos eléctricos consumirían alrededor del 9% de la demanda mundial total de electricidad para 2050. En algunos lugares se espera que esta sea mucho más alta, como en Alemania, donde podría alcanzar hasta un 24% (IEA, 2018).

En estudio de la empresa CPFL Energía, para Brasil, realizado en el marco del Proyecto Emotive[62], concluyó que hasta 2030, el consumo de electricidad aumentaría entre un 0,6% y el 1,6%, para atender entre 4 y 10 millones de vehículos eléctricos. Concluyó, además, que el costo por kilómetro recorrido es un tercio del de un vehículo tradicional: 0,11 reales vs 0,30 reales. Y estimó, que, con la actual capacidad de producción de electricidad del país, la red tendría capacidad para atender a un millón de autos eléctricos sin necesidad de inversiones. Debido a la crisis político-económica que afecta el país, habría una holgura de 11% en la capacidad del sector (Riato, 2018).

62. Mobilidade Elétrica – Emotive. En https://www.cpfl.com.br/energias-sustentaveis/inovacao/projetos/Paginas/pa0060-mobilidade-eletrica.aspx

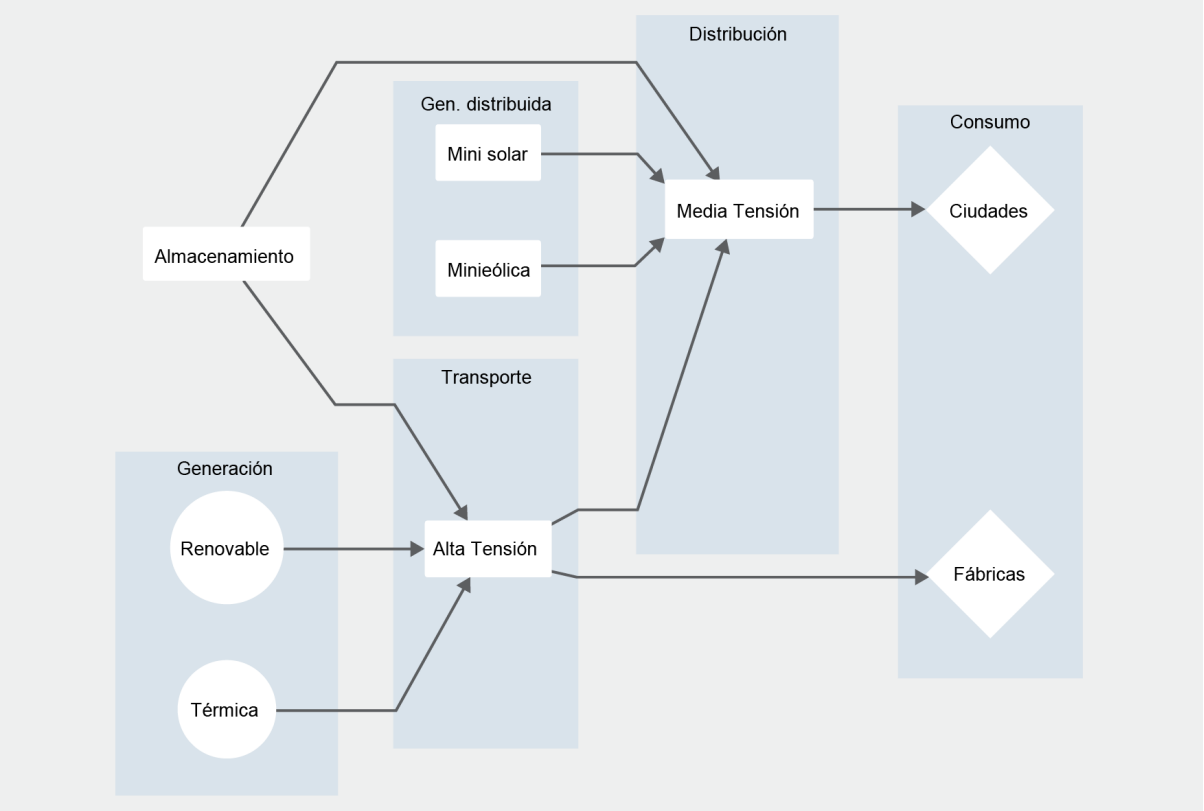
Cuadro 15. Energía primaria por fuente en algunos países de América Latina (ktoe)

Años	Carbón	Gas Natural	Nuclear	Hidro	Geotérmica, solar y eólica	Biocombustibles y residuos	Petróleo primario y secundario
Brasil							
1990	9.671	3.244	583	17.774	0	47.765	58.894
1995	11.863	4.144	656	21.832	0	47.599	71.965
2000	13.015	7.911	1.575	26.174	31	46.626	88.228
2005	12.988	16.725	2.568	29.016	110	63.298	87.115
2010	14.468	23.025	3.784	34.677	556	81.607	104.729
2015	17.683	35.211	3.839	30.932	2.559	86.465	115.478
2016	15.921	29.849	4.134	32.752	3.653	85.275	109.343
Chile							
1990	2.496	1.142	0	768	0	3.133	6.471
1995	2.341	1.144	0	1.583	0	3.918	9.356
2000	3.071	5.208	0	1.592	0	4.721	10.476
2005	2.703	6.798	0	2.277	1	4.843	11.560
2010	4.464	4.469	0	1.867	32	4.930	15.008
2015	6.559	3.981	0	2.053	321	7.302	15.292
2016	7.087	4.348	0	2.001	471	7.772	16.116
Colombia							
1990	3.079	3.375	0	2.364	0	5.521	9.869
1995	3.588	3.624	0	2.765	0	5.618	11.973
2000	2.635	5.457	0	2.758	0	3.430	11.531
2005	2.700	6.120	0	3.422	4	3.244	11.744
2010	3.218	8.230	0	3.474	3	3.782	12.567
2015	5.053	10.095	0	4.176	6	5.355	13.758
2016	5.133	9.589	0	4.210	4	5.438	15.641
México							
1990	4.127	23.126	765	2.019	4.423	8.554	80.792
1995	5.759	24.873	2.200	2.367	4.901	8.805	82.951
2000	6.880	35.483	2.142	2.849	5.120	8.941	89.333
2005	12.157	46.108	2.815	2.383	6.363	8.885	102.027
2010	13.258	54.238	1.532	3.193	3.852	8.118	94.431
2015	11.441	64.662	3.016	2.650	4.204	8.626	90.347
2016	12.382	66.182	2.753	2.640	4.325	8.668	88.186
Uruguay							
1990	1	0	0	603	0	546	1.320
1995	0	0	0	504	0	511	1.562
2000	1	31	0	606	0	422	1.984
2005	1	89	0	575	0	446	1.781
2010	2	64	0	745	6	1.319	1.978
2015	2	46	0	711	182	2.045	2.140
2016	3	52	0	674	271	2.130	2.156
Venezuela							
1990	463	16.749	0	3.180	0	512	18.615
1995	5	20.159	0	4.424	0	538	21.635
2000	132	21.852	0	5.407	0	594	23.205
2005	38	19.369	0	6.640	0	650	27.940
2010	199	20.837	0	6.602	0	784	43.959
2015	137	20.291	0	6.440	0	756	32.430
2016	123	21.306	0	5.815	0	734	28.195
Países de AL NO OE							
1990	14.510	47.987	2.480	30.439	692	79.851	150.665
1995	16.972	57.738	2.497	38.303	928	77.436	176.156
2000	17.422	77.861	3.185	45.802	1.386	75.250	203.303
2005	18.753	98.117	4.359	51.224	2.343	91.532	207.691
2010	21.192	119.129	5.653	57.894	3.445	115.403	257.119
2015	27.288	141.174	5.699	55.921	6.685	124.725	266.286
2016	25.518	137.875	6.292	58.029	8.119	124.405	256.574

Fuente: IEA World Energy Balances 2018 - https://webstore.iea.org/world-energy-balances-2018 / Ktoe: Kilotonne of Oil Equivalent

Esto destaca la necesidad generalizada de inversión global en la generación de electricidad tanto en cantidad como en calidad, e implica la reformulación y búsqueda de modelos alternativos de sistemas de transmisión y distribución. La entrada de los vehículos eléctricos al sistema eléctrico incorporará nuevos elementos que aportan complejidad a la antigua linealidad generación-consumo, y la incrementan. En la figura 6, se presenta la configuración de la red eléctrica cuando se le incluye el transporte.

Figura 6. Configuración de la red eléctrica cuando se le incluye el transporte



Fuente: Lijó y Murias, 2018.

Tradicionalmente era el consumo lo que variaba y se gestionaba la generación. Pero la entrada de las energías renovables a la red y el aumento del consumo de electricidad, amplifican las variaciones no controladas en ambos extremos de la cadena. Dicha tendencia ha dado paso a la conformación de las llamadas redes inteligentes, que son capaces de alinear en tiempo real, el consumo con la disponibilidad. Sin embargo, la adopción y configuración de este tipo de redes, es, además de compleja tecnológicamente, intensiva en mano de obra altamente calificada, variables muchas veces escasas o inexistentes en muchos países, por lo que la demanda de electricidad por los vehículos más limpios podría representar un problema en la oferta de energía.

Pero la inclusión de los vehículos eléctricos a la red no sólo añade nuevos conceptos de consumo, sino que podría proveer a través de las baterías, una opción de almacenamiento energético a gran escala durante la noche cuando hay una gran capacidad de producción con fuentes renovables que se pierde por falta de opciones de almacenamiento. Con la cantidad de vehículos que se espera entre en circulación en los próximos años, es posible formar una enorme matriz de baterías que actúe conjuntamente como un sistema de almacenamiento energético dinámico. Los sistemas inteligentes de regulación optimizan los mejores momentos para recargar los vehículos y disponibilizar esta energía en el sistema cuando es preciso. De esta forma, la electromovilidad pasa a desempeñar un rol activo en

el sistema eléctrico de los países, y no solo no lo afectaría, sino que aportarían a que dichos sistemas soporten el incremento de consumo que supondrá el aumento masivo de autos eléctricos, y además pueden beneficiarse de él.

Este tema no ha dejado indiferente al sector automotriz, que puede verse afectado por la falta de provisión de energía para mover a los vehículos, y ha avanzado en el desarrollo de una propuesta en la cual el vehículo sirve de punto de almacenamiento y alimentador de las viviendas en caso de pico de consumo, para luego volver a cargar su batería cuando este descienda.

De un modo general, las políticas eléctricas de los países de América Latina no hacen referencia directa a la relación entre disponibilidad energética y modelos de transporte más limpios. Plantean la adopción de la electromovilidad para reducir emisiones y/o la dependencia de combustibles fósiles, pero no determinan los eventuales impactos de su adopción y de cómo estos se enfrentarían. A continuación, se presentan los casos de Costa Rica, Chile, México y Panamá que muestran diferentes grados de avance en esta materia.

En **Costa Rica**, el VII Plan Nacional de Energía 2015-2030, busca "que el país logre una economía nacional con un nivel de emisiones de gases de efecto invernadero significativamente menor al actual, debido a la reducción de la dependencia de los hidrocarburos para generar electricidad y para servir como fuente de energía para el transporte público y privado y al aumento de la eficiencia energética de los vehículos movidos por hidrocarburos, así como la incorporación de vehículos eléctricos e híbridos en la flota vehicular" (MINAE, 2015).

El Plan se centra en el fomento de la incorporación de energías alternativas al parque vehicular. Se apoya en los Decretos Ejecutivos DE-33.096-2006 y en el DE-37.822-2013, que modifica el anterior, con el fin reducir el Impuesto Selectivo de Consumo a los vehículos híbridos eléctricos y 100 % eléctricos y, adicionalmente, instar a las entidades del sector de ambiente y energía y entidades públicas en general a desarrollar la infraestructura de operación, mantenimiento y recarga de vehículos 100 % eléctricos, híbridos, de gas natural y de gas de petróleo licuado.

Plantea la incorporación paulatina de energías limpias alternativas en el sector transporte para promover la sustitución de los derivados del petróleo; elaborar una hoja de ruta para la incorporación de nuevas tecnologías (híbridos, vehículos eléctricos, GLP, gas natural, hidrógeno, entre otros) en el sector transporte; y elaborar una estrategia para el desarrollo de infraestructura de recarga, la normativa técnica e incentivos para fomentar la incorporación de vehículos eléctricos.

En **Chile**, la política energética actualmente vigente, Energía 2050, de 2017(Misterio de Energía, 2017), se centra en la conformación energética de la matriz de generación eléctrica. Propone como metas al 2050, que al menos un 70% de esta provenga de energía renovable. Con relación al transporte, establece que el país habrá adoptado los más altos estándares internacionales sobre eficiencia energética en los distintos modos de transporte: caminero, aéreo, marítimo y ferroviario. Para el 2035, las metas son, que un 60% de la matriz de generación eléctrica sea de fuentes de energía renovable y que el 100% de los vehículos nuevos licitados para el transporte público de pasajeros incluya criterios de eficiencia energética entre las variables a evaluar. Y que existirán estándares de eficiencia energética para el parque de vehículos nuevos livianos.

Con relación a la provisión de electricidad para los vehículos, el gobierno reconoce la sinergia entre la electromovilidad y la modernización de la distribución de electricidad, y para que estos vehículos puedan interactuar con la red, se propone a levantar y actualizar permanentemente la información sobre la demanda eléctrica actual y proyectada asociada a la electromovilidad, y prospectiva, como la planificación energética de largo plazo, proyecciones de demanda, plan de expansión de la transmisión, tarificación de la distribución y otros que se estimen necesarios. Adicionalmente, se realizarán estudios que entreguen mayores antecedentes sobre el uso óptimo de las redes eléctricas ante la entrada

progresiva de vehículos eléctricos, así como la posibilidad de incorporar sistemas fotovoltaicos a soluciones de electromovilidad. En esta misma línea, uno de los desafíos para la movilidad eléctrica será garantizar que dicha electricidad provenga de fuentes renovables. Para esto se implementará un sistema de certificados en las estaciones de carga (Ministerio de Energía, 2017).

La Ley de Eficiencia Energética, cuyo proyecto fue aprobado por el Senado en abril de 2019, de acuerdo con Santelices (2018[63]), propone dar facultades al Ministerio de Energía para normar la interoperabilidad del sistema de recarga de vehículos eléctricos, con el fin de facilitar el acceso y conexión de los usuarios de vehículos eléctricos a la red de carga. Esto pretende migrar esta red hacia una infraestructura más homogénea y armonizada, que se asegure el libre acceso a los cargadores público. Propone, además, promover la renovación del parque vehicular con vehículos más eficientes, con énfasis en aquellos de propulsión eléctrica. El proyecto de ley da atribuciones a los Ministerios de Energía y Transportes para fijar estándares de eficiencia energética para el parque de vehículos nuevos y genera incentivo adicional a los vehículos eléctricos al poder contarlos hasta tres veces para cumplir el estándar (Santelices, 2018).

El quinto de los siete ejes de la Ruta Energética 2018-2022, de 2017 (Ministerio de Energía, 2017a), contempla el transporte eficiente, donde la movilidad eléctrica cumple un rol esencial y entre los diez mega compromisos que el gobierno asumió en el marco de la Ruta.

La Ruta plantea aumentar en al menos diez veces la dotación de vehículos eléctricos hasta el 2022. Se compromete, además, a que, en el marco de la ley de eficiencia energética se incluirá una regulación para promover el transporte eficiente, con énfasis en la electromovilidad. Que se trabajará para disponer de las regulaciones y requerimientos necesarios de estandarización de componentes que favorezcan un desarrollo seguro, sostenible y eficiente de la electromovilidad. Contempla fomentar la incorporación de buses con tecnología de alta eficiencia como eléctricos, de hidrógeno, a gas natural u otros para reducir el consumo de diésel y otros combustibles.

México estableció la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más limpios, de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía que ha definido metas en energías más limpias y de eficiencia energética hasta el 2050 (CONUEE, 2016).

Entre sus líneas de acción estratégicas, plantea tres vertientes: ahorro y uso eficiente de energía, aprovechamiento de energías limpias y desarrollo de infraestructura integradora en los sectores de edificaciones, industria, transporte, servicios públicos municipales y agroindustria.

Como una forma de reducir la demanda de energía propone la masificación del transporte público en los centros urbanos y reducción al máximo del uso del automóvil individual, la electrificación de los diferentes medios de transporte tanto públicos como privados y que se aumente el rendimiento del resto del parque a combustibles fósiles.

Con relación a la provisión de energía para la electrificación del transporte, plantea que: el proceso de descentralización de la generación de energía y la integración de tecnologías de la información y comunicación al funcionamiento de la red y mercados eléctricos, asociado a la electrificación del transporte, es un desarrollo mayor e incipiente que representa uno de los retos relevantes para el futuro de los sistemas energéticos. Plantea, además, que: el almacenamiento de energía es un elemento clave de soporte en la integración de las energías renovables intermitentes, de manera que permitan resolver esa problemática, además de servir a un mejor aprovechamiento de la red y los mercados eléctricos del futuro. La electrificación creciente del transporte y el uso de baterías conectadas a la red hace más significativa la necesidad de definir acciones que respondan a estos cambios.

63. Santelices, I. 2018. Desafíos en Eficiencia Energética: Proyecto de Ley Sistemas de Gestión de la Energía. Presentación en *PowerPoint*. En https://lyc.agenciase.org/wp-content/uploads/2018/09/Ignacio-Santelices-Desafíos-en-Eficiencia-Energética-Proyecto-de-Ley-Sistemas-de-Gestión-de-la-Energía.pdf

Las líneas de acciones, propuestas para regulaciones y política pública relacionadas con las redes inteligentes y la generación distribuida, de acuerdo con lo establecido por el CONUEE (2016), son:

- Desarrollar protocolos, definiciones y estándares técnicos que hagan cumplir los lineamientos de balanceo de fases, estabilidad de voltaje, calidad de energía, interferencia con radio frecuencias, interoperabilidad y seguridad informática.
- Fortalecer la vinculación entre las regulaciones de los sistemas eléctricos con los sistemas de comunicación y manejo de datos.
- Evaluar la adopción de estándares internacionales para la generación distribuida y redes inteligentes (RI).
- Evaluar el establecimiento de tarifas en tiempo real que permitan dar valor a la aportación de energía de los sistemas distribuidos en términos de potencia y energía.
- Medir los costos y beneficios de la Generación Distribuida a través de metodologías probadas y transparentes.
- Establecer tarifas de generación distribuida en el sector Doméstico, Comercial e Industrial que sean justas, basándose en pruebas estándares que identifiquen los costos y beneficios que aplican a la generación distribuida.
- Establecer metas a mediano y largo plazo específicas para generación distribuida.
- Generar estudios que permitan fortalecer metas a mediano y largo plazo específicas para generación distribuida.
- Expandir opciones de acceso a clientes de generación distribuida.
- Fomentar la instrumentación del monitoreo y seguimiento de sistemas de generación distribuida.
- Fortalecer los esquemas de derechos y precios de interconexión de productores de energía eléctrica renovable proveniente de generación distribuida.
- Promover programas piloto de redes eléctricas inteligentes que mejoren la eficiencia, calidad, confiabilidad, seguridad y sustentabilidad del sistema eléctrico.
- Fortalecer capacidades para definir tarifas eléctricas en un sistema eléctrico que opere con generación distribuida y redes inteligentes.

Las acciones propuestas en almacenamiento de energía:

- Desarrollar reglamentación específica para la interconexión de los sistemas de almacenamiento de energía en los Códigos de Red.
- Incluir el tratamiento específico para el aporte de servicios conexos de los sistemas de almacenamiento en las Bases del Mercado Eléctrico, considerando las necesidades y oportunidades de la red para la integración de estos.
- Desarrollar reglamentación específica para la construcción, desempeño y retiro de los sistemas de almacenamiento de energía.
- Desarrollar un Mapa de Ruta que permita identificar objetivos, necesidades, retos y prioridades convergentes para el despliegue de sistemas de almacenamiento de energía.

En **Panamá**, el Plan Energético Nacional 2015-2050, plantea que, para reducir su dependencia de las importaciones de derivados de petróleo, reducir parte de las emisiones de contaminantes y lograr un desarrollo más sostenible, debe contemplarse la sustitución de energéticos. Las principales sustituciones consideradas fueron el sector residencial con el uso de estufas de inducción altamente eficientes y el sector de transporte (principal consumidor de derivados de petróleo) con el uso de

electricidad, tanto en el transporte masivo (con las líneas del Metro) como en el particular (con el uso de autos híbridos y eléctricos) (Secretaría Nacional de Energía, 2016).

Según las proyecciones al 2050 (Secretaría Nacional de Energía, 2016), el sector de transporte electrificado (vehículos particulares, otros públicos y el metro) pasaría a demandar el 4% de la electricidad generada en el país, en comparación con el 2014. En estas proyecciones, se estima que la generación eléctrica estaría dominada por energías renovables con un 39% y por un 33% de hídrica. El consumo total de energía llegaría a ser 105% mayor en 2050 que en 2014. El 65% seguiría siendo energía no renovable y el sector de transportes seguiría siendo el principal consumidor de derivados de petróleo con el 53% del total.

Las dos medidas de sustitución -sector residencial con el uso de estufas de inducción altamente eficientes y en el sector transporte con el uso de transporte eléctrico -masivo y particular- incrementarían la demanda de electricidad en cerca de 14% en el año 2050. El Plan no establece líneas de acción para la implementación de las sustituciones modeladas.

CC BY-SA 3.0 Felipe Restrepo Acosta/ Wikimedia

V. El sector privado y el transporte de pasajeros en América Latina

Para la mayoría de los economistas, la ausencia de una infraestructura adecuada, así como la provisión ineficiente de servicios de infraestructura, constituyen obstáculos de primer orden para la implementación eficaz de políticas de desarrollo y para conseguir tasas de crecimiento económico que superen los promedios internacionales. La disponibilidad de este tipo de obras, así como la prestación eficiente de servicios conexos, contribuyen a que un país o región pueda desarrollar ventajas competitivas y alcanzar un mayor grado de especialización productiva.

Asimismo, las redes de infraestructura también constituyen un elemento central de la integración del sistema económico y territorial de un país, posibilitando las transacciones dentro de un espacio geográfico/económico determinado, y con el exterior. En este sentido, constituyen un elemento vertebrador de la estructura económica de los países y de sus mercados, así como de los mecanismos concretos de articulación de las economías nacionales con la economía mundial (Rozas y Sánchez, 2004).

De acuerdo con Claudia Valdés[64] del BID Invest, para alcanzar a las regiones más desarrolladas, en América Latina, la inversión en infraestructura deberá crecer a tasas de entre 5 y 7% del PIB anual. La brecha fluctúa entre 120 mil millones y 150 mil millones de dólares anuales. Para lograrlo, es necesario aumentar las inversiones en infraestructura del sector privado que hoy, en América Latina, tienen una participación cercana al 30%. En países como Chile y Brasil, ese porcentaje se eleva al 50%, pero en otros países no supera el 20%, principalmente debido a falta de marcos regulatorios. Esta es la realidad de las naciones del Caribe, por ejemplo.

Según el ranking elaborado por el World Economic Forum, WEF, The Global Competitiveness Index[65] (GCI), en términos de infraestructura en los últimos diez años, la región no ha ganado competitividad, y al igual que en el ranking general, no se observa una tendencia clara. La posición de los países ha ido variando entre los períodos censados, en ambos sentidos, es decir, tanto han mejorado como han empeorado su competitividad, como lo ilustra el cuadro 16. En el caso de la infraestructura, es probable que las mejoras estén asociadas a situaciones particulares: la COP de 2015 en Perú, el Mundial de fútbol y las Olimpíada, en Brasil en 2014 y 2016 respectivamente, o los terremotos en México, por ejemplo. Chile, es probablemente el país en el cual la infraestructura, aun con los terremotos que han afectado el país en el mismo período, ha mantenido una posición relativamente estable, y líder en AL, sin embargo, no lo ha podido mejorar con relación a los países desarrollados que lo anteceden en el ranking.

64. Home / FORO LATINOAMERICANO / Expertos analizaron nuevas opciones de financiamiento para proyectos de infraestructura. Publicado el 27/06/2018. En http://www.infraestructurapublica.cl/expertos-analizaron-nuevas-opciones-de-financiamiento-para-proyectos-de-infraestructura/

65. Los The Global Competitiveness Report se encuentran disponible en https://www.weforum.org/reports

Cuadro 16. Índice de competitividad de cinco países de América Latina (general e infraestructura)

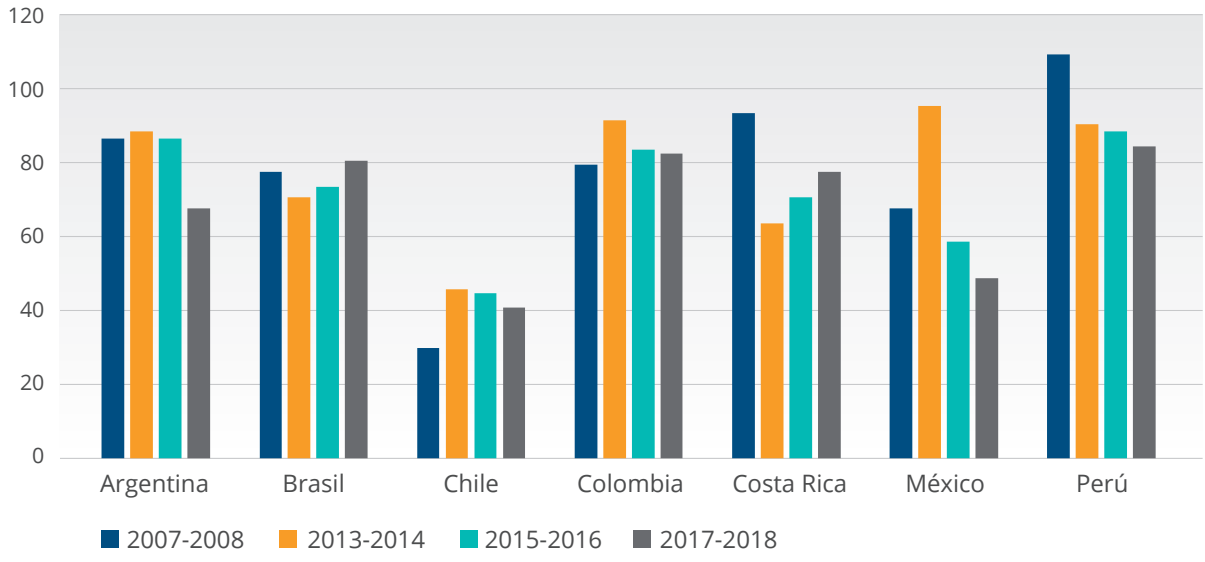
País	2007-2008 (131 economías)		2013-2014 (148 economías)		2015-2016 (140 economías)		2017-2018 (140 economías)	
	Infraestructura	General	Infraestructura	General	Infraestructura	General	Infraestructura	General
Argentina	87	89	89	104	87	106	68	81
Brasil	78	64	91	56	74	75	81	72
Chile	30	28	46	34	45	35	41	33
Colombia	80	77	92	69	84	61	83	60
Costa Rica	94	59	64	50	71	52	78	54
México	68	60	96	55	59	57	49	46
Perú	110	83	91	61	89	65	85	63

Fuente: elaboración propia en base a Schwab, 2014, 2016 y 2018 y Porter y Schwab, 2009.

El GCI considera a la infraestructura como uno de los doce pilares de la competitividad. Los demás son: las instituciones; adopción de las tecnologías de comunicación e información; estabilidad macroeconómica; salud; habilidades; mercado de productos; mercado laboral; sistema financiero; tamaño de mercado; dinamismo de negocios; y capacidad de innovación. Analiza un total de 98 indicadores. Cada país debe aspirar a maximizar su puntaje en cada indicador, y el puntaje indica su progreso actual contra la frontera, así como la distancia que le falta para alcanzarla. Este enfoque enfatiza que la competitividad no es un juego de suma cero entre países, sino que es alcanzable para todos (Porter y Schwab, 2009 y Schwab, 2014, 2016 y 2018).

El gráfico 9, da cuenta de las posiciones de los países en materia de infraestructura entre 2007 y 2018, pudiéndose observar que, salvo Costa Rica y Brasil, la competitividad de este sector ha ido mejorando, aunque no supere a la de los países líderes como los EE.UU., primer en el ranking general y 9º en infraestructura y Singapur, segundo en el ranking general y primero en infraestructura. En la región, el mejor desempeño es el de Chile.

Gráfico 9. Índice de competitividad de cinco países de América Latina (infraestructura)



Fuente: elaboración propia en base a Schwab, 2014, 2016 y 2018 y Porter y Schwab, 2009.

El modelo de negocio para la provisión de infraestructura adoptado por varios países de la región ha sido el de las concesiones, lo que ha dado un impulso importante tanto para su modernización como provisión de nueva y ha incorporado al sector privado como un actor central. Este arreglo se ha convertido en un mecanismo clave para atraer financiamiento y gestión privados a este sector. Las carreteras han sido una de las áreas en que ha habido la mayor aplicación de este concepto de inversión, conservación y manejo de carácter gerencial durante un largo plazo, en que los costos incurridos por el concesionario se recuperan mediante el cobro de peaje, y en algunos casos complementado con otros ingresos, particularmente con aportes fiscales (CEPAL, 2014).

Después de un vigoroso comienzo en los años noventa, período en el cual hubo un intenso proceso de concesiones en la región, descendió a un mínimo en 2003, situación que empezó a revertirse en 2004. Pero es a partir de la crisis de 2008, cuando varios países de la región empezaron a considerar la utilización de las asociaciones público-privadas (APP), como una forma de recuperar el tiempo perdido y cerrar las brechas que se habían generado.

En México, por ejemplo, de acuerdo con el artículo publicado en el *blog* del BID Invest[66], la quiebra de las concesiones carreteras durante la década de los 90 dejó lecciones que sirvieron para implementar ajustes al Fondo Nacional de Infraestructura en 2008, así como durante el proceso de definición de la cartera de proyectos que podría implementar ese Fondo bajo el esquema de APP. En el caso de Colombia, cuando el país implementó su cuarta ronda de concesiones de carreteras, tomó en cuenta la experiencia acumulada en las tres anteriores y creó, en paralelo, la Financiera de Desarrollo Nacional (FDN), con la finalidad de prestar apoyo a las concesiones de esta ronda.

La evolución y nivel de sofisticación de los diversos mercados de APP en América Latina no han sido uniformes (García-Kilroy y Rudolph, 2017). Chile y México cuentan con los programas de mayor éxito de la región, especialmente en el sector transportes. En Brasil, Colombia y Perú también hay un extenso historial en la utilización de este tipo de proyectos. Sin embargo, todos estos mercados aún enfrentan problemas para crear un entorno competitivo para formular propuestas y financiar proyectos por la vía de *project finance*. Argentina ha renovado su interés en las APP, aunque aún no ha logrado adjudicar ningún proyecto todavía. La República Dominicana y Jamaica son los mercados líderes del Caribe y actualmente están revisando sus marcos de APP. Otros países, como Bolivia, Ecuador, Nicaragua y Venezuela, no han desarrollado aún iniciativas de APP viables.

Perú empezó a promover con fuerza la participación del sector privado, a través de las APP y concesiones en infraestructura, a partir del 2008. Como resultado, la inversión se concentró básicamente en electricidad y telecomunicaciones, que recibieron el mayor flujo de recursos y fueron privatizados o concesionados casi en su totalidad. Los sectores de transportes y de agua y saneamiento que recibieron el menor flujo de este tipo de recursos, siguen siendo, mayoritariamente, propiedad del Estado (Serebrisky y otros, 2017).

En Uruguay, en el último quinquenio, tomando los sectores de energía y transporte, aproximadamente el 48% de las inversiones fueron financiadas por el sector privado. Más del 55% de estas inversiones, tuvieron como foco, el sector energético. El sector de transporte concentró el 10% y el país espera que esta proporción alcance al 34% del total de la inversión, con un crecimiento sustantivo en proyectos viales, en el marco de la legislación de participación público-privada (Serebrisky y otros, 2017).

Chile tiene la mayor experiencia en cuanto al desarrollo de asociaciones públicas privadas. El foco ha sido principalmente el sector de transporte. Las APP, y en particular el mecanismo de iniciativas privadas, han permitido al Estado chileno optimizar sus inversiones y potenciar el desarrollo regional, al incorporar sus requerimientos de infraestructura, fomentando además el desarrollo productivo

66. BID Invest. ¿Qué países están marcando la tendencia en APP en América Latina y el Caribe?. Publicado el 19 abril 2019 por Ricardo de Vecchi En https://blogs.iadb.org/bidinvest/es/paises-marcando-tendencia-en-app-america-latina-y-caribe/

del país. Desde el ámbito privado, se aportan los recursos económicos, la experiencia e innovación tecnológica y desde el Estado, se entregan los esquemas asociativos, instrumentos que facilitan el financiamiento y un marco legal que ha permitido sustentar una alianza a largo plazo[67].

Es así como, de acuerdo con la Ley de Concesiones y su Reglamento de Chile, cualquier persona natural o jurídica podrá postular ante el Ministerio de Obras Públicas (MOP), como iniciativa privada, la ejecución de obras públicas mediante el Sistema de Concesiones.

En general, las concesiones bajo el modelo de APP han dado buenos resultados en Chile, más aún si se compara su desempeño con otros países de América Latina e incluso de Europa. En los años 90 y principios del nuevo milenio esta industria levantó nueva infraestructura de alta calidad relativa para los estándares de la época. El descrédito ocasionado con el escándalo de corrupción conocido como MOP-Gate[68] truncó esa trayectoria. Si bien desde entonces se ha recuperado cierto dinamismo, no ha vuelto a adquirir la relevancia económica de esa época. Los mil millones de dólares en proyectos que se licitan al año apenas pesan en una economía de cerca de 250 mil millones de dólares anuales[69].

Para revertir esta tendencia, buena parte de este esfuerzo deberá ser realizado por el sector privado dada las dificultades presupuestarias que hoy enfrenta el país para solventar las necesidades de infraestructura y la cartera de demandas sociales pendientes de ser financiadas con recursos públicos (CPI, 2018). Desde el gobierno se comparte este diagnóstico, lo que quedó reflejado en la meta que ha impuesto al MOP de invertir, a través del sistema de concesiones, 2 mil millones de dólares al año a partir del 2018. Esto supone un nivel de inversiones a través de esta modalidad de 8 mil millones de dólares en 4 años. Para ese efecto se están considerando la ampliación de obras que hoy muestran insuficiencias (1,5 mil millones de dólares), relicitación de concesiones existentes que llegan a su término (4 mil millones de dólares y proyectos de nueva generación (3,5 mil millones de dólares) (CPI, 2018).

Ello llevó al país a detectar una oportunidad derivada del aprovechamiento de los 9 mil millones de dólares provenientes de las utilidades de sus concesiones más antiguas. De esta forma, creó a fines de 2018, el Fondo de Infraestructura, que no es un fondo, sino, una empresa estatal cuyo objetivo es desarrollar actividades de financiamiento e inversión en proyectos de infraestructura, sobre todo en aquellos sectores donde las concesiones están menos desarrolladas, como ferrocarriles o proyectos de irrigación. Es considerado un hito relevante en innovación institucional en el ámbito de las alianzas público-privada para el desarrollo de obras públicas, desde la creación del sistema de concesiones en el país. Su objetivo es fomentar el desarrollo de obras de infraestructura, a través la creación de una entidad autónoma, con un gobierno corporativo moderno y patrimonio propio[70].

Si bien existen otros países de Latinoamérica que cuentan con recursos públicos para invertir en proyectos de infraestructura, ninguno utiliza las utilidades de concesiones concluidas para generar más proyectos APP –y es aquí en donde radica la innovación de este fondo[71].

Actualmente, Chile cuenta con infraestructura concesionada cuyo valor de activos alcanza a más de 20 mil millones de dólares. El valor económico de esta infraestructura está dado por los flujos en valor presente que esta es capaz de generar, descontadas las inversiones adicionales que se requiere para su buen funcionamiento en el tiempo y sus gastos de mantenimiento y operación, en la medida que se

67. Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Concesiones en http://www.concesiones.cl/proyectos/iniciativasprivadas/Paginas/default.aspx

68. Nota: Gate era una empresa de fachada, con vínculos con el MOP, y que servía para desviar fondos para fines irregulares.

69. Presente y futuro de las concesiones. El Mercurio, Jueves 14 de diciembre de 2017. Publicado en http://www.infraestructurapublica.cl/presente-y-futuro-de-las-concesiones/

70. BID Invest. ¿Qué países están marcando la tendencia en APP en América Latina y el Caribe?. Publicado el 19 abril 2019 por Ricardo de Vecchi En https://blogs.iadb.org/bidinvest/es/paises-marcando-tendencia-en-app-america-latina-y-caribe/

71. BID Invest. ¿Qué países están marcando la tendencia en APP en América Latina y el Caribe?. Publicado el 19 abril 2019 por Ricardo de Vecchi En https://blogs.iadb.org/bidinvest/es/paises-marcando-tendencia-en-app-america-latina-y-caribe/

mantengan las tarifas que actualmente se cobran por su utilización[72].

Según los datos de la cartera de concesiones, el primer trimestre de 2019, hay 44 proyectos públicos que deberán ser licitados en el período 2019-2030, por un monto equivalente a 12.470 millones dólares. De estos, ocho tienen como objetivo promover vías/medios de transporte urbano y semi urbano. Dos contemplan trenes urbanos ligeros y dos para teleféricos urbanos. Dos son para la construcción de corredores de transporte público. Además, hay 22 iniciativas privadas en estudio, de estas, un tranvía urbano para la ciudad de Santiago (Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Concesiones, 2019).

Se estima[73] que el verdadero valor del sistema de concesiones, en el caso chileno, radica en los beneficios que trae la integración en un solo controlador de la construcción, mejoras al diseño del MOP, el financiamiento, el mantenimiento y las operaciones mientras dure la concesión. Esa integración se ha mostrado muy eficiente para reducir los costos de la obra durante la concesión, entre otros aspectos. Por otra parte, para un país como Chile, las concesiones de carreteras, hospitales y otras obras similares permiten disponer del mantenimiento permanente de esa infraestructura. Un mal endémico de muchos proyectos del Estado es que reciben muy ocasionalmente el mantenimiento que requieren, por lo que se deterioran y generan mayores costos para los usuarios y en su reparación posterior.

Otro modelo que se está aplicando con éxito en algunos países, es la creación de entidades públicas controladas mayoritariamente por los gobiernos nacionales cuyo rol es facilitar la movilización de los recursos financieros que se requieran para el desarrollo de la infraestructura. Este es el caso, por ejemplo, de la Financiera de Desarrollo Nacional (FDN) en Colombia, que se creó paralelamente al desarrollo de las concesiones de cuarta generación con la finalidad de prestar apoyo en las mismas. La FDN participa en más de 20 proyectos desde su creación, apoyada por socios internacionales como CAF, el Sumitomo Mitsui Banking Corporation y la Corporación Financiera Internacional (CIF, por su sigla en inglés) (CAF, 2018).

La continuidad de los procesos de concesiones implica disponer de políticas específicas, identificar las vías concesionables, definir una razonable exposición del Estado al riesgo, otorgar a los potenciales concesionarios garantías adecuadas, disponer de un marco legal apropiado y desde luego, tener suficientes conocimientos teóricos y prácticos (*know how*) acerca de las concesiones (CEPAL, 2014).

En la región, los países con más tradición en materia de APP han progresado en la mejora y desarrollo tanto del marco normativo como del institucional con base en experiencias previas. Además de los actores habituales, en los últimos años, nuevos países que, aunque con escasa experiencia, se están lanzando a la estructuración e implementación del sistema APP en vista de los buenos resultados obtenidos por naciones vecinas. (CAF, 2018). Diecinueve países han promulgado legislaciones de APP, y sus marcos han sido revisados y mejorados. Por ejemplo, a lo largo de los años, Brasil, Chile, Colombia, México y Perú han revisado sus estrategias respecto de las garantías financieras, iniciativas privadas, asignación de riesgos, gobernanza y selección de proyectos, contabilidad y gestión de obligaciones contingentes, resolución de conflictos y renegociación de contratos. Aunque 17 países cuentan con algún tipo de entidad para las APP, quedan retos significativos para enfrentar la gran demanda posible por proyectos de APP (García-Kilroy y Rudolph, 2017).

Además, los gobiernos de muchos países de la región han implementado esquemas de gestión financiera integrales para la evaluación de pasivos contingentes y compromisos fiscales. Chile, Colombia y Perú, por ejemplo, cuentan con mecanismos para evaluar y rendir cuentas de los compromisos fiscales relacionados con los proyectos de APP. Perú ha ampliado sus requisitos de presentación de condiciones comerciales como topes a los compromisos financieros del gobierno, ya sea mediante

72. BID Invest. ¿Qué países están marcando la tendencia en APP en América Latina y el Caribe?. Publicado el 19 abril 2019 por Ricardo de Vecchi En https://blogs.iadb.org/bidinvest/es/paises-marcando-tendencia-en-app-america-latina-y-caribe/

73. Presente y futuro de las concesiones. El Mercurio, Jueves 14 de diciembre de 2017. Publicado en http://www.infraestructurapublica.cl/presente-y-futuro-de-las-concesiones/

fondeo o por obligaciones contingentes. Desde 2000, el gobierno chileno cuenta con un sofisticado modelo de valorización de las obligaciones contingentes de los proyectos de APP. A nivel sub-nacional, el estado de São Paulo, en Brasil, creó la Corporación de Asociaciones de São Paulo para otorgar y rendir cuentas de las garantías fiduciarias otorgadas a proyectos de APP. Más aún, en la región se están empezando a adoptar nuevas normas contables para las APP y los contratos de concesión (Norma Internacional Contable para el Sector Público, IPSAS 32) (García-Kilroy y Rudolph (2017).

A pesar de las iniciativas para mejorar los marcos de las APP, subsisten retos en lo relativo a la planificación de la infraestructura y la elaboración de los proyectos. Solo algunos países de la región han desarrollado una cartera de proyectos a partir de una evaluación de costo-beneficio socioeconómico en función de políticas prioritarias antes de decidir si se debe realizar el proceso por obra pública o APP. Los temas ambientales, salvo las obligaciones bajo alguna normativa específica, tampoco entran en el análisis. La base es la de la provisión tradicional de infraestructura y no considera elementos que podrían hacerla más sustentables y climáticamente resilientes. Además, muchos países tienden a licitar sus proyectos en la modalidad APP sin una preparación adecuada por (1) la premura en acelerar el avance de los proyectos y (2) la falta de capacidad institucional y de presupuesto. Mejorar la preparación de proyectos y asignar correctamente los riesgos son pasos esenciales para mejorar la eficiencia de los procesos de APP (García-Kilroy y Rudolph (2017).

Aunque una adecuada programación de infraestructuras por parte de los gobiernos y la perseverancia en el modelo APP podrían convertirse en un pilar clave para saltear el actual periodo económico adverso y sentar las bases para el desarrollo futuro de la región, y acercar a los países a los estándares de la OCDE, uno de los grandes desafíos en esta materia es lograr recursos suficientes para el financiamiento de las infraestructuras: el correcto desarrollo de las APP depende de la existencia de mercados financieros lo suficientemente maduros, para controlar los costos financieros que pueden llegar a ser inasumibles (CAF, 2018).

De acuerdo con el informe de García-Kilroy y Rudolph (2017), países como Colombia, Brasil, México, Chile o Perú disponen de mercados financieros que podrían asumir razonablemente programas de APP en divisa nacional. Pero estos autores advierten que, una agenda sólida de financiamiento de la infraestructura de uso público depende de su desvinculación del ciclo político y de acuerdos sólidos de gobernanza institucional y financieros.

A. Las asociaciones público-privadas en el transporte de pasajeros

Hay muchos ejemplos de ciudades en el mundo que han mejorado sus sistemas de transporte público a través de la implementación de modelos de concesión que incentivan la profesionalización de los proveedores de servicios y las autoridades, generando un mejor servicio para los usuarios. Por lo general, los privados asumen la operación, la compra de los buses y en algunos casos, la gestión de los recursos generados por el pago de tarifa. Pero el Estado es el proveedor de la infraestructura.

Para los sistemas del tipo BRT, son comúnmente utilizados cuatro modelos de asignación: por ruta, por grupo de rutas, por número de buses o distancia recorrida y por área (GGGI, 2019).

En México, se concede a un concesionario un grupo de rutas con orígenes y destinos iguales o cercanos. Algunos corredores del Sistema Metrobús en la Ciudad de México, donde los operadores son remunerados por una combinación de distancia y demanda, el riesgo de la demanda es compartido entre autoridades y operadores (GGGI, 2019).

El Sistema Metrobús[74] contempla siete líneas, 140 kilómetros de rutas y una flota de 688 buses. Está conformado por empresas concesionarias que brindan el servicio de transporte y de recaudo. Metrobús, un organismo público descentralizado, es el responsable de administrar, planear y controlar el sistema de corredores de transporte. Actualmente, diez empresas están encargadas de comprar, operar y mantener los autobuses y cinco son responsables de la instalación, operación y mantenimiento de los sistemas de recaudo (máquinas expendedoras de tarjetas, torniquetes, validadores, cámaras de vigilancia y sistemas electrónicos para el procesamiento de información, entre otros). Cinco fideicomisos concentran y administran los recursos generados por el pago de tarifa. A través de éstos que se realizan las instrucciones de pago entre las empresas prestadoras de servicios del sistema.

Los sistemas de BRT Uberlândia (Brasil) utilizan el modelo de asignación por número de autobuses o distancia recorrida. Operan en dos corredores. El Corredor Estrutural Sudeste o BRT João Naves de Ávila, en operación desde 2006, tiene 7,5 km de extensión y 13 estaciones. El Corredor Estrutural Leste, inaugurado en 2018, tiene 6 kilómetros y 11 estaciones. El organismo responsable por su gestión es la Secretaria Municipal de Trânsito e Transportes (SETTRAN). Fueron financiado por el gobierno federal y operan bajo concesiones. Los actuales contratos de concesión del sistema de transporte urbano de la ciudad tienen una vigencia de diez años, pudiendo ser renovados por 10 años más (ITDP Brasil-GITEC, 2019).

El de Bogotá (Colombia), además del modelo de asignación por número de autobuses o distancia recorrida, la operación de los buses se basa en concesiones por corredores y alimentadoras para las líneas del BRT y concesiones que cubren las áreas de servicio por zona geográfica. Estos servicios dividen la ciudad en 13 zonas alrededor de una zona central neutra; cada una de las zonas se asignan bajo una sola concesión (GGGI, 2019).

La Empresa de Transporte del Tercer Milenio -Transmilenio S.A., TMSA- tiene a su cargo la gestión, organización y planeación del servicio de transporte público masivo urbano de pasajeros en el Distrito Capital y su área de influencia, bajo la modalidad de transporte terrestre automotor (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2018)[75]. Organiza y gestiona el Sistema Integrado de Transporte Público de Bogotá (SITP[76]), la entidad encargada de coordinar los diferentes actores, planear, gestionar y controlar la prestación del servicio público de transporte masivo urbano de pasajeros. Contempla un esquema de rutas troncales, urbanas, alimentadoras, complementarias y especiales, integración tarifaria, con recaudo centralizado y medio de pago único (TuLlave).

Actualmente en 114,4 kilómetros de vías troncales, 12 corredores y 143 estaciones, operan 2.047 buses. 812 componen la flota alimentadora, gestionados por 15 operadores concesionados a 24 años plazo y un operador de recaudo (Transmilenio, 2019).

Las concesiones contemplan la prestación del servicio de transporte público de pasajeros en su componente de operación del Sistema Transmilenio, incluyendo el mantenimiento de la flota, la adecuación, operación y mantenimiento del patio de operación Américas (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2018).

Los recursos son recaudados por el Concesionario del Sistema Integrado de Recaudo, Control e Información y Servicio al Usuario (SIRCI) del SITP de Bogotá y depositados por éste en Patrimonio Autónomo SITP-Recaudo-Transmilenio constituido por diferentes operadores del SITP, por la sociedad recaudadora -Recaudo Bogotá-, y por Fiduciaria Popular como sociedad fiduciaria (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2018). Recaudo Bogotá, es la empresa que ganó la licitación para administrar el SIRCI. Se

74. Información recopilada en la página web de la empresa, y disponible en https://www.metrobus.cdmx.gob.mx/dependencia/acerca-de/organizacion

75. Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. Secretaría Distrital de Movilidad Transmilenio S.A. RESOLUCIÓN No. 905. 21 de Diciembre de 2018. "Por medio de la cual se adjudican los procesos de selección abreviada No. TMSA-SAM-20 de 2018 y TMSA-SAM-21 de 2018"

76. Información recopilada en https://www.sitp.gov.co/publicaciones/40075/informacion_general/

encarga del cobro de la tarifa del Transmilenio y del SITP, y opera la tarjeta TuLlave. La administración de esos recursos es realizada por Fiduciaria Popular, o Fidupopular. Ambas son empresas privadas.

En los sistemas de trenes urbanos, todos los existentes en la región, son de propiedad del Estado, y lo que se observa con relación a las inversiones, es que por lo general siguen un modelo muy tradicional de financiamiento, con recursos procedentes directamente de los gobiernos (nacional y/o provincia/estado) y sólo cinco han considerado la participación privada en el desarrollo de nuevas infraestructuras y en la gestión de las operaciones (UITP, s/f).

En 1998 la Concessão Metroviária do Rio de Janeiro S.A. ("MetrôRio") asumió la administración y la operación de las líneas del metro de la ciudad de Rio de Janeiro, por un plazo de 20 años. El 20 de agosto de 2008, MetrôRio foi constituída como una "sociedad por acciones". En 2009, esta pasó a ser parte del Grupo Invepar, quien adquirió el 100% de sus acciones. La empresa es concesionaria y responsable de la administración de las líneas 1 y 2 del metro desde 2009, y de la operación de la Línea 4 desde 2016. La compañía además es accionista del vehículo ligero sobre rieles, VLT Carioca, inaugurado en 2016. El VLT circula en la región central de la ciudad, con dos líneas a lo largo de 28 kilómetros. En 2007, fue firmada una adenda al contrato de concesión de las dos líneas de metro, que terminaría en 2018, que amplió su plazo hasta el año 2038[77]. El nuevo contrato exige una inversión por 1,2 mil millones de reales para la modernización del sistema y la expansión de las estaciones a otros puntos de la ciudad. MetrôRio es responsable de la administración, operación, conservación, mantención y reparación del sistema metroviário de Rio de Janeiro. Como parte de la concesión, le fueron transferidas la posesión de los bienes destinados y vinculados a la prestación de los servicios, entre ellos: inmuebles, trenes y demás bienes, siendo responsabilidad de la empresa, velar por la integridad de los bienes cedidos (MetrôRio, 2017).

La Línea 4 - Amarilla del sistema de São Paulo, fue pionera en la implementación de un nuevo modelo de gerencia para el sector. En 2005, se anunció el proyecto de APP a un costo de 1,26 mil millones de dólares, de los cuales, el 73% fue financiado por el gobierno del estado de São Paulo, el Banco Mundial y el JBIC (Banco Japonés para la Cooperación Internacional). Los 27% restantes, fueron financiados por el sector que obtuvo la concesión del sistema durante 30 años, incluyendo los ingresos tarifarios y no tarifarios, con el requisito de operación y mantenimiento. El sistema comenzó a funcionar en 2010, (UITP, s/f). La concesionaria ViaQuatro[78] es responsable por la operación y mantención de la línea y por la adquisición del material rodante (trenes) y de los sistemas de señalización, telecomunicaciones y del Centro de Control Operacional. Al gobierno de São Paulo, le corresponde, a través de la Compañía do Metropolitano de São Paulo (CMSP), autoridad del metro del Estado, implementar la infraestructura de la línea: construcción de estaciones, subestaciones, parque y patio de mantenimiento, entre otras instalaciones, además de los túneles y parte de los sistemas. Cuando esté concluida, esta línea tendrá 12,8 kilómetros y 11 estaciones.

Las inversiones en la Linha 5-Lila, son realizadas por la concesionaria ViaMobilidade[79] y por el Gobierno del Estado de São Paulo. El contrato de concesión prevé que ViaMobilidade invierta cerca de mil millones de dólares en mantención, conservación, mejoras, recalificación, adecuación y expansión de las líneas a lo largo de los 20 años del contrato. Así como en la Línea amarilla, le corresponde al gobierno de São Paulo, a través de la CMSP implementar la infraestructura de la línea: construcción de las estaciones, instalación de las puertas de la plataforma, subestaciones, patio de estacionamiento y mantención, entre otras instalaciones, además de los túneles y parte de los sistemas. La adquisición de los trenes también es tarea del gobierno del Estado. La concesionaria es responsable por la operación y mantenimiento de la línea y de los sistemas como señalización, telecomunicaciones, y del Centro de

77. Sexto termo aditivo ao contrato de concessão para a exploração dos serviços públicos de transporte metroviário de passageiro, que entre si fazem o Estado do Rio de Janeiro e a Opportrans Concessão Metroviária S.A. en http://www.agetransp.rj.gov.br/documents/10181/54877/6o+termo+aditivo+-+27-12-2007_Metr%C3%B4Rio.pdf/d9782b0b-6dc5-419d-81b1-36565b8f7a98

78. Información publicada en el *site* de la empresa, disponible en http://www.viaquatro.com.br/linha-4-amarela/investimentos

79. Información publicada en el *site* de la empresa, disponible en https://www.viamobilidade.com.br/linhas/investimentos

Control Operativo. También le compite las mejorías en la estación de Santo Amaro en la interconexión con la línea 9-Esmeralda de la Compañía Paulista de Trenes Metropolitanos (CPTM). Cuando esté concluida, tendrá 20,1 kilómetros y 20 estaciones.

Para la construcción del sistema del metro de Salvador, Bahia, Brasil, también fue creado un modelo innovador de financiación: el vencedor de la licitación firmó el contrato de concesión a través de una APP para implementar, operar y mantener el sistema durante 30 años. La inversión inicial fue de 1,1 mil millones de dólares, aportados por el Gobierno Federal, el Gobierno del Estado y el operador privado. (UITP, s/f). El metro de Salvador comenzó sus operaciones comerciales en enero de 2016, con la inauguración de la Línea 1, de 12 km de longitud. En la actualidad, la empresa CCR Metrô Bahía opera dos líneas, con un total de 33 km, 20 estaciones, 8 terminales de integración con autobuses y una flota de 40 trenes. El contrato de concesión prevé la expansión de las líneas 1 y 2 actualmente en operación, lo que expandiría el sistema a 42 quilómetros, 23 estaciones y 10 terminales de buses integrados[80].

Para la construcción de las nuevas líneas del metro de Lima, las autoridades locales forjaron una alianza con un consorcio de empresas que está realizando las obras de construcción. Para este proyecto, el Grupo Banco Interamericano de Desarrollo (BID) aprobó un total de 700 millones de dólares, entre un préstamo al Estado y otro al consorcio ejecutor aprobado a través de su brazo privado – ahora parte de la Corporación Interamericana de Inversiones (CII) (BID, 2016). La línea en construcción tendrá 35 kilómetros. La línea 1, que opera desde 2012, tiene 26 estaciones y 33,12 km de largo.

Con relación a la participación del sector privado en la implementación de la electromovilidad, en la región, el país que más ha avanzado es Chile, y en particular, la Región Metropolitana de Santiago.

El Sistema de Transporte Público de Santiago, ahora denominado RED y Red Metropolitana de Movilidad para el caso de Santiago, antes, TranSantiago, está integrado por los buses urbanos, operados por concesionarias privadas, el Metro de Santiago, una Sociedad Anónima cuyos accionistas son Corfo y el Fisco de Chile, y Tren Central, filial de la estatal EFE, con su servicio suburbano MetroTren Nos. Es un sistema público, con integración física, operacional y tarifaria (tarjetas Bip) que atiende la demanda de viajes en el Gran Santiago.

Su diseño y planificación están centralizados en el Directorio de Transporte Público Metropolitano, DTPM, institución pública que lo regula, controla y supervisa con el propósito de mejorar la calidad de vida de las personas a través de un buen servicio de movilidad sostenible.

Cuando el sistema operaba como TranSantiago, era concesionado bajo normas y parámetros que regían la prestación del servicio considerando el rol con sus responsabilidades y los derechos de cada uno de los intervinientes. En los contratos de concesión, aspectos como el indexador de costos, tope máximo a los descuentos y ajustes por el índice de pasajeros por kilómetro (IPK) fueron considerados para garantizar el margen del negocio de los concesionarios, que provienen de la relación entre los costos y los ingresos del sistema. Por su parte, la autoridad asumió el compromiso de revisar el impacto de la tarifa al usuario y la revisión programada o excepcional de las condiciones bajo las cuales se estructuró el negocio del sistema de buses de TranSantiago. Los ingresos de los concesionarios provienen de las transacciones con derecho a pago y de los kilómetros efectivamente recurridos en la prestación del servicio. Los kilómetros planificados en el programa de operación (km), así como los kilómetros especiales (kme) o adicionales (kma) son confirmados con el índice de cumplimiento de la capacidad de transporte (ICT). Otros ingresos del concesionario provienen del uso de vías tarificadas, ajustes al IPK y de incentivos por buen desempeño. Los descuentos a los ingresos se derivan de la evaluación del servicio a partir de indicadores.

Fue concesionado a siete unidades de negocio que en 2008 contaba con una flota de 6.667 vehículos y una capacidad de 684 mil plazas. La longitud de las vías era de aproximadamente 2.878 km. A 2018, la

80. Información publicada en el *site* de la empresa, disponible en http://www.ccrmetrobahia.com.br/institucional/quem-somos/

flota es de 6.756 vehículos y las plazas suman 691 mil. La longitud de las vías suma 2.946 kilómetros. Siguen siendo siete las empresas concesionadas. (Directorio de Transporte Público Metropolitano, 2018).

En 2018, vencieron los primeros contratos originales de Transantiago. El modelo de negocios del sistema fue renovado, y en las nuevas licitaciones, los activos se separaron de la operación. Los terminales serán provistos por el sistema, los buses por un nuevo actor llamado suministrador de flota y los concesionarios de vías realizarán las operaciones de transporte. Esto implica dos procesos de licitación que deberán ocurrir en paralelo. Actualmente son seis las empresas concesionadas que usan las vías y dos proveen servicios complementarios para el transporte de superficie: una se encarga de la administración financiera de los recursos del sistema y otra que provee servicios tecnológicos para buses (Proveedor de los sistemas centrales: *clearing, switch*, gestión de flota y seguridad) (Directorio de Transporte Público Metropolitano, 2018).

El Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones[81], buscando darle un giro a la calidad de servicio que entrega el sistema, aceptó la incorporación de 200 buses eléctricos en la reasignación de servicios de una empresa que finalizó contrato en octubre 2018. En este proceso, dos empresas generadoras de energía adquirieron y traspasaron a través de *leasing* los buses a los concesionarios de vías para que realizaran la operación. Como la inversión inicial puede llegar a ser entre 1,5 y 2 veces mayor que la de un bus tradicional a diésel, la asociación con terceros fue la forma encontrada para mejorar la capacidad de acceso a financiamientos por parte de los operadores. El *leasing* contempla la compra de los buses y la infraestructura en los terminales para las recargas de electricidad.

La forma encontrada por las autoridades para adelantar la puesta en circulación de estos buses eléctricos ha sido, que el Estado, a través de una resolución exenta, actúa como garante del contrato entre los operadores y los proveedores de financiamiento, y, cuando se realicen los nuevos procesos de licitación, renovación de flota por contrato de concesión o reasignación de servicios por término de contrato, estos vehículos serán parte de este proceso, es decir, no son de propiedad del operador, sino que componen los activos que el nuevo operador dispondrá para la operación del servicio.

A fines de 2018, empezaron a operar los primeros 100, adquiridos por la generadora de electricidad italiana, Enel, en el marco del proyecto de movilidad eléctrica impulsado por Enel X, la empresa concesionaria de transportes Metbus y BYD Chile en una alianza público-privada junto al Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. En marzo de 2019, comenzaron a operar otros 100, de la marca Yutong. Estos, con el apoyo de la empresa de energía Engie, y dos operadores: 75 por Vule y 25 por STP.

En agosto de 2019, se incorporaron 100 más, correspondientes a la fase 2 del proyecto de movilidad eléctrica impulsado por Enel X, Metbus y BYD Chile, que contempla la incorporación de un total de 183 nuevos buses hacia fines de este año (Enel, 2019[82]). Con 285 buses eléctricos, la ciudad de Santiago contará con el primer electrocorredor operado con buses eléctricos fuera de las ciudades chinas.

De acuerdo con información entregada por el DTPM[83], en diciembre de 2019, serán incorporados 25 buses eléctricos más al sistema de transportes urbano de Santiago, de la marca china King Long, por la operadora Redbus y adquiridos por la financiera Neot[84], con capitales de Mitsubishi Corporation y la eléctrica EDF, de Francia, sus socios estratégicos.
Con esto, en Santiago estarán circulando más de 400 buses eléctricos de cuatro operadores (Metbus,

81. La información contenida en los próximos párrafos se basa en la entregada por el DTPM, en entrevista realizada en agosto de 2019.

82. Enel X, 2019. Comunicado de prensa: Llegan a Chile 100 nuevos buses eléctricos de los 183 correspondientes a la segunda etapa que traen conjuntamente ENEL X, METBUS y BYD. Publicado el 31 de julio de 2019, en https://www.enel.cl/content/dam/enel-cl/prensa/comunicados-enel-x/2019/20190731-CP-Buses-electricos.pdf

83. Comunicación personal

84. NEoT es un inversor especializado en servicios distribuidos de energía renovable y movilidad eléctrica. En https://neotcapital.com/

Vule, STP y Redbus), de tres diferentes fabricantes (BYD, Yutong y King Long), financiados vía *leasing*, por tres empresas: Enel, Engie y Neot.

La iniciativa de la división "E-Solutions" de Enel, en la cual se enmarca la decisión de proveer buses eléctricos para Chile es parte de la estrategia de la generadora de transitar hacia energía más limpias. Supone invertir más de 300 millones de euros (340 millones de dólares) en electromovilidad en 2019, incluida la extensión de su inversión de 30 millones de euros en Chile a otras partes de América Latina.[85] Se materializa a través de *leasing* para el operador, que contempla la compra de los buses y la infraestructura para las recargas de electricidad. E-Solutions, fue lanzada en 2017, como una línea global de negocios, enfocada en áreas de movilidad eléctrica, proyectos del vehículo a la red, infraestructura de recarga, manejo de eficiencia energética, baterías, plataformas para la optimización de energía, alumbrado público y sistemas de generación distribuidos[86].

La empresa Engie, está impulsando una nueva plataforma para dar un servicio integral a todo lo relacionado con esta forma de transporte, denominada Engie Factory, una filial de la eléctrica que ofrece al mercado cargadores de autos personalizados, alianzas con Transantiago y el diseño de una plataforma web para gestionar de mejor forma los vehículos eléctricos.

El compromiso y la estrategia de la empresa Engie, para Chile, se presenta en el recuadro 1.

Recuadro 1

ENGIE entregará suministro de energía 100% renovable para 100 buses eléctricos del Transantiago
Febrero de 2019

El acuerdo firmado con los operadores Vule y STP también considera el financiamiento (*leasing*) de la totalidad de las máquinas, junto con el diseño e instalación de la infraestructura de carga necesaria para su operación.

Continuando el objetivo de impulsar la movilidad eléctrica en el país, durante las últimas semanas ENGIE suscribió dos relevantes acuerdos con empresas operadoras del Transantiago -Vule y STP-, a partir del cual abastecerá con energía 100% renovable y certificada a 100 buses eléctricos que formarán parte del sistema de transporte público de la capital. Los convenios también consideran el financiamiento de la totalidad de las máquinas, que arribaron al país en enero, junto con el diseño, implementación y mantención de 50 puntos de carga totales y que estarán instalados en los terminales de Vule y STP.

"Los contratos suscritos por ENGIE con Vule y STP son un paso más en nuestro compromiso por liderar la transformación energética y contribuir en el desarrollo de ciudades más limpias e inteligentes. En este caso particular aportamos en el diseño de alternativas concretas para el transporte público de Santiago, poniendo a disposición nuestra competencia tecnológica y la capacidad de estructurar soluciones integrales", aseguró Axel Levêque, CEO ENGIE Chile.

Además del aporte para el Transantiago, durante 2018 ENGIE dio otros pasos relevantes en movilidad eléctrica, como el financiamiento de 30 taxis eléctricos que desde octubre circulan por la capital. En otro ámbito, instaló electrolineras en distintos puntos de Santiago y desarrolló programas pilotos de electromovilidad con empresas como Codelco Teck, con 4 cargadores eléctricos de máxima potencia para autos de carga liviana.

Fuente: https://www.engie.cl/engie-entregara-suministro-de-energia-100-renovable-para-100-buses-electricos-del-transantiago/

85. Reuters, Noticias de Negocios. Enel y BYD dicen implementación de autobuses eléctricos en Chile anticipan más inversiones para la región. Por Aislinn Laing, publicada el 13 de diciembre de 2018, en https://lta.reuters.com/articulo/chile-transporte-enel-byd-idLTAKBN1OC2SF

86. Información recopilada desde el sitio web de la empresa y disponible en https://www.enel.cl/es/conoce-enel/prensa/news/d201705-enel-lanza-e-solutions-una-nueva-lnea-de-negocios.html

VI. **Para seguir avanzando hacia un modelo más sustentable de transporte público**

Es consenso que ya son varios los países de América Latina que están buscando formas de que sus sistemas de transporte público de pasajeros sean más sustentables y resilientes al cambio climático. Han adoptado diferentes modelos, incentivado medios de transportes más limpios, e impulsado con bastante entusiasmo, los vehículos eléctricos. Sin embargo, entre los casos analizados, se detectaron algunos elementos que, por ahora, confabulan en contra de esta intención: la movilidad urbana tal como se está desarrollando probablemente tardará en transformarse en una menos carbonizada y más amigable con el medio ambiente y no será capaz de retirar vehículos particulares livianos de las calles.

Se observan situaciones de deterioro de algunos sistemas, incluyendo el de la flota. Algunos tienen problemas relacionados con la recaudación, por un lado, debida a la evasión por parte de los usuarios y a las exenciones que benefician algunos grupos sociales, y por otro, por la menor demanda por estos sistemas. Si bien este fenómeno puede ser el reflejo de un mal diseño inicial, que probablemente se basó en dados no fidedignos y confiables respecto a la demanda por este tipo de servicio y sobrestimó su capacidad de absorber nova y para promover el cambio de modo entre los automovilistas, también es un indicador de que el servicio no ha podido retener a los usuarios y ha ido desincentivando su uso. La capacidad de inducir cambios modales es un indicador fundamental cuando se quiere medir la eficiencia de los sistemas en relación con las emisiones de gases de efecto invernadero y de otros contaminantes y sus impactos sociales.

La contaminación generada por la construcción y el funcionamiento de las líneas de metro se compensa con las personas que lo usan y cambiaron su modo de transporte, y dejaron de usar los automóviles o autobuses, y también con el aumento de la densidad residencial en torno a las estaciones. A mayor densidad poblacional, menor consumo energía. Como una forma de avanzar en ambos frentes, Saxe y otros (2017) recomiendan implementar políticas de zonificación e incentivos fiscales que fomenten la densidad a lo largo de las líneas del metro y mitiguen la demanda inducida al hacer que la conducción sea menos atractiva a través de medidas como limitar la velocidad y eliminar carriles de automóviles. Recomiendan, además, poner foco en la forma y en los materiales utilizados para la construcción, mediante, por ejemplo, estaciones más pequeñas y delgadas y, cuando sea posible, considerar opciones de superficie en lugar de túneles y adoptar técnicas constructivas poco intensivas en carbono.

Los sistemas analizados, además, en algunos casos han tenido problemas de retrasos en la ejecución de las obras de infraestructura, acusaciones formales de sobre facturación de las obras y monopolización de concesionarios.

Con relación a las políticas públicas, no siempre hay coherencia entre ellas, y, tampoco sinergias claras. Esto se evidencia en que, en la mayoría de los países, aunque declaran la importancia del transporte urbano y reconocen que el impacto en las emisiones que puede tener disponer de uno sostenible, la flota de vehículos livianos ha aumentado de manera importante y mucho más intensivamente que la del transporte público.

Considerando lo anterior, a continuación, se presentan algunos elementos que condicionan el éxito de sistemas bajos en carbono y aplicables a los modelos analizados. Las recomendaciones se basan en un estudio del BID, de 2015, que evaluó tres proyectos BRT financiados por el Banco en Lima (Perú), Cali (Colombia) y Montevideo (Uruguay) respectivamente. En un estudio, realizado por el ITDP, en el marco del Projeto Demonstrativo de Estratégias de Gestão de Mobilidade Urbana, llevado a cabo entre 2017 y 2019 con el apoyo de la GIZ, en el cual se analizaron los indicadores existentes y se propusieron

nuevos para los procesos de concesiones en el transporte público colectivos de las ciudades de Uberlândia y Sorocaba, ambas de Brasil (ITDP Brasil - GITEC, 2019). Y, en el documento elaborado por el Global Green Growth Institute (GGGI), en 2019, en el cual hizo un análisis comparativo de modelos de concesión del transporte público de siete ciudades de Europa y América Latina, de las cuales cinco son Latinoamericanas. Todas las ciudades incluidas en el reporte han implementado sistemas integrados de transporte en distintos niveles. Para cinco de las ciudades, especialmente Londres (Reino Unido), Bogotá (Colombia), Ciudad de México (México), Estocolmo (Suecia) y Uberlândia (Brasil), la discusión se centró en el funcionamiento de sus modelos de concesión actuales, mientras que para las otras dos el enfoque fue el proceso para transitar de un modelo hombre-ómnibus a un sistema organizado, conformado por empresas formales.

Cabe resaltar que las concesiones en AL todavía se aplican mayoritariamente al transporte de superficie operado por buses. Hay algunas excepciones, como es el caso de los metros de Rio de Janeiro, de São Paulo y de Salvador, en Brasil, cuya operación está bajo concesión privada. Para ampliar la cobertura y la calidad de este servicio, las concesiones pueden ser un buen instrumento y los gobiernos debieran considerar la intensificación de su uso también como una forma de aliviar sus propias inversiones. En este marco se consideró que incorporar las recomendaciones propuestas en el documento del GGCI, sería un valioso aporte.

En la publicación de 2015, el BID, presentó los resultados de la evaluación realizada por la Oficina de Evaluación y Supervisión (OVE) de tres proyectos de los BRT financiados por el banco, en Lima, Cali y Montevideo, y concluyó que, de un modo general, hay elementos clave que condicionan el éxito de un sistema de este tipo, y que explican su bajo desempeño en algunos países (BID, 2015):

- El diagnóstico de las necesidades de movilidad debe ser el más exacto posible para guiar el diseño de los proyectos
- El diseño y la elección de los corredores son factores que determinan la efectividad del modelo y para que impacte positivamente la movilidad: corredores con baja demanda y congestión obtienen pocos beneficios
- Los municipios deben tener capacidad institucional y técnica para elaborar, implementar y controlar el sistema
- Disponer de un marco institucional que minimice el impacto de los tiempos políticos y permita ajustar el sistema en el tiempo.
- Para la sostenibilidad y solvencia financiera, deberían considerarse subsidios operativos para mejorar los resultados a largo plazo
- El diseño del contrato de asociación público-privada debe ser cuidadosamente elaborado
- Debe considerar la integración de diferentes sistemas y otros modos de transporte
- Debe considerar planificación peatonal, programas de desguace, reservas territoriales y de uso del suelo.

En función de los resultados de la evaluación realizada, la OVE recomendó, con miras a apoyos futuros del banco a este tipo de proyectos, los siguientes temas:

1. ofrecer mayor apoyo y asistencia técnica para las reformas necesarias (asociaciones público-privadas, modernización de la flota, marcos institucionales, diseño de estaciones, entre otros) a fin de respaldar la infraestructura de BRT y obtener una firme aceptación política de las principales partes interesadas de esas reformas desde el principio;

2. profundizar el diagnóstico de las necesidades de movilidad de los pobres para guiar el diseño de los proyectos;

3. apoyar a los gobiernos de América Latina y el Caribe al momento de considerar la subvención de los costos operativos del sistema de BRT y los mecanismos innovadores de financiamiento;

4. incorporar la planificación del desarrollo orientado al uso del transporte público alrededor de las estaciones de BRT; y

5. integrar otros modos de transporte público innovadores en función de la demanda como complementos de los sistemas de BRT en los corredores de menor demanda.

El estudio, realizado por el ITDP (ITDP Brasil - GITEC, 2019), concluyó que, por lo general, los concesionarios son evaluados por medio del Índice de Calidad do Servicio, que se compone de dos variables: una relacionado con la gestión de los servicios operacionales, el Índice de Desempeño Operacional, IDO, y el segundo, con foco en los usuarios, corresponde al Índice de Satisfacción del Usuario, ISU. Ninguna de ellas contempla variables ambientales.

Entre los indicadores propuestos, incluyó, en los relativos a exigencias tecnológicas contractuales que deben ser cumplidas en un plazo específico, y generalmente relacionados con inversiones, entre los factores a ser evaluados en la "tecnología de la flota", la sustentabilidad ambiental.

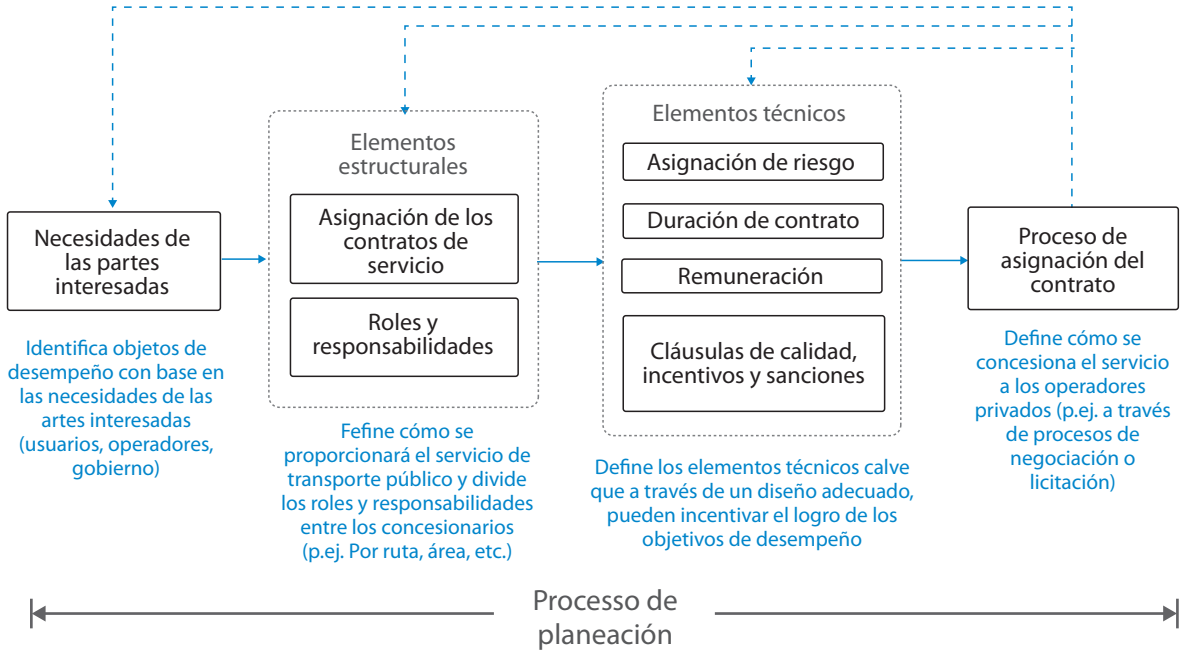
Además. entre los indicadores de planificación y gestión de flota, del sistema, consideran como factores a ser evaluados bajo criterios de sustentabilidad ambiental, el "consumo de combustible medio por tipo de vehículo" y las "emisiones de contaminantes globales y locales" (ITDP Brasil - GITEC, 2019). Pero, aparte de esta iniciativa, por lo general la temática ambiental, social y económica enmarcada en la sustentabilidad no es un elemento considerado en los procesos de tomas de decisiones. Ni para la construcción de la infraestructura ni para el material rodante. La visión se centra todavía en lo que es económicamente más rentable y a la vez, barato.

De acuerdo con el reporte del GGGI (2019), que analizó y comparó los modelos de concesión de siete ciudades de Europa y América Latina, de las cuales cinco eran Latinoamericanas, no existe un modelo de concesión ideal, cada ciudad debe desarrollar sus propias soluciones para implementar el sistema de transporte que se adapte a sus necesidades y circunstancias, un plan a la medida que considere el entorno político, social, ambiental, económico y tecnológico, y, la factibilidad de su implementación.

Todas las ciudades incluidas en el reporte han implementado sistemas integrados de transporte en distintos niveles. Para cinco ciudades -Londres (Reino Unido), Bogotá (Colombia), Ciudad de México (México), Estocolmo (Suecia) y Uberlândia (Brasil)-, la discusión se centró en el funcionamiento de sus modelos de concesión actuales, mientras que para las otras dos el enfoque fue el proceso para transitar de un modelo hombre-bus a un sistema organizado, conformado por empresas formales.

A raíz de la experiencia de los casos estudiados, para el GGGI (2019), existen ocho elementos clave que deben ser considerados para que el diseño y la implementación de un modelo de concesión tenga éxito: i) las necesidades de las partes interesadas; ii) la asignación de los contratos de servicios; iii) los roles y responsabilidades de la autoridad y los operadores; iv) la asignación del riesgo; v) la duración del contrato; vi) el régimen de remuneración; vii) las cláusulas de calidad, incentivos y sanciones, y viii) el proceso de adquisición. Como tomadores de decisiones, es importante tener presente estos elementos, al igual que el contexto local político, económico, social, ambiental y tecnológico. El proceso de planificación de un modelo de concesión es cíclico y no lineal, el cual requiere definir y revisar estos elementos. Un ejemplo de cómo se lleva a cabo este proceso se muestra en la Figura 7. En el anexo 1, se detallan estos elementos.

Figura 7. Ejemplo de proceso para diseñar un modelo de concesión



Fuente: GGGI, 2019.

La ciudad debe considerar las necesidades de los principales interesados para establecer los elementos estructurales que definen el sistema de transporte a ser adoptado: cómo se va a asignar el servicio de transporte público (por ruta, grupo de rutas, flota/kilómetros, áreas o zonas, o por sistemas híbridos), y cómo se asignarán los roles y responsabilidades entre las partes interesadas (ej. quién asume el proceso de planificación técnica). Definir estos elementos críticos puede ayudar a los tomadores de decisiones a decidir sobre los elementos técnicos que ayudan a estructurar los contratos de concesión. Estos elementos incluyen la asignación del riesgo, la duración del contrato, el esquema de remuneración y la definición de las cláusulas de calidad, los incentivos y las sanciones. Es importante considerar estos elementos técnicos detenidamente para asegurar que se preste un servicio de calidad y que se cumplan los objetivos de la ciudad. En el recuadro 2 se listan algunos factores que deberían ser considerados por los tomadores de decisiones al elaborar su plan de soluciones:

Recuadro 2. AAspectos fundamentales a considerar por los tomadores de decisiones

Los contratos deben lograr un buen equilibrio entre su claridad y la flexibilidad que existe para cambiar o alterar ciertas cláusulas si es necesario.
Los parámetros de calidad deben estar bien definidos en los contratos para sentar las bases de los mecanismos de incentivos y sanciones, alentar a los operadores a lograr los niveles de servicio establecidos en las cláusulas de calidad, y garantizar que no provoquen inestabilidad económica a las empresas operadoras.
La definición de las condiciones del contrato debe basarse en la vida útil de los activos (especialmente los vehículos), la estructura financiera de la concesión y los riesgos asignados a las empresas operadoras. Sería conveniente reducir la duración del contrato, tomando en cuenta los elementos anteriores. La experiencia internacional ha mostrado que los términos del contrato que duran entre 10 y 12 años son razonables.
Definir roles claros tanto para la autoridad como para los operadores; esto a su vez facilitará no sólo la asignación del riesgo que manejará cada agente en función de su capacidad de control y mitigación, sino el esquema retributivo adecuado para amortizar los costos operativos y recuperar las inversiones para recuperar el margen de ganancia.
El mecanismo de incentivos y sanciones en el contrato debe formar parte de una estrategia para motivar a las empresas operadoras a alcanzar ciertos niveles de servicio. Debe procurar una alta calidad de prestación de servicio, maximizar la eficiencia operativa y minimizar las externalidades negativas. El desarrollo de esta herramienta debe basarse en las necesidades del sistema y en los desafíos específicos. Además, las normas de incentivos y sanciones deben ser claras y medibles, así como estar alineadas a la capacidad institucional de la autoridad, la cual debe monitorear y controlarlas.
El acuerdo deberá incluir cláusulas para manejar los cambios contractuales, las acciones que se deben tomar en caso de que surjan malos resultados, y los mecanismos de mejora, entre otros.

Fuente: GGGI, 2019.

Tanto un en proceso de licitación como de negociación, el de adquisición y de implementación del sistema debe ser transparente y estar orientado a objetivos. A su vez, los resultados deben alinearse con los objetivos de las políticas públicas, siempre tomando en cuenta las necesidades de los usuarios. Estos procesos no son estancos. Evolucionan constantemente, por lo que los objetivos establecidos para el modelo de concesión elegido deben considerar un seguimiento continuo para medir el impacto real del modelo instalado.

Una transformación exitosa del sistema de transporte de una ciudad que minimiza los problemas y los obstáculos requiere cumplir meticulosa y satisfactoriamente una serie de pasos (GGGI, 2019). Debe empezar por los estudios de **prefactibilidad** para crear una línea base que le permita conocerse, diagnosticar el marco regulatorio actual, la infraestructura y las capacidades técnicas de las partes interesadas, considerar posibles soluciones y finalmente, elegir un enfoque general. Luego, las autoridades deben llevar a cabo un **fortalecimiento institucional** para crear un marco legal adecuado, reclutar personal calificado y asignar responsabilidades. Las autoridades pueden entonces desarrollar **estudios de factibilidad** para implementar una planificación técnica, tecnológica, legal y financiera detallada de la transformación o proyecto deseado. Se deberá desarrollar, además, la **implementación, preparación y pre-operación** de la infraestructura, así como un **plan de medios** para asegurar que los equipos y la infraestructura se adquieran y construyan correctamente, y que los usuarios y otras partes interesadas estén debidamente informados del nuevo sistema.

VII. **Bibliografía**

ANDEMOS, 2018. Informe híbridos y eléctricos 2018-10. En http://www.andemos.org/wp-content/uploads/2018/11/Informe-H%C3%ADbridos-y-Electricos-2018-10.pdf

Associação Nacional de Empresas de Transportes Urbanos (NTU), 2019. O transporte público por ônibus em números. Actualizado en abril de 2019. En https://www.ntu.org.br/novo/AreasInternas.aspx?idArea=7

Autoridad Nacional del Ambiente, Oficina de Planificación y Política Ambiental, 2013. Política Nacional de Cambio Climático 2007. Panamá. En http://www.miambiente.gob.pa/images/stories/BibliotecaVirtualImg/Planificacion/PoliticasNacionales/POLITICA_cc.pdf

Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Observatorio Regional de Transporte de Carga y Logística. Chile: Política Nacional de Transportes. En http://logisticsportal.iadb.org/node/2425. Consultado el 16 de julio de 2019.

Banco Interamericano de Desarrollo (BID), 2015. Casos de Estudio Comparativo de Tres Proyectos de Transporte Urbano Apoyados por el BID. Disponible en https://publications.iadb.org/en/comparative-case-studies-three-idb-supported-urban-transport-projects

Bertaud, A., 2018. Order without Design. How markets shape cities. The MIT Press, Cambridge, Massachussets, Londres, Inglaterra.

Bloomberg New Energy Finance, 2018. Cumulative Global EV Sales Hit 4 Million, publicado el 30 de agosto de 2018 en https://about.bnef.com/blog/cumulative-global-ev-sales-hit-4-million/

Bloomberg New Energy Finance, 2018a. Electric Buses in Cities Driving Towards Cleaner Air and Lower CO2. En https://data.bloomberglp.com/professional/sites/24/2018/05/Electric-Buses-in-Cities-Report-BNEF-C40-Citi.pdf

Bull, A., 2004. Concesiones viales en América Latina: situación actual y perspectivas. CEPAL, División de Recursos Naturales e Infraestructura Unidad de Transportes. Serie 79. Santiago, Chile.

Burch, I. y Jock Gilchrist, 2018. Survey of Global Activity to Phase Out Internal Combustion Engine Vehicles. Center for Climate Protection. En https://climateprotection.org/wp-content/uploads/2018/10/Survey-on-Global-Activities-to-Phase-Out-ICE-Vehicles-FINAL-Oct-3-2018.pdf

C40 Cities Finance Facility, CFF, 2018. Estrategia de electromovilidad de la Ciudad de México 2018 – 2030. Disponible en https://cff-prod.s3.amazonaws.com/storage/files/mI2mWzTOCnwfzjm5PP4NuPrEtE2HlTM1SQgYmjDu.pdf

Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, CONUEE, 2016. Estrategia de transición para promover el uso de tecnologías y combustibles más limpios. En https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/182202/20161110_1300h_Estrategia_CCTE-1.pdf

Consejo Nacional de Planificación Urbana. Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos, 2018. Política Nacional de Desarrollo Urbano. Plan de Acción 2018-2022. Costa Rica. En https://www.mivah.go.cr/Documentos/politicas_directrices_planes/PNDU-2018_Politica_Plan_Pags_001-028.pdf

Cruz, C. 2018. El fondo de infraestructura: una interpretación y sugerencia. Consejo Políticas de Infraestructura, CPI. Cuaderno del CPI. V08.2018. No 105. Disponible en http://www.infraestructurapublica.cl/wp-content/uploads/2018/08/Cuaderno-del-CPI_105_Fondo_Infraestructura.pdf

Cuéllar, Y, Buitrago-Tello, R. & Belalcazar-Ceron, L. C. (2016). Life cycle emissions from a bus rapid transit system and comparison with other modes of passenger transportation. CT&F - Ciencia, Tecnología y Futuro, 6(3), 123-134. Disponible en http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid =S0122-53832016000100007

Cui, Shenghui, Niu, Hongbin, Wang, Wei, Zhang, Guoqin, Gao, Lijie and Lin, Jianyi (2010). Carbon footprint analysis of the Bus Rapid Transit (BRT) system: a case study of Xiamen City. International Journal of Sustainable Development & World Ecology, 17: 4, 329 — 337. To link to this Article: DOI: 10.1080/13504509.2010.490657. URL: http://dx.doi.org/10.1080/13504509.2010.490657

Dansk Elbil Alliance, s/f. Hvor meget CO2 udleder elbiler? En https://www.danskelbilalliance.dk/fakta-om-elbiler/hvor-meget-co2-udleder-elbiler

de Andrade, Carlos Eduardo Sanches, Márcio de Almeida D'Agosto, Ilton Curty Leal Junior y Vanessa de A. Guimarães (2014). CO2 emissions per passenger-kilometer from subway systems: Application in the Rio de Janeiro Subway. Proc. of the Second Intl. Conf. on Advances In Civil, Structural and Environmental Engineering- ACSEE 2014.Copyright © Institute of Research Engineers and Doctors, USA. All rights reserved. ISBN: 978-1-63248-030-9 doi: 10.15224/ 978-1-63248-030-9-46.

Departamento Nacional de Planeación (DNP), Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES), 2003. Política Nacional de Transporte Urbano y Masivo. Documento CONPES 3260. Versión aprobada. En https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3260.pdf

Directorio de Transporte Público Metropolitano (DTPM), 2019. Resumen ejecutivo satisfacción de los usuarios con operadores y el sistema vs percepción de buses del nuevo estándar. En http://www.dtpm.gob.cl/descargas/estudios/Satisfacción-Nuevo-Estándar_vF.pdf

Directorio de Transporte Público Metropolitano (DTPM), 2018. Informe de gestión 2018. En http://www.dtpm.cl/descargas/memoria/Informe_Gestion_2018_DTPM.pdf

Frontier Group & U.S. PIRG Education Fund, 2018. Electric Buses Clean Transportation for Healthier Neighborhoods and Cleaner Air. En https://uspirg.org/reports/usp/electric-buses-clean-transportation-healthier-neighborhoods-and-cleaner-air.

Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2014. Programa Integral de Movilidad 2013-2018. México. Disponible en http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Estatal/Distrito%20Federal/wo99436.pdf

García-Kilroy, C. y Heinz Rudolph, 2018. Financiamiento Privado de la Infraestructura Pública Mediante APP en América Latina y el Caribe. Grupo Banco Mundial. Disponible en http://documentos.bancomundial.org/curated/es/444531492761368391/pdf/114418-v2-Executive-Summary-PUBLIC-SPANISH-InfrastructureinLCRExecSumSPWeb.pdf

Gobierno de Costa Rica, Ministerio de Ambiente y Energía, 2015. Contribución Prevista y Determinada a Nivel Nacional de Costa Rica. En https://www4.unfccc.int/sites/submissions/INDC/Published%20Documents/Costa%20Rica/1/INDC%20Costa%20Rica%20Version%202%200%20final%20ES.pdf

Gobierno de Panamá, 2014. Plan Estratégico de Gobierno 2015-2019. Panamá. En https://observatorioplanificacion.cepal.org/sites/default/files/plan/files/PanamaPlanEstrategicodeGobierno.pdf

Gobierno de la República, 2014. Compromisos de mitigación y adaptación ante el cambio climático para el periodo 2020-2030. México. En https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/162974/2015_indc_esp.pdf

Gobierno de la República, 2013. Estrategia Nacional de Cambio Climático visión 10-20-40. México. En https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/41978/Estrategia-Nacional-Cambio-Climatico-2013.pdf

Gobierno de la República de Panamá, 2016. Contribución Nacionalmente Determinada a la Mitigación del Cambio Climático (NDC) de la Republica Panamá ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). Panamá. en https://www4.unfccc.int/sites/submissions/INDC/Published%20Documents/Panama/1/Panama_NDC.pdf

Gómez C., C. W., 2010. Política pública de transporte urbano: el caso del sistema masivo de transporte en Cali. Trabajo preparado para su presentación en el V Congreso Latinoamericano de Ciencia Política, organizado por la Asociación Latinoamericana de Ciencia Política (ALACIP). Buenos Aires, 28 a 30 de julio de 2010." En http://cdsa.aacademica.org/000-036/155.pdf

Global Green Growth Institute (GGGI), 2019. Análisis Comparativo de Modelos de Concesión del Transporte Público. Síntesis de reporte. En https://gggi.org/site/assets/uploads/2019/04/S%C3%ADntesis-reporte-de-concesiones-TP-Espa%C3%B1ol.pdf

Hanley, S. 2018. China Rethinking EV Incentives To Promote New Technology Solutions. July 9th, 2018 by Steve Hanley. En https://cleantechnica.com/2018/07/09/china-rethinking-ev-incentives-to-promote-new-technology-solutions/

IMD World Competitiveness Center, 2019. IMD World Competitiveness ranking 2019. One Year Change. En https://www.imd.org/contentassets/6b85960f0d1b42a0a07ba59c49e828fb/one-year-change-vertical.pdf

Instituto Mexicano para la Competitividad A.C (IMCO), 2019. Índice de Movilidad Urbana 2018: Barrios mejor conectados para ciudades más equitativas. En https://imco.org.mx/wp-content/uploads/2019/01/I%CC%81ndice-de-Movilidad-Urbana_Documento.pdf

International Energy Agency (IEA), 2017. Global EV Outlook 2017. Two million and counting. © OECD/IEA 2017. En https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/GlobalEVOutlook2017.pdf

International Energy Agency (IEA), 2017a. Tracking Clean Energy Progress 2017. Energy Technology Perspectives 2017 Excerpt. Informing Energy Sector Transformations. © OECD/IEA 2017. En https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/TrackingCleanEnergyProgress2017.pdf

International Energy Agency (IEA), 2018. Global EV Outlook 2018 Towards cross-modal electrification. © OECD/IEA 2018. En https://webstore.iea.org/global-ev-outlook-2018

International Energy Agency (IEA), 2019. Global EV Outlook 2019 Scaling-up the transition to electric mobility. En https://webstore.iea.org/download/direct/2807?fileName=Global_EV_Outlook_2019.pdf
Institute for Transportation & Development Policy, ITDP, 2018. China Tackles Climate Change with Electric Buses. September 11, 2018. En https://www.itdp.org/2018/09/11/electric-buses-china/

ITDP Brasil - GITEC, 2019. Relatórios de Ação Técnica. Indicadores para concessões no transporte público coletivo. Uberlândia e Sorocaba. En http://itdpbrasil.org/wp-content/uploads/2019/04/Relatorio-AC%CC%A7A%CC%83O-1-Indicadores-para-concesso%CC%83es-no-TPC.pdf

IPCC, 2014. AR5 Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Chapter 8. Transport. En https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_chapter8.pdf

IRENA, 2019. Global energy transformation: The REmap transition pathway (Background report to 2019 edition). En https://www.irena.org/publications/2019/Apr/Global-energy-transformation-A-roadmap-to-2050-2019Edition

IRENA, 2019a. Renewable energy statistics 2019. En https://www.irena.org/publications/2019/Jul/Renewable-energy-statistics-2019

Kärnä, P., 2012. Carbon footprint of the raw materials of an urban transit bus : case study: diesel, hybrid, electric and converted electric bu. En https://www.researchgate.net/publication/263429106_Carbon_footprint_of_the_raw_materials_of_an_urban_transit_bus_case_study_diésel_hybrid_electric_and_converted_electric_bus

Lederer, J.; Ott, Ch.; Brunner, P.H.; Ossberger, M. (2015) "The Life-Cycle Energy Demand and Greenhouse Gas Emissions of High-Capacity Urban Transport Systems: A Case Study From Vienna's Subway Line U2", Journal of Sustainable Transportation, Vol. 10, 2, p 120-130, ISSN -8318, DOI: 10.1080/15568318.2013.869704, (Peer reviewed)

Lijó, R. y Daniel Murias, 2018. - ¿Es la red eléctrica actual suficiente para cubrir la demanda de los coches eléctricos? 30 Agosto 2018 - Actualizado 6 Septiembre 2018, en https://www.motorpasion.com/industria/red-electrica-actual-suficiente-para-cubrir-demanda-coches-electricos

Liu, Minghui, Siyi Jia y Xiaotong He, 2018. A quota-based GHG emissions quantification model for the construction of subway stations in China. Journal of Cleaner Production. Volume 198, 10 October 2018, Pages 847-858. En https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.067

Lupano, J. y Ricardo Sánchez, 2007. Políticas de movilidad urbana e infraestructura urbana de transporte. CEPAL – Colección Documentos de proyectos. LC/W.230. Santiago, Chile. En https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3642/1/S2009021_es.pdf

MetrôRio, 2017. Relatório de Administração 2'16. https://www.valor.com.br/sites/default/files/upload_element/31.03.2017_metrorio.pdf

Metrô de São Paulo, 2018. Relatório Integrado 2018. En http://www.metro.sp.gov.br/metro/institucional/pdf/rel-integrado.pdf

Metrô de São Paulo, 2016. Relatório de Sustentabilidade do Metrô de São Paulo 2016, disponible en www.metro.sp.gov.br/metro/sustentabilidade/relatorios-sustentabilidade.aspx

Metro de Santiago, 2019. Reporte de Sostenibilidad de la Empresa de Transporte de Pasajeros Metro S.A, 2018. Disponible en https://www.metro.cl/corporativo/reporte-de-sostenibilidad

Metro de Santiago, 2016. Reporte de Sostenibilidad de la Empresa de Transporte de Pasajeros Metro S.A, 2015. Disponible en https://www.metro.cl/corporativo/reporte-de-sostenibilidad

Ministério das Cidades, 2004. Cadernos MCidades 6 - Política Nacional de Mobilidade Urbana Sustentável. Brasil. En http://www.capacidades.gov.br/biblioteca/detalhar/id/128/titulo/cadernos+mcidades+6+++politica+nacional+de+mobilidade+urbana+sustentavel

Ministério das Cidades, 2013. Política Nacional de Mobilidade Urbana. Brasil. En http://www.portalfederativo.gov.br/noticias/destaques/municipios-devem-implantar-planos-locais-de-mobilidade-urbana/CartilhaLei12587site.pdf

Ministerio de Energía, 2017. Energía 2050. Política Energética de Chile. Segunda Edición. Incluye el capítulo indígena. En http://www.energia2050.cl/wp-content/uploads/2017/12/Politica-Energetica-Nacional.pdf

Ministerio de Energía, 2017a. Ruta energética 2018-2022. En http://www.energia.gob.cl/rutaenergetica2018-2022.pdf

Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Concesiones, 2019. Chile. Estadísticas trimestrales de Concesiones. Informes 20019. Informe Estadístico Primer Trimestre 2019 (Excel)

Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2019. Política Nacional de Transporte Urbano (PNTU). Perú. En https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/307017/Anexo_-_Pol%C3%ADtica_Nacional_de_Transporte_Urbano.pdf

Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (MTT), Subsecretaría de Transportes, 2013. Política Nacional Transportes. Santiago, Chile. En https://www.mtt.gob.cl/wp-content/uploads/2013/05/documento-politica.pdf

Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT), 2011. Plan Nacional de Transportes de Costa Rica 2011-2035. Memoria. Costa Rica. En https://www.mopt.go.cr/wps/wcm/connect/a86ca326-d0c2-403f-9166-259c356f4783/Memoria.pdf?MOD=AJPERES

Noe, R. (writer and industrial designer based in New York City), 2018. China's Growing Electric Bus Fleet is So Massive It's Impacting the Oil Industry. En https://www.core77.com/posts/77315/Chinas-Growing-Electric-Bus-Fleet-is-So-Massive-Its-Impacting-the-Oil-Industry

Partnership on Sustainable, Low Carbon Transport (SLoCat), 2018. Transport and Climate Change Global Status Report 2018. Available at: http://slocat.net/tcc-gsr

Porter, M. y Schwab, K., 2009. The Global Competitiveness Index 2008–2009. World Economic Forum en http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2008-09.pdf

Programa Estado de la Nación (PEN), 2018. Informe 2018. Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible, en https://estadonacion.or.cr/informe/?id=28797234-99af-4c53-b436-7c9a57fb1fe1

Puchalsky, C., 2005. Comparison of Emissions from Light Rail Transit and Bus Rapid Transit. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 1927, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., 2005, pp. 31–37. En http://www.actfortransit.org/archives/reports_and_other/LRTvsBRT_emmissions.pdf

Richards, G., 2018. California could be rolling all electric buses by 2040. The Mercury News, September 27, 2018. en https://insideclimatenews.org/news/26042018/nyc-air-pollution-electric-bus-public-transportation-mta-clean-technology

Roberts, D., 2018. Electric buses are coming, and they're going to help fix 4 big urban problems. Urban transit is the EV sweet spot. En https://www.vox.com/energy-and-environment/2017/10/24/16519364/electric-buses

Romare, M. y Dahllöf, L., 2017. The Life Cycle Energy Consumption and Greenhouse Gas Emissions from Lithium-Ion Batteries A Study with Focus on Current Technology and Batteries for light-duty vehicles. IVL Swedish Environmental Research Institute. En https://www.ivl.se/download/18.5922281715bdaebede9559/1496046218976/C243+The+life+cycle+energy+consumption+and+CO2+emissions+from+lithium+ion+batteries+.pdf

Saxe, S., Miller, E. y Peter Guthrie, 2017. The net greenhouse gas impact of the Sheppard Subway Line. Transportation Research Part D: Transport and Environment. Volume 51, March 2017, Pages 261-275. https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.01.007

Schwab, K., 2014. The Global Competitiveness Index 2013–2014. World Economic Forum en http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2013-14.pdf

Schwab, K., 2016. The Global Competitiveness Index 2015–2016. World Economic Forum en http://www3.weforum.org/docs/gcr/2015-2016/Global_Competitiveness_Report_2015-2016.pdf

Schwab, K., 2018. The Global Competitiveness Report 2018. World Economic Forum en http://www3.weforum.org/docs/GCR2018/05FullReport/TheGlobalCompetitivenessReport2018.pdf

Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU), Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014. Estrategia Nacional de Movilidad Urbana Sustentable. México. En http://ceci.itdp.mx/assets/downloads/Sedatu-EMUS.pdf

Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano (SEDATU), s/f. Anatomía de la movilidad en México. Hacia dónde vamos. Disponible en https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/411314/Anatom_a_de_la_movilidad_en_M_xico.pdf

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), 2018. Programa de Gestión Federal para Mejorar la Calidad del Aire de la Megalópolis. PROAIRE de la megalópolis 2017-2030. México. En https://framework-gb.cdn.gob.mx/data/institutos/semarnat/Programa_de_Gesti%C3%B3n_Federal_2017-2030_final.pdf

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), 2014. Programa Especial de Cambio Climático (PECC). México. En http://www.semarnat.gob.mx/sites/default/files/documentos/transparencia/programa_especial_de_cambio_climatico_2014-2018.pdf

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), 2013. Estrategia Nacional de Cambio Climático. Visión 10-20-40. México. En https://www.gob.mx/inecc/documentos/estrategia-nacional-de-cambio-climatico-vision-10-20-40

Secretaría de Movilidad del Distrito Federal (SEMOVI), 2019. Plan Estratégico de Movilidad de la Ciudad de México de 2019. México. En https://semovi.cdmx.gob.mx/storage/app/media/uploaded-files/plan-estrategico-de-movilidad-2019.pdf

Secretaría Nacional de Energía 2015-2050, 2016. Plan Energético Nacional. Panamá. En http://www.energia.gob.pa/energia/wp-content/uploads/sites/2/2017/06/Plan-Energetico-Nacional-2015-2050.pdf

Secretaría Nacional de Energía, 2018. Plan Energético Nacional 2015-2050. Actualidad Energética – Panamá 2015-2017. Un Sistema Energético en Transición. Actualización Plan Energético Nacional 2015-2050 - "Panamá, El Futuro que Queremos". En http://www.energia.gob.pa/energia/wp-content/uploads/sites/2/2018/04/PEN-2017-Versi%c3%b3n-Final.pdf

Serebrisky, T., Pastor, C., Suárez-Alemán, A., Alberti, J. y Aldo González, 2017. Financiamiento privado de la infraestructura en América Latina y el Caribe: Chile, Perú y Uruguay como casos de estudio Banco Interamericano de Desarrollo (BID). En https://publications.iadb.org/es/financiamiento-privado-de-la-infraestructura-en-america-latina-y-el-caribe-chile-peru-y-uruguay

SmartCitiesWorld news team, 2018. Electric bus arrives in Moscow. 23 Aug 2018. En https://www.smartcitiesworld.net/news/news/electric-bus-arrives-in-moscow-3267

Tong, F., Hendrickson, C., Biehlerd, A., Jaramillo, P. y Stephanie Sekib, 2017. Life cycle ownership cost and environmental externality of alternative fuel options for transit buses. Transportation Research Part D 57 (2017) 287–302. En https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S136192091630476X?token=3500D677401B0E2A552C3AE747765F5A47F9195D4A82548BBF3F73C34C16B000D2FAC8980C1C462BF07F6BC8E8873AA0

Transmilenio, 2019. Transmilenio en cifras. Estadísticas de oferta y demanda de SITP. Informe 58. Junio 2019.Informes disponibles en https://www.sitp.gov.co/publicaciones/40075/informacion_general/

Unión Internacional de Transporte Público (UITP), s/f. Metro América Latina. Perspectivas y tendencias. Octubre. En https://latinamerica.uitp.org/sites/default/files/Relat%C3%B3rio%20Metr%C3%B4s_UITP%20Am%C3%A9rica%20Latina_ESP.pdf

World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), 2004. Mobility 2030: Meeting the challenges to sustainability. En https://www.wbcsd.org/Programs/Cities-and-Mobility/Transforming-Mobility/SiMPlify/Resources/Mobility-2030-Meeting-the-challenges-to-sustainability-Executive-Summary-2004

World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), 2018. Sustainable Mobility Project 2.0 (SMP2.0). Indicators Work Stream. En https://www.wbcsd.org/contentwbc/download/3006/38273

Posibilidades para la adopción de movilidad limpia en el sector de transporte de pasajeros en algunos países de América Latina

Anexo 1

Elementos clave que deben ser considerados para que el diseño y la implementación de un modelo de concesión tenga éxito, según el Global Green Growth Institute (GGGI, 2019).

1. Necesidades de las partes interesadas

Un aspecto clave del proceso de planificación es identificar las necesidades, motivaciones y capacidades de las partes interesadas, específicamente de los usuarios, los operadores y la autoridad. Este es un paso crítico que, al ejecutarse cuidadosamente, proporciona información útil a los planificadores para ayudarles a establecer objetivos claros y definir los elementos específicos que conforman los contratos de concesión. Esto ayudará a garantizar que se cumplan las necesidades de las diferentes partes interesadas y mejore la sustentabilidad del sistema. La autoridad debe tratar de entender las diferentes necesidades de las partes interesadas y mejorar las que se concuerdan (i.e. una operación eficiente), creando un marco para lograr un acuerdo cuando se opongan (por ejemplo, las tarifas bajas que exigen los usuarios vs. las altas ganancias que buscan los operadores). En el fondo, estas necesidades deben verse reflejadas directamente en las cláusulas de calidad, los incentivos y las sanciones, pero también deben influir en los elementos de concesión como la duración del contrato y el modelo de remuneración que se elija.

2. La asignación de los contratos de servicios

Un elemento esencial para estructurar el sistema de transporte de una ciudad es definir cómo asignar el contrato de servicio a los concesionarios. Esto se puede materializar a través de la asignación de contratos por ruta, por grupos de rutas, por número de autobuses o distancia recorrida, o por áreas.

El modelo operativo del sistema de transporte debe seleccionarse tomando en cuenta las características de la demanda de viajes, el tamaño de la ciudad y estructura física, el calendario de servicio y el diseño de ruta. Además, se debe llevar a cabo una evaluación inicial del nivel de organización de los operadores privados actuales y de la capacidad institucional de la autoridad. El modelo de asignación que se seleccione tendrá un impacto en el tipo de servicios que se puedan ofrecer en el sistema y en los elementos elegidos para los contratos de concesión (pj. duración del contrato, el modelo de remuneración, etc.). A continuación, se describen cuatro modelos comunes de asignación: por ruta, por grupo de rutas, por número de autobuses o distancia recorrida y por área (véase cuadro A1).

Cuadro A1. Tipología de las operaciones asignadas a los contratos

Por área	El operador proporciona el servicio en un área geográfica predefinida que incluye varias rutas. Bajo este modelo, ya sea la autoridad o el concesionario pueden definir el diseño de las rutas y el proceso de planeación de la operación. Posteriormente, el operador o la autoridad de tránsito pueden optimizar este conjunto de rutas para enfrentar los cambios en la demanda o para obtener una mayor eficiencia operativa.
	La operación do sistema de Bogotá se basa en concesiones por corredores y alimentadoras para las líneas del BRT y concesiones que cubren las áreas de servicio por zona geográfica. Estos servicios por área dividen la ciudad en 13 zonas alrededor de una zona central neutra; cada una de las 13 zonas se asignan bajo una sola concesión.
Por grupo de rutas	Bajo este modelo, se le concede a un concesionario un grupo de rutas con orígenes y destinos iguales o cercanos. Este tipo de asignación promueve la eficiencia operativa puesto que los patios de encierro, talleres y oficinas están ubicados cerca de los orígenes y destinos.
	Este modelo reduce las tareas administrativas, de negociación y de auditoría que debe realizar la autoridad, ya que existe un número menor de concesiones. Puede ser una buena opción para las ciudades que quieren implementar un sistema de rutas, pero no tienen la capacidad administrativa para asignar las concesiones ruta por ruta.
	La Ciudad de México es un ejemplo de este modelo, ya que la asignación se realiza por grupo de rutas (corredores) que conforman un servicio completo de alimentadoras o troncales.
Por número de autobuses o distancia recorrida	La autoridad de tránsito define las rutas y sus horarios, mientras que el operador proporciona la flota y el personal y cumple con un conjunto de indicadores de desempeño y calidad establecidos por la autoridad de tránsito. Bajo este esquema, el número de autobuses o la distancia recorrida se define en el contrato de concesión, pero la ruta operada por el concesionario puede cambiar con el tiempo, de acuerdo con lo que dicte la autoridad de tránsito, para adecuarla a las circunstancias cambiantes.
	Bajo este modelo, los operadores tienen un incentivo para aumentar el número de autobuses y los kilómetros recorridos para recibir mayores ingresos, generando un exceso de oferta. Para abordar este tema, la autoridad debe supervisar la programación de servicios e identificar los posibles desajustes entre la demanda y la oferta. Dicho control y monitoreo puede hacerse de manera más eficiente en ciudades más pequeñas o para componentes específicos del sistema de transporte (el sistema troncal, por ejemplo). De hecho, algunas de las ciudades que habían adoptado el modelo de flota están actualmente cambiando a una asignación por área, como se describe a continuación.
	Los sistemas de BRT en Bogotá (Colombia) y Uberlândia (Brasil) utilizan este modelo de asignación.
Por ruta	Se basa en una asignación por ruta; se provee el servicio de un origen específico a un destino. El operador debe ofrecer un suministro fijo de autobuses y cumplir con un camino e itinerario preestablecidos para cada ruta. Aunque los concesionarios reciben una sola ruta por contrato, una compañía operadora puede operar varias rutas al mismo tiempo.
	Este tipo de modelo requiere una autoridad de tránsito con procesos y personal bien consolidados, que pueda manejar la planeación y operación de asignar rutas individuales. Este modelo también se recomienda para ciudades con espacios urbanos consolidados, para garantizar que se requieran cambios mínimos en el diseño de la ruta durante el periodo de la concesión.
	En Londres, donde se implementa un proceso de licitación para cada una de las 675 rutas en el área metropolitana, cada año se licitan entre el 15 y el 20% de las rutas.

3. Los roles y responsabilidades de la autoridad y los operadores

La planificación técnica de la red de transporte es clave para asegurar que el sistema sea eficiente y que se entregue un servicio de buena calidad. Es un proceso que requiere de muchos recursos, capacidades técnicas avanzadas y recursos financieros, y sus resultados pueden ser difíciles de ejecutar. Esta planificación incluye la definición de rutas, despacho de los vehículos, monitoreo y evaluación constantes y ajustes a los nuevos contratos para satisfacer las necesidades cambiantes. Es fundamental que las ciudades tomen en consideración las capacidades técnicas de las autoridades, los operadores y los demás proveedores de servicios, para asignar roles y responsabilidades. Existe un espectro sobre cómo estos roles y responsabilidades pueden ser delegadas de manera diferente entre las partes interesadas, lo cual varía de una ciudad a otra, dependiendo del contexto local. Por ejemplo, el proceso de planeación lo pueden llevar a cabo principalmente las autoridades (como es el caso de Londres), los operadores (como ocurre en ciudades con poca capacidad institucional), o de manera equilibrada entre autoridades y operadores (como es el caso de Estocolmo).

4. Asignación del riesgo

La asignación del riesgo entre las autoridades y los operadores es un aspecto importante del diseño de una concesión. Cuando se establece de manera adecuada, la asignación del riesgo puede ser un fuerte incentivo para mejorar el desempeño y asegurar la sustentabilidad económica del sistema; en cambio, una asignación deficiente puede poner en peligro la eficiencia y el funcionamiento del sistema. La forma en que se asigna el riesgo en las ciudades varía considerablemente, no sólo por los diferentes objetivos locales, sino porque las consideraciones políticas influyen en cómo este se asigna. Por lo tanto, no hay un enfoque uniforme para todos.

Algunos de los principales tipos de riesgo asociados a un sistema de transporte público son:

4.1. Riesgo de la demanda

La variación que se genera en los ingresos por los cambios en el número total de pasajeros con relación a la demanda esperada. Este riesgo se puede asignar a través de diferentes mecanismos (esquema de remuneración, incentivos, sanciones) a un solo actor interesado o compartido entre varios. La asignación del riesgo de la demanda varía mucho entre las ciudades.

Algunas ciudades le asignan este riesgo a la autoridad por completo, como en el caso de Londres, donde la autoridad gasta muchos recursos para asegurar que su planeación y proyecciones sean correctas, minimizando así el riesgo de la demanda. La remuneración de los operadores de Londres se basa en la prestación de servicios y no depende del número de pasajeros; por lo tanto, las autoridades asumen las variaciones en la demanda del transporte público.

Otras ciudades le asignan el riesgo de la demanda a los operadores; en Bogotá lo hacen por zona geográfica y en Estocolmo a través de contratos de Usuarios de Pago Verificado (Verified Paid Passengers o VBP, por sus siglas en inglés). La lógica es que este tipo de asignación del riesgo incentiva a los operadores a incrementar la demanda del transporte público.

Esta asignación requiere de una buena planificación por parte de los operadores durante el proceso de licitación. Si este riesgo no se mide adecuadamente, la ciudad puede enfrentarse con un proveedor insolvente. Para mitigar esta posibilidad, Bogotá tiene algunas salvaguardas; revisa periódicamente las tarifas técnicas y sociales, por los operadores absorben el riesgo de la demanda sólo hasta el siguiente proceso de revisión.

Otras ciudades optan por compartir el riesgo de la demanda entre los operadores y las autoridades de

transporte. Es el caso de algunos corredores del sistema Metrobús en la Ciudad de México, donde los operadores son remunerados por una combinación de distancia y demanda, compartiendo el riesgo de la demanda entre autoridades y operadores de manera efectiva.

4.2. Riesgo de evasión

Se refiere al riesgo relacionado con la disminución del ingreso tarifario por fraude existente en el sistema de pago, fallas tecnológicas, gestión y control inadecuado de los subsidios, o simplemente porque los usuarios acceden al sistema de tránsito sin pagar. La naturaleza de este riesgo significa que, a menos de que esté explícitamente asignado y monitoreado, el que asume el riesgo de la demanda también asume el riesgo de evasión.

En el sistema de transporte de Londres, London Bus Services Limited (LBSL), filial de Transport for London (TfL), se encarga de los riesgos de evasión y de demanda. La evasión se refleja como pérdida de ingresos potenciales para LBSL. Este riesgo se mitiga realizando operaciones encubiertas en toda la red de transporte para detectar y sancionar a los evasores. Puesto que estas sanciones son altas, son un elemento disuasivo para la evasión.

4.3. Riesgo operativo

Efecto económico producido por estimaciones erróneas de los costos de operación, mantenimiento, personal y contingencia, que pueden generar gastos adicionales por la prestación del servicio o causar inestabilidad financiera. Este riesgo generalmente se asigna a los operadores, ya que es un incentivo importante para operar de forma eficiente económicamente. Puesto que absorben este riesgo, los operadores están motivados a reducir costos y encontrar oportunidades para operar de manera eficiente.

Las autoridades pueden mitigar el riesgo de una mala calidad en el servicio derivado de las reducciones de costos por medio de deducciones cuando no cumplen los objetivos de calidad. Londres y la Ciudad de México son ejemplos de esto.

Muchas ciudades asumen parte del riesgo operativo ajustando la tarifa técnica o actualizando las tarifas. Esto se puede hacer para mitigar el riesgo en la variación de precios, los excedentes de operación o la inflación.

4.4. Riesgo regulatorio

El efecto económico que resulta de las modificaciones de leyes y reglamentos.

Se refiere a diferentes tipos de riesgos relacionados con cambios en el tipo de combustible, impuestos sobre salarios o empresariales, regulaciones ambientales, cambios en las tarifas u otros. Cada uno puede requerir una asignación especial o estrategia de mitigación propia.

En Bogotá, el sistema de transporte se estableció considerando que el precio del boleto de autobús podría cubrir el costo total de operación del sistema (ej. tarifa técnica). Las autoridades tienen la prerrogativa de definir las tarifas de autobús independientemente de la tarifa técnica calculada, pero deben asumir cualquier pérdida de ingresos si éstas no concuerdan. Aunque se supone que es poca la probabilidad, esta situación ha ocurrido varias veces en las últimas administraciones.

En México, la remuneración de los operadores se ajusta anualmente debido a los aumentos en el costo del combustible y la inflación, y por lo tanto el riesgo lo absorben las autoridades. Por otra parte, el operador se encarga de los riesgos relacionados con las regulaciones ambientales, salariales y fiscales.

Es importante que los planificadores de transporte evalúen detenidamente los riesgos que puede enfrentar la implementación y operación del sistema, y que tomen las precauciones necesarias para mitigarlos; asignar el riesgo adecuadamente considerando las ventajas y desventajas de esta asignación, y considerar la implementación de salvaguardas para mitigar el riesgo para evitar situaciones que pudieran poner en peligro el funcionamiento del sistema.

5. Duración del contrato

A partir de una revisión de las mejores prácticas en concesiones de transporte público, se recomienda una duración de contrato de 7 a 12 años. Es un plazo razonable que permite a la autoridad mejorar las cláusulas contractuales entre los procesos de licitación sucesivos. Fomenta la competencia comparado a los contratos de largo plazo, ya que los concesionarios enfrentan competencia con mayor frecuencia.

Los nuevos contratos de concesión normalmente requieren que los operadores utilicen autobuses nuevos, por lo que se espera que las rutas con periodos de concesión más cortos tengan vehículos más nuevos, cómodos y confiables, con estándares de emisiones más altos que los de periodos más largos.

Los períodos más largos pueden generar exclusión del mercado, una competencia disminuida y un proceso de negociación complicado para hacer cambios en las cláusulas de calidad o requisitos técnicos, así como a una alta inversión en mantenimiento para las flotas antiguas. La vida útil de los activos es otro elemento importante en la duración del contrato, ya que los costos operativos aumentan y la eficiencia y la calidad del servicio disminuyen; a medida que envejece la flota, el índice de fallas aumenta, al igual que los costos de mantenimiento.

En Londres los contratos de concesión se fijan por un período inicial de 5 años con una posible extensión de 2 años. Esto significa que los contratos para cada ruta se vuelven a ofrecer cada 5 a 7 años. En un año natural, entre el 15 y el 20% de las rutas de la ciudad se licitan, distribuyendo la licitación equitativamente durante todo el año.

Este flujo constante de licitaciones y contratos nuevos les da muchas oportunidades a las autoridades de transporte para adquirir experiencia en el proceso de licitación, y les permite ajustar fácilmente los contratos según las lecciones aprendidas y el entorno cambiante. Este proceso de licitación incentiva la profesionalización y la mejora continua de los operadores. Los operadores se benefician de los equipos que tienen, dedicados a innovar en formas para incrementar su ventaja competitiva frente a otros operadores, de modo que su tasa de éxito aumenta durante el proceso de licitación. Esto incentiva a los operadores a medir su propio desempeño y encontrar maneras de mejorarlo.

En Bogotá los períodos de concesión son mucho más largos, dificultando la posibilidad de ajustar los contratos para que los objetivos de la autoridad y de los operadores estén mejor alineados. Puesto que en Bogotá Transmilenio se implementó en varias fases, la duración del contrato se definió de forma independiente para cada una. Las Fases I y II tienen un período de concesión de hasta 15 años, o cuando la flota alcance los 850 mil kilómetros. La Fase III tiene un período aún más largo de 24 años, limitando, en gran medida, la posibilidad de mejorar los contratos. Por lo tanto, si la autoridad desea cambiar la calidad del servicio o los requisitos técnicos durante el plazo del contrato, se debe de llevar a cabo un proceso de negociación con el operador. Los contratos a largo plazo en Bogotá parecen utilizarse como mecanismo para mitigar la reticencia de los operadores de autobús existentes de implementar el nuevo modelo, y de los operadores que tienen que proveer depósitos y cubrir los costos de la revisión de las unidades viejas.

La duración del contrato también se define por las responsabilidades, los servicios y las inversiones que debe proporcionar el operador. Por ejemplo, en países con recursos limitados, a veces se les solicita a los operadores que absorban los costos de las inversiones que debe hacer la autoridad, como es el caso

en Bogotá. La duración de las concesiones también se utiliza a menudo como mecanismo para mitigar la renuencia de los operadores existentes para implementar un nuevo modelo de transporte, como fue el caso de Bogotá y Pasto en Colombia. Sin embargo, dada la gran influencia que tiene un contrato de corta duración en ejercer cambios e incentivar el buen servicio, es importante que evitar los de muy largo plazo, y se aconseja implementar planes para acortar lo más posible los de concesión a futuro.

En algunos sistemas de BRT, el plazo del contrato se define por el máximo número de kilómetros que puede viajar un autobús antes de alcanzar su vida útil, o los kilómetros promedio de la flota total. En este sentido, los límites para los kilómetros operados en América Latina oscilan entre 800 mil a un millón de kilómetros para vehículos diésel y 1,8 millones de kilómetros para vehículos híbridos. En el caso de Transmilenio, la vida útil de un autobús articulado se fija en un millón de kilómetros por unidad, que dividido por el valor promedio de kilómetros/año por autobús (entre 80 mil y 100 mil km), da una vida útil estimada de 10 a 12 años. En el cuadro A2, se compara la duración del contrato de concesión en algunas ciudades.

Cuadro A2. Duración del contrato en diferentes sistemas de transporte tradicional y BRT

Ciudad	Periodo de contratos de operación	
	Sistema Organizado de autobús	Sistema BRT
Bogotá (Colombia)	24 años	15 años
Pasto (Colombia)	15 años	---
León (México)	15 años	---
Ciudad de México (México)	10 años	10 años
Uberlândia (Brasil)	10 años	10 años
Estocolmo (Suecia)	8-10 años	---

Fuente: elaboración propia en base a GGGCI, 2018.

6. Régimen de remuneración

Se debe definir el importe a pagar al operador por la prestación del servicio de autobuses -el esquema de remuneración- en los contratos de concesión, junto con los incentivos y las sanciones diseñados para garantizar el desempeño del operador y el cumplimiento de los indicadores de calidad de servicio.

El ingreso total del operador se compone de:

a) Mecanismo de pago para el operador, que puede ser una combinación de remuneración por vehículo, número de pasajeros, kilómetros recorridos, entre otros. La importancia de cada variable de la remuneración influirá en las estrategias que desarrolle el operador para maximizar ingresos y reducir costos.

b) Los incentivos (recompensa, bonos) y sanciones (sanciones económicas, multas) serán calculados según su nivel de cumplimiento de las normas de servicio.

Se consideran tres tipos de esquemas de remuneración: por autobús, por kilómetros y por pasajeros. En la práctica, generalmente se adoptan esquemas de remuneración híbridos basados en estos esquemas individuales. En el cuadro A3, se presentan los tipos de incentivos y sus características básicas, de acuerdo con GGGI (2019).

Cuadro A3. Esquemas de remuneraciones

Remuneración por autobuses

La remuneración se concede al operador por cada vehículo registrado y que opere en el sistema de transporte. La compensación por unidad puede variar según el tipo de vehículo, tamaño, tecnología y antigüedad. En este sentido, el contrato debe definir una línea base clara para el pago con base en estas características.

Remuneración por kilómetros

La remuneración se le concede al operador con base en el número de kilómetros comerciales registrados en cada tipo de vehículo. Cada tipología de vehículos y tecnología de propulsión tiene un costo diferente por kilómetro cubierto, por lo que el contrato debe definir una metodología clara para determinar tanto el número de kilómetros como su precio unitario. Si el período contractual es significativamente largo, debe definirse una metodología para actualizar periódicamente el costo de los componentes de mayor costo (combustible, petróleo, neumáticos y costos laborales, entre otros.

Remuneración por pasajeros

La remuneración se le otorga al operador con base en el número de pasajeros con boleto pagado. Bajo este modelo, el riesgo de la demanda se le transfiere total o parcialmente al operador. Por lo tanto, se debe evaluar si el operador tiene la capacidad de diseñar mecanismos para promover la demanda y controlar la evasión de pago de los usuarios.

Bajo el esquema de remuneración de Londres, TfL se queda con los ingresos por pasaje y el operador paga los costos operativos completos. El monto que se le debe al operador por la prestación del servicio de autobús se basa en un precio anual acordado en el contrato menos las deducciones por kilómetros no operados por razones de control del operador. Asimismo, el plan de incentivos incluye pagos y deducciones.

En el Metrobús de la Ciudad de México, la remuneración de la operación de autobuses es una función de los kilómetros operados y, para algunos corredores, de la demanda del sistema. En cuanto a los corredores que sólo toman en cuenta los kilómetros, la remuneración es equivalente a los kilómetros recorridos multiplicados por el pago contractual acordado por kilómetro. En el caso de los corredores que toman en cuenta la demanda, hay un pago fijo por kilómetro recorrido para cada intervalo de demanda. El costo por kilómetro pagado al operador es diferente para cada intervalo de demanda. Para ambos tipos de remuneración, el pago por kilómetro se ajusta anualmente sobre la base del promedio ponderado del índice de precios al consumidor y del incremento anual del diésel.

Además de seleccionar el esquema adecuado para cada ciudad, se debe elegir un mecanismo de pago dependiendo de si el servicio es para una troncal o una alimentadora.

Cuando los usuarios acceden al sistema a través de las estaciones y no se efectúa ninguna validación en los vehículos, surgen dificultades operativas para evaluar e identificar la demanda de cada ruta/vehículo, ya que los pagos se hacen generalmente a la entrada de las estaciones y se pueden tomar varias rutas en cada estación. Para los servicios troncales, se recomienda asignar esquemas de remuneración por vehículo y/o kilómetro, pero no por el número de pasajeros con boleto pagado. El ingreso de los concesionarios dependerá únicamente de las variables operativas, como es el caso de las diferentes etapas troncales de Transmilenio en Bogotá y del Sistema Integrado de Transporte (SIT) en Uberlândia. Estos modelos proporcionan flexibilidad para adaptar la oferta a la demanda y adoptar nuevas tecnologías y tipos de vehículos.

Idealmente, la remuneración del servicio de alimentadoras, a diferencia del troncal, dependerá del número de pasajeros con boleto pagado. En este tipo de servicios, el operador suele tener un impacto directo sobre la demanda, ya que la empresa puede definir estrategias o realizar el control diario de las rutas para mejorar la calidad de servicio y promover el abordaje. Sin embargo, puede ser más apropiado desarrollar un esquema de pago que combine pasajeros, vehículos y kilómetros para evitar las consecuencias indeseables de la competencia en calle.

7. Cláusulas de calidad, incentivos y sanciones

Se utilizan para traducir las necesidades de las partes interesadas en objetivos de desempeño. Les dan claridad a los operadores sobre el desempeño que se espera de ellos y les proporcionan directrices claras a las autoridades para evaluar dicho desempeño. Por lo tanto, los contratos deben reflejar un conjunto de reglas que aseguren que la percepción de los usuarios de la calidad del servicio sea lo más cercana posible a la calidad esperada. En este contexto, las cláusulas se deben formar con base en las siguientes premisas:

- Todo criterio de calidad de servicio se basará en políticas predefinidas establecidas por la autoridad.
- Cada parámetro debe estar asociado con indicadores claros, con relación a una línea base y un resultado esperado. Cada indicador debe ser específico, medible, de duración limitada y factible.
- La parte responsable, las herramientas y la frecuencia de medición deben estar claramente definidas desde el principio.
- La autoridad debe definir el personal y las herramientas necesarias para llevar a cabo el control de calidad.

Las cláusulas de calidad generalmente se clasifican en: calidad, productividad y externalidades. La primera categoría de indicadores mide la percepción del usuario sobre la calidad del servicio y proporciona información esencial para la mejora del servicio y la planeación a futuro; la segunda categoría mide la eficiencia y la eficacia de los recursos con respecto a la prestación del servicio; la última categoría incluye los efectos colaterales de la operación, por ejemplo, las emisiones contaminantes. Cada categoría puede incluir diferentes índices que las ciudades pueden utilizar para alcanzar objetivos predefinidos.

Para asegurar que se cumplan las cláusulas de calidad, los incentivos y las sanciones se usan para fomentar comportamientos que favorezca su realización y frenen aquellos que los perjudiquen. Los incentivos de calidad se incluyen en los contratos de concesión para prestar servicios de alta calidad, reducir los costos operativos y maximizar la eficiencia operativa; las sanciones se utilizan para desincentivar las normas de servicio que están por debajo de los parámetros previamente definidos. Las ciudades que le dedican tiempo y recursos a elaborar un conjunto de incentivos estratégicos y sanciones bien planeadas, suelen se recompensadas con un comportamiento predecible de los operadores y una mejor calidad de servicio. Esta no es una tarea fácil de realizar, aunque, como equipo dedicado, es necesario crear incentivos y monitorear las conductas y el desempeño. Además, para mantener y mejorar el buen desempeño y la calidad del servicio, estos incentivos y sanciones deben revisarse y actualizarse periódicamente para reflejar los cambios de objetivos y los contextos locales. Esto puede ser un reto para los contratos a largo plazo, por lo que es importante establecer mecanismos que permitan revisiones y ajustes periódicos.

Bogotá, al igual que otras ciudades latinoamericanas, también aplica un conjunto de indicadores de calidad para medir el desempeño. Tiene un bono económico que pueden recibir los operadores troncales del sistema BRT si su índice de desempeño está por encima del 80% durante el mes. Los fondos para los pagos de bonos vienen de los ahorros de las sanciones aplicadas a los operadores. El dinero disponible se distribuye entre los operadores que recibieron un bono proporcional a su calificación de calidad final.

Este sistema de bonos es atractivo porque no depende de gastos adicionales del gobierno. Sin embargo, se recompensa a los operadores con buen desempeño solo si hay operadores que no hayan logrado el estándar en el mismo período. Es un sistema de incentivos que no manda señales claras de manera regular. Por ejemplo, un operador que excede por mucho el objetivo de desempeño puede no obtener

un bono si no se recabaron sanciones para ese período; otro operador que no cumpla el objetivo de desempeño de manera recurrente puede, en teoría, obtener un bono en un período en el que haya cumplido el objetivo.

Un aspecto importante que considerar al elaborar las cláusulas de calidad, los incentivos y sanciones, es su posible impacto en los costos de funcionamiento del sistema. Un ejemplo de ello es Estocolmo, dónde las autoridades de transporte implementan planes agresivos para garantizar una movilidad sustentable y limpia, convirtiendo a la ciudad en pionero en el uso de energía limpia para su transporte público, lo que ha permitido que el 87% de su flota funcione con combustibles alternativos con emisiones reducidas. Sin embargo, los contratos usualmente especifican requisitos muy detallados -como el uso de biogás o un tipo específico de tela para asientos- en lugar de definir criterios para los cuales el contratista tiene flexibilidad para decidir cómo cumplir, a un costo potencialmente menor. Por ejemplo, la especificación del uso de vehículos con biogás impide a los contratistas utilizar otros tipos de combustibles limpios que puedan cumplir con las normas de manera más rentable. La inclusión de varios requisitos no estándar para los vehículos en un contrato específico ha causado un aumento en la calidad del servicio, aunque ha incrementado los costos de operación.

Existen otros ejemplos de cómo se pueden aplicar incentivos y sanciones para fomentar el logro de los objetivos de calidad. El reporte que acompaña esta síntesis incluye secciones dedicadas a Londres, Bogotá, Ciudad de México, Estocolmo y Uberlândia, que analizan los mecanismos de incentivos y sanciones que utilizan estas ciudades.

Los incentivos y las sanciones son herramientas poderosas que pueden utilizar las autoridades para fomentar un buen desempeño en los operadores. Un sistema eficaz de incentivos y sanciones puede generar un efecto transformador en los sistemas de transporte de una ciudad. El gasto en tiempo y recursos para desarrollar, evaluar y actualizar regularmente los incentivos y sanciones puede ser un esfuerzo rentable para mantener y mejorar una buena calidad en el servicio.

8. Proceso de Asignación de Contratos para Transformaciones

El proceso de asignación de contratos se puede llevar a cabo de dos maneras: a través de un proceso de negociación con las entidades de transporte existentes (conductores de autobús, propietarios de autobuses, empresas afiliadas, entre otros), o a través de un proceso de licitación.

En un proceso de reorganización del transporte, la contratación a través de la negociación con los operadores existentes se utiliza a menudo para minimizar los posibles impactos sociales y asegurar el respaldo de las partes interesadas clave. Cuando se utiliza esta opción, no es raro que las ciudades negocien, así como los operadores existentes, para ayudar a financiar la transformación a través de la inversión en infraestructura. Este enfoque de negociación puede ser conveniente cuando la transformación implica varias etapas, ya que esto puede ayudar a conseguir el apoyo de otros operadores de transporte (como en el sistema Metrobús de México).

Este proceso de negociación tiene inconvenientes que pueden ser muy relevantes en algunos contextos. Como parte del proceso de negociación -especialmente si se les pide a los operadores apoyar con capital en la transformación-, los operadores pueden solicitar garantías especiales, como contratos de larga duración (como en las concesiones de 15 y 24 años en Bogotá para las diferentes etapas del Transmilenio), lo cual dificulta el apalancamiento que otorgan las concesiones más cortas para asegurar la prestación de servicios de calidad y el uso de autobuses nuevos, más cómodos y menos contaminantes. Además, este proceso le puede limitar el acceso al mercado a competidores nuevos y más eficientes por años o incluso décadas. Los operadores existentes también necesitan reorganizarse, lo cual puede ser un proceso desafiante dependiendo del nivel de informalidad en el que estaban operando.

En cambio, la asignación de contratos mediante un proceso de **licitación** es una forma de implementar un nuevo tipo de competencia para la prestación de servicios de transporte. Este proceso puede atraer a operadores nuevos y más eficientes, con experiencia en prestación de servicios de calidad en otras ciudades. Sin embargo, es un proceso más difícil de implementar a nivel social y político. Un proceso de licitación puede generar una fuerte resistencia de los operadores actuales a la transformación, especialmente en lugares dónde han disfrutado de contratos de concesión largos o donde la renovación de sus concesiones no ha sido desafiada por la competencia. Santiago, en Chile, (no se incluyó en este estudio), optó por este enfoque en 2002, cuando se anunció un proceso de licitación para el nuevo sistema Transantiago. Esto dejó a los operadores existentes insatisfechos, creando una fuerte oposición, bloqueando carreteras y parando el servicio, lo cual resultó en la detención de varias personas y autobuses confiscados.

Las ciudades que buscan reorganizar sus sistemas de transporte deben considerar la mejor manera de ejecutar el proceso de asignación de contratos. Dada la necesidad de apoyo social que implican estas transformaciones, no es sorprendente que se favorezca un proceso de negociación. Sin embargo, para que la transformación a largo plazo tenga éxito es fundamental que incluya salvaguardas para mitigar los inconvenientes de este enfoque, y que asegure la duración más corta y económicamente viable de los contratos. Esto puede ayudar a atraer competencia sana al sistema más rápidamente.

Las ciudades también se benefician de ayudar a los operadores existentes a adquirir nuevas habilidades empresariales para llevar a cabo operaciones más eficientes. Independientemente del proceso de asignación del contrato elegido, esto resulta beneficioso pero crítico al momento de elegir un proceso de negociación.

Implementar la transformación requiere de una planeación y consideración meticulosa del contexto local. Los procesos de negociación y licitación requieren de enfoques distintos para asegurar el apoyo social y para lograr el éxito en las distintas etapas de la reorganización.

Konrad-Adenauer-Stiftung e.V.
Programa Regional Seguridad Energética y
Cambio Climático en América Latina (EKLA)

Calle Cantuarias 160 Of. 202
Miraflores, Lima 18 - Perú
Tel: +51 (1) 320 2870
energie-klima-la@kas.de
www.kas.de/energie-klima-lateinamerika/