

Ciudades Inclusivas, Sostenibles e Inteligentes (CISI)

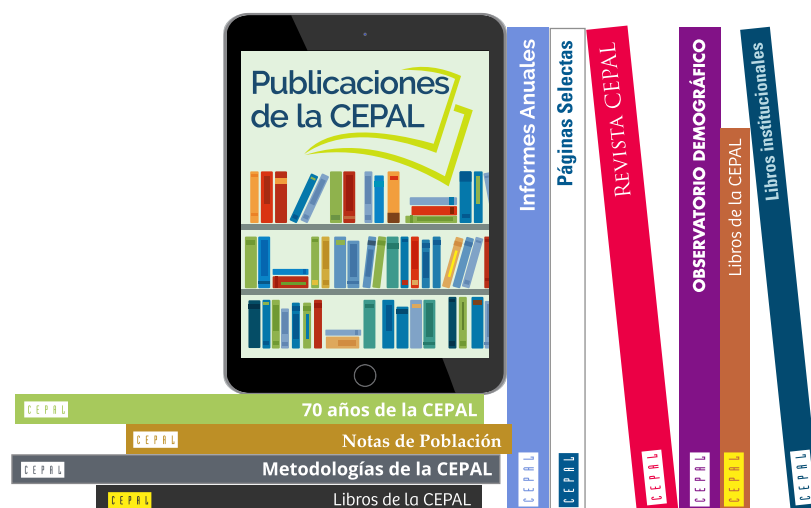
Hacia ciudades inclusivas, sostenibles e inteligentes

El enfoque del gran impulso para la
sostenibilidad aplicado a la movilidad urbana

Joseluis Samaniego
Diego Aulestia
Bruno Lana
Claudia Acosta
Editores



Gracias por su interés en esta publicación de la CEPAL



Si desea recibir información oportuna sobre nuestros productos editoriales y actividades, le invitamos a registrarse. Podrá definir sus áreas de interés y acceder a nuestros productos en otros formatos.

Deseo registrarme



NACIONES UNIDAS



www.cepal.org/es/publications



www.instagram.com/publicacionesdelacepal



www.facebook.com/publicacionesdelacepal



www.issuu.com/publicacionescepal/stacks



www.cepal.org/es/publicaciones/apps

Documentos de Proyectos

Hacia ciudades inclusivas, sostenibles e inteligentes

El enfoque del gran impulso para la sostenibilidad aplicado
a la movilidad urbana

Joseluis Samaniego
Diego Aulestia
Bruno Lana
Claudia Acosta

Editores



Este documento fue editado por Joseluis Samaniego, ex Director de la División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Diego Aulestia, Jefe de la Unidad de Asentamientos Humanos, Bruno Lana, Oficial de Asuntos Económicos, y Claudia Acosta, Consultora, con el apoyo de Estefani Rondón Toro, Asistente de Investigación, todos de la misma División. El trabajo fue desarrollado como parte del proyecto "Ciudades inclusivas, sostenibles e inteligentes en el marco de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible en América Latina y el Caribe", ejecutado por la CEPAL en conjunto con la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) y financiado por el Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) de Alemania. El proyecto forma parte del programa de cooperación CEPAL-BMZ/GIZ.

Se agradecen los aportes de Rodrigo Martínez y Carlos Maldonado Valera, de la División de Desarrollo Social de la CEPAL; Sebastián Rovira, Alejandro Patiño y Sebastián Cabello, de la División de Desarrollo Productivo y Empresarial; Pauline Stockins, de la División de Estadísticas; Jorge Rodríguez Vignoli y David Candia, del Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE)-División de Población; Georgina Cipoletta, de la División de Desarrollo Económico; José Durán, Sebastián Herreros e Ira Ronzheimer, de la División de Comercio Internacional e integración; Lucía Scuro y Sissy Larrea, de la División de Asuntos de Género; Rayén Quiroga, Rubén Contreras, René Salgado y Marina Gil, de la División de Recursos Naturales; Carlos Sandoval, del Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES), y Camila Gramkow de la oficina de la CEPAL en Brasilia. También se agradece al equipo de la División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos y de la División de Planificación de Programas y Operaciones de la CEPAL por su apoyo y colaboración en distintas etapas del trabajo.

Las Naciones Unidas y los países que representan no son responsables por el contenido de vínculos a sitios web externos incluidos en esta publicación.

No deberá entenderse que existe adhesión de las Naciones Unidas o los países que representan a empresas, productos o servicios comerciales mencionados en esta publicación.

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de la Organización o las de los países que representa.

Publicación de las Naciones Unidas
LC/TS.2024/11
Distribución: L
Copyright © Naciones Unidas, 2024
Todos los derechos reservados
Impreso en Naciones Unidas, Santiago
S.23-01142

Esta publicación debe citarse como: J. Samaniego y otros (eds.), "Hacia ciudades inclusivas, sostenibles e inteligentes: el enfoque del gran impulso para la sostenibilidad aplicado a la movilidad urbana", *Documentos de Proyectos (LC/TS.2024/11)*, Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2024.

La autorización para reproducir total o parcialmente esta obra debe solicitarse a la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), División de Documentos y Publicaciones, publicaciones.cepal@un.org. Los Estados Miembros de las Naciones Unidas y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa. Solo se les solicita que mencionen la fuente e informen a la CEPAL de tal reproducción.

Índice

Resumen	9
Introducción	11
I. Ciudades inclusivas, sostenibles e inteligentes en el marco de la Agenda 2030	15
II. El Gran Impulso para la Sostenibilidad	17
A. Definición conceptual	17
B. La movilidad urbana: sector dinamizador de la economía y la calidad de vida	18
C. La contribución de la planificación del territorio como complemento de la electromovilidad	19
D. Gran Impulso y las oportunidades en las ciudades	20
E. Metodología para calcular la contribución del Gran Impulso al cierre de brechas	21
1. Aporte a la transformación productiva (matriz insumo producto)	22
2. Aporte al cierre de la brecha externa	22
3. Aporte al cierre de la brecha ambiental	22
4. Aporte al cierre de la brecha social	23
F. Metodología de implementación de las políticas para generar un Gran Impulso para la electromovilidad pública	24
1. Evaluación del potencial del Gran Impulso de la oferta del sector industrial	24
2. Evaluación de la situación actual y potencial de la demanda urbana	24
3. Propuestas de políticas públicas para una intervención coherente	25
4. La división del trabajo al interior de la CEPAL	26
III. El estado de la movilidad en América Latina y el Caribe	29
A. Caracterización de la movilidad en América Latina y el Caribe	29
B. Medición de la movilidad	30
1. La creciente motorización	32
2. El uso de los modos de transporte en las ciudades	34
C. Tendencias demográficas de la región	44
D. La dimensión del mercado de buses en la región	55

E.	Los impactos ambientales del actual modelo de movilidad y las metas de electrificación	58
F.	Resumen de tendencias en la movilidad	63
IV.	Las oportunidades económicas de la movilidad eléctrica.....	65
A.	Los cobeneficios de la electromovilidad pública	66
B.	El avance de la electromovilidad en el transporte público de América Latina y el Caribe	67
C.	Aspectos clave de los principales países productores de la región	69
D.	La base de los nuevos modelos de negocio: separación entre la inversión en buses y la operación del servicio, y los vehículos convertidos	74
E.	Producción y comercio internacional de buses convencionales y eléctricos.....	76
1.	Estado de la producción y el comercio de buses convencionales y eléctricos en el mundo y América Latina y el Caribe	76
2.	Midiendo el potencial de la producción de piezas y partes de buses eléctricos en cadenas de valor regionales	79
3.	Midiendo el valor agregado doméstico e importado del sector automotriz	82
4.	Evaluación de efectos de la aplicación de la electromovilidad en América Latina y el Caribe	83
5.	Conclusiones relativas a la producción y al comercio de buses eléctricos.....	87
F.	La conversión vehicular y las barreras a su desarrollo.....	88
1.	El retraso en la regulación de vehículos eléctricos	90
2.	La viabilidad financiera y económica del recambio de flotas	92
V.	Retos transversales de la movilidad sostenible.....	95
A.	La movilidad como política social y consideraciones de género	95
1.	Propuesta de marco analítico para la movilidad urbana, desde una perspectiva de derechos y de género	96
2.	Género y patrones de movilidad	97
3.	Estrategia para instrumentar la dimensión social	100
4.	Estrategia de transversalización de género y de acompañamiento al proyecto	102
B.	La planificación de la movilidad a nivel local	104
C.	Los impactos de la conectividad digital en la movilidad	106
D.	La frágil condición de sostenibilidad financiera de la movilidad pública	109
E.	Los cambios y los retos generados por la pandemia de COVID-19.....	111
F.	Los requerimientos energéticos de la electrificación del transporte.....	112
VI.	Síntesis de aportes del Gran Impulso, políticas y la secuencia para su aplicación	117
A.	El aporte cuantificado y las condiciones para un gran impulso en el sector de movilidad	117
B.	La secuencia de transformación propuesta.....	118
	Bibliografía	119
Cuadros		
Cuadro 1	ZMVM, RMSP, AMB y AMGBA: migrantes extrametropolitanos, saldo migratorio y tasa de migración neta, censos disponibles.....	47
Cuadro 2	ZMVM, RMSP, AMB y AMGBA: población censal (censo de 1950 a 2020 disponibles) y población estimada y proyectada, según diversas fuentes y años.....	47
Cuadro 3	ZMVM, RMSP, AMB y AMGBA: porcentaje de migrantes intrametropolitanos por sexo, edad y nivel de escolaridad, censos disponibles	50

Cuadro 4	RMSP: efecto de la migración interna sobre la composición de la población por nivel educativo en cinco grandes zonas, censos de 1980, 1990, 2000 y 2010. Población de 25 años y más.....	51
Cuadro 5	ZMVM, RMSP y AMB: conmutantes laborales extrametropolitanos, saldo y tasa de conmutación neta, censos disponibles	52
Cuadro 6	ZMVM, RMSP y AMB: conmutantes laborales intrametropolitanos, cantidad y porcentaje por sexo, edad y nivel educativo	53
Cuadro 7	Número de buses por cada 100 mil habitantes por país por año en América Latina y el Caribe	55
Cuadro 8	Número de microbuses por cada 100 mil habitantes por país por año en América Latina y el Caribe	56
Cuadro 9	Tasas de crecimiento geométrico del stock de buses y afines en América Latina y el Caribe	56
Cuadro 10	Stock de buses (estándar, micro y similares) por país de América Latina y el Caribe (2020, 2025 y 2030)	57
Cuadro 11	Contribuciones determinadas a nivel nacional de países de América Latina y el Caribe	59
Cuadro 12	Niveles de emisiones CO ₂ y PM _{2,5} entre 2020 y 2030 en varios escenarios	60
Cuadro 13	Metas de electromovilidad en ciudades de América Latina y el Caribe	61
Cuadro 14	Metas de electrificación de los buses de transporte público en los Planes de Acción Climática.....	62
Cuadro 15	Comparación entre subsistemas de autobús convencional y eléctrico.....	68
Cuadro 16	Fabricantes de equipos originales productores de chasis para autobuses convencionales con operaciones en América Latina y el Caribe, 2022.....	70
Cuadro 17	Mundo: comercio de buses convencionales y eléctricos, 2007-2021	77
Cuadro 18	América Latina (países seleccionados): efectos de una política de electromovilidad sobre los insumos del sector transporte, 2022-2037.....	87
Cuadro 19	Medidas de fomento para vehículos eléctricos en seis países de América Latina y el Caribe	89
Cuadro 20	Número de estaciones de carga eléctrica públicas, 2020	114

Gráficos

Gráfico 1	Tasa de motorización de los hogares.....	33
Gráfico 2	Tasa de motorización mundial y nivel de ingreso.....	33
Gráfico 3	Distribución de viajes por modo, último año disponible (día hábil) – ciudades seleccionadas	34
Gráfico 4	Relación entre el costo de un pasaje de transporte público y un litro de combustible, 2021	35
Gráfico 5	Viajes por motivos laborales distribuidos por modo según estrato socioeconómico (día hábil).....	35
Gráfico 6	Distribución de viajes según motivo, último año disponible (día hábil)	37
Gráfico 7	Tiempo promedio de viaje por motivos laborales en transporte público y automóvil privado (viaje de ida, día hábil).....	38
Gráfico 8	Velocidad promedio de viaje en auto y transporte público, último año disponible (día hábil)	38
Gráfico 9	Distancias y tiempos de viaje por motivos laborales en transporte público, por estrato socioeconómico.....	39
Gráfico 10	Porcentaje del gasto total de los hogares destinado al gasto en transporte, por quintil de ingreso per cápita del hogar, último año disponible	41

Gráfico 11	Ciudad de 15 minutos: proporción de desplazamientos con tiempo inferior a 15 minutos, último año disponible.....	43
Gráfico 12	ZMVM, RMSP, AMB y AMGBA: tasa de crecimiento de la población censal (censos de 1950 a 2020 disponibles)	46
Gráfico 13	ZMVM, RMSP, AMB y AMGBA: efecto composición de la migración extrametropolitana sobre indicadores de estructura por sexo edad y educación, censos disponibles	48
Gráfico 14	Área Metropolitana de Bogotá: efecto de la migración intrametropolitana sobre el porcentaje de población con alta educación.....	51
Gráfico 15	ZMVM, RMSP y AMB: relación entre el porcentaje de ocupados que trabaja en la gran zona centro y el porcentaje de ocupados que reside en la gran zona centro, total y ocupados con educación alta	54
Gráfico 16	ZMVM, RMSP y AMB: tiempo de viaje al trabajo en minutos de los ocupados, según si trabajan o no en casa. Total, hombres, mujeres, jóvenes (15 a 29 años) y alta educación (12 y más años de escolaridad) según censos más recientes con datos disponibles.....	54
Gráfico 17	Convergencia en el índice de autobuses, microbuses y similares por cada 100.000 habitantes	57
Gráfico 18	América Latina y el Caribe: participación en la emisión de gases de efecto invernadero, por sector, 2018	58
Gráfico 19	América Latina: autobuses eléctricos en circulación, por modelo y país, abril de 2022.....	67
Gráfico 20	América Latina: producción de autobuses convencionales, por país, 2007-2021.....	69
Gráfico 21	Producción y exportación total de buses en Brasil, 2001-2020 (unidades-chasis).....	73
Gráfico 22	Ciudad de México: costo total de propiedad de autobuses para una vida útil de 10 años (en dólares por kilómetro).....	75
Gráfico 23	Producción de autobuses convencionales y de buses eléctricos, por país, 2019	76
Gráfico 24	América Latina: distribución del acervo de buses eléctricos por fabricante, junio de 2022	77
Gráfico 25	Evolución de las exportaciones mundiales de buses, 2007-2021	78
Gráfico 26	América Latina y el Caribe: importaciones de buses eléctricos (2017-2021) y saldo comercial por tipo de buses (2007-2021).....	79
Gráfico 27	Países seleccionados de América Latina: distribución por destino y nivel de elaboración de las exportaciones de productos intermedios vinculados con la producción de buses eléctricos, 2019	81
Gráfico 28	América Latina (6 países): distribución por destino y clúster de las exportaciones de productos intermedios relacionados con la producción de buses eléctricos, 2019.....	81
Gráfico 29	Sector automotriz: contenido de insumos intermedios importados incorporados en las exportaciones, 2017	83
Gráfico 30	Países seleccionados (6): tasa de crecimiento anual de la productividad total de factores (PTF) del sector servicios de transporte, 2022-2037.....	84
Gráfico 31	Países seleccionados (6): cambios sobre el PIB, 2022-2037	84
Gráfico 32	Países seleccionados (6): cambios en empleo, 2022-2037	86
Gráfico 33	Seis (6) ciudades de estudio: porcentaje de viajes que realizan hombres y mujeres en relación con el total de viajes por motivo de compras, trámites y asuntos personales y dejar, recoger o acompañar a alguien (día hábil).....	98

Gráfico 34	Cantidad de viajes totales según hora de inicio por sexo y relación entre los viajes de hombres y mujeres (día hábil).....	98
Gráfico 35	Seis ciudades de estudio: tiempo de viaje promedio por sexo, último año disponible (día hábil)	100
Gráfico 36	Proporción de la fuerza de trabajo por género de empresas líderes globales de fabricación de piezas y partes de buses eléctricos, 2013-2020	102
Gráfico 37	Índice de renovabilidad en la generación eléctrica al 2021.....	112

Recuadros

Recuadro 1	La movilidad pública como detonador del descontento social.....	32
Recuadro 2	La ciudad de 15 minutos	42
Recuadro 3	Centro y periferias urbanas	45

Diagramas

Diagrama 1	Las barreras para el desarrollo en América Latina y el Caribe	17
Diagrama 2	Cadena de valor de los autobuses urbanos.....	70
Diagrama 3	Desagregación de un bus eléctrico en sus principales clústeres y componentes	80
Diagrama 4	Resumen de resultados obtenidos para el análisis diferencial entre tecnologías eléctricas y de combustión interna.....	93
Diagrama 5	Algunos instrumentos de política en el ámbito de los sistemas de movilidad urbana con enfoque de derechos y de género	97
Diagrama 6	Marco estratégico para instrumentar la dimensión social dentro del proyecto CISI desde la articulación del enfoque de derechos humanos y de género.....	101
Diagrama 7	Síntesis de la estrategia de transversalización de género	103
Diagrama 8	Servicios digitales ofrecidos por las ciudades de Bogotá, Buenos Aires, Ciudad de México y São Paulo	108

Resumen

La CEPAL ha trabajado para crear una combinación adecuada de políticas sociales, ambientales, económicas, tecnológicas e industriales, que permitan contribuir al desarrollo sostenible de América Latina y el Caribe (ALC). Estas políticas y su articulación se denominan Gran Impulso para la Sostenibilidad (GIS). Con base en este enfoque, se han identificado distintos sectores económicos dinamizadores, con potencial de producción endógena y generación de cobeneficios, como aportes al empleo y menor huella ambiental. En este documento se recoge la experiencia del proyecto Ciudades Inteligentes, Sostenibles e Inclusivas (CISI) para guiar la aplicación del GIS en el sector de electromovilidad, cuya transición energética representa una oportunidad de cambio estructural para la región. Se analiza la situación de la movilidad urbana en sus principales ciudades, teniendo en cuenta que el dimensionamiento de la demanda regional, el umbral de respuesta de la industria en cada país y la articulación de productores y consumidores son claves para viabilizar las inversiones productivas en el sector. Asimismo, el enfoque es enriquecido con aproximaciones transversales que buscan implementar, de forma integral, una movilidad sostenible.

Introducción

El desarrollo es la búsqueda simultánea de la mejora en las condiciones de vida mediante el dinamismo económico sin sacrificar a la naturaleza y las condiciones de vida de las generaciones futuras. Actualmente en América Latina y el Caribe (ALC) no es posible reconciliar esos objetivos por la estructura económica sobre la que se han basado el crecimiento de sus países. Lograr concertarlos requiere hacer un esfuerzo deliberado para orientar la estructura de la economía hacia actividades que sean, simultáneamente, más incluyentes, más intensas en empleos, financiadas mediante producciones endógenas capaces de ser comercializadas internacionalmente, y de menor huella ambiental. Esa reorientación estructural implica una regulación y alineación de políticas que incentiven la inversión hacia los sectores que reúnen esas características. Esa reorientación para el cambio estructural ha sido denominada por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) como Gran Impulso para la Sostenibilidad (en adelante GIS).

La conectividad urbana consiste en el intercambio de información, bienes y servicios y movimientos de personas en el ámbito de las ciudades. Dentro de la conectividad, el papel de la movilidad *pública* es un factor clave para esos intercambios, ya que debe orientarse hacia mitigar las externalidades negativas que provoca la movilidad individual motorizada en las ciudades, a la vez que prioriza la situación de los segmentos de población de menores recursos que utilizan dichos servicios. La movilidad sostenible —entendida como aquella que minimiza el impacto ambiental de su operación— es una oportunidad para implementar un GIS, mediante la coordinación entre la política industrial y de planificación urbana, para avanzar hacia un desarrollo con equidad en las ciudades de América Latina y el Caribe.

Ello requiere abordar la movilidad más allá del componente técnico de los desplazamientos, y comprenderla de forma integral, como política pública social, ambiental y productiva, considerando sus variables sociales (desigualdad, segregación urbana, entre otros), aspectos económico-productivo (producción industrial), de financiamiento de los sistemas de movilidad pública (tarifas y modelos de gestión), ambientales (emisiones de gases de efecto invernadero —GEI—), urbanos (morfología) y de aumento de la productividad local y nacional.

El cambio de tecnología hacia la electromovilidad en el transporte público invita a considerar desde una óptica multisectorial los cobeneficios de la renovación del parque automotor, sobre todo tratándose de las flotas públicas. También, obliga a repensar los sistemas públicos de movilidad, su integración con la trama urbana, las oportunidades presentes y asociadas a estas grandes inversiones

públicas, y su impacto en la economía local y nacional, debido a las importantes posibilidades para el suministro por parte de la industria manufacturera instalada en la región de América Latina y el Caribe de autobuses y otros vehículos eléctricos y buses convertidos¹.

El mencionado cambio requiere, sin embargo, ordenar los diversos instrumentos de planificación nacional y de política y gestión urbana, mediante una visión y narrativa, así como implementar mecanismos e instrumentos efectivos de coordinación y sinergia, que permitan superar su actual estado de fragmentación. Aprovechar las oportunidades económicas generadas por los propios proyectos de transporte público y atender también el dilema entre asequibilidad de los sistemas de transporte público y las amenazas a su sostenibilidad financiera.

Para que la electrificación de los vehículos contribuya a una mejor movilidad pública se requiere una vigorosa y coordinada política pública, multinivel, que privilegie los impactos sociales positivos en los ciudadanos de contar con mejores condiciones en sus desplazamientos, y en donde se propicie la orientación hacia cambios estructurales. Así mismo, una acción pública que maximice la captura de los efectos positivos en la productividad de la ciudad y por ende del país en su conjunto, de forma que la sustitución y/o adaptación de los vehículos potencie internamente ventajas derivadas del aprendizaje técnico y el empleo, que, en parte, hoy se disipan hacia el mercado internacional.

Las ciudades de América Latina y el Caribe están transitando hacia la movilidad eléctrica y, a diferencia de los países desarrollados y de China, lo hacen con lentitud en la flota pública. Este cambio se observa en la creciente electrificación de algunas flotas públicas como las de Santiago de Chile y Bogotá, y de forma mucho más pausada en Ciudad de México. La característica más notable de este tránsito hacia la electrificación de las flotas de transporte público es la forma irregular e impredecible en que ocurre. A pesar de que se han adoptado plazos ambiciosos para la electrificación de la movilidad pública y privada en algunos planes urbanos, en las Contribuciones Determinadas a nivel Nacional (CDN) y en los planes de acción climática.

Se observa una desconexión entre la ambición de los gobiernos nacionales en materia climática y los gobiernos urbanos en materia de movilidad, que pone en duda el cumplimiento de las CDN. El efecto de esta incertidumbre en la demanda de las ciudades es que la industria automotriz en América Latina y el Caribe no adecua su producción y oferta, y por ende el total de los vehículos han sido importados de fuera de la región, con más del 90% de los buses eléctricos para el transporte público comprados a empresas de origen chino. El potencial dinamizador del cambio tecnológico en la movilidad no está siendo aprovechado, y se necesita de un gran impulso de coordinación de políticas entre demanda y oferta que permita inducir la industrialización en la región, siendo capaz de producir vehículos eléctricos y satisfacer la demanda urbana, con desarrollo económico local y generación de empleo. Este potencial puede ser aprovechado también para introducir mejoras relevantes hacia un patrón de movilidad pública y activa, multiplicando los cobeneficios generados por los proyectos de transporte público en favor de las ciudades, y para mejorar las condiciones en que se prestan los servicios, de manera que se constituyan en verdadera política social, favorable además a ciudades más compactas y minimizando su huella urbana.

Este documento busca orientar a los formuladores de política pública y tomadores de decisión sobre la aplicación del GIS al sector de la movilidad pública eléctrica. En este documento se incluyen también algunas variables que afectan positiva o negativamente la demanda por movilidad pública urbana, como la dinámica poblacional y su estructura etaria, el déficit de servicios para minimizar los desplazamientos, la infraestructura de servicios digitales para la conectividad, la capacidad de las redes para sostener la demanda incrementada de electricidad y las metas nacionales y urbanas de descarbonización.

En el capítulo I de este documento se recoge la experiencia del proyecto Ciudades Inteligentes, Sostenibles e Inclusivas (CISI). En el capítulo II se desarrolla el concepto del GIS, su aplicación en el sector de movilidad urbana, las oportunidades del mismo en las ciudades, y las metodologías, tanto

¹ De combustible fósil a motor eléctrico.

para calcular la contribución del concepto para el cierre de brechas, como para la implementación de las políticas necesarias en el sector de electromovilidad pública. El capítulo III desarrolla un panorama sobre el estado de la movilidad en cuatro (4) ciudades de América Latina y el Caribe: características, estadísticas, tendencias, mercado e impactos ambientales.

En el capítulo IV se profundiza en la electromovilidad como una estrategia con importantes oportunidades económicas para avanzar hacia la sostenibilidad en la región. Así también, en este mismo capítulo, se estima el potencial del mercado de buses en la región a partir del comportamiento de los ciudadanos y los cobeneficios esperados por el cambio hacia la electromovilidad pública. Se analizan posibles modelos de negocio que permitan financiar la alta inversión de incorporación de vehículos nuevos con esta tecnología, en especial la rentabilidad del modelo que distingue entre inversión en flota y operación del servicio para vehículos nuevos, y escenarios financieros y económicos de la conversión de vehículos impulsados por combustibles fósiles en unidades que utilizan electricidad para su desplazamiento.

En el capítulo V se desarrollan los retos transversales de la movilidad sostenible: política social y de género; planificación de la movilidad; digitalización y su impacto en la conectividad; sostenibilidad financiera; cambios y retos generados por la pandemia del Covid-19; y, los requerimientos energéticos por la electrificación del transporte. Finalmente, en el capítulo VI se presentan las conclusiones que el proyecto CISI, en su fase I, permite derivar, a partir de una síntesis del aporte cuantificado del GIS para el sector de movilidad, así como una propuesta para la transformación de los sistemas de movilidad en los países de América Latina y El Caribe.

I. Ciudades inclusivas, sostenibles e inteligentes en el marco de la Agenda 2030

El proyecto CISI tiene como propósito guiar la aplicación del GIS a un sector capaz de aportar al cierre de brechas de manera simultánea, en línea con la Agenda 2030, en su dimensión social, ambiental y económica. Para su materialización, se propone la articulación entre oferta y demanda de vehículos eléctricos para el transporte público, lo que a su vez requiere crear mecanismos ad-hoc, o poner en uso alguno existente, que permita ordenar la demanda de vehículos limpios en cuatro (4) ciudades de América Latina y el Caribe, cuya estructura nacional cuente con capacidad significativa en la industria automotriz: Argentina, Colombia, Brasil, México y sus ciudades principales.

El proyecto aborda los retos productivos para la construcción de un sector automotor más verde, apoyado por el desarrollo de políticas públicas urbanas de movilidad pública sostenible social, ambiental y económicamente. De esta manera se espera ofrecer alternativas para los países y ciudades en América Latina y el Caribe, por medio de nichos productivos asociados con la electromovilidad, como la conversión de vehículos de combustión interna a eléctricos, de menor costo y de menor complejidad tecnológica, y la introducción de vehículos ultraligeros para movimientos de última milla.

Lograr el objetivo de articular productores y consumidores, requiere dimensionar la demanda futura por vehículos de transporte público a nivel regional y de cada ciudad, que resulta del efecto neto de diversas fuerzas intervinientes (como la conectividad digital, la demografía, y la riqueza), así como del umbral de respuesta de la industria en cada país o en acuerdos internacionales variables. Esto, enriquecido con enfoques de género y consideraciones sociales para la mayor atracción y funcionalidad de los sistemas de transporte público desde una visión integral de la movilidad sostenible en sus tres ejes: social, ambiental y económico. Asimismo, el proyecto hizo un esfuerzo importante por conocer y dialogar con experiencias en Asia, en especial con lo relativo al fortalecimiento institucional y a las condiciones de gobernanza.

El trabajo del proyecto estuvo enfocado en la movilidad sostenible en ciudades, basada en el transporte público. El enfoque en el transporte público se justifica por varios motivos: i) el transporte público, junto con la caminata, son las formas de desplazamiento más usadas en América Latina y el Caribe, y la principal alternativa al creciente problema de congestión urbana y motorización individual; ii) las inversiones en sistemas de transporte tienen impactos económicos sobre el valor del suelo y por su

potencial para descarbonizar las ciudades; iii) el transporte público y la calidad del servicio deberían ser una prioridad nacional, como parte de la política de productividad y de política social, por sus importantes efectos sobre el bienestar de la población.

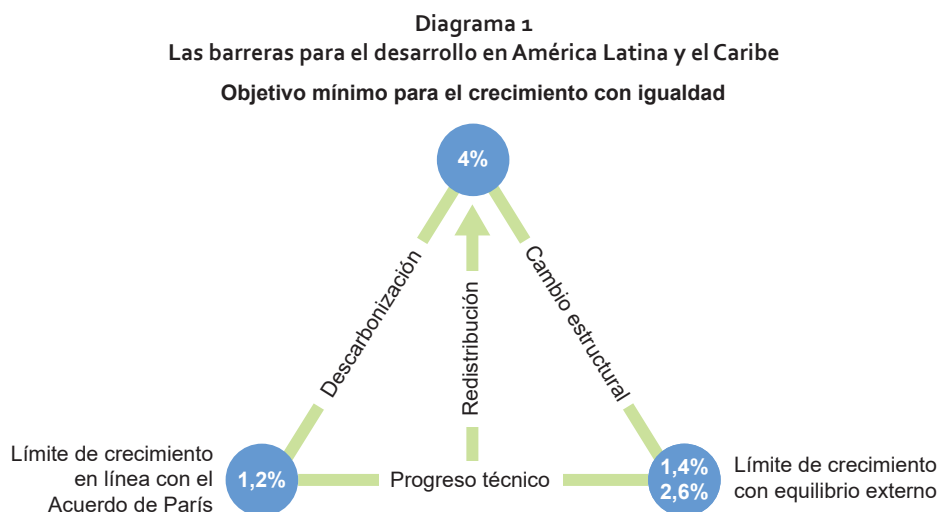
La demanda por movilidad en las ciudades de América Latina y el Caribe es la resultante de una combinación de procesos, como el cambio demográfico y el cambio en la digitalización de los servicios públicos y privados, la extensión de las ciudades y la provisión de servicios en la trama urbana. La electrificación de la movilidad pública se suma a la demanda por energía en las ciudades, y requiere de una infraestructura propia en las áreas urbanas para garantizar la distribución de esta fuente energética.

II. El Gran Impulso para la Sostenibilidad²

A. Definición conceptual

El actual modelo de desarrollo de la región de América Latina y el Caribe se caracteriza por la desigualdad, los elevados índices de pobreza, la vulnerabilidad externa y la especialización en actividades productivas de gran impacto ambiental. Esa realidad impone varias barreras al desarrollo sostenible, pues el crecimiento económico necesario para reducir la pobreza y la desigualdad está limitado por su impacto en la balanza de pagos y sobre el medio ambiente (diagrama 1).

El Gran Impulso para la Sostenibilidad es un enfoque conceptualizado por la CEPAL en respuesta al dilema que crean las brechas estructurales cuantificadas de desarrollo económico, social y ambiental de América Latina y el Caribe para lograr un estilo de desarrollo mejor balanceado, capaz de cerrar esas brechas de manera simultánea. El enfoque necesita, para mejorar la estructura, de coordinación y coherencia en el diseño y aplicación de las políticas públicas, regulatorias y económicas, como clave para el surgimiento o el fortalecimiento de sectores productivos compatibles con el cumplimiento de la Agenda 2030.



Fuente: Elaboración propia sobre la base de CEPAL (2020b).

² Sección desarrollada con base en el documento del 38º Período de Sesiones de la CEPAL (CEPAL, 2020b).

El concepto de GIS apunta a reorientar la economía hacia esos sectores (como el de electromovilidad pública) y enfoques (como el de circularidad), que, recibiendo los estímulos y regulaciones adecuados para acelerar su inversión, sean capaces de promover el desarrollo productivo local con inclusión social y de conservación del patrimonio ambiental. El enfoque toma relevancia en un contexto de emergencia climática, en el cual los países y gobiernos locales se comprometen crecientemente con la transición hacia economías más sostenibles.

La CEPAL ha identificado ocho áreas de inversión (en sectores y enfoques) que pueden constituirse en el centro de los esfuerzos en favor de un GIS, y capaces de ayudar al cierre de brechas de manera simultánea en la región:

- i) fuentes energéticas renovables no convencionales;
- ii) electromovilidad urbana pública;
- iii) industria manufacturera de la salud;
- iv) economía del cuidado;
- v) bioeconomía y soluciones basadas en la naturaleza;
- vi) turismo sostenible;
- vii) enfoque de aceleración de acceso a la digitalización;
- viii) enfoques de economía circular.

En estos sectores, hay mejores oportunidades para la generación de empleos de mejor calidad, la innovación y la incorporación de avances tecnológicos, la diversificación de exportaciones o la sustitución de importaciones, las acciones de adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático, y el desarrollo de esfuerzos de cooperación regional (CEPAL, 2020b).

El GIS aspira a ser una guía para una transformación de la estructura productiva en la que cada país, conforme con sus características y prioridades, definirá las actividades en las que se concentrará, las combinaciones entre ellas y la modalidad de implementación de las políticas de fomento, así como la incorporación de otros sectores dentro de la lógica del cambio estructural progresivo propuesta por este GIS. El presente documento aspira a mostrar la aplicación de concepto en el sector de la movilidad, en especial en el transporte público urbano impulsado por electricidad, como ilustración metodológica para su implementación.

B. La movilidad urbana: sector dinamizador de la economía y la calidad de vida

En 2022, la población en América Latina y el Caribe alcanzó los 658 millones de habitantes, de los cuales el 81,2% vive en ciudades (UN-DESA, 2022). Por ello, la movilidad urbana es una necesidad cotidiana para gran parte la población, influyendo en su calidad de vida y en su productividad. La continua expansión urbana, las deficiencias de los sistemas de transporte público y el aumento de largo plazo en el ingreso per cápita, han estimulado la continua elevación de las tasas de motorización de la región, lo que, como un ciclo vicioso, influye en la asignación de los escasos recursos públicos hacia la construcción de infraestructura para la movilidad privada, en detrimento del transporte colectivo.

El documento del 38º Periodo de Sesiones de la CEPAL (CEPAL, 2020b) destaca las razones por las cuales la movilidad urbana ha sido considerada uno de los sectores dinamizadores del GIS:

- El sesgo de la inversión en infraestructura hacia el transporte privado “ha provocado un aumento de la congestión, los tiempos de traslado, los accidentes, el consumo energético y las emisiones de contaminantes atmosféricos, con importantes efectos en cuanto a mortalidad, morbilidad, productividad y bienestar”.

- El transporte es la segunda fuente de GEI en el mundo. En el caso de las grandes ciudades, suele ser el sector líder en emisiones y dentro de ello, son desproporcionadamente responsables del consumo y emisión el 20% más rico de la población. En 2021, el sector del transporte consumió el 37% de la energía final, casi la totalidad de la cual procedía de combustibles fósiles (OLADE, 2022).
- Las emisiones de GEI del sector de transporte respecto al producto interno bruto (PIB) de la región de América Latina y el Caribe equivalen a 2,3 veces el valor de Europa y a 1,3 el de Asia, lo que muestra el espacio para aumentar su eficiencia energética.
- La congestión y pérdida de tiempo en el tránsito representan una pérdida de productividad sistémica para las ciudades.
- La región posee capacidad instalada y capital humano en la industria automotriz.
- La electromovilidad es un mercado todavía incipiente, pero en acelerada expansión.
- Avanzan nuevos modelos de negocio que impulsan la penetración de los vehículos eléctricos.
- La continua reducción de los precios de las baterías está acercando la paridad de costos de buses eléctricos a la de los buses convencionales.
- La conversión/retrofit es una oportunidad de transición a menor costo, que además contribuye a la economía circular y al desarrollo económico local, al alcance de muchos países en la región.
- La región tiene experiencia con electromovilidad y sistemas de transporte rápido por autobús.
- La contaminación atmosférica impacta en la salud de las personas e impone costos significativos a los sistemas de salud de la región.
- La mayor parte de la población urbana es usuaria y depende de los sistemas de transporte público. Mejorarlos es una política social.

En suma, la electromovilidad con base en la producción regional posibilita y facilita el cierre de las brechas sociales, ambientales y económicas de la región, y, además, la reducción de emisiones de GEI depende de cambios estructurales en la movilidad. Por ello el objetivo central del GIS basado en la electromovilidad pública busca articular la transición que se está produciendo en importantes ciudades de la región de América Latina y el Caribe hacia la electrificación del transporte público en sus diversas modalidades, a la producción y conversión de vehículos de pasajeros dentro de la región en sus diversos formatos, así como los sistemas necesarios para su operación y gestión. Lograr este objetivo requiere superar muchas de las barreras reseñadas que serán desarrolladas en el capítulo IV, para los distintos países estudiados.

C. La contribución de la planificación del territorio como complemento de la electromovilidad

Las necesidades de viaje son un reflejo directo de la estructura espacial de la ciudad: ubicación de las residencias, servicios y puestos de trabajo. Es importante resaltar que la transición energética es solamente uno de los componentes de la construcción de una movilidad sostenible, que igualmente depende de la planificación urbana y de las decisiones de política pública, tanto de planificación como de condiciones y calidad del servicio de transporte público, los modos activos, y el espacio y prioridad dado al vehículo privado.

La densidad urbana incentiva la productividad e innovación, así como el acceso a bienes públicos y servicios y la reducción del tiempo de viajes, pero, suele estar acompañada de altos costos de vida, saturación y contaminación (Duranton y Puga, 2020). Existe una clara correlación inversa entre densidad y emisiones per cápita y una correlación directa entre densidad y eficiencia del transporte público. El crecimiento de áreas suburbanas, la atomización de proyectos inmobiliarios y la concentración de actividades comerciales en pocas partes del territorio, comprometen la accesibilidad en la ciudad e imponen costos elevados por la continua expansión geográfica de los sistemas de transporte público y de las redes e infraestructuras.

De forma global, y la región no escapa a ello, se ha incrementado de forma significativa el área construida urbana en los últimos cuarenta años, con pérdida de eficiencia en el consumo de suelo (UN, 2018). En América Latina y el Caribe, las ciudades no disponen actualmente de los recursos financieros para garantizar una expansión con calidad del sistema de transporte público al tiempo que, muchas de ellas favorecen la expansión de la mancha urbana, lo que incentiva la búsqueda de soluciones privadas.

Además, las largas distancias generan costos de transporte que alcanzan una participación significativa en los gastos de los hogares. Es interesante notar que la expansión física de las ciudades, debido, en muchos casos, a la construcción de nuevos barrios, se produce al mismo tiempo que la parte central y pericentral sufre un vaciamiento poblacional, aumentando la cantidad de inmuebles sin uso y la degradación urbana. Por lo tanto, repensar la ciudad, el modelo de desarrollo urbano que se quiere priorizar y la distribución espacial de las funciones y actividades, en especial de vivienda, trabajo y servicios, es fundamental para avanzar hacia la movilidad sostenible.

D. Gran Impulso y las oportunidades en las ciudades

El concepto de GIS es una propuesta cuyo anclaje se da en gran medida en los entornos urbanos, en especial en una región como América Latina y el Caribe, en donde el 81,2% de su población habita en áreas urbanas (UN-DESA, 2022). Las ciudades ocupan cada vez más espacio como fuerza económica en sus países y son, además, uno de los espacios donde, sin duda, se enfrentará el cambio climático. Hay muchos y cada vez más ejemplos de la importancia de las ciudades como motores económicos, incluyendo tanto las ciudades grandes, como dinámicas ciudades de tamaño mediano (que inclusive han ganado atracción en el escenario postpandemia). En las ciudades emergen y se consolidan diferentes mercados, atrayendo trabajadores e inversiones productivas.

Lo anterior no es una coincidencia; las ciudades concentran tanto beneficios económicos de localización como de urbanización. Las ciudades ofrecen oportunidades para ganancias de localización que se manifiestan en clústeres sectoriales e industriales, por ejemplo, y están cada vez más asociadas al cambio tecnológico. Son las cadenas productivas, que serán discutidas en el capítulo IV de este documento sobre oportunidades industriales a partir de la electromovilidad, y que ocurren principalmente en ciudades. Sin embargo, las ciudades también ofrecen oportunidades asociadas a la propia esencia de la ciudad desde el punto de vista económico. Las ganancias de urbanización ocurren porque el valor social de las ciudades es el valor de la proximidad. Al vivir en las grandes ciudades se tiene acceso a museos, universidades, espacios lúdicos, entre muchos otros equipamientos urbanos.

Sin embargo, la proximidad no está dada por la distancia física, sino que se mide en el tiempo necesario para acceder a estos y otros recursos. El acceso depende de las condiciones de la movilidad urbana. Por eso, es tan relevante el problema de la segregación socio-territorial, que implica una configuración en que las personas con menos recursos económicos suelen vivir en las periferias y aunque están en la ciudad, no tienen acceso a sus recursos y oportunidades, sin la oferta de un servicio de transporte público de calidad y condiciones de inclusión social. Sin transporte público de calidad, la ciudad pierde su atracción, sobre todo en un mundo postpandemia en el que varios recursos pueden obtenerse de forma remota y sin oferta de mano de obra diversificada, por lo que la ciudad pierde su ventaja como polo de innovación y productividad.

Para las ganancias de urbanización son fundamentales las condiciones del tejido urbano, las cuales dependen de las condiciones del transporte público. Estas ganancias de urbanización asociadas a mejores condiciones del transporte público y la movilidad activa se traducen en beneficios como: mejores condiciones de bienestar y de oportunidades para la población (en especial de bajos ingresos, que es la principal usuaria del transporte público en la región), atracción de trabajadores calificados y de empresas en general, pujanza económica local, beneficios ambientales más allá del cambio tecnológico, y mejores condiciones para ejercer la ciudadanía.

A las economías o ganancias de urbanización se vinculan aspectos como las políticas de desarrollo local, las condiciones de sostenibilidad financiera de los sistemas de transporte, el aprovechamiento de los cobeneficios de los proyectos de transporte público, las condiciones de la movilidad urbana para la productividad, las condiciones de inclusión social y equidad del servicio, y las condiciones de integración tecnológica de la movilidad. Es tal la fuerza e importancia económica de las ciudades como economías de urbanización, que cuatro de las ocho áreas de inversión priorizadas por el GIS requieren de forma directa de las condiciones que proveen las economías urbanas para su desarrollo (electromovilidad urbana pública, aceleración de acceso a la digitalización, industria manufacturera de la salud, y, la economía del cuidado).

Y, las restantes, esto es, las fuentes energéticas renovables no convencionales, la bioeconomía y soluciones basadas en la naturaleza, los enfoques de economía circular, y el turismo requieren, como mínimo, de mano de obra calificada generada por las economías de conocimiento y su difusión que se generan en los entornos urbanos, en especial de las grandes ciudades. Para que estos sectores sean potencializados y sean verdaderos motores para el desarrollo sostenible, se requiere, de los gobiernos locales, políticas públicas urbanas adecuadas e informadas, que permitan superar aspectos tan urgentes como la preferencia por el vehículo privado particular, y los costos y externalidades negativas asociadas o la brecha financiera, que presentan hoy los sistemas de transporte y que dificulta tanto la transición a la electromovilidad como un servicio de transporte favorable a la reducción de la brecha social.

Por ello son urgentes diversas mejoras en el transporte público, así como una política pública de movilidad que induzca a la internalización de las externalidades negativas generadas por los medios de transporte individuales motorizados por sus usuarios, para reducir los congestionamientos, los efectos ambientales, y de la salud (tanto por siniestros de tránsito como por contaminación). Las ganancias de urbanización asociadas a la mejora de las condiciones del transporte público, sus cobeneficios y el tejido urbano son una oportunidad especial en la que es posible incentivar el desarrollo económico con aumento de la sustentabilidad ambiental y social.

E. Metodología para calcular la contribución del Gran Impulso al cierre de brechas

Las dimensiones social, económica y ambiental del desarrollo sostenible interactúan formando un todo integrado. El actual modelo de desarrollo de la región genera una tensión entre las tasas de crecimiento económico para el cierre de cada una de las brechas: la tasa que se requiere para un desarrollo sostenible con igualdad y reducción de la pobreza, la compatible con la restricción externa, y la tasa máxima compatible con las restricciones planetarias. En otras palabras, el crecimiento económico de la región es restringido por desequilibrios en la balanza de pagos, y su modelo de desarrollo está todavía anclado en sectores con baja sostenibilidad ambiental.

El GIS aplicado al sector de movilidad aporta a la Agenda 2030, cuando menos a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) número 9 y 11. El primero está orientado a la promoción de la industrialización inclusiva y sostenible, fomento a la innovación, y a la construcción de infraestructuras resilientes, y el segundo, a transformar las ciudades y asentamientos humanos en lugares inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles, por medio de, entre otros aspectos, la mejora en la conectividad urbana. La movilidad como parte de la política social y la ampliación de la cobertura de conectividad digital son factores de inclusión social, de disminución de la huella de carbono y en tanto se genere un proceso de diversificación productiva en materia de bienes y servicios, contribuye a relajar la brecha externa. Esto debiera medirse por medio de los instrumentos cuantitativos de los que dispone la economía como la matriz insumo-producto y la estimación del cambio de elasticidades asociadas a las emisiones de GEI, al abatimiento de la pobreza, a la relación entre densidad y emisiones y densidad y eficiencia de los sistemas de transporte público, y al dinamismo del comercio internacional correlacionadas con las variaciones de la actividad económica.

1. Aporte a la transformación productiva (matriz insumo producto)

La diversificación de la economía es un cambio estructural que se refleja en la matriz de insumo-producto de los países. Implica medir el efecto neto de los sectores en declive, como sería la movilidad a base de combustibles fósiles (VC) y de los sectores en ascenso, como la electromovilidad para el transporte público (VE). Un paso metodológico indispensable es analizar la matriz insumo producto al nivel de detalle que se quiere observar, y calcular las elasticidades referidas arriba en la situación inercial respecto a una situación donde en efecto se ha producido el despliegue del gran impulso sectorial hacia la mayor conectividad. La simulación debiera considerar la distinción entre manufactura y prestación de servicio, así como la penetración total de la electromovilidad endógena para vehículos del transporte público colectivo, estimando los efectos desplegados sobre el PIB, el empleo, el sector externo y la tributación.

Este paso metodológico implica:

- Simular la sustitución de la flota de vehículos públicos a tracción fósil (VC) por vehículos eléctricos (VE), aplicando los factores técnicos correspondientes a la nueva función de producción. Dado que hay una tasa de sustitución en curso de VCF por VEP, es necesario deducir de la flota eléctrica final esta sustitución, para simular el escenario de sustitución total.
- Llevar a cabo el cálculo de elasticidades de creación de empleo sectorial con base en el crecimiento de los sectores, de importaciones, de exportaciones y de uso del transporte público con relación al ingreso, deseablemente por decil, pues la demanda de transporte público es distinta por decil.
- Comparar la situación resultante con la inercial.

2. Aporte al cierre de la brecha externa

El crecimiento de las economías periféricas que no emiten monedas de reserva internacional está limitado por la necesidad de importar bienes de capital avanzados, para el cual utilizan las divisas obtenidas por medio de exportaciones. Es poco probable que una economía pueda mantener déficits en la cuenta corriente por largos períodos de tiempo, excepto cuando recibe flujos significativos de remesas, inversión directa extranjera o de ayuda al desarrollo (ODA).

Para calcular el aporte del escenario VE al cierre de la brecha externa, es necesario contrastar la canasta de importación para la manufactura, o el ensamblaje endógeno de los VE contra la canasta de importación de los VC, de la estructura inercial. Esto se puede examinar en un escenario de sustitución constante en el tiempo hasta el 2030 con la misma lógica señalada arriba, de coherencia con los planes de descarbonización/electrificación.

Considerando que X son las exportaciones, M las importaciones y X-M es el resultado de la balanza comercial para el sector, se tiene que el aporte al cierre de la brecha externa sería el resultado de:

$$XM \text{ neto resultante} = XM \text{ con electromovilidad producida endógenamente} - XM \text{ en estructura inercial}$$

3. Aporte al cierre de la brecha ambiental

Las formas que ha adoptado el crecimiento económico no podrán mantenerse sin poner en peligro la estabilidad del planeta. Existen límites ambientales que ya se han alcanzado lo cual compromete las posibilidades de desarrollo y bienestar de las futuras generaciones, además de tener efectos cada vez más negativos sobre las generaciones actuales (CEPAL, 2020b).

El progreso técnico y la adopción de nuevas tecnologías busca desacoplar el crecimiento económico del aumento de las emisiones de GEI. La difusión de nuevas tecnologías en las economías periféricas proporciona oportunidades globales de mayor crecimiento económico. La frontera o límite ambiental está dado en los países, además de indicadores específicos por tipo de recurso natural, por el compromiso nacional en el Acuerdo de París en materia de emisiones de Gases Efecto Invernadero.

Esta obligación de emisión genera un presupuesto de carbono nacional, que finalmente es asignado sectorialmente, una tasa de descarbonización anual comprometida y por lo tanto una brecha de descarbonización con relación a la situación actual. El crecimiento provoca emisiones de GEI y la tasa de crecimiento puede ser incompatible con la tasa de descarbonización. En ausencia de una meta de descarbonización sectorial, debiera aplicarse la misma tasa de reducción general al transporte. Sin embargo, varios países tienen metas específicas de electrificación nacionales o incluso en algunas ciudades, lo que define velocidades de descarbonización específicas, que dependerán de la velocidad a la que se produzca el cambio técnico en el sector.

Para calcular el aporte al cierre de la brecha ambiental se aplican los factores de emisión de GEI a la flota actual de VCF por los años/kilómetro que se estima continuará en uso, para entonces contrastar contra el escenario de penetración de VEP, que en la etapa de uso no emite. En ambos casos hay una huella ambiental en el proceso de producción que puede cambiar, y calcularse si se tiene conocimiento en detalle de los cambios y su contenido de carbono. Este sería el enfoque de abajo-arriba. O alternativamente, se puede calcular mediante un enfoque de arriba-abajo, al aplicar los factores de emisión a la porción del consumo de diésel de la matriz energética, correspondiente al transporte público de las ciudades bajo estudio, y contrastar con el escenario de penetración de los VEP. En un escenario de transición al 2030 se puede estimar la reducción de emisiones para hacerla coherente con los planes de descarbonización y/o de electrificación nacionales o locales.

$$CO_{2eq} \text{ neto resultante} = CO_{2eq} \text{ con electromovilidad endógena} - CO_{2eq} \text{ en estructura inercial}$$

Donde el impacto neto del GIS sectorial sería medido por la variación en la emisión de CO₂ equivalente en toda la cadena productiva, considerando el escenario de producción endógena de vehículos eléctricos comparado al escenario en estructura inercial.

4. Aporte al cierre de la brecha social

La baja diversificación de la economía, la baja participación de empleos de calidad (formales, de alta productividad), el peso elevado de la informalidad, y la débil capacidad de organización y negociación de salarios, limita la capacidad de incorporar los incrementos en productividad a los salarios de los trabajadores de la región. La eliminación de la pobreza y de la pobreza extrema es una meta suscrita por los países desde la Cumbre del Milenio, y sigue sin ser cumplida y por supuesto es el primer obstáculo al objetivo de lograr sociedades más equitativas, como compromete el ODS 10. Eliminar la pobreza en América Latina y el Caribe, el ODS 1, requiere, con la actual estructura económica, un esfuerzo sostenido durante toda la década de alto dinamismo económico y una vigorosa política de redistribución del ingreso. Pero ese dinamismo se contrapone a los límites ambientales y puede no ser sostenible con el tipo de inserción internacional de nuestras economías. De ahí que se deba buscar una estructura capaz de avanzar en la eliminación de la pobreza mejorando la huella ambiental y la inserción internacional, al mismo tiempo que mejora la inclusión, el servicio público y las oportunidades económicas de sus usuarios. La electromovilidad pública ayuda en esos objetivos.

Para estimar el aporte a las condiciones sociales se pueden estimar los efectos en mejora de la calidad del servicio, en la inclusión de consideraciones sociales y de género, y al menos, de su efecto neto sobre el empleo. Este último indicador se puede usar, sin perjuicio de otras, como una aproximación a la contribución al pilar social del desarrollo:

$$\text{Empleos netos resultantes} = \text{empleos con electromovilidad y servicios conexos} - \text{empleos en estructura inercial}$$

Estas estimaciones permiten cuantificar el aporte potencial total del GIS aplicado al sector de la electromovilidad pública. Para su ejecución, sin embargo, es necesario recorrer la ruta de la implementación de las políticas para su aplicación.

F. Metodología de implementación de las políticas para generar un Gran Impulso para la electromovilidad pública

La implementación de un GIS requiere la coordinación de acciones derivadas de políticas sectoriales específicas, así como de esfuerzos de integración que permitan superar el conflicto entre el modelo de desarrollo actual y las condiciones sociales y ambientales en la región. En esta sección se presenta una propuesta metodológica para la operacionalización de las políticas para un GIS en la electromovilidad pública. La estructura sugerida ofrece, a modo de listado no exhaustivo, una referencia metodológica para la aplicación de este concepto en otros sectores económicos, mediante ajustes. Operacionalizar el GIS en un sector económico implica: i) entender la situación desde un abordaje sistémico, ii) cuantificar su potencial de impacto social, económico y ambiental, como se señaló en el apartado anterior, iii) identificar a los actores relevantes para la promoción del cambio y a los actores que demandan esa transformación y iv) proponer una serie de acciones orientadoras y dinamizadoras del GIS en lógica secuencial. A seguir, se presentan aspectos que son fundamentales para evaluar el potencial del GIS tanto en la oferta como en la demanda, en donde, algunos de ellos ya han sido abordados en la primera fase del proyecto CISI.

1. Evaluación del potencial del Gran Impulso de la oferta del sector industrial

Para estimar la transformación necesaria del sector industrial y su oferta potencial se deben conocer:

- La estructura endógena para la producción de los componentes de los buses eléctricos: chasis, carrocerías, motores, controladores, baterías.
- Su capacidad de producción anual actual.
- El tamaño de la demanda necesaria de la ciudad o del país para que la industria responda adecuando la oferta.
- Identificar la potencial reducción de la huella ambiental, de producción endógena y de empleo del sistema específico.
- Estudiar las tendencias de la industria y de su ecosistema de incentivos fiscales y regulatorios para sopesar el potencial de las soluciones ensayadas.
- Identificar los recursos del sector financiero y de seguros para apoyar el cambio en la oferta.
- Identificar los actores motores del cambio y de freno a la transformación.

2. Evaluación de la situación actual y potencial de la demanda urbana

El diagnóstico de la situación actual y potencial de la demanda establece el marco del cambio posible. Identifica la base para el desarrollo potencial del sector de interés que depende de una ciudad específica o grupo de ciudades y de la contribución del cambio al cierre de brechas. Para el caso de los VE se debe considerar:

- La demanda endógena actual y potencial, que deriva de las políticas urbanas y los instrumentos jurídicos en los que se expresa esta demanda, como los contratos de concesión.
- Las características sociales de la población atendida por el sistema de transporte.
- Las oportunidades de mejora en la inclusión social, perspectiva de género y calidad de vida en los lineamientos técnicos y de operación del servicio público.
- La relación entre las brechas de descarbonización de los planes de electrificación de la movilidad, contribuciones nacionalmente determinadas y concesiones de transporte público.
- Mecanismos de monitoreo del cambio en brechas social y ambiental y sus indicadores.
- Desafíos financieros para la sostenibilidad de los sistemas de transporte público y potenciales modelos de negocio para el cambio hacia VE.

- Efectos sistémicos sobre el desarrollo urbano como los cobeneficios económicos en el suelo urbano y los arreglos institucionales y regulatorios para su aprovechamiento, mejoras en accesibilidad.
- Las relaciones entre las condiciones de la movilidad en las ciudades y los efectos negativos para la productividad, incluyendo emisiones de CO₂, siniestros, y congestión.
- Las condiciones y necesidades de infraestructura para la distribución de la nueva matriz energética (intra e interurbana).

3. Propuestas de políticas públicas para una intervención coherente

Como resultado de las etapas de investigación señaladas, la implementación de un GIS se debe ordenar en propuestas de políticas públicas sectoriales bien secuenciadas; la oferta de VE existe a escala global y la demanda urbana, errática, se satisface de ella. Un supuesto de la investigación es que, debido a ello, la oferta latinoamericana no tiene un potencial comprador previsible como para comprometer un cambio en la composición de su oferta e incluir los VE. Si la demanda fuera predecible, solvente y de escala adecuada, se producirían VE competitivos con los producidos fuera de la región. La oferta, a su vez, tendría que contar con líneas de crédito, divisas y seguros para introducir los VE, así como con un marco regulatorio adecuado para su introducción y operación. Por tanto, el punto de entrada para transformar la situación radica en las ciudades y sus instrumentos de demanda de VE, al mismo tiempo que en la promulgación de un marco regulatorio nacional o local que permita la operación de los VE. El listado mencionado abajo ejemplifica, para los VE, los contenidos de regulaciones y políticas.

- Para dar certidumbre a la demanda: habilitada, predecible y de escala adecuada.
 - Regulación que permita la operación de VE nuevos y convertidos.
 - Contratos de operación o concesión del servicio público de transporte que programen la electrificación en número o porcentaje de la flota.
 - Política de concesión que prevea el ritmo de electrificación del total de la flota.
 - Programación del cambio compatible con la política declarada tanto sectorial como de acción climática.
 - Modelos de negocio que viabilicen el financiamiento al comprador de los VE nuevos y convertidos preservando la sostenibilidad financiera de los sistemas de transporte.
 - Oferta de seguros para los VE nuevos y convertidos.
 - Capacidad del sistema eléctrico local para el cambio programado y previsión de sus límites, incluyendo las infraestructuras de distribución y recarga eléctrica.
 - Digitalización del sistema de transporte público favorable a una operación transparente y eficiente para los actores –concesionarios, gobierno, usuarios.
 - Inclusión y verificación de criterios social y de género en la operación de los sistemas de transporte público.
 - Condiciones institucionales y regulatorias favorables al gobierno para el aprovechamiento de los cobeneficios económicos generados por la movilidad pública, como la valorización del suelo.
 - Decisiones de ordenamiento territorial volcadas hacia la oferta de transporte público (cadena de valor) articulada a usos intensivos de vivienda y actividades económicas.
 - Regulación del manejo y producción de desechos del sector y emisión de los requerimientos de circularidad que debe cumplir la oferta de VE.

- Para ampliar la oferta endógena, a escala y oportuna.
 - Financiamiento al productor/industria manufacturera.
 - Articulación con políticas públicas de fomento al empleo y de transferencia de conocimiento y capacidades.
 - Incentivos de localización a la producción local de VE, nuevos y convertidos con condiciones para su remoción.
 - Facilitación del comercio para la importación de los componentes y estímulos relacionados (por ejemplo, por medio de políticas tributarias).
 - Protocolo regional común de pruebas para las innovaciones en los VE.
 - Acuerdos regionales de reconocimiento mutuo de los nuevos productos.
 - Acuerdos regionales y subregionales para regular la interoperabilidad de los VE (los cargadores y las especificaciones de los vehículos).
- El monitoreo de resultados del GIS.

De importancia no menor, se requiere la definición de los indicadores de monitoreo y seguimiento de la implementación del GIS para el sector de electromovilidad urbana. Este monitoreo debería considerar por lo menos los siguientes aspectos:

- Cambio en el valor agregado producido.
- Recaudación fiscal adicional.
- Importaciones adicionales netas.
- Expansión del sistema eléctrico.
- Inversión adicional en digitalización.
- Cambio neto en las emisiones de CO₂ y otros contaminantes.
- Cambio en la remuneración de factores y en el empleo neto.
- Mejora en indicadores de productividad asociados a la movilidad (emisiones de CO₂, siniestros, y congestión).
- Aprovechamiento de cobeneficios económicos en el suelo resultantes de operación de sistemas de movilidad limpios.
- Cambios inducidos en el uso del suelo favorables al transporte público.

4. La división del trabajo al interior de la CEPAL

Las distintas divisiones³ de la CEPAL, de acuerdo con sus especialidades y conocimiento técnico previo, abordaron:

- La simulación de la electrificación de las flotas de VC;
- El análisis de la estructura productiva y la oferta de VC y VE en el mundo, América Latina y el Caribe y países seleccionados, así como sus tendencias recientes;
- El análisis del comercio exterior para la producción de VC y de VE;
- Los criterios sociales y de género que debieran incluirse en la operación de los sistemas de movilidad pública;

³ Desarrollo Económico; Comercio Internacional e Integración; Desarrollo Productivo y Empresarial; Desarrollo Social; Población y Desarrollo (CELADE); Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos; Recursos Naturales; Asuntos de Género; Planificación para el Desarrollo (ILPES); Estadísticas. Más información en el siguiente link: | Comisión Económica para América Latina y el Caribe (cepal.org).

- La evolución en la movilidad urbana y los instrumentos de planificación de electromovilidad y acción climática y su coherencia con los contratos de prestación del servicio de transporte público;
- La oferta financiera para la oferta y demanda de electromovilidad;
- La dinámica demográfica en las ciudades seleccionadas;
- La estimación de la demanda energética adicional y la capacidad de los países o ciudades para soportarla;
- La estimación de la demanda por buses en la región y por países a 2030;
- La incorporación en tecnologías de la información en las ciudades estudiadas;
- La estadística disponible para monitorear los cambios en la movilidad urbana;
- Las condiciones de sostenibilidad financiera de los sistemas de transporte en ciudades seleccionadas.

En los capítulos III y IV del documento se muestran los resultados de la investigación, así como las herramientas desarrolladas con base en el desarrollo del proyecto, para el asesoramiento a gobiernos de la región en la implementación de un GIS aplicado al ámbito de la movilidad pública.

III. El estado de la movilidad en América Latina y el Caribe

En las grandes ciudades de la región de América Latina y el Caribe, los desplazamientos diarios de las personas se realizan mayoritariamente utilizando el transporte público (41,3% de los viajes) o caminata (26,9%), mientras el transporte individual alcanza una participación del 31,8% (Vasconcelos, 2019, p.13, citando a CAF, 2016). En ciudades como Bogotá o Ciudad de México, caminar es un medio más utilizado que el vehículo individual; esto, a pesar de la precaria infraestructura para caminar y el poco espacio físico destinado.

Aunque la utilización del transporte masivo, un mejor acceso al mismo, y una menor congestión están asociadas con beneficios para la salud mental de los residentes de la ciudad (Wang et al., 2019), la movilidad pública no logra instalarse aún como una política pública social asociada al bienestar y la salud pública. Si bien se ha resaltado la importancia que este servicio público juega en la economía del cuidado (Pérez, 2019), las políticas públicas continúan manteniendo un carácter marcadamente sectorial, poco integrado a otras consideraciones que no sean las tradicionales e impulsadas generalmente desde los Ministerios o entidades de Transporte. Hay un fuerte sesgo en favor de la movilidad motorizada privada tanto en la distribución del espacio vial, como de recursos y esfuerzos en gestión pública.

A. Caracterización de la movilidad en América Latina y el Caribe

La crisis del COVID-19 evidenció de forma aguda las graves deficiencias de nuestro modelo de desarrollo, del funcionamiento de las ciudades y revalorizó la importancia de contar con servicios públicos resilientes y de calidad. La movilidad urbana sufrió cambios significativos. Los desplazamientos totales cayeron 9% por la pandemia, según encuesta global realizada en 18 países (EY, 2022). Los viajes por trabajo disminuyeron aún más (11%), de acuerdo con la misma encuesta, impulsados por la mayor prevalencia del trabajo remoto.

El transporte es una demanda derivada, es decir, se demanda transporte como medio para realizar otras actividades, principalmente trabajar, educarse y consumir bienes y servicios. El teletrabajo, la educación y consumo por medios virtuales junto con la notable disminución de la actividad económica, redujeron los viajes en transporte público a menos de la mitad de sus valores usuales, con tasas de recuperación muy

inferiores a las del agregado de la economía hasta la fecha. La no preferencia por el transporte público también se alimentó de las aprehensiones sanitarias, mostrando un incremento de desplazamientos en automóvil privado que se refleja también en la creciente tasa de motorización individual, una tendencia muy preocupante frente a la urgencia de las acciones climáticas.

Esta preferencia por vehículos eléctricos no responde únicamente a causas ambientales, también es una respuesta a incentivos, cuando los hay, y al menor costo de operación. Pero los precios de compra limitan enormemente el acceso.

La movilidad urbana pública tiene una doble vertiente: su importante utilización por los sectores de menores ingresos y la progresiva adopción de movilidad eléctrica. Un tercer elemento, menos frecuente y que ofrece importantes perspectivas para la industria manufacturera de la región es la renovación o conversión del parque automotor en línea con las CDN o los planes locales de acción climática.

B. Medición de la movilidad

Históricamente, la recolección de información se ha concentrado en la operación del transporte, encargada principalmente de la circulación de los vehículos y de su infraestructura de soporte. La noción de “movilidad urbana” es una categoría relativamente reciente. Por tal motivo, para la recolección de información se priorizó la simulación de viajes y calibración de modelos de transporte para evaluar sistemas y proyectos de inversión. Se favoreció también la construcción de indicadores orientados a caracterizar las operaciones, los trazados y frecuencias de servicios, entre otros.

A diferencia del transporte, la movilidad se centra en los desplazamientos de las personas y las causas que los generan, así como las mejores soluciones posibles. La producción de indicadores de movilidad ha adquirido bastante atención en las últimas décadas, ya sea para apoyar políticas públicas, o con el propósito de generar estándares o metas sobre valores de referencia. Estas iniciativas han surgido en la mayoría de los casos vinculadas al concepto de “movilidad sostenible”, que, como se ha mencionado en este documento, busca que estos desplazamientos se den a costos razonables, de manera equitativa y segura, y cuidando el medioambiente. Además, la movilidad sostenible debe ser accesible y asequible para toda la ciudadanía.

Con esta mirada se busca que la medición de la movilidad incluya la captura de fenómenos adicionales al dimensionamiento de la infraestructura de transporte, los rendimientos del sistema de movilidad o la descripción de los desplazamientos, intentando capturar el impacto en las personas. Interesa por lo tanto conocer las **distancias, tiempos y modos** de desplazamiento, y adicionalmente las **experiencias** que tienen las personas cuando se desplazan por la ciudad (se proponen, por ejemplo, indicadores de opinión y satisfacción con el transporte público). Por otro lado, intentan comprender las causas de los patrones de movilidad de los distintos grupos de población, como, por ejemplo, las limitaciones que tienen las mujeres para desplazarse por la ciudad.

Al privilegiar la movilidad sostenible, los modos activos de desplazamiento y el transporte público en desmedro del automóvil, se pone énfasis en los desplazamientos en bicicleta y a pie, monitoreando además la **infraestructura** que los soporta. Adicionalmente cobran especial relevancia los indicadores medioambientales, como la **eficiencia energética del transporte y sus impactos ambientales**. La preocupación por la falta de seguridad vial asociada, por ejemplo, la señalización, iluminación, conflictos por uso del espacio vial y otros, ha llevado también a la necesidad de contar con indicadores de **accidentalidad y siniestralidad**, enfocados particularmente en la movilidad activa (a pie y bicicleta) y motores de menor protección como motocicletas, patinetas y otros.

El grado de accesibilidad física o **proximidad** con las oportunidades urbanas juega también un papel central. De ahí la creciente utilización de indicadores espaciales de movilidad urbana o indicadores de proximidad, destinados a monitorear el acceso físico a las diferentes oportunidades urbanas (educación, salud, recreación, paraderos de transporte público). Esta aproximación está directamente relacionada

con la preferencia por optar por ciudades compactas o por el resurgimiento del impulso de la “**ciudad de 15 minutos**” (UNFCCC, 2021) que promueve la hiper-proximidad para crear ciudades más equitativas y eficientes. Destaca también la inclusión de indicadores urbanos de contexto o **determinantes de la movilidad**, en la comprensión de que la movilidad es finalmente una derivada de las actividades de la ciudad, y por ello, la forma en que éstas se distribuyen en las ciudades juega un rol central en la comprensión de la movilidad sostenible, y en el acceso equitativo a los medios de movilidad.

Las innovaciones tecnológicas en los sistemas de transporte y los **costos operacionales** de los mismos son también temas de interés para las iniciativas de movilidad sostenible, aunque se reconoce la dificultad para obtener información fidedigna al respecto. La diversidad de dimensiones que aborda la movilidad urbana sostenible, y por ende la gran variedad de indicadores necesarios para su medición, depende de diversas fuentes de información e instituciones tanto públicas como privadas que operan a diferentes escalas geográficas, así como de las necesidades y foco de atención desde la política pública.

Las encuestas origen-destino o encuestas de movilidad son quizá los operativos más directamente vinculados con la medición de la movilidad urbana en esta región. Éstas permiten conocer atributos de accesibilidad, cobertura y desempeño del transporte público, y permiten caracterizar los desplazamientos en términos de origen y destino, motivo, modo y duración, diferenciados por sexo y otras dimensiones, según sea su propósito. El objetivo específico para el cual han sido diseñadas determina en gran medida su alcance y posibilidades de análisis con enfoque de género, según nivel-socioeconómico, edad y otras variables. Las encuestas de viajes caracterizan algunos elementos centrales de las movilidades entre grupos poblacionales, pero son insuficientes para comprender el fenómeno en todas sus dimensiones.

Los registros administrativos son una fuente esencial para varios indicadores de la movilidad sostenible, pero tienen dispersión institucional y no han sido elaborados con fines estadísticos, lo que puede afectar su calidad y acceso. Esto es particularmente relevante al intentar conocer la oferta de transporte, público o concesionado, y la oferta de plataformas como Uber, Didi, Cabify u otros. La georreferenciación de registros administrativos es vital para conocer la distribución de los servicios urbanos y de los servicios de movilidad en las ciudades. El uso de técnicas de análisis geoespacial resulta central para la construcción de indicadores de proximidad.

Los censos de población y vivienda son de igual manera centrales para conocer cómo se organiza la población en los territorios urbanos, y entender el nivel de acceso que poseen las personas a los distintos servicios urbanos y medios de transporte. Varios países de la región comenzaron a incluir en la década de 2000 preguntas relativas a la movilidad cotidiana determinada por viajes al trabajo y el estudio, lo que permite complementar la información proveniente de encuestas de movilidad, habitualmente aplicadas únicamente a las grandes ciudades (CEPAL, 2019a).

Las encuestas de ingresos y gastos permiten estimar el gasto de los hogares en transporte, combustible o en energía, y su impacto económico en el gasto familiar por quintiles de ingreso. Pero las muestras no siempre permiten su estimación a escala de ciudad. Por otro lado, no todos los países levantan la información de la misma manera, que permitan homologar variables y armonizar la información.

Finalmente, las trazas digitales del uso de aplicaciones, internet y teléfonos (Big Data) son una fuente de información para complementar las fuentes tradicionales de medición de la movilidad urbana. Los registros de ubicación generados por los dispositivos móviles permiten reconstruir patrones de movimiento de las personas, mercancías o vehículos. Incluyen los datos de telefonía móvil (interacción de los teléfonos móviles con la red de antenas), los datos de posicionamiento o *Global Positioning System* (GPS) (presentes en teléfonos móviles inteligentes y otros dispositivos), los datos de sistemas inteligentes de pago de transporte público (tarjetas de los usuarios en las terminales de pago o instalados en vehículos; y los datos de tarjetas bancarias en puntos de venta de bienes y servicios.

Además de estas fuentes asociadas a personas, existen otras asociadas a vehículos, por ejemplo, los datos de navegadores GPS de conducción, que registran la trayectoria y velocidad de los vehículos. Estos registros pueden con datos adicionales que contextualizan las trayectorias de las personas, como,

por ejemplo, los mensajes de redes sociales, que permiten analizar qué actividad se está realizando o cuál es su valoración. En algunos casos se pueden identificar características de las personas que los generan, como sexo y edad de la población (Burrieza-Galán, 2022). A pesar de las ventajas en la utilización de estas fuentes de información su utilización es aún parcial, debido, entre otras, a limitaciones en su acceso y a la falta de capacidades tanto humanas, como institucionales y tecnológicas, para su procesamiento.

1. La creciente motorización

En las ciudades de América Latina y el Caribe se verifica lo que Hardin (1968) llamó “la tragedia de los comunes”. En la búsqueda del interés individual, y en un marco de racionalidad del *status quo*, alimentado por problemas en los servicios de los sistemas de movilidad pública, se llega cada vez más a una situación colectiva de saturación del espacio vial y degradación de la calidad del aire que será muy costoso resolver. El vehículo individual ofrece estatus, flexibilidad, seguridad, privacidad y el escape de las deficiencias de la movilidad pública, en las que quedan atrapados quienes no pueden optar por el vehículo privado. Por su parte, las administraciones urbanas se alinean con este sentido común privilegiando la infraestructura para la movilidad privada por sobre la pública, empeorando la fuga de usuarios desde los sistemas públicos de transporte y las externalidades negativas.

Recuadro 1

La movilidad pública como detonador del descontento social

La movilidad pública ha sido muy influida por fuerzas políticas o intereses de facto, lo que le ha dado un marcado carácter subsidiario o residual, cuyos usuarios en general no pueden sustraerse de ella y a quienes no queda más alternativa que quedar a merced de su calidad, oportunidad, cobertura y costo. Esto, a pesar de grandes esfuerzos de algunos gobiernos locales por mejorar sus condiciones, como por ejemplo, por medio de la expansión de las líneas de metro, no necesariamente se logra aminorar la fuga de usuarios del transporte público y menos aún lograr que el usuario que migró al vehículo privado regrese al sistema público.

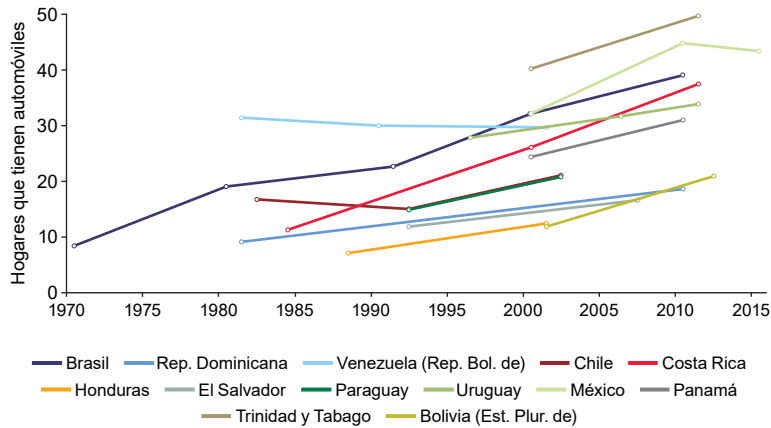
La inconformidad social, por cosas que van más allá de la movilidad pública, suele ser vinculada con incidentes asociados a la movilidad pública. El aumento de tarifas del transporte público, los ataques a estaciones de metro, los paros de transportistas suelen verse como manifestaciones de estallidos sociales. En tiempos recientes destaca el caso de Santiago de Chile, en que la inconformidad social vinculada a un aumento en la tarifa del metro desembocó en un movimiento popular masivo que condujo a la apertura de un proceso constitucional. En ella, una de las reivindicaciones clave, es la recuperación de la participación pública en la prestación de los servicios públicos y su desmercantilización. Otros estallidos sociales vinculados a la movilidad pública se verificaron en este siglo en Bogotá y Río de Janeiro, por mencionar los más memorables.

Fuente: Elaboración propia con base en CEPAL (2021a).

No es extraño pues, el dinamismo que experimenta la motorización privada de los latinoamericanos, cuya tasa de crecimiento, entre 2005 y 2015 fue el doble de la tasa mundial, 58% vs 27%, respectivamente (SLoCaT, 2021). El crecimiento de la motorización de los hogares en la región ha crecido cerca de 5 % cada lustro (ver gráfico 1). La tragedia de los comunes es, pues, la carrera entre el transporte privado y el transporte público y la movilidad activa por la ocupación del espacio público en las ciudades. Y salvo el avance que efímeramente ganaron las pistas ciclistas durante la pandemia, esa carrera la va ganando claramente el transporte privado en detrimento del bienestar colectivo.

Es importante mostrar desde una perspectiva general el estado de la motorización en América Latina y el Caribe para dimensionar lo que las ciudades podrán soportar en los años por venir. Actualmente, la región tiene una tasa de motorización de cerca del 30% en promedio. Sin embargo, la estabilización de las tasas depende del nivel de ingreso, de la calidad y cobertura de los servicios públicos de movilidad y su priorización como medio de transporte, de las medidas de gestión para la movilidad individual (incluyendo los cargos por congestión y ambientales) y la tendencia de ocupación del territorio y la expansión de las ciudades.

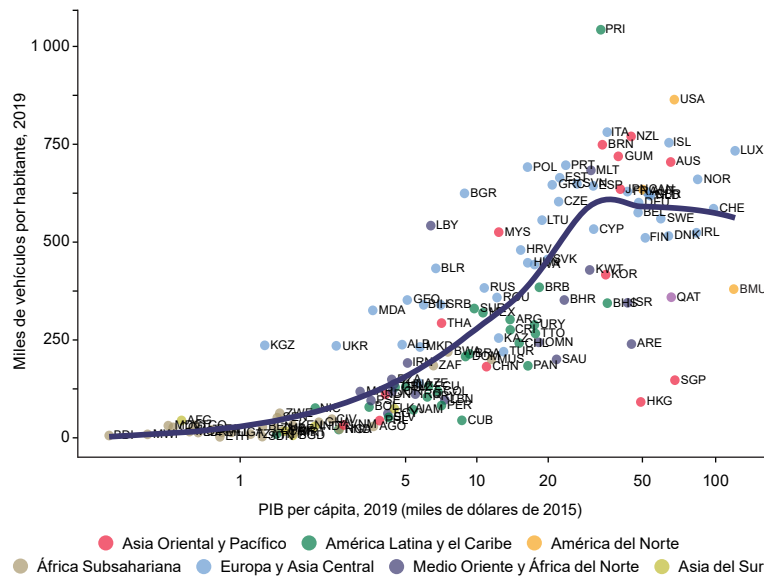
Gráfico 1
Tasa de motorización de los hogares



Fuente: Biderman et al. (2023) a partir de datos de Minnesota Population Center (2020).

En el extremo de la motorización de los hogares están algunos países anglosajones con tasas cercanas al 85%, resultante del modelo urbano extendido dominante y hacia donde convergen los países de América Latina y el Caribe en la medida que aumentan sus ingresos per cápita (ver gráfico 2). Esto anticipa, de continuar sin mitigantes, una creciente congestión de la infraestructura vial, es decir, del espacio público urbano dedicado al rodaje de vehículos. La tasa de motorización es imparable por la dinámica del ingreso (ver gráfico 2), y tendrá efectos costosos y difíciles de revertir. Pero la partición modal, es decir el uso de los autos en el espacio vial, si puede mejorar. La congestión puede ser mitigada, y, por tanto, la productividad urbana y la calidad de vida general, podrían ser protegidas por una oportuna y sostenida participación del transporte público de calidad dentro de sistemas de movilidad sustentable e integrados, que incluyen la movilidad a pie y la diversificación de actividades en el territorio. Sin embargo, hay una ventana de oportunidad que se va cerrando sin que las ciudades estén logrando dar el salto hacia una movilidad pública y activa de calidad.

Gráfico 2
Tasa de motorización mundial y nivel de ingreso



Fuente: CEPAL con base en datos de OICA.

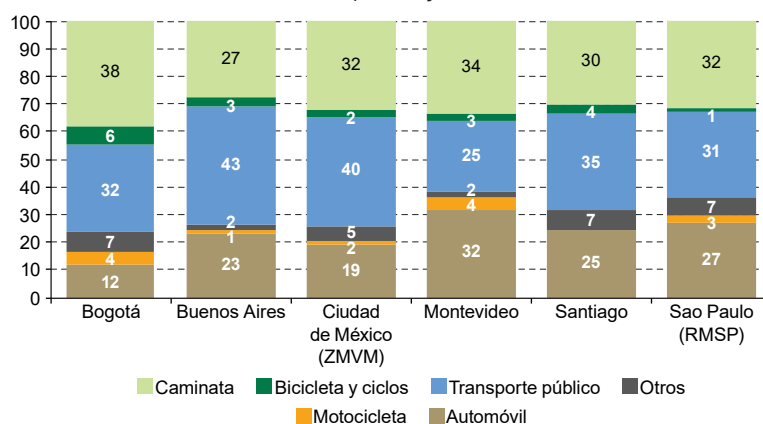
Nota: Estimación a partir de datos de 2015. La línea azul es la curva de regresión.

2. El uso de los modos de transporte en las ciudades

El análisis de las encuestas de movilidad u origen-destino de seis (6) ciudades de América Latina y el Caribe (Bogotá, Buenos Aires, Ciudad de México —Zona Metropolitana del Valle de México, ZMVM—, Montevideo, Santiago y São Paulo) muestra que la ocupación del espacio público el automóvil privado, junto con la cantidad y frecuencia del servicio público, aumentan el tiempo de traslado en el sistema público, con su impacto regresivo sobre la población.

El transporte público y la caminata son los modos principales de viaje en las ciudades analizadas. En Buenos Aires y Ciudad de México, más del 40% de los viajes diarios se realizan en transporte público. En el otro extremo se encuentra la ciudad de Montevideo, en donde predominan los viajes en automóvil, representando más del 30% del total de viajes diarios. En caminata se realiza alrededor del 30% de los viajes, con excepción de Bogotá, en donde se generan alrededor de 6 millones de viajes diarios en este modo, el 38% (ver gráfico 3).

Gráfico 3
Distribución de viajes por modo, último año disponible (día hábil) – ciudades seleccionadas
(En porcentajes)



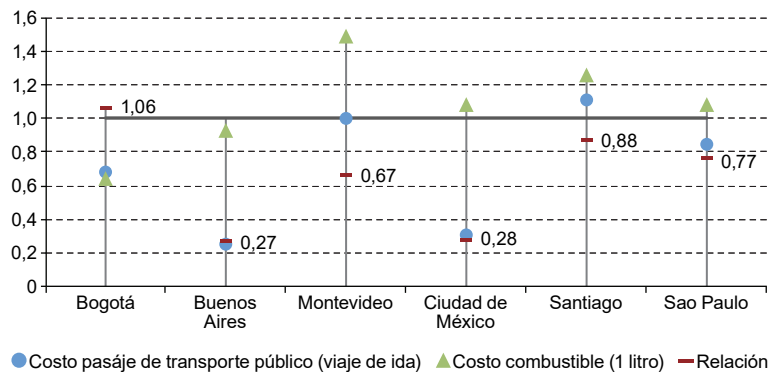
Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas de movilidad de las ciudades. Bogotá (2019), Alcaldía Mayor de Bogotá, Sistema integrado de información sobre Movilidad Urbana Regional, Encuesta de Movilidad Bogotá 2019. Buenos Aires (2010), Ministerio de Transporte de Argentina, Programas y Proyectos Sectoriales y Especiales del Ministerio de Transporte, ENMODO 2009. Ciudad de México (ZMVM) (2017), Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática de México, Encuesta Origen Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México (EOD) 2017. Montevideo (2016), Intendencia de Montevideo, Observatorio de Movilidad, Encuesta de movilidad del Área Metropolitana de Montevideo 2016. Santiago (2012), Subsecretaría de Transportes del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones de Chile Programa de Vialidad y Transporte Urbano SECTRA, Encuesta Origen Destino Santiago 2012. Sao Paulo (2017), Companhia do Metropolitanano de São Paulo - Metrô, Brasil, Pesquisa Origem e Destino Região Metropolitana de São Paulo 2017.

Nota: Los modos reportados en las encuestas fueron agrupados para una mejor comparación entre ciudades.

Las preferencias por el uso del transporte público podrían estar relacionadas con su costo, ya que es en Buenos Aires y Ciudad de México donde la relación entre el costo del pasaje del transporte público y el litro de combustible es más baja (ver gráfico 4).

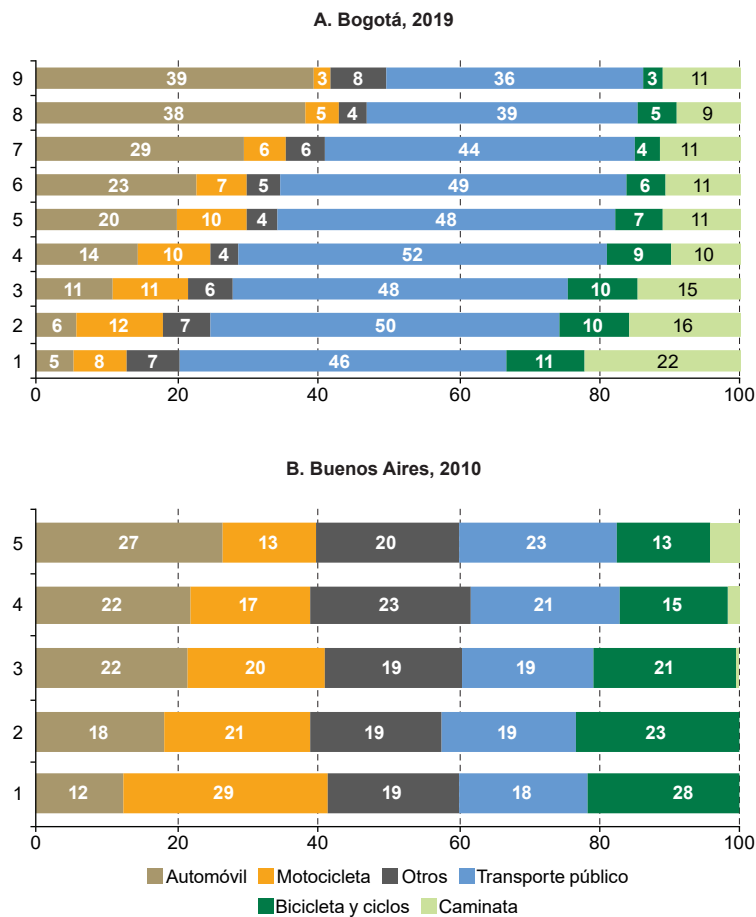
Los modos de viaje varían también según estrato socioeconómico; los estratos más bajos usan más transporte público, mientras que los estratos altos suelen utilizar más el transporte privado (ver gráfico 5). De todos modos, entre las ciudades se observan diferencias relevantes en las particiones modales y en la influencia del estrato socioeconómico. Por ejemplo, se destaca la menor participación de los vehículos particulares en Buenos Aires, en comparación a ciudades como Santiago. El uso del transporte público es muy bajo entre el estrato más alto de la capital chilena (solamente 6% de los viajes) mientras en Bogotá logra representar más de un tercio de los viajes.

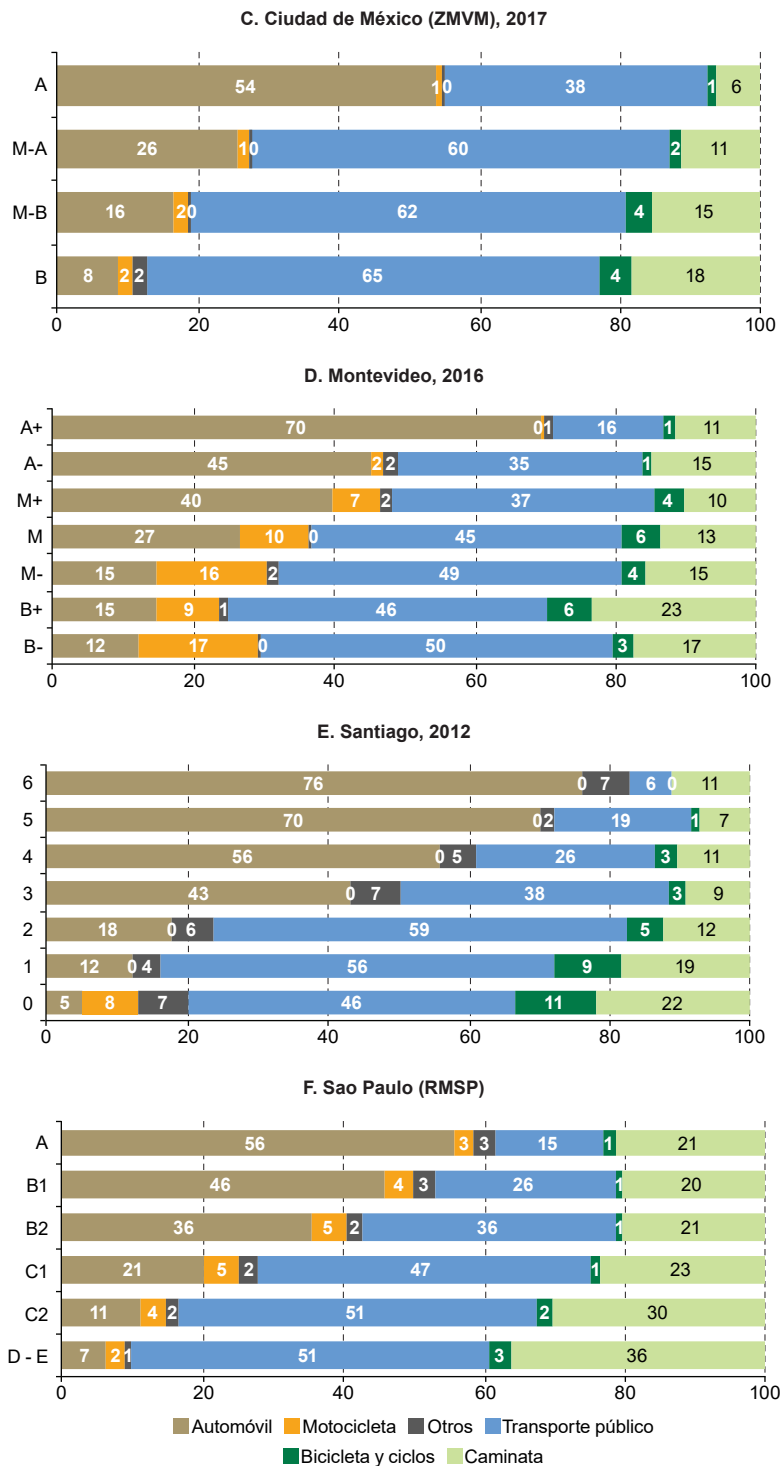
Gráfico 4
Relación entre el costo de un pasaje de transporte público y un litro de combustible, 2021
(En dólares y relación)



Fuente: Elaboración propia a partir de Numbeo [en línea] <https://www.numbeo.com/cost-of-living/>.

Gráfico 5
Viajes por motivos laborales distribuidos por modo según estrato socioeconómico (día hábil)
(En porcentajes)

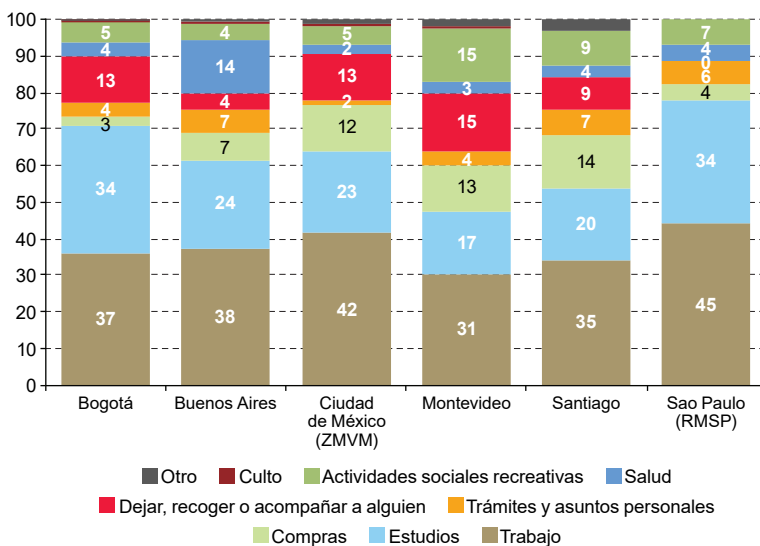




Fuente: Elaboración propia a partir de las encuestas de movilidad de las ciudades. Bogotá (2019), Alcaldía Mayor de Bogotá, Sistema integrado de información sobre Movilidad Urbana Regional, Encuesta de Movilidad Bogotá 2019. Buenos Aires (2010), Ministerio de Transporte de Argentina, Programas y Proyectos Sectoriales y Especiales del Ministerio de Transporte, ENMODO 2009. Ciudad de México (ZMVM) (2017), Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática de México, Encuesta Origen Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México (EOD) 2017. Montevideo (2016), Intendencia de Montevideo, Observatorio de Movilidad, Encuesta de movilidad del Área Metropolitana de Montevideo 2016. Santiago (2012), Subsecretaría de Transportes del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones de Chile Programa de Vialidad y Transporte Urbano SECTRA, Encuesta Origen Destino Santiago 2012. Sao Paulo (2017), Companhia do Metropolitano de São Paulo - Metrô, Brasil, Pesquisa Origem e Destino Região Metropolitana de São Paulo 2017. Nota: Se utilizan los estratos socioeconómicos definidos para cada país.

Los viajes por motivos de trabajo y de estudios predominan dentro de los viajes cotidianos en todas las ciudades. Los viajes por motivo de trabajo representan más del 35% del total, y alcanzan un 45% en la ZMVM, mientras que los viajes por motivo de estudios son particularmente altos en Bogotá y Sao Paulo, en donde representan el 34% del total de viajes. Destaca el caso de Sao Paulo, en donde casi el 80% de los viajes se realiza por razones de trabajo o estudio, y en el otro extremo, el caso de Montevideo, en donde alrededor de un 50% de los viajes se destina a otras actividades cotidianas, como son los viajes para asistir a actividades sociales o recreativas (ver gráfico 6). De lo anterior se concluye que en las ciudades analizadas predominan las motivaciones relacionadas con la productividad presente o futura, con excepción del caso de Montevideo, que dedica un alto porcentaje de sus viajes al consumo o a la recreación.

Gráfico 6
Distribución de viajes según motivo, último año disponible (día hábil)
(En porcentajes)

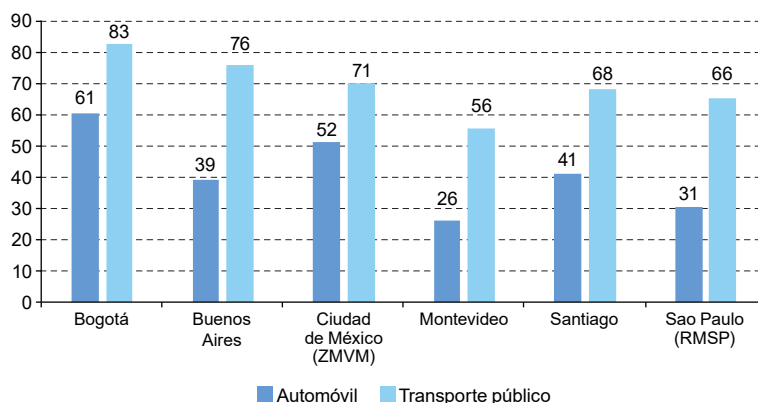


Fuente: Elaboración propia a partir de las encuestas de movilidad de las ciudades. Bogotá (2019), Alcaldía Mayor de Bogotá, Sistema integrado de información sobre Movilidad Urbana Regional, Encuesta de Movilidad Bogotá 2019. Buenos Aires (2010), Ministerio de Transporte de Argentina, Programas y Proyectos Sectoriales y Especiales del Ministerio de Transporte, ENMOD0 2009. Ciudad de México (ZMVM) (2017), Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática de México, Encuesta Origen Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México (EOD) 2017. Montevideo (2016), Intendencia de Montevideo, Observatorio de Movilidad, Encuesta de movilidad del Área Metropolitana de Montevideo 2016. Santiago (2012), Subsecretaría de Transportes del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones de Chile Programa de Vialidad y Transporte Urbano SECTRA, Encuesta Origen Destino Santiago 2012. Sao Paulo (2017), Companhia do Metropolitano de São Paulo - Metrô, Brasil, Pesquisa Origem e Destino Região Metropolitana de São Paulo 2017.

Nota: La categoría Actividades recreativas incluye también actividades sociales, deportivas y de convivencia. Se excluyen los viajes de regreso al hogar.

La consideración del tiempo es un elemento clave que actúa muchas veces como determinante de la elección modal, del destino y de la frecuencia de viaje, entre otras. Los tiempos de viaje por modo, en todas las ciudades, son más largos en transporte público, con más del doble del tiempo utilizado en trasladarse en automóvil en ciudades como Montevideo y Sao Paulo (ver gráfico 7). La ciudad de Bogotá destaca con el tiempo promedio de viaje más largo entre todas las ciudades analizadas, tanto en auto como en transporte público.

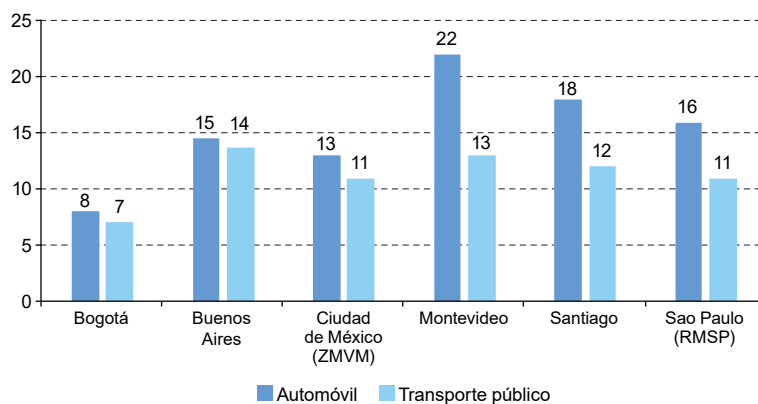
Gráfico 7
Tiempo promedio de viaje por motivos laborales en transporte público y automóvil privado (viaje de ida, día hábil)
(En minutos)



Fuente: Elaboración propia a partir de las encuestas de movilidad de las ciudades. Bogotá (2019), Alcaldía Mayor de Bogotá, Sistema integrado de información sobre Movilidad Urbana Regional, Encuesta de Movilidad Bogotá 2019. Buenos Aires (2010), Ministerio de Transporte de Argentina, Programas y Proyectos Sectoriales y Especiales del Ministerio de Transporte, ENMOD0 2009. Ciudad de México (ZMVM) (2017), Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática de México, Encuesta Origen Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México (EOD) 2017. Montevideo (2016), Intendencia de Montevideo, Observatorio de Movilidad, Encuesta de movilidad del Área Metropolitana de Montevideo 2016. Santiago (2012), Subsecretaría de Transportes del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones de Chile Programa de Vialidad y Transporte Urbano SECTRA, Encuesta Origen Destino Santiago 2012. Sao Paulo (2017), Companhia do Metropolitano de São Paulo - Metrô, Brasil, Pesquisa Origem e Destino Região Metropolitana de São Paulo 2017.

Una de las causas de estas diferencias tiene relación con la velocidad de los dos medios de transporte comparados arriba. En todas las ciudades, los automóviles desarrollan una mayor velocidad promedio, siendo la ciudad de Buenos Aires la que presenta la diferencia más extrema (casi el doble), mientras Bogotá sobresale con las menores velocidades en ambos modos.

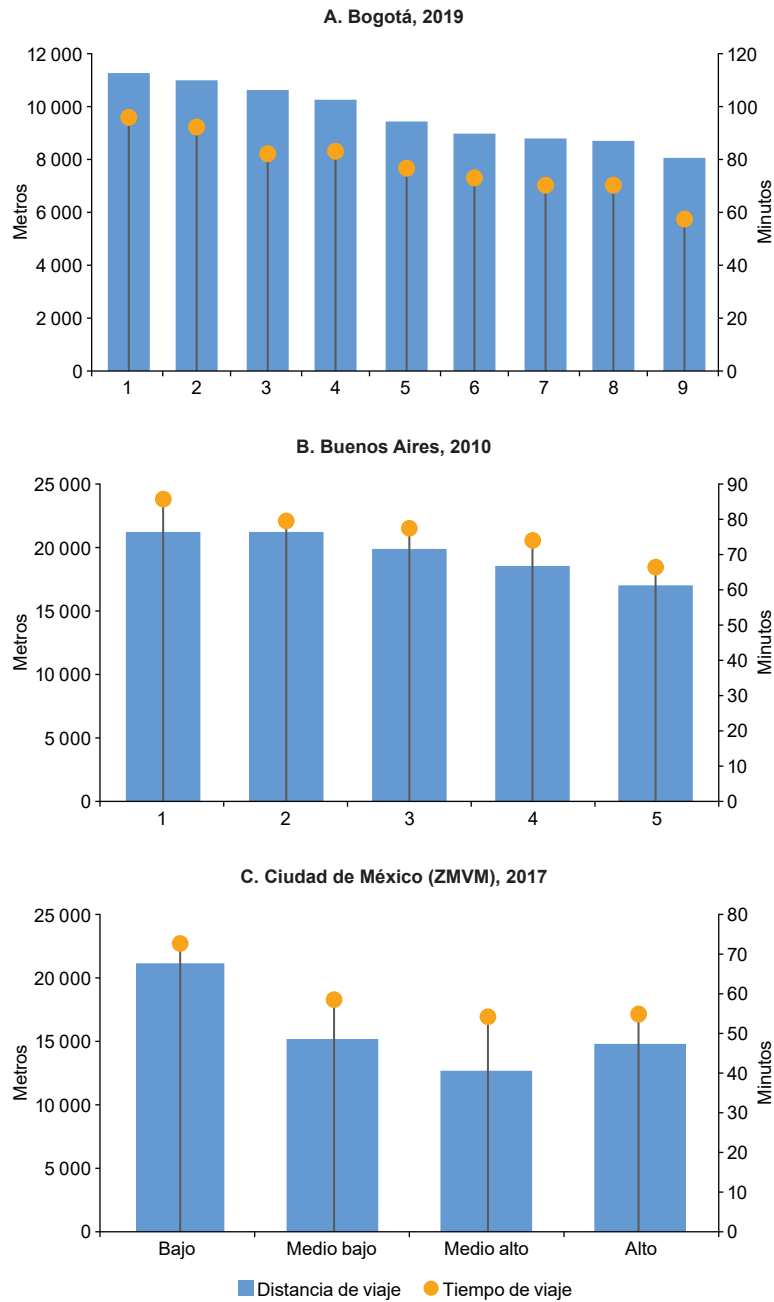
Gráfico 8
Velocidad promedio de viaje en auto y transporte público, último año disponible (día hábil)
(En kilómetros por hora)

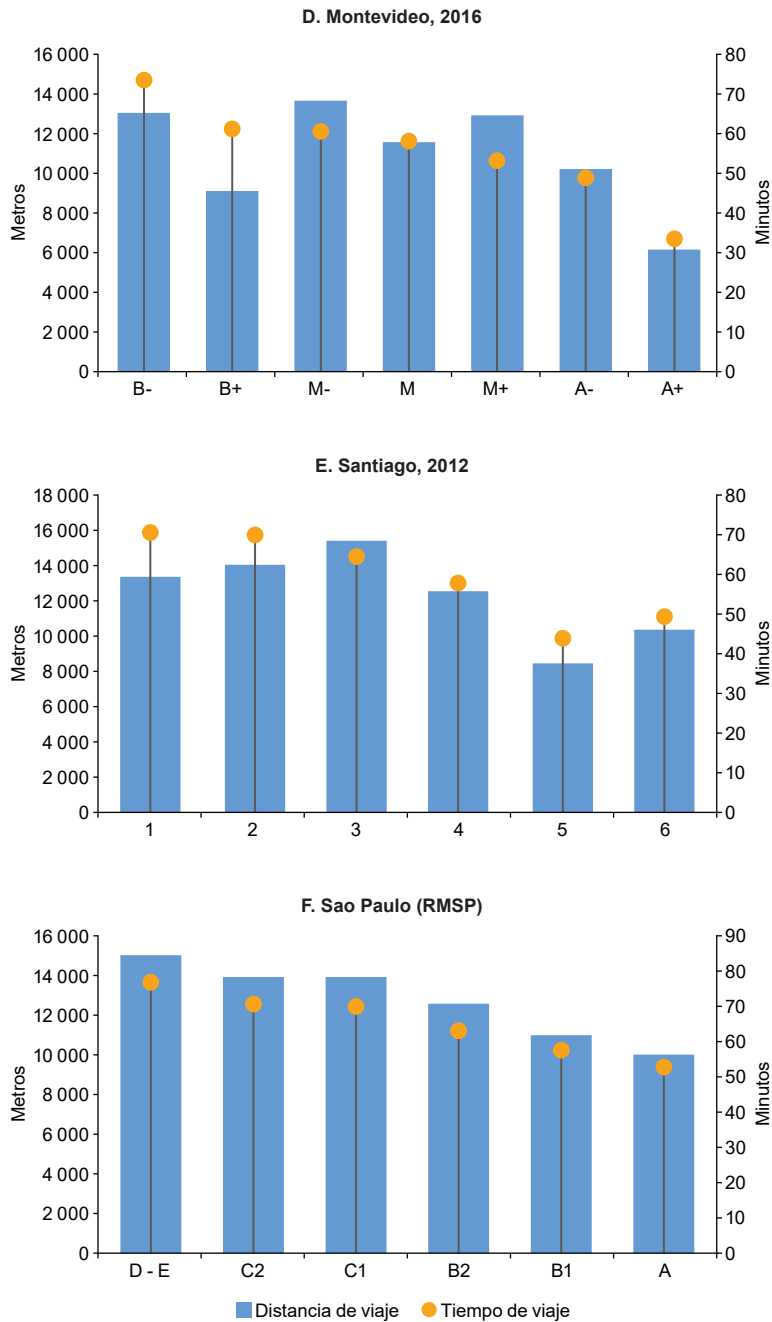


Fuente: Elaboración propia a partir de las encuestas de movilidad de las ciudades. Bogotá (2019), Alcaldía Mayor de Bogotá, Sistema integrado de información sobre Movilidad Urbana Regional, Encuesta de Movilidad Bogotá 2019. Buenos Aires (2010), Ministerio de Transporte de Argentina, Programas y Proyectos Sectoriales y Especiales del Ministerio de Transporte, ENMOD0 2009. Ciudad de México (ZMVM) (2017), Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática de México, Encuesta Origen Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México (EOD) 2017. Montevideo (2016), Intendencia de Montevideo, Observatorio de Movilidad, Encuesta de movilidad del Área Metropolitana de Montevideo 2016. Santiago (2012), Subsecretaría de Transportes del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones de Chile Programa de Vialidad y Transporte Urbano SECTRA, Encuesta Origen Destino Santiago 2012. Sao Paulo (2017), Companhia do Metropolitano de São Paulo - Metrô, Brasil, Pesquisa Origem e Destino Região Metropolitana de São Paulo 2017.

También se aprecia que los estratos socioeconómicos más bajos inviertan más tiempo en desplazarse y deben recorrer trayectos más largos para llegar a sus destinos laborales (ver gráfico 9).

Gráfico 9
Distancias y tiempos de viaje por motivos laborales en transporte público, por estrato socioeconómico
(En metros y minutos)



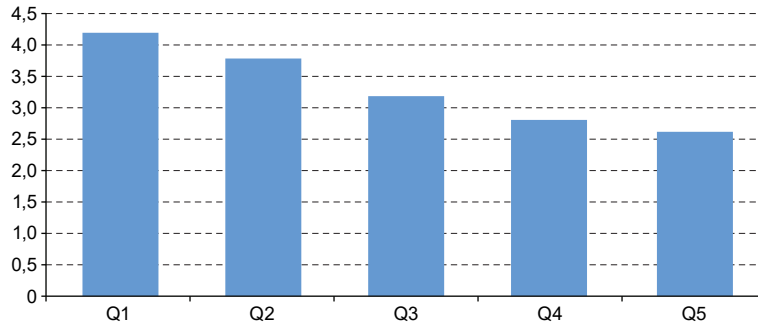


Fuente: Elaboración propia a partir de las encuestas de movilidad de las ciudades. Bogotá (2019), Alcaldía Mayor de Bogotá, Sistema integrado de información sobre Movilidad Urbana Regional, Encuesta de Movilidad Bogotá 2019. Buenos Aires (2010), Ministerio de Transporte de Argentina, Programas y Proyectos Sectoriales y Especiales del Ministerio de Transporte, ENMODO 2009. Ciudad de México (ZMVM) (2017), Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática de México, Encuesta Origen Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México (EOD) 2017. Montevideo (2016), Intendencia de Montevideo, Observatorio de Movilidad, Encuesta de movilidad del Área Metropolitana de Montevideo 2016. Santiago (2012), Subsecretaría de Transportes del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones de Chile Programa de Vialidad y Transporte Urbano SECTRA, Encuesta Origen Destino Santiago 2012. Sao Paulo (2017), Companhia do Metropolitano de São Paulo - Metrô, Brasil, Pesquisa Origem e Destino Região Metropolitana de São Paulo 2017.

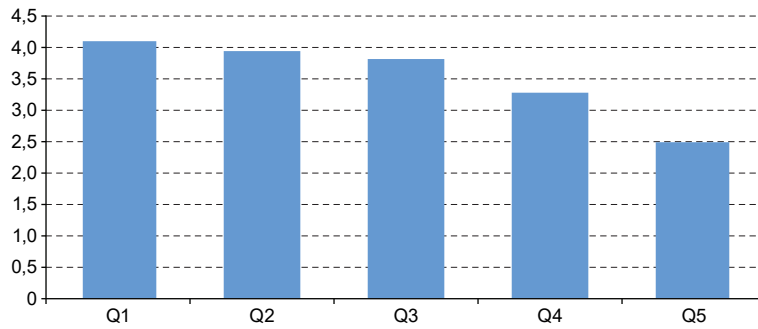
Son también los hogares de menores ingresos, los que se ven más afectados por los altos costos del transporte, impactando de forma importante en sus presupuestos familiares. Como se aprecia en el gráfico 10, en todos los países, con excepción de Uruguay, es el quintil 5 el que destina un porcentaje significativamente menor de su gasto en transporte (gráfico 10).

Gráfico 10
Porcentaje del gasto total de los hogares destinado al gasto en transporte, por quintil de ingreso per cápita del hogar, último año disponible
(En porcentajes)

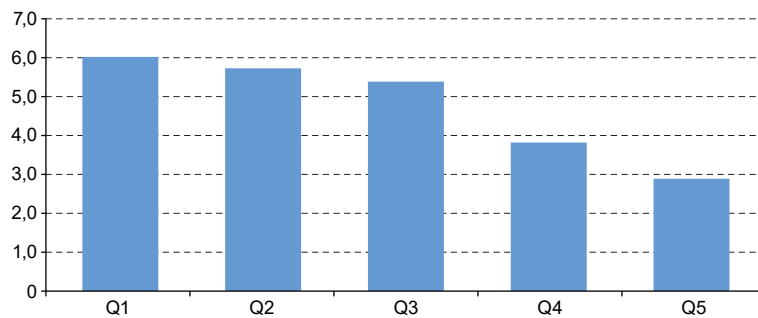
A. Argentina, 2017



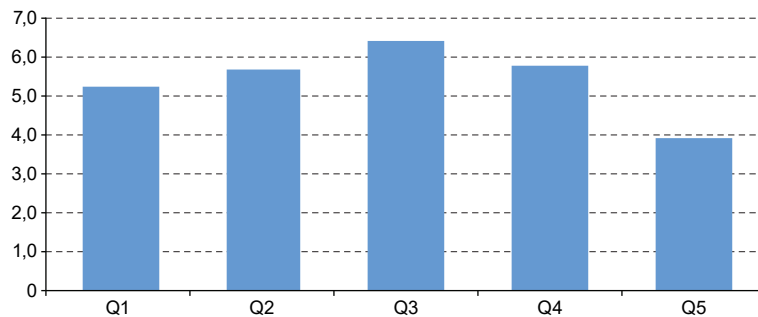
B. Brasil, 2017

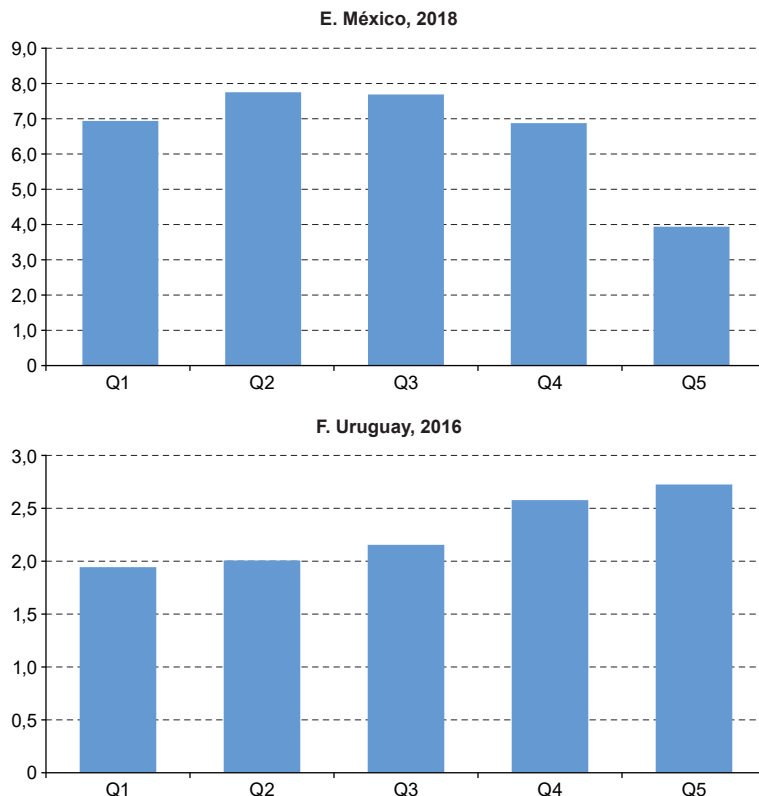


C. Chile, 2016



D. Colombia, 2016





Fuente: Elaboración propia a partir de las encuestas de Ingresos y Gastos (EIGH) de los países.

Además de la regresividad del costo, que afecta de forma más fuerte a los hogares en peor condición, hay evidentemente, una pérdida de productividad general por el tiempo destinado al desplazamiento y que, nuevamente, afecta con más fuerza a los hogares más pobres y a las mujeres que dedican múltiples desplazamientos en actividades de cuidado (gráfico 11).

Recuadro 2 La ciudad de 15 minutos

Una ciudad de “15 minutos” resume una idea de ciudad de proximidades, en la cual los ciudadanos tienen acceso a los servicios y necesidades primordiales (como una farmacia, un mercado o una panadería, inclusive empleo) en una distancia/tiempo de 15 minutos, ya sea que se muevan a pie o en bicicleta, privilegiando la calidad de vida de sus habitantes y la calidad ambiental de la ciudad. La difusión de esta idea se atribuye al investigador Carlos Moreno (U. de Sorbonne) y ha ganado visibilidad internacional a partir del lanzamiento del programa *Ville du Quart d’heure* por la alcaldesa de París Anne Hidalgo en 2020. Cuestiona el modelo dominante de desarrollo urbano a partir de grandes inversiones en infraestructura para automóviles particulares y, en segundo lugar, transporte masivo, que ha generado ciudades expandidas y de largas distancias.

Esta nueva agenda prioriza el desarrollo de políticas orientadas a favorecer la proximidad entre las personas y las actividades que generan los viajes, como educación, empleo, servicios y comercios. Esta propuesta es muy favorable y fortalece las iniciativas de desarrollo sustentable con acciones climáticas de reducción de gases efecto invernadero, partículas contaminantes y uso de fuentes de energía limpias y sostenibles. En relación con el transporte urbano, la meta establecida en la ciudad de París por el plan climático incluye acciones como la eliminación de vehículos a diésel hasta 2024, de vehículos movidos a gasolina hasta 2030, la expansión de la infraestructura para moverse en bicicleta en toda la ciudad, y un plan de logística y transporte de mercancías movidas por vehículos de bajo impacto ambiental. Además, se prevén diversas acciones para reducir los desplazamientos largos por medio de la dispersión de actividades de empleo en el territorio, la mezcla de usos (reduciendo zonas monofuncionales, por ejemplo, únicamente residenciales), y la oferta de equipamientos y actividades en el territorio (hospitales,

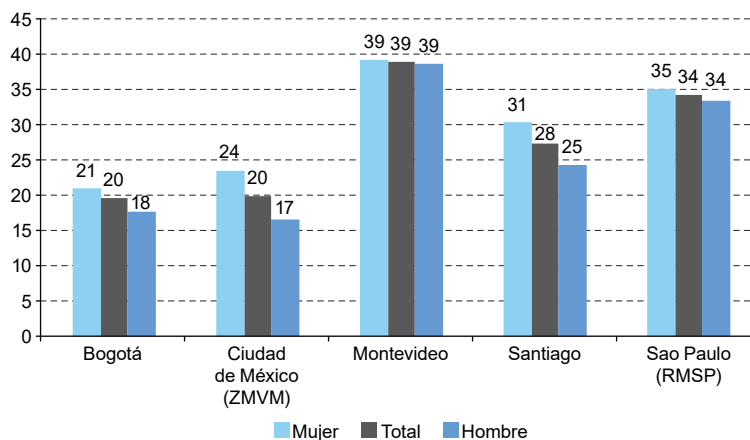
escuelas, parques, restaurantes y comercios). Un aspecto central en esta propuesta es la redistribución del espacio de la ciudad, reduciendo el espacio público destinado a estacionar automóviles y la consecuente democratización de este espacio para usos más necesarios como calzadas, ciclorrutas, plazas y arborización (FGV Ciudades, 2023).

Una ciudad de "15 minutos" exige el establecimiento de planes de acción que, además de incluir acciones de infraestructura y redistribución del espacio a favor de las personas y las necesidades de adaptación climática, incluya: mecanismos de participación a escala barrial para la priorización de pautas, políticas de empleo juvenil y de fortalecimiento de actividades locales, acciones orientadas a reducir la generación de residuos, acuerdos sociales de cuidado y comportamiento con la ciudad, flexibilización de actividades en los espacios, y monitoreo y control.

Aunque la ciudad de 15 minutos sea un anhelo todavía distante de la realidad de la mayoría de los habitantes de las principales ciudades de América Latina y el Caribe, hay diferencias relevantes en la proporción de viajes inferiores a 15 minutos en las principales ciudades de la región (con referencia al gráfico 11). En Montevideo, el porcentual de viajes cortos (39%) es el doble del observado en Bogotá y Ciudad de México (20%). En general, las mujeres suelen hacer más viajes de hasta 15 minutos, que se asocia al tipo de actividades que desarrollan (como cuidados) y al menor acceso a vehículos privados, que incrementa las modalidades activas de menor distancia.

Fuente: Elaboración propia con base en FGV Ciudades, 2023.

Gráfico 11
Ciudad de 15 minutos: proporción de desplazamientos con tiempo inferior a 15 minutos, último año disponible
(En porcentajes)



Fuente: Elaboración propia a partir de las encuestas de movilidad de las ciudades. Bogotá (2019), Alcaldía Mayor de Bogotá, Sistema integrado de información sobre Movilidad Urbana Regional, Encuesta de Movilidad Bogotá 2019. Ciudad de México (ZMVM) (2017), Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática de México, Encuesta Origen Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México (EOD) 2017. Montevideo (2016), Intendencia de Montevideo, Observatorio de Movilidad, Encuesta de movilidad del Área Metropolitana de Montevideo 2016. Santiago (2012), Subsecretaría de Transportes del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones de Chile Programa de Vialidad y Transporte Urbano SECTRA, Encuesta Origen Destino Santiago 2012. Sao Paulo (2017), Companhia do Metropolitanano de São Paulo - Metrô, Brasil, Pesquisa Origen e Destino Região Metropolitana de São Paulo 2017.

Con base en lo desarrollado en esta subsección, las mediciones sobre la movilidad presentadas permiten no solo caracterizar como concluir algunos aspectos cruciales sobre su situación actual, tanto desde el punto de vista social como económico. En las últimas décadas, no solo la movilidad se ha hecho más compleja, su medición también, y esto tiene que ver con la visión de lo que la movilidad representa para la sociedad y con la oferta y condiciones de la información. Al tiempo que las fuentes tradicionales de medición como las encuestas origen-destino y de ingresos y gastos se muestran rezagadas frente a cambios en cortos períodos de tiempo, véase, por ejemplo, el efecto pandemia y postpandemia en las preferencias, necesidades y uso de modos de transporte, otros aspectos y fuentes de información cobran mayor relevancia. Se destacan la noción de proximidad, los determinantes de la movilidad, y los datos con trazabilidad digital y espacial obtenidos a partir de tecnologías.

De las tendencias observadas en la región, quizás las más urgentes y alarmantes sean la creciente motorización individual de los hogares y la baja recuperación postpandemia de usuarios por los sistemas de transporte público. Estas dos tendencias colocan mayor presión, tanto el cumplimiento de metas ambientales como las posibilidades financieras de los gobiernos para ofrecer mejoras en el transporte público, mayoritariamente utilizado por familias de menores recursos. Sorprende el espacio de la caminata como opción para moverse en la ciudad, lo que representa una oportunidad para las políticas públicas. Los datos confirman que, entre otros motivos, el automóvil se prefiere por una cuestión de uso eficiente del tiempo, pues es más rápido y veloz que el transporte público. Así, mientras los hogares con menos ingresos son los principales usuarios del transporte público, su costo pesa de forma mucho más fuerte en el bolsillo de estos usuarios, evidenciando una regresividad importante en términos económicos, pero también de productividad por pérdida de tiempo. La ciudad de “15 minutos” es un paradigma que coloca la proximidad en el centro del debate de movilidad y del cual se encuentran distantes la mayoría de las ciudades observadas, en las cuales los largos trayectos siguen dominando, en especial para las mujeres.

C. Tendencias demográficas de la región

Como mencionado, el 81,2% de la población en América Latina y el Caribe habita en ciudades (UN-DESA, 2022). La expansión de las ciudades fue muy rápida durante buena parte del siglo pasado, debido a la combinación de un crecimiento demográfico natural intenso y a una masiva inmigración desde las zonas rurales. Esta tendencia se ha desacelerado considerablemente desde fines del siglo pasado por el avance de la transición demográfica y la reducción de la emigración del ámbito rural. De cualquier manera, todas las estimaciones y proyecciones muestran que aún persiste la emigración neta rural en la región —aunque ya no en todos los países—. La urbanización ya se ha consolidado como fenómeno, aunque con diferencias importantes entre países; sin embargo, pueden surgir nuevas tendencias a partir de la pandemia del COVID-19.

Un rasgo destacado de la urbanización en América Latina y el Caribe es su concentración en ciudades de más de 1 millón de habitantes, en las cuales residía en 2020 un 37% de la población total y un 46,1% de la población urbana (UN-DESA, 2019). Estas ciudades no solo son centrales en términos demográficos, son clave en los tres pilares del desarrollo y mantienen presencia decisiva en materia productiva, cultural y política.

Pero muchas grandes ciudades han experimentado desde fines del siglo pasado un abrupto descenso de su atractivo migratorio, en particular las megalópolis, de más de 10 millones de habitantes. Han devenido fuentes de emigración neta como resultado de la acumulación de déficit como la falta de acceso a servicios y a vivienda; por deseconomías como la congestión, la contaminación y la inseguridad y problemas de diferente tipo como el desempleo y el costo de la vida. Este fenómeno de despoblamiento abandona zonas con infraestructuras y provoca la expansión hacia zonas que no las tienen. Las ciudades grandes de la región buscan enfrentar estos déficits y algunas buscan revitalizar y promover nuevas funciones de sus áreas centrales. En este contexto el tamaño poblacional, la superficie, la distribución territorial de las personas, los empleos, los servicios y los patrones de movilidad constituyen aspectos clave para las políticas metropolitanas, incluyendo, desde luego, las de movilidad. Todos estos aspectos son estructurales y por ello difíciles de cambiar rápidamente. Pero su consideración resulta fundamental para vivir en ciudades inclusivas, sostenibles e inteligentes.

En este sentido, si bien las metrópolis de la región ya no tienen la presión del crecimiento demográfico acelerado del siglo XX, aún tendrán que lidiar con un crecimiento endógeno positivo, y con el crecimiento centrífugo o periférico, que indudablemente tensiona, desgasta y consume la energía de sus habitantes y de su sistema de transporte y otros servicios públicos.

El crecimiento demográfico periférico está impulsado por necesidades residenciales que no han sido atendidas satisfactoriamente. El contexto territorial de ocupación del suelo es de escasa planificación y construcción de “ciudad”, y ha sido concomitante con un patrón de localización de empleo monocéntrico. Esta combinación de expansión residencial periférica y concentración de empleos en el núcleo central de la ciudad derivó en una explosión de los requerimientos de movilidad cotidiana y un aumento exponencial de los tiempos y costos de transporte.

Recuadro 3 Centro y periferias urbanas

Un rasgo característico de las áreas metropolitanas de la región es el contrapunto centro-periferia, cuya expresión morfológica variaba entre ciudades, pero que de forma estilizada se expresaba en una periferia básicamente pobre, que contrastaba con ciertas zonas más bien centrales y algunas áreas de la periferia, típicamente bien conectadas con el centro, donde se localizaba la clase alta, monopolizadora de todo tipo de recursos e infraestructuras. Hay que reiterar que el denominado “modelo de ciudad latinoamericana” es una abstracción que puede no representar rasgos distintivos de muchas ciudades concretas, sobre todo de Brasil, donde la impronta lusitana y otros factores como las diferencias geográficas se sumaron para configuraciones socio-territoriales diferentes a la urbe híbrida indígena-hispana, caracterizada por la cuadrícula o damero original y una coexistencia tensa entre los dos grupos sociales.

Desde el siglo pasado hay signos de cambios, tanto en la localización de la población, total y según grupos socioeconómicos, como en la localización de los empleos en todas las ciudades de América Latina y el Caribe. El empleo industrial fue masivamente relocalizado tanto fuera de las metrópolis como hacia sus zonas periféricas en formatos de parques o lotes industriales. En las postrimerías del siglo XX, la periferia también recibió flujos novedosos de población, en particular de familias de clase media y alta, que se asentaron bajo modalidades más bien homogéneas y segmentadas respecto del resto, como los condominios cerrados. Esta relocalización periférica de grupos de clase alta y media fue concomitante con el pertinaz flujo de familias de bajos recursos hacia la periferia, con una creciente formalización, al menos en materia habitacional, en virtud de la masiva construcción de viviendas sociales en dichas zonas. Y junto a ello, y en parte por estos cambios sociodemográficos la periferia recibió inversiones y empleos tanto privados como públicos, aumentando su posibilidad de retener trabajadores y reduciendo así la necesidad de traslados largos al trabajo para algunos de ellos.

Fuente: Elaboración propia con base en CEPAL (2014).

Hay nuevas opciones para pensar la movilidad sostenible, hacia la cual puede avanzarse mediante transformaciones metropolitanas promovidas por políticas públicas —como la recuperación del atractivo residencial de zonas centrales y pericentrales, la diversificación social de la periferia, la inversión social y privada en la periferia, el aumento de la densidad en desmedro de la expansión horizontal— tendientes a reducir la distancia entre residencia y trabajo. También se pueden introducir cambios en las modalidades de transporte, promovidas por políticas de incentivo y mejoría para caminar y andar en bicicleta y otros medios de bajo consumo energético; el fortalecimiento y eficiencia del transporte público masivo, el uso compartido del automóvil, y mecanismos de integración de estas alternativas en beneficio social y ambiental.

Entonces, resulta necesario tener una visión actualizada sobre las tendencias migratorias de las grandes ciudades, así como de los perfiles socioeconómicos de estos migrantes, que difieren de los perfiles de los nativos de las ciudades a causa de la bien documentada selectividad de los migrantes, que tienden, por ejemplo, a ser más jóvenes que los no migrantes. Los intercambios migratorios de las ciudades, así como la migración en su interior, también llamada movilidad residencial, son clave para la dinámica demográfica de las ciudades, así como para sus procesos de expansión y reconfiguración socio-territorial. La cuantificación de la migración y de su selectividad permite estimar sus efectos sobre la composición de la población en las unidades administrativas que conforman las ciudades (municipios, comunas, distritos, etc.), así como el impacto que la migración tiene sobre las desigualdades entre estas unidades, todo lo cual pueden tener incidencias directas sobre los requerimientos de transporte público colectivo⁴.

En cuanto a los traslados regulares para trabajar o estudiar, también conocidos por el anglicismo conmutación, la intuición indica que podría tener una magnitud creciente relativamente sostenida. Pero algunas tendencias metropolitanas en curso podrían moderarlos, como la pertinaz expansión horizontal de la ciudad, que tiende a hacer inviables desplazamientos hacia lugares distantes dentro del área metropolitana. A lo anterior se agrega la proliferación de empleos en zonas periféricas, antes básicamente carentes en esta actividad. Y ciertamente la pandemia y la eventual consolidación del teletrabajo y la teleactividad en general, pueden contribuir a reducir estos traslados.

⁴ El análisis de estas incidencias en el transporte público a partir de las tendencias migratorias fue realizado para cada ciudad elegida en el Proyecto CISI fase 1, y puede encontrarse en el documento de Rodríguez Vignoli (2022).

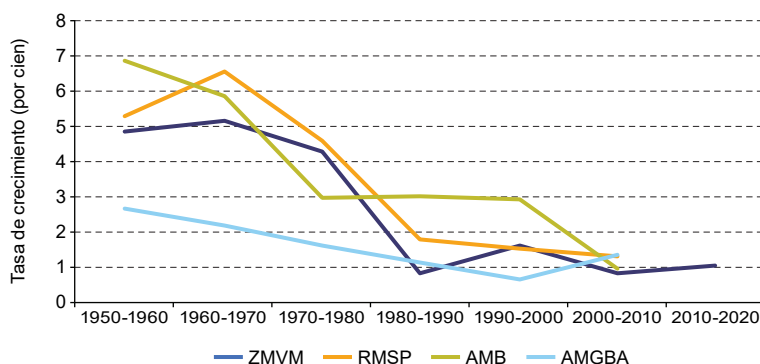
Entonces, si las actividades se relocalizan en la periferia junto a la población, el impacto —en aumento de la movilidad— se atenúa hasta el punto de desaparecer en casos extremos de relocalización idéntica de población y actividades. En otras palabras, si los puestos de trabajo, las escuelas, los comercios o los centros de salud, entre otros, se multiplican en la periferia con la llegada de más población allí, la necesidad de la población en esa periferia —de trasladarse a zonas lejanas para sus actividades regulares— se atenúa, al menos teóricamente.

Las cuatro áreas metropolitanas de América Latina y el Caribe incluidas en el Proyecto CISI, la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), la Región Metropolitana de São Paulo (RMSP), el Área Metropolitana de Bogotá (AMB) y el Área Metropolitana del Gran Buenos Aires (AMGBA), presentan grandes desafíos en materia de movilidad y enormes requerimientos de transporte. Parte de estos requerimientos derivan de sus enormes extensiones, que continúan en expansión gracias a la migración inter e intrametropolitana, significando mayores tiempos de traslado. La migración intrametropolitana o movilidad residencial es masiva y ha tenido, durante las últimas décadas, un claro patrón de origen en zonas céntricas y destino en zonas periféricas y suburbios de diferente tipo, debido a diversos incentivos del sistema socioeconómico imperante. Son relevantes el menor precio del suelo y mayor libertad constructiva, así como a efectos de las políticas públicas, en particular la concentración de complejos de viviendas sociales allí. Otra parte de los requerimientos de transporte se origina en el denominado “desajuste espacial” (*spatial mismatch*) entre lugar de residencia y lugares de concurrencia regular, como lo son el trabajo, la escuela o los centros de servicios. De esta forma, tanto la extensión y la forma de las metrópolis, como la distribución espacial de la población y los lugares de concurrencia regular son claves para los patrones de movilidad cotidiana y los requerimientos de transporte.

A partir del uso de censos disponibles para áreas menores por medio del software Redatam⁵, fue posible llegar a los siguientes hallazgos sobre la dinámica demográfica y migración interna, tanto extra como intra-metropolitana en las cuatro (4) áreas metropolitanas estudiadas:

- i) Un marcado descenso del crecimiento demográfico (gráfico 12), al cual coadyuva una clara reducción de su atractivo migratorio para el resto del país (cuadro 1). Ambas tendencias atenúan la presión demográfica sobre el transporte colectivo. Según las proyecciones disponibles (hasta 2035) este descenso del crecimiento demográfico de las 4 ciudades debiera continuar, implicando una tendencia a la estabilización de la población, pero, en ningún caso, con decrecimiento demográfico (cuadro 2).

Gráfico 12
ZMVM, RMSP, AMB y AMGBA: tasa de crecimiento de la población censal (censos de 1950 a 2020 disponibles)



Fuente: Elaboración propia sobre la base de Rodríguez Vignoli (2022).

⁵ Los censos de población ofrecen una oportunidad única de información territorialmente detallada sobre los aspectos antes mencionados. Su explotación intensiva y sistemática mediante el software libre desarrollado por CELADE Redatam, y, usando un marco analítico común, permite lograr un conjunto de hallazgos y conclusiones relativos a las áreas metropolitanas indagadas, relevantes para enfrentar los desafíos de movilidad y transporte. El Redatam (Recuperación de Datos de Áreas Menores) es un software para procesamiento estadístico especializado en microdatos de censos de población y vivienda, encuestas y estadísticas vitales, disponible en <http://redatam.org>.

Cuadro 1
ZMVM, RMSP, AMB y AMGBA: migrantes extrametropolitanos, saldo migratorio
y tasa de migración neta, censos disponibles

Área metropolitana	Años censales y período de referencia de la migración (pregunta por fecha fija)	Inmigrantes	Emigrantes	Migración neta	Tasa de migración neta (anual y por mil)
ZMVM	2000 (1995-2000)	420 111	479 270	-59 159	-0,73
	2010 (2005-2010)	377 258	526 276	-149 018	-1,64
	2020 (2015-2020)	334 266	503 085	-168 819	-1,67
RMSP	1980 (1975-1980)	1 374 378	676 311	698 067	13,48
	1991 (1986-1991)	822 956	809 150	13 806	0,20
	2000 (1995-2000)	785 327	1 012 722	-227 394	-2,80
	2010 (2005-2010)	591 980	774 542	-182 562	-1,99
AMB	1993 (1988-1993)	561 225	271 837	289 388	12,35
	2005 (2000-2005)	383 556	212 842	170 714	5,13
	2018 (2013-2018)	370 256	334 790	35 466	0,90
AMGBA	2010 (2005-2010)	221 765	256 327	-34 562	-0,57

Fuente: Elaboración propia sobre la base de Rodríguez Vignoli (2022).

Cuadro 2
ZMVM, RMSP, AMB y AMGBA: población censal (censo de 1950 a 2020 disponibles)
y población estimada y proyectada, según diversas fuentes y años

Área metropolitana	Población censal (censos de las décadas respectivas)							
	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010	2020
ZMVM	3 366 443	5 483 115	9 011 722	14 051 244	15 238 549	17 906 421	19 519 434	21 804 515
RMSP	2 334 038	4 005 631	7 705 659	12 183 634	14 868 539	17 075 936	19 459 583	Sin censo aún
AMB	698 496	1 732 995	2 984 992	4 268 060	5 435 388	7 619 169	8 621 795	Sin censo aún
AMGBA	4 747 186	6 807 236	8 461 955	9 969 826	11 260 044	12 045 921	13 578 548	Sin censo aún

Área metropolitana	World Urbanization Prospects (Population Division-DESA) Miles						
	Último año censal	Diferencia con censo (población)	2020	2025	2030	2035	Diferencia con censo (población)
ZMVM	21 782	22 137	21 782	22 752	24 111	25 415	21 782
RMSP	19 660	-200 225	22 043	22 990	23 824	24 490	19 660
AMB	10 574	-1 952 614	10 978	11 796	12 343	12 753	10 574
AMGBA	14 246	-667 323	15 154	15 752	16 456	17 128	14 246

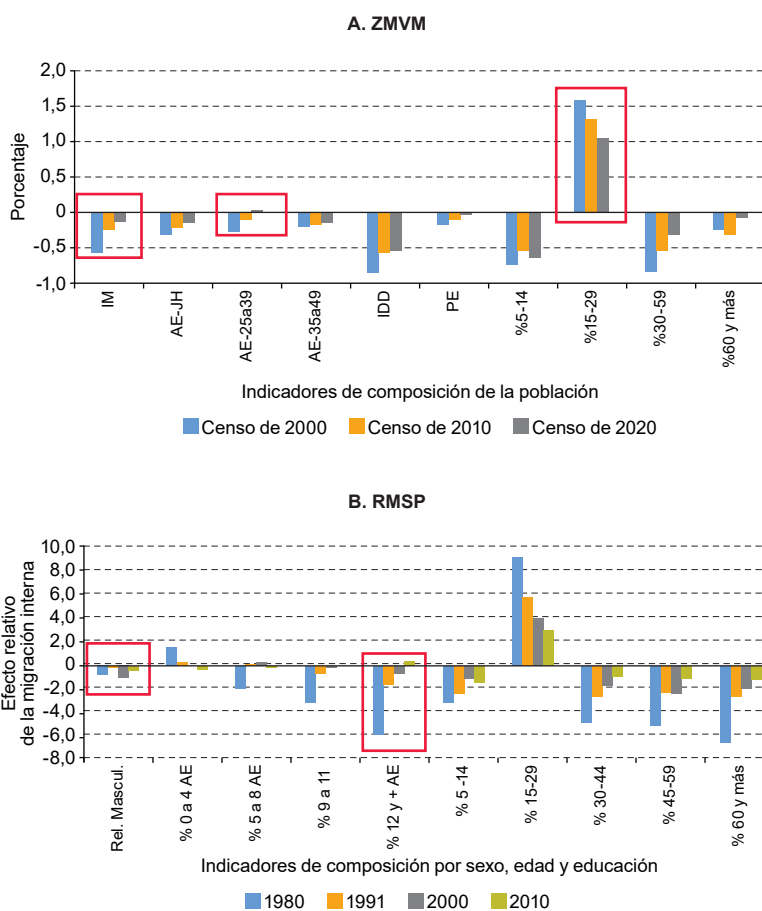
Área metropolitana	Estimaciones/proyecciones nacionales (oficiales/académicas)			
	2020	2025	2030	2035
ZMVM	21 942 666	22 457 474	22 834 171	
RMSP	21 138 247	21 717 586	22 143 440	22 445 228
AMB	9 666 271	10 176 549	10 930 185	11 208 821
AMGBA	15 332 230	16 011 532		

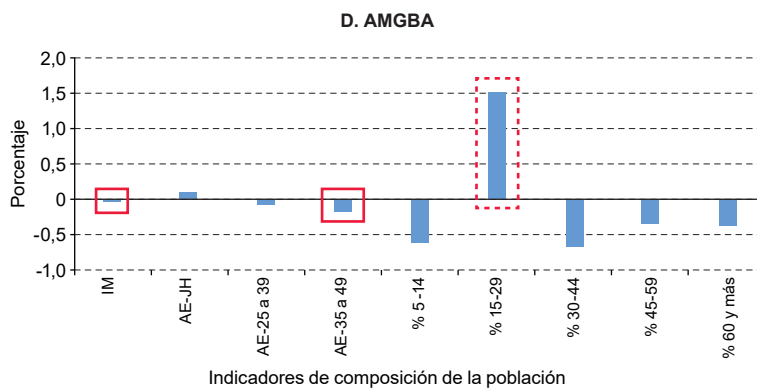
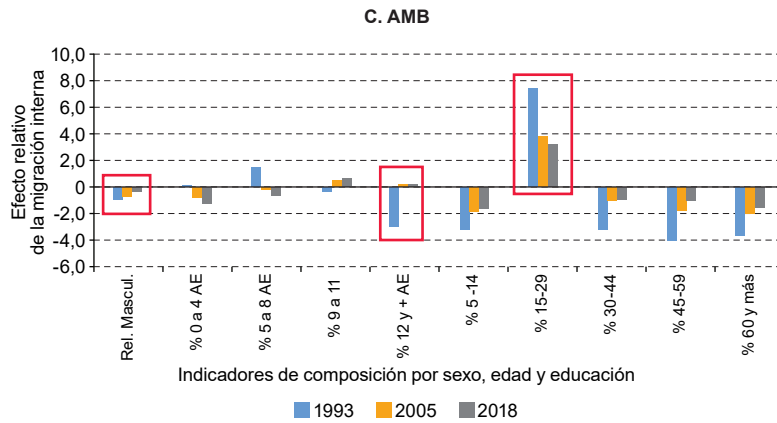
Fuente: Elaboración propia sobre la base de Rodríguez Vignoli (2022).

ii) La existencia de tres efectos sistemáticos del intercambio migratorio neto con el resto del país (migración interna extrametropolitana) (gráfico 13):

- reduce el índice de masculinidad;
- aumenta el porcentaje de jóvenes y baja la relación de dependencia demográfica, algo que es equivalente a fortalecer el bono demográfico; y
- disminuye el nivel educativo, efecto con tendencia a desaparecer.

Gráfico 13
ZMVM, RMSP, AMB y AMGBA: efecto composición de la migración extrametropolitana sobre indicadores de estructura por sexo edad y educación, censos disponibles





Fuente: Elaboración propia sobre la base de Rodríguez Vignoli (2022).
 Nota: IM: relación de masculinidad; AE: años de escolaridad; JH: jefes de hogar.

Estos efectos composicionales tienden a tener efectos opuestos sobre la demanda de transporte público en las ciudades. El primero la reduce, porque como se verá más adelante, las mujeres tienen menos propensión a conmutar usando transporte colectivo. El segundo la aumenta, porque, como se verá más adelante, los jóvenes y los adultos jóvenes son los grupos con mayor propensión a conmutar y no hay indicios de aversión específica al transporte público. El tercero es menos predecible, porque depende de la relación en cada ciudad entre nivel socioeconómico y conmutación. Con todo, como la demanda de interés es el transporte colectivo y sí hay un patrón relativamente general de mayor uso de este por parte de los grupos socioeconómicos desfavorecidos, entonces es altamente probable que este efecto composicional de la migración tienda a elevar la demanda relativa por transporte colectivo.

- iii) Una reducción de la movilidad residencial (o migración intrametropolitana) en la ZMVM y en la RMSP, no así en el AMB (cuadro 3). Esta caída en las dos primeras metrópolis mencionadas no es atribuible a cambios en la composición de la población, pues se verifica para ambos sexos y todos los grupos de edad y nivel educativo (cuadro 4). Esto podría moderar la expansión hacia la periferia metropolitana, debido al histórico carácter centrífugo de esta movilidad residencial. A lo anterior podría sumarse el esfuerzo en algunas ciudades tendiente a recuperar el atractivo residencial de zonas céntricas. Sin embargo, los resultados de tales esfuerzos aún no son evidentes en las cuatro (4) metrópolis examinadas. Con todo, hay algunos indicios de cambio en otras ciudades de la región, por lo cual no puede descartarse que procesos en curso en las cuatro (4) ciudades no hayan sido captados por limitaciones de las fuentes. Por ello, hay necesidad de investigación empírica con datos rigurosos y recientes para arribar a conclusiones más firmes.

Cuadro 3
ZMVM, RMSP, AMB y AMGBA: porcentaje de migrantes intrametropolitanos
por sexo, edad y nivel de escolaridad, censos disponibles

	ZMVM			RMSP				AMB			AMGBA
	2000 (1995- 2000)	2010 (2005- 2010)	2020 (2015- 2020)	1980 (1975- 1980)	1991 (1986- 1991)	2000 (1995- 2000)	2010 (2005- 2010)	1993 (1988- 1993)	2005 (2000- 2005)	2018 (2013- 2018)	2010 (2005- 2010)
Total (5 y +)	9,1	7,7	5,0	6,9	3,6	3,8	2,7	2,3	1,8	3,5	6,1
Hombre	9,0	7,8	5,1	7,0	3,7	3,9	2,8	2,3	1,9	3,6	6,4
Mujer	9,1	7,7	4,9	6,7	3,5	3,7	2,6	2,3	1,8	3,5	5,9
5-14	9,6	8,3	4,9	7,9	4,0	4,2	2,8	2,6	2,1	4,2	5,7
15-29	9,6	8,5	5,8	8,0	4,1	4,2	3,0	2,4	1,8	3,6	7,0
30-44	11,4	9,8	7,0	7,5	4,1	4,6	3,4	2,5	2,2	4,6	9,0
45-59	5,6	5,7	3,7	3,5	2,0	2,5	1,9	1,5	1,4	2,8	4,5
60 y mas	4,1	3,4	2,2	2,9	1,6	1,7	1,3	1,2	1,0	1,9	3,2
0-4 AE	8,7	7,1	4,4	7,7	3,9	3,9	2,2	2,7	1,8	3,5	5,6
5-8 AE	8,0	6,6	3,7	6,0	3,7	4,2	2,6	2,4	2,1	3,1	5,1
9-11 AE	9,1	7,6	4,3	4,7	2,9	3,5	2,7	2,1	1,8	3,6	6,4
12 y +	10,8	9,1	6,2	4,7	2,4	3,2	3,3	1,5	1,6	3,8	7,7

Fuente: Elaboración propia sobre la base de Rodríguez Vignoli (2022).

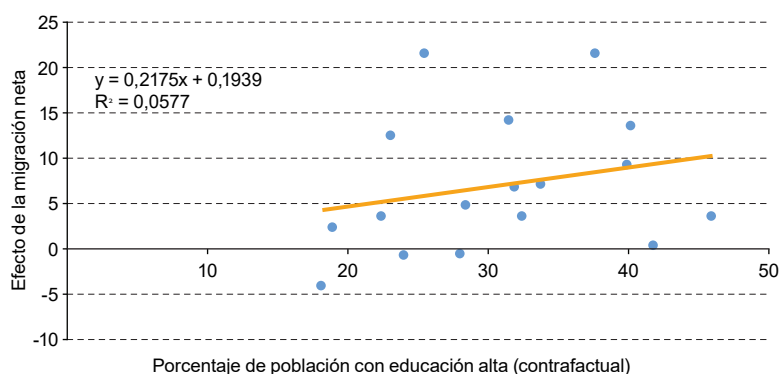
- iv) Procesos de cambio socioeconómico en diversas zonas de las metrópolis, cuyo motor directo es la movilidad residencial. Entre estos procesos destacan la diversificación socioeconómica de la periferia —incluyendo la gentrificación de algunos sectores—, la pérdida de dinamismo de algunas áreas pericentrales y periféricas y el impulso del bono demográfico y del nivel educativo en algunas áreas centrales. En el cuadro 4 se presenta el caso del RMSP, con sus municipios agrupados en diferentes categorías sociometropolitanas. Además del aumento del nivel educativo en las zonas centrales por migración (salvo en censo de 1980) cabe destacar mayor diversidad social en la periferia. En el segundo caso, se trata del aumento de población por la llegada de grupos de elite con alta educación que impulsa cambio en los requerimientos de transporte (de colectivo a privado), lo que genera desafíos por el alto costo económico y ambiental de este cambio. Con todo, puede ocurrir un contra efecto de redireccionamiento de flujos de la periferia tradicional y otras zonas de la metrópolis, que antes iban al centro y ahora van a la periferia elitizada. Por su parte, en el gráfico 14 se presenta el caso de Bogotá, donde algunos municipios conurbados, como Madrid, Cajicá y sobre todo Mosquera, de baja educación inicial por su población nativa, registran aumentos significativos de su nivel educativo asociado a un auge reciente de los traslados residenciales desde Bogotá D.C. con una composición educativa de mayor instrucción que la población local. Ciertamente el efecto en materia de transporte de este cambio es análogo al descrito para la RMSP, en este caso reforzado por la pertinaz y marcada centralidad del empleo en Bogotá D.C.

Cuadro 4
RMSP: efecto de la migración interna sobre la composición de la población por nivel educativo
en cinco grandes zonas, censos de 1980, 1990, 2000 y 2010. Población de 25 años y más

Censo y período de referencia	Zona	0-4		5-8		9-11		12 y +	
		Efecto absoluto	Efecto relativo	Efecto absoluto	Efecto relativo	Efecto absoluto	Efecto relativo	Efecto absoluto	Efecto relativo
1980 (1975-1980)	1. Centro	0,5	0,8	-0,3	-2,1	-0,1	-1,1	-0,1	-0,8
	2. Subcentro	-0,5	-0,6	0,0	0,1	0,3	3,7	0,2	3,2
	3. Periferia elitizada	0,7	0,9	-0,2	-1,6	-0,2	-2,9	-0,4	-5,4
	4. Periferia tradicional cercana	-0,6	-0,7	0,5	5,2	0,1	3,2	-0,1	-4,9
	5. Periferia tradicional lejana	-0,9	-1,1	0,9	12,2	0,0	-0,2	0,0	2,7
1991 (1986-1991)	1. Centro	0,1	0,1	-0,2	-1,2	0,0	-0,2	0,2	1,4
	2. Subcentro	0,1	0,1	-0,1	-0,7	0,1	0,4	0,0	0,2
	3. Periferia elitizada	-0,1	-0,1	-0,2	-0,9	0,0	-0,3	0,3	2,8
	4. Periferia tradicional cercana	-0,2	-0,3	0,3	1,2	0,0	0,4	-0,1	-2,3
	5. Periferia tradicional lejana	-0,5	-0,7	0,4	2,3	0,1	0,9	0,1	1,7
2000 (1995-2000)	1. Centro	0,0	-0,1	-0,3	-1,1	0,0	-0,1	0,3	1,8
	2. Subcentro	0,0	-0,1	0,0	-0,1	0,1	0,6	-0,1	-0,6
	3. Periferia elitizada	-0,9	-2,1	0,0	-0,2	0,2	1,3	0,7	5,6
	4. Periferia tradicional cercana	-0,1	-0,2	0,0	0,0	0,1	0,5	0,0	0,1
	5. Periferia tradicional lejana	-0,4	-0,7	0,1	0,3	0,1	0,8	0,1	3,4
2010 (2005-2010)	1. Centro	0,2	1,0	-0,2	-0,9	-0,3	-1,0	0,3	1,0
	2. Subcentro	0,0	0,1	-0,1	-0,6	-0,2	-0,5	0,3	1,2
	3. Periferia elitizada	-0,4	-1,7	-0,3	-1,1	-0,3	-0,8	0,9	4,6
	4. Periferia tradicional cercana	-0,1	-0,5	0,0	0,1	0,1	0,4	0,0	-0,2
	5. Periferia tradicional lejana	-0,4	-1,2	0,1	0,5	0,1	0,2	0,2	1,8

Fuente: Elaboración propia sobre la base de Rodríguez Vignoli (2022).

Gráfico 14
Área Metropolitana de Bogotá: efecto de la migración intrametropolitana sobre el porcentaje de población con alta educación



Fuente: Elaboración propia sobre la base de Rodríguez Vignoli (2022).

En materia de traslados, sobresalen los siguientes hallazgos en las cuatro (4) metrópolis estudiadas:

- i) Un pertinaz aumento del intercambio de trabajadores con el resto del país (cuadro 5), aunque en la ZMVM esta tendencia solo se verifica en cuantías absolutas y no en las relativas, situación que eleva la presión sobre el sistema de transporte colectivo y la infraestructura que conecta cada metrópolis con el resto del país, en particular sus alrededores y entorno cercano.

Cuadro 5
ZMVM, RMSP y ÁMB: conmutantes laborales extrametropolitanos, saldo y tasa de conmutación neta, censos disponibles

Área metropolitana	Años censales y período de referencia de la migración (pregunta por fecha fija)	Conmutantes laborales "hacia" AM	Conmutantes laborales "desde" AM	Saldo de conmutación laboral	Conmutación laboral bruta	Tasa conmutacion "hacia" AM	Tasa conmutacion "desde" AM	Tasa conmutacion neta
ZMVM	2000 (1995-2000)	52 548	92 378	-39 830	144 926	0,81	1,43	-0,62
	2010 (2005-2010)	97 246	114 563	-17 317	211 809	1,28	1,50	-0,23
	2020 (2015-2020)	117 440	111 239	6 201	228 679	1,27	1,20	0,07
RMSP	1980 (1975-1980)	79 115	27 044	52 071	106 159	1,49	0,51	0,98
	1991 (1986-1991)							
	2000 (1995-2000)	158 693	41 944	116 749	200 637	2,20	0,58	1,62
	2010 (2005-2010)	215 630	79 856	135 774	295 487	2,28	0,85	1,44
ÁMB	2005 (2000-2005)	24 525	45 521	-20 997	70 046	0,76	1,41	-0,65

Fuente: Elaboración propia sobre la base de Rodríguez Vignoli (2022).

- ii) Un perfil masculino, juvenil y de educación más bien alta de los viajeros intrametropolitanos, que se vincula con desigualdades de género en materia laboral, de ingresos y de exposición a riesgos en el transporte colectivo.
- iii) Un sorpresivo descenso de la intensidad de traslados laborales en la ZMVM (cuadro 6), algo que se asocia con un aumento del trabajo en el mismo municipio de residencia, cuyas causas ameritan una mayor investigación. El incremento del trabajo en casa, por ejemplo, se entiende básicamente por informalidad, pues la explosión del teletrabajo a raíz de la pandemia no influyó significativamente en este resultado (porque fue posterior al censo de 2020). También se consideraría la atenuación del desajuste espacial entre lugar de residencia y lugar de trabajo por la mayor cantidad de puestos de trabajo en la periferia, y los costos económicos y de tiempo que implica el desplazamiento en ciudades gigantescas como la ZMVM.

Cuadro 6
ZMVM, RMSP y AMB: conmutantes laborales intrametropolitanos, cantidad y porcentaje
por sexo, edad y nivel educativo

Intercambio	ZMVM					
	2000		2010		2020	
	Conmutantes	Porcentaje de conmutantes	Conmutantes	Porcentaje de conmutantes	Conmutantes	Porcentaje de conmutantes
Toda la población	2 718 685	42,6	2 864 752	38,1	3 312 689	36,2
Hombre	1 773 453	44,6	1 788 762	39,4	1 977 852	37,0
Mujer	945 232	39,3	1 075 990	36,2	1 334 837	35,1
15-29	963 642	40,2	787 853	37,3	791 953	36,1
30-44	1 151 057	46,8	1 208 344	40,6	1 320 090	38,8
45-59	494 555	43,1	710 122	38,3	950 631	36,1
60 y más	97 791	31,0	152 486	28,4	247 814	27,7
0-4 AE	169 175	26,0	116 057	21,5	81 823	20,8
5-8 AE	488 210	32,3	348 043	26,2	260 240	23,0
9-11 AE	775 804	40,9	776 850	33,8	768 119	29,0
12 y + AE	1 232 744	56,3	1 587 766	48,7	2 192 636	44,4

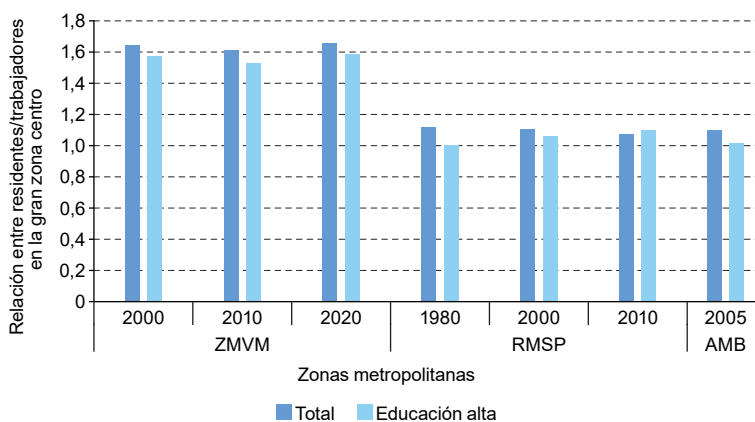
Intercambio	RMSP					
	1980		2000		2010	
	Conmutantes	Porcentaje de conmutantes	Conmutantes	Porcentaje de conmutantes	Conmutantes	Porcentaje de conmutantes
Toda la población	731 051	13,9	967 217	13,6	1 510 979	16,3
Hombre	556 978	15,7	638 826	15,2	911 523	18,0
Mujer	174 073	10,1	328 391	11,2	599 456	14,2
15-29	373 875	14,1	370 461	13,7	525 514	17,4
30-44	261 025	15,7	418 860	14,8	625 900	17,7
45-59	80 130	11,0	158 092	12,1	312 320	14,6
60 y más	8 387	6,1	18 419	7,3	44 565	8,3
0-4 AE	410 421	14,7	217 156	13,0	154 798	12,1
5-8 AE	172 789	14,0	258 205	13,7	316 791	14,7
9-11 AE	84 908	12,1	313 910	14,4	577 189	17,5
12 y + AE	55 882	11,6	173 604	12,8	461 907	18,0

Intercambio	AMB	
	2000-2005	
	Conmutantes	Porcentaje de conmutantes
Toda la población	180 523	5,7
Hombre	108 042	6,1
Mujer	72 481	5,1
15-29	60 973	5,7
30-44	80 960	6,1
45-59	35 622	5,2
60 y más	2 949	2,6
0-4 AE	12 197	4,6
5-8 AE	48 822	5,9
9-11 AE	63 136	5,9
12 y + AE	56 219	5,5

Fuente: Elaboración propia sobre la base de Rodríguez Vignoli (2022).

- iv) Un saldo masivo de trabajadores en las zonas centrales, algo que se asocia al persistente monocentrismo (gráfico 15), pese al aumento de los puestos de trabajo en la periferia, lo que ha permitido un incremento de los índices de retención de trabajadores en municipio periféricos.

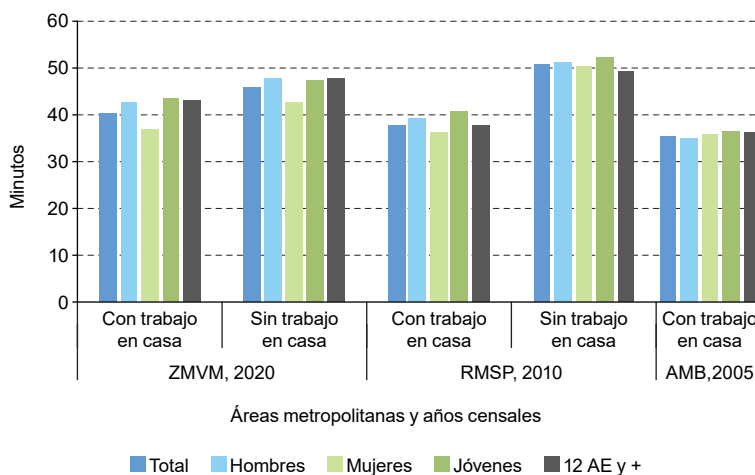
Gráfico 15
ZMVM, RMSP y AMB: relación entre el porcentaje de ocupados que trabaja en la gran zona centro y el porcentaje de ocupados que reside en la gran zona centro, total y ocupados con educación alta



Fuente: Elaboración propia sobre la base de Rodríguez Vignoli (2022).

- v) Extensos tiempos de traslado, que en promedio superan los 50 minutos de viaje al trabajo (solo ida) en la ZMVM y la RMSP y algo menos en el AMB (gráfico 16). Estos tiempos tienden a ser más breves para mujeres (incluso excluyendo el trabajo en casa, que es más frecuente entre las mujeres y que naturalmente deflacta los promedios de tiempo de viaje cuando se considera en los cálculos), trabajadores de edad y, en algunas metrópolis como la RMSP, entre los ocupados con alto nivel socioeconómico.

Gráfico 16
ZMVM, RMSP y AMB: tiempo de viaje al trabajo en minutos de los ocupados, según si trabajan o no en casa. Total, hombres, mujeres, jóvenes (15 a 29 años) y alta educación (12 y más años de escolaridad) según censos más recientes con datos disponibles
 (En minutos)



Fuente: Elaboración propia sobre la base de Rodríguez Vignoli (2022).

- vi) Con base en los datos exclusivos de la ZMVM para el año 2020, se advierte una importante fracción de viajes hacia el trabajo que se realizan caminando, un uso masivo del transporte público en un marco de variedad de opciones y subsidios significativos, y una todavía escasa penetración de la bicicleta. Esto sugiere el desafío de mantener y reforzar el atractivo del transporte colectivo, tanto por la vía de los precios como a través de otras vías que pueden resultar particularmente relevantes para ciertos grupos de la población como son la seguridad, la higienización, la predictibilidad, la comodidad y la rapidez, la limpieza y el no contaminar.
- vii) Significativos efectos de composición derivados de los traslados, que en general mezclan el nivel socioeconómico de los municipios atractivos y con alta concentración de puestos de trabajo, y que son en su mayoría centrales. Esto significa que se genera una confluencia de grupos socioeconómicos que abre espacios de interacción entre ellos, aunque probablemente bajo condiciones de relaciones asimétricas y, en muchos casos, hasta de subordinación.

Con base en lo presentado en esta subsección, los resultados y hallazgos antes sistematizados, provenientes de los estudios sociodemográficos llevados a cabo durante el proyecto CISI 1, ofrecen numerosos insumos útiles para el diseño e implementación de políticas públicas, dirigidas a lograr ciudades y sistemas de transporte que sean inclusivos, inteligentes y sostenibles. Es claro que la migración extrametropolitana y la migración intrametropolitana (movilidad residencial) son decisivas en la velocidad y modalidades de expansión territorial y de cambio socioespacial de las ciudades. Estos factores influyen en los requerimientos de transporte público, pero lo hacen de manera directa y al mismo tiempo compleja y específica para cada ciudad. Asimismo, resulta evidente que la conmutación en las metrópolis, tanto para trabajar como para estudiar, interactúa con el atractivo residencial de las distintas zonas de las ciudades, y también modifica la cantidad y las características de la población de las distintas zonas de las ciudades durante la jornada laboral.

D. La dimensión del mercado de buses en la región

La mayor parte de la población de las grandes ciudades de América Latina y el Caribe viaja utilizando sistemas de transporte público (Vasconcelos, 2019, p.13, citando a CAF, 2016), siendo los autobuses urbanos los que representan la mayor parte de estos viajes (BID, 2018). La rápida urbanización y crecimiento de las ciudades de la región ha impulsado la demanda por movilidad, que es atendida por distintos modelos de planificación, formalización y regulación del transporte colectivo, con amplia variación en los tipos de vehículos que componen las flotas nacionales: buses convencionales, microbuses y vehículos masivos para sistemas de bus rápido (Bus rapid transit —BRT—).

Pese la diversidad de modelos de organización del transporte colectivo, en las últimas décadas la tendencia de crecimiento de las flotas de buses es generalizada en la región. A partir de los registros administrativos, disponibles a nivel país, tanto el número de buses como de microbuses ha crecido continuamente en la mayor parte de los países. Los cuadros 7 y 8 presentan la evolución reciente de la tasa de buses y microbuses por 100 mil habitantes en algunos países seleccionados.

Cuadro 7
Número de buses por cada 100 mil habitantes por país por año en América Latina y el Caribe

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Bolivia (Estado Plurinacional de)	73,8	77,0	80,7	85,7	90,8	98,5	99,0	103,7	108,4	106,9	-
Brasil	246,5	258,6	272,5	283,3	288,9	291,8	294,7	299,4	306,7	310,7	314,5
Chile	281,5	281,6	296,3	295,7	295,1	296,1	298,5	304,3	308,8	-	-
El Salvador	-	-	-	-	123,4	120,1	120,8	119,4	118,7	116,7	115,1
Guatemala	86,4	80,4	-	93,1	96,6	86,5	84,7	79,3	76,5	71,5	78,9
Nicaragua	117,0	121,3	122,2	137,5	113,7	114,4	113,5	129,5	131,7	-	-
Panamá	218,6	234,2	204,4	207,9	226,2	232,1	229,9	233,7	232,8	-	-
Paraguay	112,7	115,3	119,2	125,4	132,9	135,0	137,3	138,0	137,2	135,5	-

Fuente: Elaboración propia a partir de registros administrativos de los países, en Biderman et al., (2023).

Cuadro 8
Número de microbuses por cada 100 mil habitantes por país por año en América Latina y el Caribe

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Bolivia (Estado Plurinacional de)	184,3	182,8	181,1	180,0	177,8	177,6	175,7	173,6	173,4	168,2	-
Brasil	150,3	160,0	169,7	178,4	183,5	185,9	187,8	190,4	195,2	197,6	199,2
Chile	308,2	321,9	336,4	353,8	360,5	370,5	368,0	386,9	414,1	-	-
El Salvador	-	-	-	-	322,7	326,2	328,7	334,7	340,8	340,1	345,6
Guatemala	228,6	214,2	-	241,4	260,5	233,6	244,1	226,0	219,2	221,5	247,5
Nicaragua	152,6	161,9	166,8	187,6	173,3	175,8	173,3	202,3	203,4	-	-
Panamá	352,7	401,7	433,0	480,5	527,9	531,4	566,0	576,6	595,7	-	-
Paraguay	-	137,7	137,6	137,3	140,5	141,2	140,9	139,8	139,2	138,0	137,8

Fuente: Elaboración propia a partir de registros administrativos de los países, en Biderman et al., (2023).

Así mismo, algunos países presentan marcada diferencia entre el ritmo de crecimiento de la flota de buses convencionales comparado al de la flota de microbuses, como consecuencia de sus modelos de regulación, de formalización y de inversión en el transporte público. El mercado más formalizado en Brasil, por ejemplo, ha orientado la demanda por movilidad hacia el mercado de buses convencionales, reduciendo la participación de microbuses en comparación a países como El Salvador. Sin embargo, el cuadro 9 evidencia que, considerando todos los tipos de buses, se observa una tendencia general de crecimiento de las flotas superior al incremento poblacional.

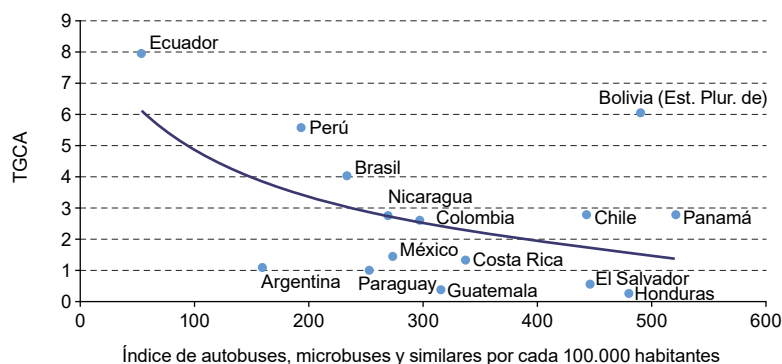
Cuadro 9
Tasas de crecimiento geométrico del stock de buses y afines en América Latina y el Caribe

Países	Tasa geométrica de crecimiento anual (TGCA)				
	Período	Población (En porcentajes)	Buses (En porcentajes)	Microbuses (En porcentajes)	Buses + microbuses (En porcentajes)
Argentina	2006-2020	1,0	-	-	2,1
Bolivia (Estado Plurinacional de)	2003-2020	1,6	5,4	8,0	7,7
Brasil	2001-2021	1,0	4,6	5,7	5,0
Chile	2001-2019	1,1	3,2	4,5	3,9
Colombia	2001-2019	1,3	3,1	4,6	3,9
Costa Rica	2011-2019	1,1	-	-	2,4
Ecuador	2008-2020	1,6	-	-	9,7
El Salvador	2015-2020	0,5	-0,6	1,7	1,0
Guatemala	2011-2021	2,0	1,1	2,9	2,4
Honduras	2011-2020	1,8	-	-	2,0
México	2001-2020	1,3	-	-	2,8
Nicaragua	2011-2020	1,3	2,8	5,0	4,1
Panamá	2002-2019	1,8	2,2	5,9	4,6
Paraguay	2012-2019	1,3	3,9	1,4	2,3
Perú	2011-2018	1,3	-	-	6,9
Media ponderada		1,2	2,3	3,1	4,2

Fuente: Elaboración propia a partir de registros administrativos de los países, en Biderman et al., (2023).

Considerando el stock de buses en su totalidad (convencionales, microbuses y similares), los países de la región muestran un comportamiento convergente; se observa un crecimiento anual promedio superior en aquellos países que proporcionalmente poseen flotas menores (gráfico 17).

Gráfico 17
Convergencia en el índice de autobuses, microbuses y similares por cada 100.000 habitantes



Fuente: Elaboración propia a partir de registros administrativos de los países, en Biderman et al., (2023).

Para dimensionar la escala del mercado regional potencial de buses de la región, Biderman et al., (2023) ha desarrollado un modelo de estimación de las flotas de autobuses, microbuses y similares con horizonte en el año 2030. Este modelo considera como variables independientes la población, la tasa de motorización (automóviles privados) y los años promedios de escolaridad (como proxy de ingreso). Se ha decidido considerar los buses de todo tipo, de manera agregada, para contar con más países en el modelo de estimación, dado que varios países presentan registros únicamente agregados de su flota de buses y no diferencian servicios urbanos de los interurbanos.

Dando continuidad al rápido crecimiento de flota observado en las últimas décadas, la estimación realizada mostró una tendencia futura de incremento considerable de la flota de buses, microbuses y similares hasta 2030, cuyos resultados son presentados en el cuadro 10. En la región en su conjunto, la tasa de crecimiento promedio se acercaría a 6% al año, configurando un mercado dinámico donde se agregarían más de dos millones de nuevos buses, con esperado incremento de la participación de los vehículos eléctricos.

Cuadro 10
Stock de buses (estándar, micro y similares) por país de América Latina y el Caribe (2020, 2025 y 2030)
(En miles y porcentajes)

País	Buses 2020	Buses 2025	Buses 2030	TGCA 2020-2025	TGCA 2025-2030	TGCA 2020-2030
Argentina	83 984	123 242	164 211	7,97	5,91	6,94
Bolivia (Estado Plurinacional de)	154 649	143 735	126 963	-1,45	-2,45	-1,95
Brasil	1 074 965	1 419 202	2 004 342	5,71	7,15	6,43
Chile	126 013	194 626	304 428	9,08	9,36	9,22
Colombia	166 988	249 726	406 571	8,38	10,24	9,31
Costa Rica	19 365	27 670	45 456	7,40	10,44	8,91
Cuba	112 652	179 014	249 710	9,71	6,88	8,29
República Dominicana	25 219	31 556	41 184	4,58	5,47	5,03
Ecuador	23 797	32 976	48 711	6,74	8,12	7,43
El Salvador	29 634	35 330	42 280	3,58	3,66	3,62
Guatemala	52 034	62 368	78 791	3,69	4,79	4,24
Haití	18 457	26 283	38 442	7,33	7,90	7,61
Honduras	48 532	53 633	70 864	2,02	5,73	3,86
Jamaica	13 878	19 265	30 845	6,78	9,87	8,31
México	460 734	507 400	639 863	1,95	4,75	3,34
Nicaragua	22 876	27 606	38 038	3,83	6,62	5,22

País	Buses 2020	Buses 2025	Buses 2030	TGCA 2020-2025	TGCA 2025-2030	TGCA 2020-2030
Panamá	36 631	40 185	45 482	1,87	2,51	2,19
Paraguay	19 502	26 428	38 600	6,27	7,87	7,07
Perú	103 936	153 191	218 933	8,07	7,40	7,73
Surinam	2 279	2 906	3 927	4,98	6,21	5,59
Trinidad y Tabago	13 407	18 937	25 138	7,15	5,83	6,49
Uruguay	34 801	63 690	62 074	12,85	-0,51	5,96
Venezuela (República Bolivariana de)	76 839	105 254	165 190	6,50	9,43	7,95
Total	2 721 171	3 544 220	4 890 042	5,43	6,65	6,04

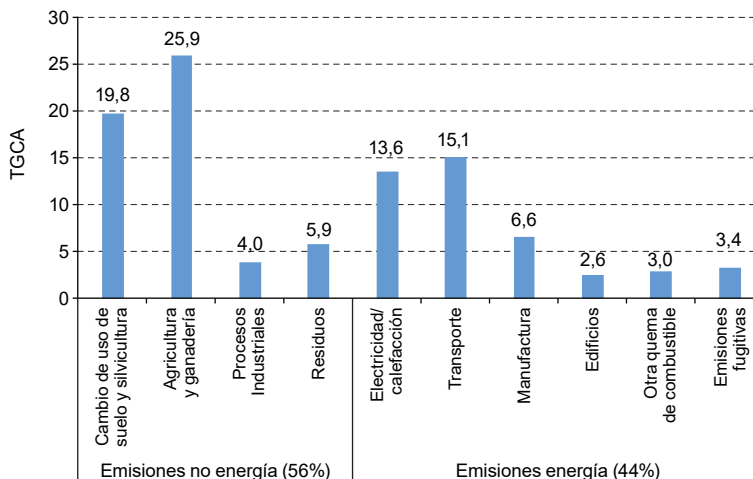
Fuente: Elaboración propia, simulación a partir de datos IPUMS de Institutos del Censo y registros administrativos de los países, en Biderman et al., (2023).

Los resultados indican que la dinámica demográfica de la región y los incrementos de ingreso continuarán impulsando la demanda por movilidad. Simulaciones de escenarios con cambios relevantes en las variables independientes (+/-25%) no cambian substancialmente los valores esperados de crecimiento de flota agregada, debido a efectos como la sustitución de microbuses por buses convencionales y modernización de flotas, que sostienen un mercado dinámico, sobre el cual es posible hacer previsiones de demanda. Para la región se estima así una demanda agregada por más de dos millones de buses en un escenario tendencial 2020-2030.

E. Los impactos ambientales del actual modelo de movilidad y las metas de electrificación

El sector de transporte lidera la participación en emisiones de GEI relacionadas con la matriz energética en América Latina y el Caribe. Durante el período 1990-2018, el crecimiento promedio de las emisiones sectoriales ha sido superior al incremento promedio del PIB en la región (2,7% y 2,3% anuales, respectivamente), indicando una tendencia a la carbonización de la actividad económica en parte por efecto del actual modelo de movilidad en el desarrollo económico. La descarbonización del sector transporte es un elemento clave en los compromisos de acción climática. Promover esa transición por medio del enfoque de GIS contribuiría, además, a cerrar simultáneamente las brechas económicas y sociales de la región.

Gráfico 18
América Latina y el Caribe: participación en la emisión de gases de efecto invernadero, por sector, 2018
(En porcentajes)



Fuente: Samaniego et al. (2022).

La actualización de las CDN de 17 países de la región muestra mayor ambición, previendo una reducción incondicional de las emisiones regionales estimadas en un 22% con respecto al escenario inercial, contra reducción de 13% en las CDN anteriores. En una región tan urbanizada como América Latina y el Caribe, el alcance de tales metas necesariamente implica acciones enfocadas en las ciudades, donde las emisiones del transporte presentan una participación aún más significativa. Descarbonizar los vehículos utilizados en la movilidad pública es una medida clave para el sector, que une los objetivos sociales y medioambientales. El cuadro 11 muestra como las CDN revisadas incluyen acciones sectoriales que implican un cambio estructural en el sector de transporte, y describe algunas acciones que las principales ciudades de la región esperan implementar para alcanzar sus objetivos climáticos.

Cuadro 11
Contribuciones determinadas a nivel nacional de países de América Latina y el Caribe

	Contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN)	Metas de las CDN para el sector transporte	Compromisos ciudad
 Colombia	Una reducción del 51% respecto al escenario inercial (<i>Business as Usual</i> (BAU)) (Gobierno de Colombia, 2020).	La CDN no incluye metas sectoriales para el transporte (Gobierno de Colombia, 2020).	Bogotá: desde 2022, las nuevas adquisiciones de flota de TP público no podrán ser de combustibles fósiles. Desde 2040, todos los vehículos en la ciudad deberán ser eléctricos o con tecnologías a cero emisiones (Concejo de Bogotá, 2018). (*) Flota 10.601 vehículos (2022).
 Argentina	Reducir en 19% sus emisiones de CO ₂ al 2030 respecto del 2007 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Argentina, 2020).	Sector transporte al 2016, responsable del 13,8% de los gases de efecto invernadero (GEI) emitidos (Gobierno de Argentina, 2020).	Buenos Aires: 10% de los buses serán eléctricos en 2030 y 30% para 2050 (en 2019 la ciudad tenía 2 e-buses) (Baruj et al., 2021). (*) Flota del AMBA: 18.000 buses (2021).
 México	Compromisos no condicionados: reducir sus emisiones de GEI en un 22% y las de carbono negro en un 51% al 2030 respecto al BAU. Compromisos condicionados: reducción de hasta el 36% de las emisiones de GEI y 70% de las emisiones de carbono negro al 2030 (Gobierno de México, 2020).	Emisiones proyectadas en el sector transporte sin escenario de mitigación a 2030: 250 MtCO _{2e} (Gobierno de México, 2020).	Ciudad de México: 20% de la flota de TP colectivo es eléctrica en 2030 (inversiones en autobuses eléctricos, trolebuses, esquemas de chatarrización y préstamos preferenciales para e-buses y taxis eléctricos o híbridos) (CFF & Carbon Trust México, 2018). (*) Flota considerando RTP, STE, Metrobus, Mexicable de 2.100 vehículos; no incluye microbuses ni otras rutas concesionadas (2022).
 Chile	Reducción del 30% de las emisiones de GEI en 2030 respecto al 2016. Todavía, bajo ciertas condiciones, la reducción de emisiones al 2030 tendría que ser del 45%. (Gobierno de Chile, 2020).	Las medidas de electrificación del sector proyectan una reducción de 10,2 MtCO _{2e} (Gobierno de Chile, 2020).	Santiago: 20% de los buses en el área metropolitana serán eléctricos a 2050 (Palma Behnke et al., 2019). El 100% de las ventas de transporte público (buses, taxis y colectivos) serán cero emisiones para el 2035 (Gobierno de Chile, 2022).
 Brasil	Reducir las emisiones de GEI al 37% en el 2025 y disminuir en un 50% las emisiones en el 2030, respecto al 2005 (Federative Republic Of Brazil, 2021).	La actualización de la CDN no incluye metas sectoriales.	São Paulo: al 2024, los buses eléctricos serán 20% de la flota de buses de TP urbano (Prefeitura da Cidade de São Paulo, 2021). (*) Flota 14.077 autobuses (2019).

Fuente: Elaboración a partir de López Restrepo et al. (2022) y (*) datos sobre tamaño de flota tomados de Ramos (2022), Marín (2022), Sandoval (2022) y Damiano (2021).

A partir de estos planes nacionales y locales, la CEPAL pudo elaborar proyecciones de emisiones CO₂ y PM_{2,5} al 2030. Para este ejercicio, se utilizaron modelos que relacionan parámetros energéticos, de emisiones y de tecnología vehicular de la flota de buses del transporte público, usados para estimar tres escenarios de emisiones para Bogotá, Buenos Aires, Ciudad de México (CDMX), Santiago de Chile y São Paulo:

- i) Escenario inercial (Business as Usual -BAU-): escenario sin cambio en las políticas de flota y sin electrificación, pero considerando tendencias recientes y regulaciones ya definidas, como la incorporación gradual de estándares como EURO VI (European Commission, 2011).
- ii) Escenario Planes de Movilidad: considera los compromisos de electrificación de flotas establecidos en planes de movilidad locales o nacionales.
- iii) Escenario comparativo CDN: definido a partir de la comparación con el escenario anterior, verifica la necesidad adicional de conversión de flotas para cumplimiento de los compromisos CDN.

Los resultados están resumidos en el cuadro 12. En los escenarios inerciales (BAU), sin cambio de políticas, se podrá generar una reducción significativa en las emisiones de PM_{2,5} debido a la gradual incorporación de vehículos con mejores estándares ambientales, aunque todavía movidos a combustibles fósiles. Sin embargo, para las emisiones de CO₂, se observaría un incremento del 17,6% en las emisiones en Bogotá, y estabilidad o ligeras disminuciones en Buenos Aires, Ciudad de México, Santiago y São Paulo. En los escenarios de ejecución de las acciones de los planes de electromovilidad locales o, en el caso de Sao Paulo, de la ejecución del plan nacional adaptado a nivel ciudad, se encuentran reducciones significativas en emisiones, pese a que en solamente dos de las cinco ciudades sería suficiente para cumplir las metas y objetivos de las CND. El cuadro 12 especifica el esfuerzo adicional necesario para asegurar su cumplimiento.

Cuadro 12
Niveles de emisiones CO₂ y PM_{2,5} entre 2020 y 2030 en varios escenarios

	Emisiones	Business as usual (BAU)	Planes de electromovilidad (local o nacional ^a)
 Bogotá	CO ₂	+17,6% respecto a lo emitido en el 2020	-47,1% respecto al escenario BAU ^b
	PM _{2,5}	-4,2% respecto a lo emitido en el 2020	-18% respecto a BAU
	Cumplimiento CDN Nacional	No se cumple. La flota eléctrica debería subir hasta 50-56% por cada modelo, alcanzando -51,2% de emisiones CO ₂ respecto a BAU.	
 Buenos Aires	CO ₂	-4,5% respecto al 2020	-10% respecto a BAU ^c
	PM _{2,5}	-45,9% ^d respecto al 2020	-1,39% respecto a BAU
	Cumplimiento CDN Nacional	Se cumple.	
 Ciudad de México	CO ₂	-3,5% respecto al 2020	Entre -20 y 28% respecto a BAU ^e
	PM _{2,5}	-50% respecto al 2020	Entre -20% y -0,6% respecto a BAU
	Cumplimiento CDN Nacional	No se cumple. La flota eléctrica debería subir hasta el 25%, 5 puntos porcentajes más del plan.	
 Santiago de Chile	CO ₂	-1,6% respecto al 2020	-75% respecto a BAU ^f
	PM _{2,5}	Reducción total	Reducción total
	Cumplimiento CDN Nacional	Se cumple.	
 Sao Paulo	CO ₂	+2% respecto al 2020	-39% respecto a BAU ^g
	PM _{2,5}	-49,7% respecto al 2020	-24,2% respecto a BAU
	Cumplimiento CDN Nacional	Si se toma en consideración la meta total de reducción de emisiones: se cumple. Sin embargo, si se toma la meta para el sector energía: no se cumple.	

Fuente: Elaboración propia con base en López Restrepo et al. (2022).

^a En el caso de Brasil, que tiene un plan nacional, se aplicó la misma meta porcentual a la ciudad.

^b Se estima que los e-buses serán 4,8% de la flota en 2030.

^c Se estima que los e-buses serán 10% de la flota en el 2030 y 30% en el 2050.

^d Muchas reducciones en las emisiones de PM_{2,5} en escenarios BAU se deben a los estándares EURO VI introducidos entre 2016 y 2024 en Buenos Aires, CDMX, Santiago y Sao Paulo.

^e Las dos proyecciones se refieren a la meta sectorial de CDMX y a sus líneas de acción para la flota de autobús, analizadas separadamente.

^f Considerando 100% de ingresos eléctricos en la flota desde el 2023.

^g Plataforma Nacional de Movilidad Eléctrica: al 2030, el 39% de los buses en Brasil serán eléctricos.

Con base en el cuadro anterior, se puede concluir que, mientras los planes de las capitales de Chile y Argentina alcanzan a cumplir sus objetivos, los de Bogotá, Ciudad de México y São Paulo requerirían realizar mayores esfuerzos para aumentar la penetración de buses eléctricos. No hay una homogeneidad en los compromisos de reducción de emisiones de CO₂ entre los países, y pocos de ellos cuentan con metas y contribuciones sectorizadas que permitan evaluar directamente el impacto de algunas estrategias sobre el cumplimiento de los CDN.

Más allá de los países mencionados en el cuadro 12, los cambios estructurales en la movilidad urbana están presentes de manera generalizada en las CDN actualizadas de los países de la región, en acciones relacionadas con cambios tecnológicos en flotas públicas y privadas, restricciones a la producción y venta de motores a combustibles fósiles, e incentivos al transporte público (Samaniego et al., 2022).

En América Latina y el Caribe, el avance de la electromovilidad es aún incipiente y heterogéneo. Los gobiernos nacionales y subnacionales están tomando medidas que apuntan a acelerar este proceso. En el marco de las CDN para enfrentar el cambio climático, un alto porcentaje de los Gobiernos de la región están priorizando el sector del transporte como elemento central para alcanzar las metas en materia de reducción de emisiones. Algunos de ellos han mencionado la movilidad eléctrica como la opción más plausible (PNUMA, 2021b). Además, varios países están avanzando en la formulación de estrategias nacionales de movilidad eléctrica. Su propósito es fortalecer las iniciativas previas de apoyo a la utilización de vehículos eléctricos, la mejora de la eficiencia energética de los vehículos y el despliegue de infraestructura de recarga.

La adopción de normas y regulaciones ambientales más estrictas, con el propósito de reducir las emisiones, representa un paso importante para fomentar la electromovilidad. Inclusive, algunos países han establecido metas para la electrificación de los vehículos del transporte público. Tal es el caso de Chile, Colombia y Costa Rica. Asimismo, se han impulsado iniciativas en materia de planificación y construcción de una visión compartida sobre el futuro de la movilidad urbana entre distintos actores sociales —con distintos grados de éxito— a medida que los países comienzan a elaborar sus planes nacionales de electromovilidad.

La planificación conjunta y visión integrada no están presentes y se pierde una oportunidad para alcanzar metas tanto productivas como de bienestar social y de acción climática. A pesar de ello, ciudades de forma individual y, en algunos casos a partir de iniciativas federales (como en el caso de Argentina), vienen estableciendo compromisos y metas específicas en electromovilidad, aunque en documentos diversos y no necesariamente armonizados entre sí. En el cuadro 13, se presentan las metas porcentuales y en el tiempo de inclusión de vehículos eléctricos, uso de fuentes de energía o compromisos para que el transporte público opere con vehículos de bajas o cero emisiones en las ciudades principales de los países de estudio.

Cuadro 13
Metas de electromovilidad en ciudades de América Latina y el Caribe

País	Ciudad	Transporte de pasajeros
Colombia	Bogotá	Sistema de transporte masivo operando con combustibles limpios al 2050: 20% eléctrico, 50% combustibles de bajas emisiones y 30% gas natural (UPME, 2019). 10% de las ventas de buses urbanos serán cero emisiones para el 2025 y el 100% para el 2035. Meta: que desde el año 2040 todos los vehículos de servicio público o particular que circulen en el Distrito Capital operen con motores eléctricos o tecnologías que generen cero emisiones de material particulado. Línea de acción: La Capital no podrá adquirir flota de transporte público propulsada por combustibles fósiles, lo cual implica una renovación de la flota a 2037 según las proyecciones de TransMilenio S.A.
Argentina	Nacional y Buenos Aires	Incentivar la movilidad limpia mediante reducción de arancel de importación para vehículos de bajas emisiones. Se prevé la compra de 350 buses eléctricos en toda Argentina a 2035. Buenos Aires: Al año 2019, se tenían en operación 2 Buses eléctricos. Se planea que para el 2030 el 10% de los buses sean eléctricos y el 30% para el 2050.

País	Ciudad	Transporte de pasajeros
México	Ciudad de México	<p>La visión a largo plazo del Programa Integral de Movilidad de la Ciudad de México plantea que se alcance una movilidad cero emisiones, basadas en la electricidad como principal fuente de energía, generada a partir de fuentes renovables.</p> <p>Meta: El 20% de la flota de transporte público colectivo es eléctrica en el 2030.</p> <p>Líneas de acción:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Promover que 30% de la flota de Metrobús sea eléctrica al 2030 (300 autobuses eléctricos). • Duplicar la flota de trolebuses de nueva generación del Sistema de Transportes Eléctricos, de 565 unidades en 2016. • El 15% de los autobuses del Sistema de Movilidad 1 (SM1) serán eléctricos al 2030 (225 autobuses eléctricos). • Diseñar un esquema de chatarrización para la sustitución de autobuses con más de 10 años de antigüedad y la adquisición de un autobús eléctrico. • Diseñar en conjunto con la Comisión Ambiental Metropolitana (CAME) un esquema de préstamos preferenciales para la obtención de autobuses o taxis híbridos y/o eléctricos. • Sustituir el 18% de autobuses de pasajeros con tecnologías diésel menor a Euro VI que salgan de circulación por autobuses híbridos o eléctricos en el sistema de transporte público colectivo concesionado (2,300 autobuses eléctricos).
Chile	Santiago de Chile	<ul style="list-style-type: none"> • El 20% de los buses en el área metropolitana serán eléctricos. • El 100% de las ventas de transporte público (buses, taxis y colectivos) serán cero emisiones para el 2035. • Santiago: 776 Buses eléctricos, representa un 10,45% del total de buses de la ciudad, y evita 84,28 ktCO_{2e} por año. Otros 991 buses eléctricos ya fueron adjudicados y pronto serán desplegados en la ciudad (E-Bus Radar, s.f).
Brasil	Nacional y São Paulo	<ul style="list-style-type: none"> • En un escenario conservador se espera un aumento de 114 e-buses a 200 en 2023, 400 en 2025 y 1000 en 2030 en todo el territorio nacional. • Considerando un escenario con regulación nacional, el 39% de los buses de transporte público en todo Brasil serán eléctricos en el año 2030. • São Paulo: La prefectura de la ciudad, plantea que al 2024, al menos el 20% de la flota de transporte público estará compuesta por buses eléctricos (aproximadamente 2.600 buses).

Fuente: Lopez Restrepo et al., (2022).

Nota: Los planes son omisos respecto al papel de las bicicletas, bicitaxis y otras formas de movilidad limpia como los metros y cable buses o teleféricos.

Como fue evidenciado en el cuadro anterior, junto con los tradicionales planes de movilidad, las iniciativas globales y regionales climáticas han contribuido a impulsar la elaboración de Planes de Acción Climática (PAC), con importante y creciente adhesión de municipios de la región. Estos nuevos instrumentos de planificación vinculados con la acción climática se han mostrado más eficaces en estimular a los gobiernos locales a asumir metas de transición energética para la movilidad pública. En ellos, se identifican objetivos de corto y largo plazo que definen explícitamente la composición futura de las flotas.

Los PAC de las cuatro (4) ciudades seleccionadas recogen la intención de cambiar entre un tercio y la mitad de las flotas de buses al año 2030, y prácticamente la totalidad para el año 2050, estableciendo, por consiguiente, metas para la conversión o sustitución de flotas inclusive más ambiciosas que las presentes en otros instrumentos de planificación (cuadro 14). Hay que notar que los PAC son, aún, de menor peso que los planes sectoriales de movilidad y además no tienen valor de ley. Por lo tanto, aunque los PACs sirvan para orientación de propuestas legislativas que efectiven la ejecución de sus acciones, no son instrumentos vinculantes.

Cuadro 14
Metas de electrificación de los buses de transporte público en los Planes de Acción Climática

	2030	2050
Bogotá	50% de los buses BRT eléctricos	100% de los buses BRT eléctricos
Lima	35% de los buses eléctricos	90% de los buses y 100% de los buses BRT eléctricos

	2030	2050
Buenos Aires	50% colectivos cero emisiones	100% colectivos cero emisiones
Quito	52% de la flota de autobuses eléctricos	Al 2040, toda la flota de autobuses eléctricos

Fuente: Elaboración propia a partir de planes de acción climática de las ciudades: Gobierno Distrital de Bogotá, (2020); Municipalidad Metropolitana de Lima, (2021); Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, (2020); Secretaría de Ambiente del Distrito Metropolitano de Quito & C40 Cities, (2020).

Si bien los elevados compromisos observados en los instrumentos de planificación, en especial de acción climática, indican un reconocimiento a la movilidad como área clave para alcanzar las metas locales de reducción de emisiones, las inversiones requeridas para implementarlas alcanzan montos significativos y generan dudas sobre su factibilidad financiera. Según estimaciones preliminares de la CEPAL, las metas de cambio de flota derivada de los PACs de solamente cuatro ciudades de la región (Bogotá, Buenos Aires, Lima y Quito) requerirían de inversión de al menos 5 mil millones de dólares para financiar la sustitución de vehículos prevista hasta 2030⁶.

El elevado costo financiero resalta la importancia de considerar caminos alternativos y acciones simultáneas para una movilidad sostenible, que contemplen el retrofit o conversión de las flotas actuales, una planificación urbana y de uso del suelo que reduzca las necesidades de viaje, el fortalecimiento de la movilidad integrada y activa y sus infraestructuras, y la recuperación de la propia valorización generada por las inversiones públicas en movilidad para cofinanciar la movilidad sostenible.

Sin embargo, si el sector del transporte de personas y mercancías no cuenta con incentivos para ser energéticamente más eficiente, seguirá siendo una de las principales fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero. De no ocurrir cambios, se estima que las emisiones de CO₂ generadas por el sector aumentarán un 25% hacia 2030, restringiendo la capacidad de los países de América Latina y el Caribe para cumplir con sus compromisos del Acuerdo de París. En efecto, la reducción de emisiones en las CDN exige un cambio estructural en la movilidad incluida la urbana, sin el cual sería imposible alcanzar sus metas. En esa línea, las ciudades están asumiendo compromisos ambiciosos en sus distintos instrumentos de planificación. El reto se encuentra en viabilizar la efectiva implementación.

F. Resumen de tendencias en la movilidad

La región presenta una situación paradójica. Por un lado, el sector transporte (incluyendo carga y pasajeros) representa una gran oportunidad para la acción climática, pues cambios en este segmento tienen importantes y positivas repercusiones para alcanzar las metas a nivel país. Por otro, las tendencias presentan un alarmante crecimiento de los vehículos motorizados individuales como preferencia de traslados, tal como lo muestra la evolución de la tasa de motorización. Por ello, aunque la oportunidad está frente a nuestros ojos, es fundamental revertir la tendencia de preferencia por el vehículo privado, y, para ello es necesario reflexionar sobre el papel de los instrumentos de planificación, los cuales, por ahora, se encuentran en lógicas sectoriales (los modelos de ocupación del territorio y de movilidad) sin evidenciar esfuerzos importantes por articular acciones y reorientar la movilidad hacia el cambio tecnológico a electromovilidad y modos activos.

Las tendencias demográficas de la región dan cuenta de un proceso estabilizado de urbanización que favorece la planificación, pues no se esperan grandes cambios como los sufridos en el siglo XX durante la acelerada transición rural-urbana. Sin embargo, este no es un panorama homogéneo, algunos países en la región están en el proceso de migración con movimientos demográficos importantes. Además, la estabilización ha dado paso a otro tipo de movimientos poblacionales que deben ser considerados

⁶ Estimación basada en tamaño actual de la flota de las ciudades, constantes durante el periodo, y costo unitario de 327.000 dólares por vehículo. No incluye costo de infraestructura de carga u otras inversiones necesarias para adaptar el sistema de transportes. Tampoco considera la vida útil de los vehículos nuevos y la necesidad de reemplazarlos antes de 2050.

para efectos de planear la movilidad, destacando la movilidad intrametropolitana o residencial hacia la periferia, que expande la ciudad, muchas veces sin la debida planificación, alarga los traslados dentro de ella, implicando requerimientos adicionales en materia de transporte, y puede llegar a subutilizar zonas centrales típicamente bien dotadas de infraestructura y cercanas a puestos de trabajo. Tendencias recientes asociadas a cambios en la localización del empleo y el teletrabajo deben ser observadas de forma cercana.

Finalmente, pero de gran relevancia, es la situación que presenta la región en impactos ambientales. El modelo actual de movilidad presenta alarmantes impactos, como son las emisiones de CO₂. Frente a ello y como fue mencionado, esta situación es al mismo tiempo una oportunidad, tal como ha sido considerado para las metas de acción climática, las cuales presentan ambiciosas acciones centradas en la movilidad, entre las que sobresale el cambio hacia tecnologías limpias en su base energética. De allí la importancia de estudiar a profundidad la electromovilidad como oportunidad económica, ambiental y social para la región.

IV. Las oportunidades económicas de la movilidad eléctrica

El futuro del sector automotor será eléctrico. Los reguladores de muchos países, principalmente de economías desarrolladas, impulsados por un renovado sentido de urgencia, han fijado objetivos mucho más exigentes para reducir las emisiones de GEI de los vehículos. Frente a lo cual, los fabricantes se están adaptando rápidamente, ofreciendo un número creciente de vehículos eléctricos en su portafolio de productos; y fijando plazos para dejar de producir vehículos con motores de combustión interna. Estos movimientos están promoviendo y consolidando el mercado mundial de vehículos eléctricos. Se estima que las ventas de vehículos eléctricos podrían superar a la de sus pares convencionales a fines de la presente década.

El nuevo paradigma tecnológico también significará un profundo cambio de las cadenas de suministro de la industria. En términos de insumos, se experimentará una mayor demanda por materiales relacionados con la parte eléctrica y electrónica, y del sistema de carga (baterías), así como una reducción de la demanda por materiales utilizados en algunos sistemas como los catalizadores. En el sistema de propulsión se verifica una reducción del número de componentes, partes móviles y sistemas mecánicos, y un aumento en el número de componentes que trabajan en alta tensión, además de los sistemas eléctricos, con un impacto importante en la demanda de semiconductores. Asimismo, la redistribución del peso del motor y las baterías ha requerido utilizar arquitecturas alternativas en el chasis y la carrocería para asegurar la seguridad de los vehículos.

En un período muy breve de tiempo los vehículos eléctricos han incrementado de manera importante su participación en el mercado mundial. Entre 2018 y 2022, en el segmento de automóviles livianos, los vehículos eléctricos aumentaron su participación en las ventas mundiales del 2,2% al 13,0%⁷. En los vehículos pesado, especialmente los autobuses, los modelos eléctricos también han incrementado su relevancia. En 2020, los autobuses eléctricos ya representaban casi un décimo de las unidades comercializadas internacionalmente (Durán Lima y Herreros, 2022).

En la actual coyuntura, un segmento particularmente interesante es el de la fabricación de vehículos de transporte público más inocuos para el medioambiente, ya que podría desempeñar un papel clave en las economías y sociedades modernas. Este segmento del sector automotriz no solo puede contribuir al PIB y a la competitividad de los países donde se localiza la producción, sino que también es una importante fuente de empleos directos e indirectos. Además, es capaz de aportar soluciones a los desafíos sociales y medioambientales que impactan la vida en las ciudades, como es el caso de la movilidad.

⁷ Global EV Sales for 2022 - Disponible en: <https://www.ev-volumes.com>.

Desde la perspectiva de la demanda, a pesar de que aún la mayor parte de las flotas urbanas de transporte público utiliza combustibles fósiles, la adopción de autobuses eléctricos va en aumento en todo el mundo. Para los próximos años, se espera un importante crecimiento de la participación de los modelos eléctricos en las ventas mundiales. La expansión de la electromovilidad será uno de los motores clave del crecimiento del mercado mundial de autobuses. No obstante, es probable que esta dinámica no sea homogénea en todas las regiones del mundo.

A. Los cobeneficios de la electromovilidad pública

En una región como América Latina y el Caribe en la cual 4 de cada 5 de sus habitantes vive en ciudades (UN-DESA, 2019), la importancia de una movilidad de calidad y eficiente no puede ser ignorada. Así, mientras las ventajas de la aglomeración urbana para la producción de un país son conocidas (Glaeser, 2017), el impacto de sistemas eficientes de transporte que permitan a los ciudadanos traslados más expeditos entre sus viviendas y lugares de trabajo o de ocio, es menos evidente. Un impacto positivo directo sobre la productividad resulta de la disminución de costos del traslado de carga y de la reducción de tiempo de viaje de las personas (que también incide positivamente sobre la calidad de vida). También hay un efecto favorable indirecto cuando se considera que mejores servicios de movilidad propician mayor aglomeración, que impulsa la productividad de personas y empresas, en parte debido a la expansión del mercado laboral y la mayor densidad del empleo (Chatman y Noland, 2014). En casos específicos, como Bogotá, la implementación del Trasmilenio, le ha implicado una expansión del PIB entre 2,8% al 12% entre 2000 y 2016 (Tsivanidis, 2022).

La región de América Latina y el Caribe camina a pasos lentos hacia la movilidad sostenible aun cuando existe consenso sobre su urgencia, importancia y se vislumbren importantes oportunidades asociadas. La introducción de sistemas de transporte público sostenible es clave para reducir los efectos sistémicos negativos de la movilidad privada en autos, y requiere la comprensión de las condiciones actuales y potenciales de los dos lados de la ecuación: las condiciones de la industria para suministrar nuevas ofertas y de las ciudades para financiar esta transición; y, como un desafío mayor, el establecimiento de puentes y diálogos que faciliten la coordinación y ganancias de escala requeridos para viabilizar este cambio apalancando simultáneamente mayor actividad manufacturera.

Los avances industriales definieron la evolución y desarrollo de las ciudades. El transporte a combustión (con énfasis en el auto privado) expandió sin límites ni costos aparentes, la superficie de las áreas urbanas y viabilizó los procesos de (sub)urbanización, configurando un modelo que hoy se revela social, económica y ambientalmente insostenible⁸. Frente a esto, la industria latinoamericana puede jugar un papel fundamental para responder al desafío de introducir sistemas de transporte público sostenibles y de calidad, y con ello evitar que los usuarios continúen migrando hacia soluciones de transporte individual con sus enormes costes sociales y ambientales, o que las mejoras se hagan con base en vehículos importados.

Nuevas aproximaciones tecnológicas y sociales al transporte público, como la electromovilidad, ofrecen grandes ventajas tanto para las ciudades, dado que a partir del impacto de estas inversiones en el precio del suelo es posible lograr importante financiamiento urbano, como para la articulación y fortalecimiento de políticas industriales de alcance nacional.

En América Latina y el Caribe el sector industrial enfrenta importantes retos de capacidad, competitividad y costos, con frágiles cadenas de valor para la electromovilidad y por la concentración de capacidad industrial en Brasil y México. En la lucha por obtener ventajas competitivas dentro de esta industria, los movimientos tempranos y factores como como las capacidades tecnológicas son determinantes.

Las ciudades, por su parte, tienen una oportunidad y una urgencia histórica de conducir el cambio hacia la movilidad urbana sostenible a partir de la introducción y mejora de sistemas de transporte público colectivo de bajo impacto ambiental, así como dar señales correctas a la industria para que se constituya en un aliado, manteniendo y potencializando los beneficios a nivel local y regional, con un efecto de gran impulso sostenible al desarrollo.

⁸ Como la electricidad cambió la movilidad, la altura y valor de los arrendamientos en las edificaciones.

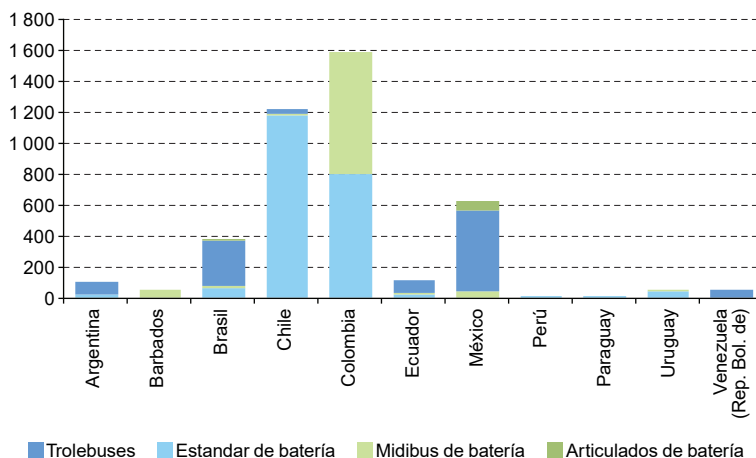
Por otra parte, la movilidad eléctrica pública y privada, como nuevo consumidor, puede impulsar inversiones en el clúster industrial que conforma la generación, almacenamiento y transmisión de energía renovable. En ello hay que considerar que la red de transmisión tiene flexibilidad limitada para una eventual mayor demanda de la electromovilidad, debido a la carencia de respaldo y falta de mayores interconexiones en la región. Se requieren refuerzos de las líneas de transmisión, lo cual debe ser contemplado en la planificación energética nacional.

B. El avance de la electromovilidad en el transporte público de América Latina y el Caribe⁹

Entre los países de la región, hay instrumentos que promocionan la adquisición, la utilización y la circulación de autobuses eléctricos. Sin embargo, en la mayoría de las iniciativas, no se asigna prioridad a la adquisición de autobuses de producción local. Más aún, en algunos casos se han otorgado exenciones tributarias y reducciones arancelarias a la compra e importación de autobuses eléctricos, por ejemplo, en Colombia (Bocarejo, 2022), Brasil y México (Vázquez, 2022). Esta situación, sumada a la falta de políticas e incentivos de apoyo en la fabricación o montaje de autobuses eléctricos, ha llevado a la industria a desatender la producción local. Por otro lado, los instrumentos existentes de estímulo a la electromovilidad presentan problemas de articulación y coordinación, lo que no ha contribuido a establecer un itinerario previsible respecto de la demanda futura, condición necesaria para que las empresas puedan planificar adecuadamente sus inversiones.

En este escenario los VE, como en materia de vehículos livianos, a pesar de registrar un sostenido crecimiento en la región, representan un porcentaje muy bajo del total de los buses en circulación. Se han dado experiencias interesantes, aunque aún muy puntuales, en la incorporación de autobuses eléctricos en las flotas de transporte público de algunas ciudades de la región. En abril de 2022, circulaban 2.162 autobuses eléctricos de transporte público —incluidos minibuses de batería (8 a 11 m), estándar de batería (12 a 15 m) y articulados de batería (18 m y más)—, menos del 4% del total de las flotas de autobuses de las ciudades incluidas en el levantamiento. En la actualidad, Colombia lidera la incorporación de autobuses eléctricos, sobre todo en la ciudad de Bogotá, con 1.165 unidades, seguida de Chile (789), el Brasil (49) y México (48). Del total de autobuses eléctricos de batería, el 68% son vehículos de entre 12 y 15 m (E-Bus Radar, s.f.) (véase el gráfico 19).

Gráfico 19
América Latina: autobuses eléctricos en circulación, por modelo y país, abril de 2022
(En número de unidades)



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de E-Bus Radar (s.f.).

⁹ Esta sección se ha elaborado con base en CEPAL (2022b).

La electrificación, en la mayoría de los casos, se está dando mediante la importación de vehículos y de gran parte de los elementos clave de la infraestructura de apoyo. Los fabricantes chinos son los principales proveedores de autobuses eléctricos en América Latina y el Caribe, con más del 90%, como indica la sección E, referida a la producción y el comercio de buses en el mundo y América Latina y el Caribe.

A pesar del incipiente aumento de la demanda de autobuses eléctricos en la región y las favorables perspectivas para los próximos años, la oferta regional no sigue el mismo ritmo. La falta de inversión en la transición hacia opciones bajas en carbono y de mayor eficiencia energética parece esperar a obtener incentivos que considere adecuados, frente a la existencia histórica de programas de incentivos para promover la competitividad del sector automotriz en la Argentina, el Brasil, Colombia y México.

En la actualidad, sobre todo en el Brasil, existen algunos instrumentos (subsidios, incentivos y líneas de financiamiento) que la industria podría utilizar para viabilizar inversiones que permitan crear o mejorar capacidades: Programa Fondo Clima y Finame Baixo Carbono del Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social (BNDES) del Brasil. No obstante, estos instrumentos siguen siendo escasos y, en su mayoría, no se centran de manera específica en la electromovilidad. Una excepción interesante es el proyecto de ley de promoción de la movilidad sostenible que se está discutiendo en la Argentina, donde se prevé la progresiva renovación de la flota de autobuses por vehículos eléctricos y la aplicación de incentivos fiscales para favorecer las inversiones y la producción de los fabricantes locales (Kulfas, 2021). Sin embargo, la falta de una estrategia orientadora amplia hace que estas iniciativas muchas veces coexistan con programas de apoyo a combustibles de bajas emisiones (biocombustibles o gas natural), lo que fragmenta los esfuerzos y debilita las acciones en pro de la descarbonización del transporte.

La fabricación de autobuses urbanos, aunque comparte algunas características con otros segmentos del sector automotor, tiene una lógica de producción que le confiere una identidad propia. La principal diferencia con la fabricación de vehículos livianos (automóviles, furgonetas y camionetas) es que los vehículos son ensamblados en etapas, con la participación de diferentes actores. En una primera etapa, una empresa fabrica el chasis —la armazón que integra y sujeta tanto los componentes mecánicos, como el sistema de propulsión (motor) y la suspensión de las ruedas—, y este subsistema luego se transfiere a otra empresa que elabora la carrocería. La fabricación del chasis de los autobuses representa cerca del 60% de su costo. La cadena de valor de autobuses urbanos comprende tres eslabones industriales (autopartistas, terminales y carroceros), uno comercial (concesionarios) y uno de servicios (transporte de pasajeros) (cuadro 15).

Cuadro 15
Comparación entre subsistemas de autobús convencional y eléctrico

Subsistema	Características de autobús de tren motriz convencional	Características de autobús de tren motriz eléctrico	Nivel de cambio
Propulsión y carga	Motor de combustión, transmisión, tanque de gasolina y sistema postratamiento	Motor eléctrico, módulos de baterías, conexiones para carga rápida y enchufe para recarga	Alto
Componentes eléctricos	Sistemas de bajo voltaje	Sistemas de alto voltaje	Alto
Dirección y control	Hidráulica	Eléctrica	Alto
Frenos, ejes, suspensión y diferencial	Estándar	Frenos regenerativos y suspensión adaptada al nuevo peso por baterías	Alto
Chasis	Estándar	Se ajusta para acomodar el set de baterías que le será instalado	Bajo
Interiores	Estándar	Estándar	No cambia
Estructura y carrocería	Estándar	Estándar	Bajo
Tablero de instrumentos	Estándar (análogo o digital)	Añade cambios menores relacionados con la carga de energía	Bajo

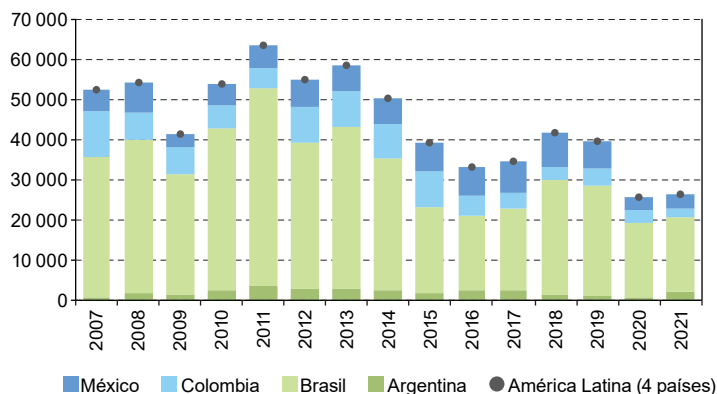
Fuente: Elaboración propia sobre la base de Galarza (2020).

C. Aspectos clave de los principales países productores de la región

En la última década, la producción regional de autobuses de transporte público ha registrado una tendencia a la baja, con algunas oscilaciones (gráfico 20). En 2011, la Argentina y el Brasil alcanzaron sus máximos niveles de producción, desde entonces, en ambos países, se observa una tendencia decreciente. Colombia, alcanza su máximo en 2012, con una tendencia igualmente declinante a partir de dicho año. México, en cambio, registró el nivel máximo de producción en 2018, para seguir también una tendencia declinante. En este contexto, la crisis económica provocada por la pandemia de COVID-19 golpea una industria ya debilitada. En 2020, la producción alcanzó los niveles más bajos de los últimos diez años en los cuatro países. En 2021, sin embargo, la industria pareció dar muestras de una leve recuperación en Argentina, Brasil y México, manteniendo una tendencia declinante en el caso de Colombia.

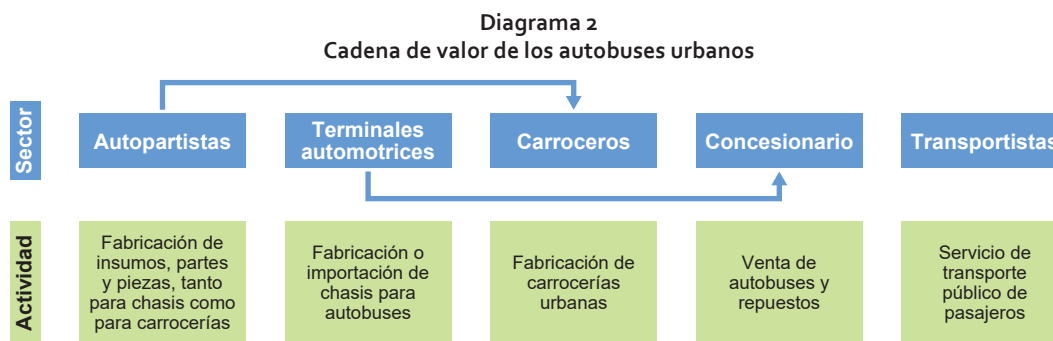
La producción regional de autobuses de transporte público está orientada principalmente a abastecer la demanda de los mercados internos. La industria de la Argentina y el Brasil proporcionan la casi totalidad de los vehículos requeridos por sus respectivos mercados internos. En cambio, Colombia y México complementan la producción local con un bajo nivel de importaciones. En términos de capacidad exportadora, destaca con claridad la industria del Brasil, orientada principalmente a otros mercados de la región.

Gráfico 20
América Latina: producción de autobuses convencionales, por país, 2007-2021
(En miles de unidades)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Asociación de Fábricas de Automotores (ADEFSA) y Agrale para Argentina, Asociación Nacional de Fabricantes de Vehículos Automotores (ANFAVEA) para Brasil, y Asociación Nacional de Productores de Autobuses, Camiones y Tractocamiones (ANPACT), Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) para México; Asociación Nacional de Movilidad Sostenible de Colombia (ANDEMOS); y Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas de Colombia (DANE).

En América Latina y el Caribe, al igual que en otras regiones del mundo, un grupo amplio y heterogéneo de empresas participan en la producción de autobuses urbanos convencionales (el diagrama 2 detalla la estructura general de las cadenas de valor de los autobuses urbanos). De hecho, coexisten empresas poco tecnificadas, que producen en pequeños lotes, con compañías de gran tamaño muy competitivas en el ámbito internacional. La fabricación del chasis y de los productos finales está a cargo de un número reducido de fabricantes de equipos originales. Este segmento de la producción está dominado por filiales de empresas transnacionales con operaciones en la Argentina, el Brasil y México. Entre las empresas más relevantes destacan las alemanas Daimler y Volkswagen y la sueca Volvo AB. Por otro lado, en Colombia los chasis se ensamblan localmente con componentes en su mayor parte importados por dos empresas: la estadounidense General Motors y la japonesa HINO, filial del grupo Toyota (cuadro 16).



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Cuadro 16
Fabricantes de equipos originales productores de chasis para autobuses convencionales con operaciones en América Latina y el Caribe, 2022

	Argentina	Brasil	Colombia ^a	México
Daimler	X	X		X
Volkswagen (MAN/Scania)		X		X
Volvo AB		X		X
Toyota (HINO)			X	
General Motors			X	

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

^a En Colombia se importan chasis totalmente terminados, sobre todo para los autobuses articulados. Los principales proveedores en este caso son Daimler, Volkswagen (Scania), Volvo y BYD, que producen los chasis principalmente en el Brasil.

Una situación mucho más heterogénea es la de los actores presentes en el otro segmento relevante de la cadena productiva de autobuses para el transporte urbano, la fabricación de la carrocería. A pesar de que las empresas cuentan con modelos estandarizados, el producto se elabora de acuerdo con las especificaciones del cliente. Estas características, y el menor grado de automatización en comparación con los fabricantes de equipos originales (de chasis), hacen que el segmento de carrocerías sea más intensivo en mano de obra y que en él predominen empresas de capital nacional y menor tamaño.

Una excepción muy relevante es la empresa brasileña Marcopolo, que se posiciona entre los mayores fabricantes del mundo en el segmento de carrocerías y ensamblaje de autobuses, con más de 400.000 unidades producidas. Desde hace más de una década, la empresa ha enfocado su crecimiento internacional en los mercados en desarrollo, a menudo mediante asociaciones con empresas de los lugares de destino (CEPAL, 2009). En la actualidad, esta empresa transnacional brasileña cuenta con operaciones manufactureras en la Argentina, el Brasil, Colombia, México, Australia, China, Egipto y Sudáfrica¹⁰.

En síntesis, la industria de autobuses urbanos en América Latina, a pesar de las diferencias existentes de un país a otro, ha podido dar respuestas productivas y tecnológicas tanto a las demandas de los consumidores como a las exigencias regulatorias propias de cada mercado. La aglomeración productiva más articulada y mejor posicionada internacionalmente se encuentra en el Brasil, con la presencia de algunos de los líderes mundiales en la fabricación de chasis y productos finales, así como de empresas locales muy competitivas, en especial en el segmento de las carrocerías. Marcopolo ha consolidado una sólida posición en otros mercados relevantes de América Latina: Argentina (Metalsur), Colombia (Superpolo) y México (Marcopolo México). Sin embargo, la fortaleza de la industria convencional no asegura que pueda responder adecuadamente a los cambios que se están gestando a nivel mundial. De hecho, las posibles disrupciones futuras requerirán

¹⁰ A fines de 2020, tras los impactos de la pandemia y la tenaz competencia de un fabricante local, Marcopolo anunció su salida de la India. Esta operación se concretó a comienzos de 2021, cuando finalizó el proceso de venta de su participación en la empresa conjunta que tenía con Tata Motors para fabricar autobuses.

una gran articulación del proceso de cambio para darle previsibilidad a la demanda y así poder viabilizar las inversiones requeridas. En este sentido, dados los compromisos internacionales asumidos y las políticas nacionales que apuntan a mitigar los efectos climáticos, es necesario comenzar a desarrollar nuevos productos, utilizar tecnologías más inocuas para el medio ambiente y allanar el camino para la inversión, aprovechando las capacidades y los activos existentes.

Entrando en las especificidades de los principales mercados productores de la región, se destacan los siguientes aspectos clave¹¹:

En Argentina, el sector productivo local de autobuses abastece la totalidad del servicio de transporte público urbano, cuya flota total alcanza casi 30 mil vehículos. En la última década, la demanda promedió alrededor de 2250 unidades anuales. Hay programas piloto de desarrollo de autobuses eléctricos para uso urbano por asociación entre Agrale y Equipmake, con participación de empresas chinas como Zhongtong, BYD y Yutong.

El futuro de la transición energética depende de decisiones estratégicas del país, pues la conversión a Gas Natural Comprimido (GNC) se estima todavía como una alternativa con ventajas competitivas.

Las principales barreras para la electrificación de buses para el transporte público en Argentina son: la baja disponibilidad local insumos y baterías; baja inserción en la cadena de valor de la electromovilidad; necesidad de inversión en infraestructura de carga y en la matriz energética renovable; el precio de la energía eléctrica; los altos costos de adquisición y financiamiento; y la institucionalidad del sistema de transporte público, dependiente de subsidios y vulnerable a ciclos político-económicos.

De todos modos, la industria instalada es madura y se dice dispuesta a adaptarse. Desarrollos incipientes comienzan a incorporar la tecnología; los experimentos en conversión presentan resultados promisorios; hay alta propensión a la inversión y renovación de flota; y señales de avances legislativos que promueven la movilidad sostenible. La conversión trató inicialmente de insertarse en los vehículos de pasajeros y livianos, pero la falta de regulación hizo que se orientara preferentemente hacia el segmento de motocicletas.

México es el séptimo productor mundial de vehículos, con relevante orientación exportadora, ocupando la cuarta posición en el mercado global. La industria automotriz genera más de 2 millones de empleos y fabrica apenas un modelo de automóvil eléctrico. Las doce empresas productoras de autobuses urbanos están ubicadas en 9 regiones federativas, y tienen orientación hacia el mercado interno.

Existen iniciativas como un programa de financiamiento para adquisición de unidades, que, junto a los compromisos de los gobiernos, genera la expectativa de una transición progresiva de mediano y largo plazo. Sin embargo, hay una brecha amplia entre el estado actual y el potencial de la industria. Marcas como Yutong, BYD, Sunwin y King Long están presentes en el mercado local como importadoras. Las expectativas de los actores clave respecto de la transición apuntan a su progresiva viabilidad, de mediano a largo plazo, y están a la espera de una política de desarrollo integral para el tema.

Las principales barreras encontradas en México son: falta de interés en implementar la transición en la industria para la fabricación de buses eléctricos, falta de una planeación transversal; alto costo de las nuevas tecnologías y de inversiones iniciales; falta de normas técnicas y regulaciones; falta de organización del transporte urbano concesionado; necesidad de inversión en matriz energética limpia y redes de transmisión; capacidad industrial instalada no adaptada a modelos de bajas emisiones. La industria de buses mexicana acordó hace pocos años la entrega de un prototipo ensamblado por la empresa DINA que no satisfizo las expectativas de las autoridades de transporte público.

Entre las fortalezas, se encuentran: presencia de las principales marcas en el mercado local; industria con bases sólidas que pudiera adaptarse en un relativo corto plazo; necesidad de transición para mantener posición en el sector automotriz global; relaciones comerciales sólidas y buena inserción en cadenas de valor globales; mano de obra calificada. La industria mexicana fabrica a escala limitada, triciclos eléctricos con un diseño apto para el servicio concesionado de taxis en zonas centrales de la ciudad que podrían evitar la motorización fósil de esta franja de servicio.

¹¹ Basados en presentaciones de consultores de la CEPAL en el evento "Capacidade de produção de ônibus elétricos na América Latina é tema de discussão entre especialistas e líderes industriais" (CEPAL, 2022a).

Ciudad de México descarta la opción de convertir sus vehículos de transporte público a eléctricos porque la autoridad de transporte considera por el momento que los materiales de la carrocería no son capaces de resistir un segundo ciclo de uso. Por su lado, la industria no es capaz de organizar su demanda en ausencia de la intervención del Estado y espera incentivos.

En Colombia, la flota de 150 mil buses urbanos está compuesta principalmente por unidades pequeñas (82%). Marcos regulatorios a nivel nacional y local, así como nuevos modelos de licitación, que separan la adquisición de flota de los contratos de operación de los servicios, impulsan la transición energética en la movilidad. La industria local es principalmente ensambladora, siendo Brasil su principal proveedor. Hay interés de fabricar los chasis internamente.

Las principales barreras: situación financiera de los sistemas de transporte público; costo de los buses nuevos; costos logísticos internos; industria de menor capacidad instalada; falta de encadenamiento productivo; esquema impositivo vigente desfavorable para la industria local.

Entre las oportunidades, se destacan: esquemas contractuales de operación que facilitan la renovación de flota; metas nacionales ya definidas a partir del año 2025; liderazgo regional en implementación de flota eléctrica, consolidando mercado; nuevos marcos regulatorios; tratados de libre comercio.

Brasil es tercer productor mundial de buses carreteros y urbanos, con la mayor parte de la producción orientada hacia la exportación a América Latina. La transición hacia la producción de autobuses eléctricos conlleva varios desafíos. Si bien existen componentes y piezas comunes a los vehículos con propulsión eléctrica y de combustible diésel, también hay diferencias clave, que repercuten en sus respectivas cadenas productivas. Las principales diferencias corresponden a los subsistemas de propulsión y carga que no están presentes en los modelos de combustión y, por lo tanto, exigen nuevas competencias técnicas y productivas de los fabricantes locales (De los Santos, 2022). Además, un autobús eléctrico requiere adaptaciones en el chasis y los sistemas de dirección y control. En su conjunto, tales diferencias implican cambios en el costo, el proceso de producción y la relación con los proveedores, que pueden entrañar la destrucción o la creación de segmentos completos de la cadena de suministro de componentes y sistemas (Barassa, 2022). Por esa razón, la transición hacia la fabricación de autobuses eléctricos debe producirse de forma planificada y en armonía con el proceso de desarrollo de la cadena de proveedores.

La cadena automotriz consiste en múltiples actores, y está bien establecida y es muy consistente. Este año la empresa Mercedes comenzará la fabricación de buses eléctricos, y en 2015, se inauguró una planta para la fabricación de chasis de autobuses eléctricos en Campinas, estado de São Paulo (Brasil), capaz de producir 700 buses eléctricos al año, a la que luego se agregaron otras instalaciones para la producción de baterías (CEPAL, 2021b). La empresa WEG fabrica motores eléctricos y sus controles, pero no se ha adecuado a la demanda del transporte público de Brasil. El país todavía presenta deficiencias en materiales, insumos y piezas básicas y finales, en servicios asociados y reparaciones.

La respuesta industrial rechaza las conversiones y a pesar de una señal clara de parte de la ciudad de São Paulo para la electrificación de 20% de su flota decidida en 2018 para materializarse en 2024, que representa un horizonte claro de demanda y que se suma a otras ciudades de la región, ello no ha sido suficiente para lograr una respuesta industrial. La pandemia y la guerra ruso-ucraniana quebraron los suministros clave para la producción industrial de eléctricos, como factores adicionales.

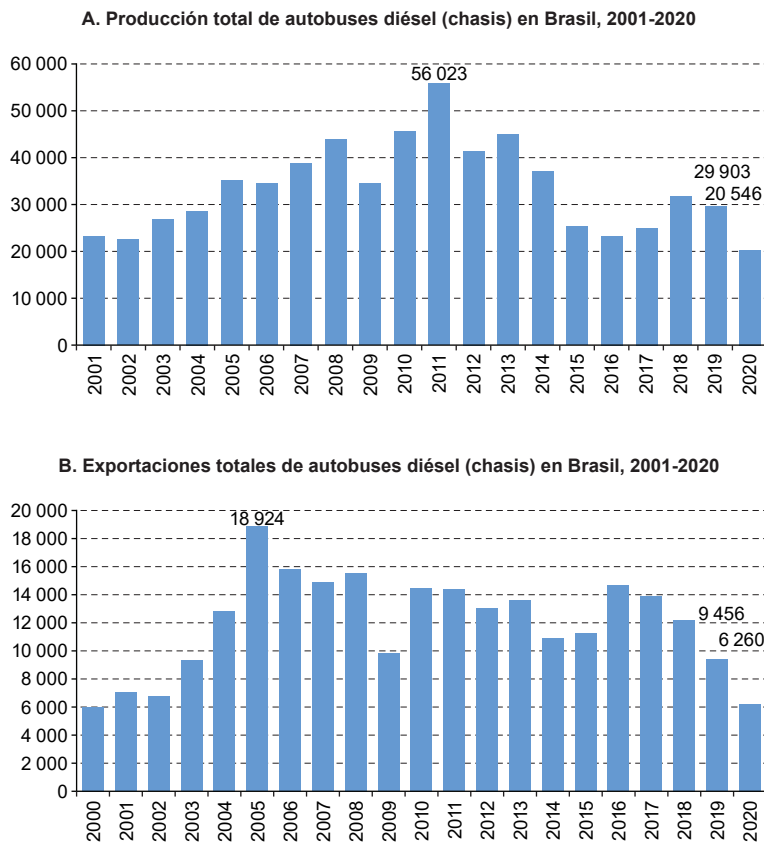
La industria brasileña también reconoce la necesidad de orientación por parte del Estado, más allá de la fijación de metas de transición y adquisición. Por su parte, el gobierno nacional ha abierto líneas de crédito para los operadores, pero no para los fabricantes, y la urgencia de responder a la electrificación de los buses llevó al Ministerio de Hacienda a reducir los aranceles de buses terminados importados, reforzando las dificultades estructurales para la producción nacional. Se requiere de una mejor coordinación entre oferta, demanda y políticas de fomento para inducir una mejor respuesta en la industria.

Entre las debilidades estructurales del país sudamericano están: baja inserción en la cadena de baterías y de semiconductores; los volúmenes de demanda de corto plazo no son suficientes para impulsar la inserción local en baterías de alta tensión; menor inserción comercial global (acuerdos comerciales); volatilidad de la moneda; necesidad de desarrollo de toda la cadena de servicios de mantenimiento y reparación; necesidad de una estrategia nacional que entregue mayor previsibilidad a la industria. En el caso de la ciudad de Sao Paulo, se suma a las barreras al cambio la actual orientación del subsidio a los operadores, que se basa en los costos de operación y que lo largo del tiempo ha inducido a un aumento de costos espurios. Entre las fortalezas: el desarrollo y robustez de la cadena de insumos para la industria de buses a diésel facilita ajustes para atender el nuevo mercado; hay vocación histórica para actividades de ingeniería; presencia de centros de capacitación e investigación; opciones de suministro local.

La industria de Brasil tiene una mirada hostil hacia la conversión de vehículos porque la considera competencia a su producción de vehículos nuevos y que no está sujeto a la misma rigurosidad en la regulación como su producción. Tampoco ve la conversión como una rama adicional y derivada de su propia producción.

Es de notar que siendo Brasil uno de los principales productores y exportadores mundiales de autobuses interurbanos y urbanos convencionales, la producción anual (para mercado doméstico y exportación) que alcanzaba las 56 mil unidades en el año 2011, ha perdido dinamismo y se redujo a menos de la mitad de ese volumen en el año 2020, cuando los efectos de la pandemia se sumaron a una caída continua del mercado de exportaciones y a un mercado interno que venía en lenta recuperación, y todavía lejos de sus valores máximos (gráfico 21).

Gráfico 21
Producción y exportación total de buses en Brasil, 2001-2020 (unidades-chasis)



Fuente: Elaboración propia con base en Barassa et al. (2022).

Aun así, Brasil se sitúa en una posición privilegiada para avanzar en la producción de buses eléctricos, dada la existencia de una industria consolidada y competitiva de autobuses urbanos convencionales de combustible diésel, compuesta por una extensa red de proveedores con competencias técnicas acumuladas. En la región, el país ha sido el destino principal de las inversiones para fabricación de vehículos eléctricos pesados y autopartes, de empresas internacionales como BYD, Daimler, Volkswagen y Volvo, además de inversiones lideradas por empresas locales como Eletra, que produce trolebuses.

En un escenario internacional marcado por la rápida consolidación de renovadas dinámicas de mercados, modelos de negocio, empresas líderes y opciones tecnológicas, los países de América Latina no logran adoptar una posición bien definida. De hecho, el sector automotor regional aún no muestra señales decididas para aprovechar las oportunidades que estarían surgiendo en una industria que se encuentra en proceso de profunda transformación. En los vehículos pesados, sobre todo los autobuses, la industria es heterogénea, fragmentada y con evidentes problemas de escala y rezago tecnológico. Las inversiones asociadas a la electromovilidad se están focalizando en el Brasil, donde se encuentran las empresas más competitivas e internacionalizadas de la región, varias de ellas filiales de empresas transnacionales.

D. La base de los nuevos modelos de negocio: separación entre la inversión en buses y la operación del servicio, y los vehículos convertidos

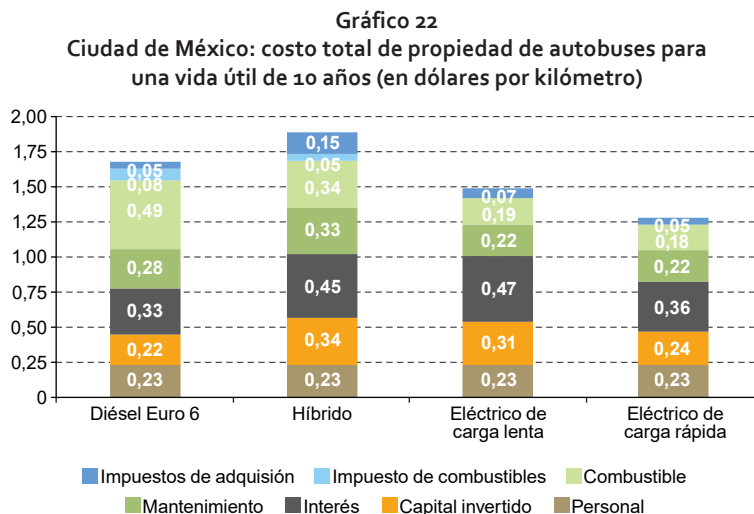
Para romper la inercia de varios de los agentes relacionados con el despliegue de autobuses eléctricos en América Latina y el Caribe, se han implementado innovadores modelos de negocio, que incorporan subsidios, financiamiento y mecanismos de operación y propiedad compartidos, entre otros elementos. Esto ha permitido el ingreso de nuevos actores históricamente no relacionados con el sector automotor, como las empresas energéticas, esenciales para el despliegue de la infraestructura de recarga (CEPAL 2022c).

En los nuevos modelos de negocio, a diferencia de los convencionales, se separan la propiedad y la operación, y se diversifica el riesgo entre una más amplia gama de actores²². En Chile y Colombia se han implementado innovadores modelos de negocio para impulsar la electrificación del transporte público. En la ciudad de Santiago de Chile, por ejemplo, la propiedad de los autobuses eléctricos, las baterías y la infraestructura de recarga corresponde a nuevos actores que disponían del capital necesario para realizar las inversiones iniciales. La operación del servicio se asignó a las empresas constituidas especialmente con ese propósito (CEPAL 2020b).

El costo de adquisición de los buses eléctricos es superior al de los buses de combustión interna. Sin embargo, cuando se consideran los costos de operación (OPEX) junto con los costos de adquisición (CAPEX), a lo largo de la duración de la vida útil de los buses (10 años), el resultado es un costo total menor de los buses eléctricos, como se detalla en el gráfico 22, con indicadores observados en la Ciudad de México.

La Red de Transporte Público de Santiago (RED/ex-Transantiago) innovó el modelo de negocio con apoyo de Enel X, al separar la adquisición de los vehículos de la operación. Enel X, empresa eléctrica, se hizo cargo de la compra de los buses eléctricos y calculó un costo de arrendamiento al operador de la Red con base en el costo combinado CAPEX/OPEX, del cual pasó el costo de las baterías y del suministro eléctrico a los gastos de operación, como actualmente ocurre con el combustible fósil, que es un gasto de operación. Además, descontó del costo total eventuales ingresos por uso de las baterías en otras aplicaciones una vez descartadas en el uso del transporte. Complementariamente se acordó que el costo de la electricidad se mantendría fijo durante el plazo acordado. El resultado fue un costo aproximadamente menor en 20% que la operación con buses a base de combustibles fósiles.

²² En general, la prestación de servicios de transporte público se basa en una división de roles y responsabilidades. Por un lado, los operadores privados son propietarios de los vehículos y tienen la responsabilidad de prestar el servicio, así como de la operación y mantenimiento de los autobuses. Por otro, las autoridades gubernamentales supervisan y controlan las actividades de los operadores, asignan las rutas y establecen las tarifas mediante concesiones o permisos. Desde el punto de vista financiero, los modelos convencionales concentran el riesgo en los operadores ya que, al ser remunerados mediante las tarifas de los usuarios, están sujetos a las oscilaciones de la demanda.



Fuente: Elaboración propia con base en CEPAL (2020b).

El modelo de negocio mostró que la barrera del costo inicial del bus eléctrico puede ser superada y que se puede capitalizar el menor costo de operación de los buses. Por tanto, el nuevo modelo de negocio puede acoger a inversionistas, sean o no del sector eléctrico, para acelerar la penetración de los buses eléctricos en los sistemas de transporte público, entregando su uso a los operadores habituales.

Adicionalmente se ha difundido progresivamente la alternativa de convertir los buses de combustión interna a buses eléctricos. Este proceso, que ya permite equiparar el costo inicial del bus convertido al de combustión interna nuevo, enfrenta un marco regulatorio ausente o de plano desfavorable en América Latina y el Caribe, pues los reguladores han demorado la creación de procesos de gradual refinación del marco jurídico para su entrada al mercado. Por tanto, o bien se han ilegalizado, o simplemente se les ha dejado en un limbo normativo, de alta incertidumbre tanto para esa franja empresarial como para los usuarios de estos vehículos. Recientemente, en Bogotá se logró que se asegurara el tren eléctrico nuevo del vehículo y una parte del valor remanente de las carrocerías, lo que sin duda redundará en que el sector bancario entre a financiar también vehículos convertidos y no sólo vehículos nuevos; en Ciudad de México se logró instaurar un proceso administrativo para autorizar su circulación, lo que abre un camino de regularización; y en Chile se ha enviado un proyecto de reglamento a la Contraloría, de próxima publicación, para normar el sector¹³, lo que revertiría la situación de prohibición vigente para los vehículos eléctricos convertidos.

Destacan como elementos a tener en cuenta para una política industrial vinculada a la electromovilidad:

- Identificar sectores estratégicos mediante productos en los que pueda existir mayor integración.
- Un marco regulatorio adecuado para atraer las inversiones y el desarrollo sectorial en materia de conversión, de producción local regional y de importaciones.
- Contar con protocolos de homologación y pruebas de vehículos mutuamente reconocidos.
- Contar con economías de escala en los laboratorios de referencia, de modo que den servicio a la región.
- Considerar en el diseño la infraestructura inteligente que potencie la generación eléctrica con fuentes limpias, el esfuerzo de impulsar la integración regional (generación con interconexión y producción compartida), la promoción de políticas tendientes al aprovechamiento de las dotaciones de factores regionales (litio, níquel, mineral de cobre, hierro, acero), la adecuación tecnológica de la infraestructura, y el financiamiento adecuado y oportuno.

¹³ Intercambio con los participantes en el taller del lanzamiento del Latin American Economic Outlook (OECD et al., 2022).

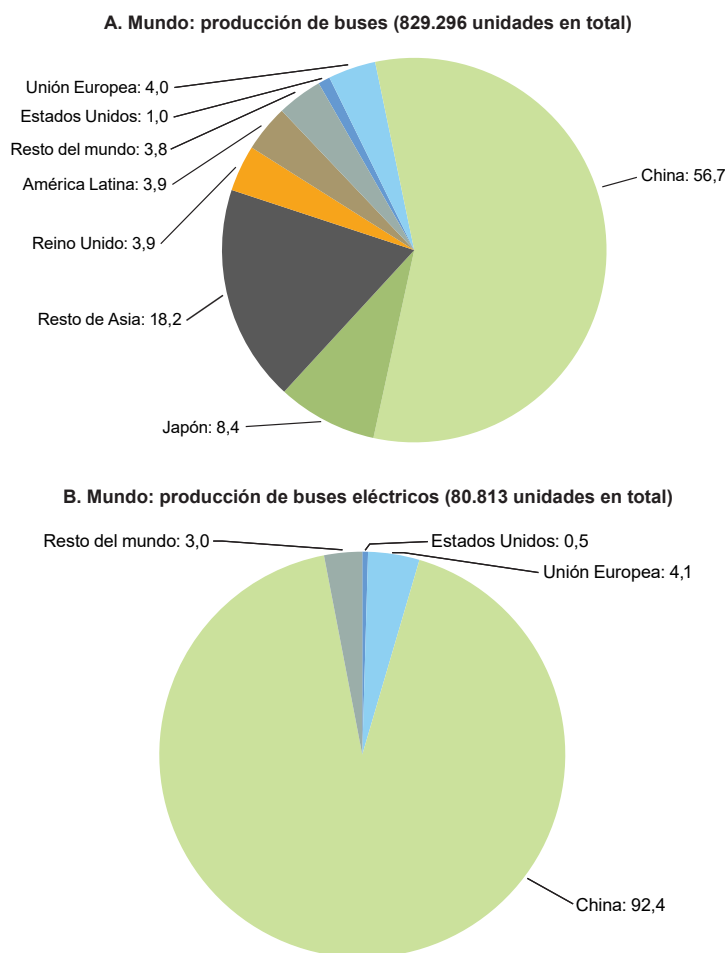
E. Producción y comercio internacional de buses convencionales y eléctricos

1. Estado de la producción y el comercio de buses convencionales y eléctricos en el mundo y América Latina y el Caribe

La creciente demanda de soluciones de electromovilidad y de la transformación digital del transporte público proporciona oportunidades para el despliegue de una política industrial en la región de América Latina y el Caribe. Sin embargo, este despliegue no ha ocurrido a pesar de las señales de un mercado de buses eléctricos en expansión en varias ciudades grandes de América Latina y el Caribe. Según el E-Bus Radar (s.f.), poco más de 2400 buses eléctricos (incluyendo trolebuses) circulaban por las ciudades de América Latina y el Caribe en junio de 2022, lo que representa una baja penetración, poco más de 3% de la flota circulante de las ciudades compiladas en la plataforma.

La región es casi exclusivamente dependiente de importaciones desde China, lo que no sorprende dado su dominio de las empresas de dicho país que participan del 92% del mercado mundial de buses eléctricos (gráfico 23). En términos de la producción mundial, los buses eléctricos representan el 0,1% del total de vehículos, y casi el 10% del total de buses.

Gráfico 23
Producción de autobuses convencionales y de buses eléctricos, por país, 2019
(En porcentajes del valor total)

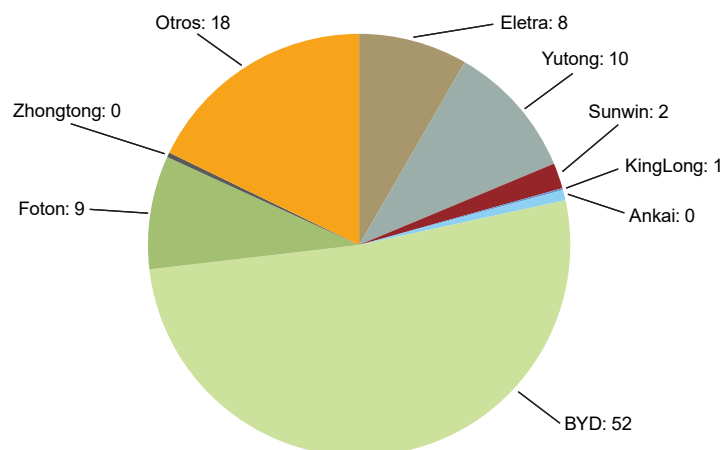


Fuente: CEPAL, con base en información especificada en OICA, European Automobile Manufacturers Association (ACEA, 2022); World Population Review (2022).

Nota: En la categoría otros buses se incluyen troles, buses eléctricos, buses a gas, y buses usados.

Entre los buses eléctricos en circulación en la región, la mitad ha sido producida por la empresa china BYD con una cuota de mercado de 52% a mediados de 2022. En la distribución por fabricante del mercado regional, presentada en el gráfico 24, se destaca como excepción, en medio a las marcas asiáticas, la presencia de una única empresa de la región, la brasileña Eletra, importante proveedor de trolebuses eléctricos en Brasil.

Gráfico 24
América Latina: distribución del acervo de buses eléctricos por fabricante, junio de 2022
(En porcentajes)



Fuente: Elaboración propia sobre la base de información de la base de datos de E-Bus Radar (s.f.).

La ascensión del bus eléctrico en el comercio internacional es bastante reciente, habiendo crecido de modo exponencial a partir de 2017¹⁴, cuando las importaciones saltaron de 149 millones de dólares, en ese año, a 1 110 millones en 2021 (véase cuadro 17). Las exportaciones siguieron creciendo en volumen y valor mientras el mercado de buses convencionales enfrentaba una retracción a consecuencia de la pandemia del Covid-19. De este modo, en solamente cuatro años, la participación de los buses eléctricos en el comercio internacional de buses ha pasado de un valor prácticamente nulo a un significativo 12% (véase gráfico 25).

Cuadro 17
Mundo: comercio de buses convencionales y eléctricos, 2007-2021
(En millones de dólares y porcentajes)

	Monto					Variación media	
	2007	2017	2019	2020	2021	2007-2017	2017-2021
Exportaciones							
Buses convencionales	11 403	14 015	15 073	10 290	9 480	1,6	-9,3
Buses eléctricos	...	200	831	1 109	1 378	...	62,0
Otro tipo de buses	1 773	1 832	1 937	1 543	1 120	0,3	-11,6
Total exportaciones	13 175	16 904	17 841	12 942	11 978	1,9	-7,1

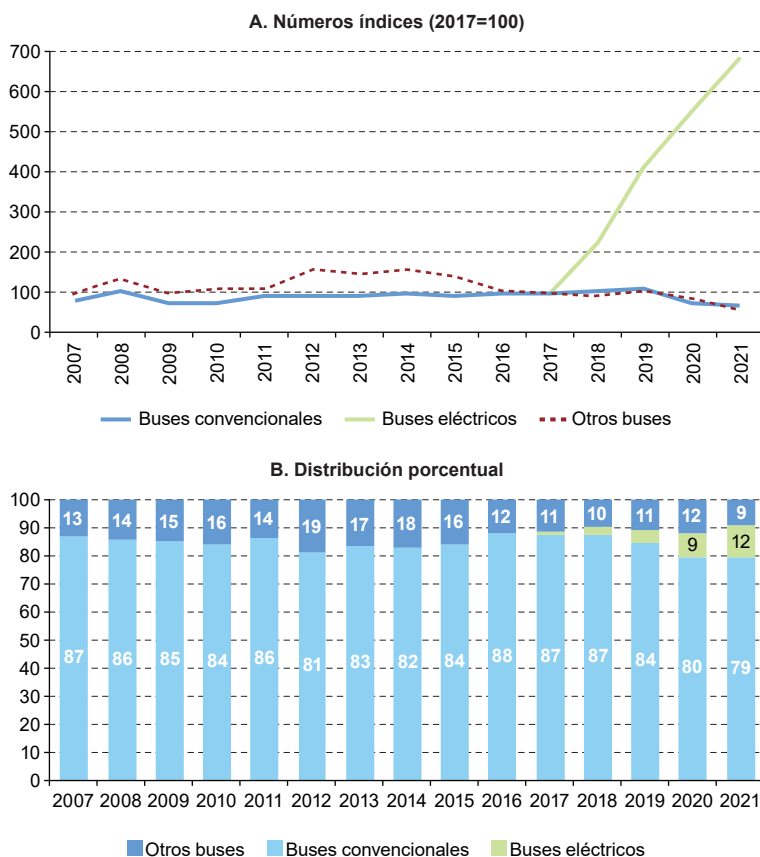
¹⁴ Cabe notar que solo se dispone de estadísticas sobre el comercio de buses eléctricos desde 2017, año en que el Sistema Armonizado de Designación y Codificación de Mercancías (SA) introdujo un código separado para ellos. Previamente los buses eléctricos se agrupaban en el mismo código de los buses de combustión interna.

	Monto					Variación media	
	2007	2017	2019	2020	2021	2007-2017	2017-2021
Importaciones							
Buses convencionales	12 053	13 623	15 161	10 518	9 057	0,9	-9,7
Buses eléctricos	0	149	789	1 086	1 110	...	65,2
Otro tipo de buses	1 814	1 886	2 213	1 841	...	0,3	-0,8
Total importaciones	13 867	16 292	18 164	13 445	10 167 ^a	1,2	-7,3

Fuente: Elaboración propia a partir de la Base de Datos Estadísticos de las Naciones Unidas sobre el Comercio Internacional (UN Comtrade Database, s.f.). Cifras para 2021 incluye estimaciones tomadas de Durán Lima y Herreros (2022).

^a Esta suma no incluye otros tipos de buses.

Gráfico 25
Evolución de las exportaciones mundiales de buses, 2007-2021
(En números índices y porcentajes)

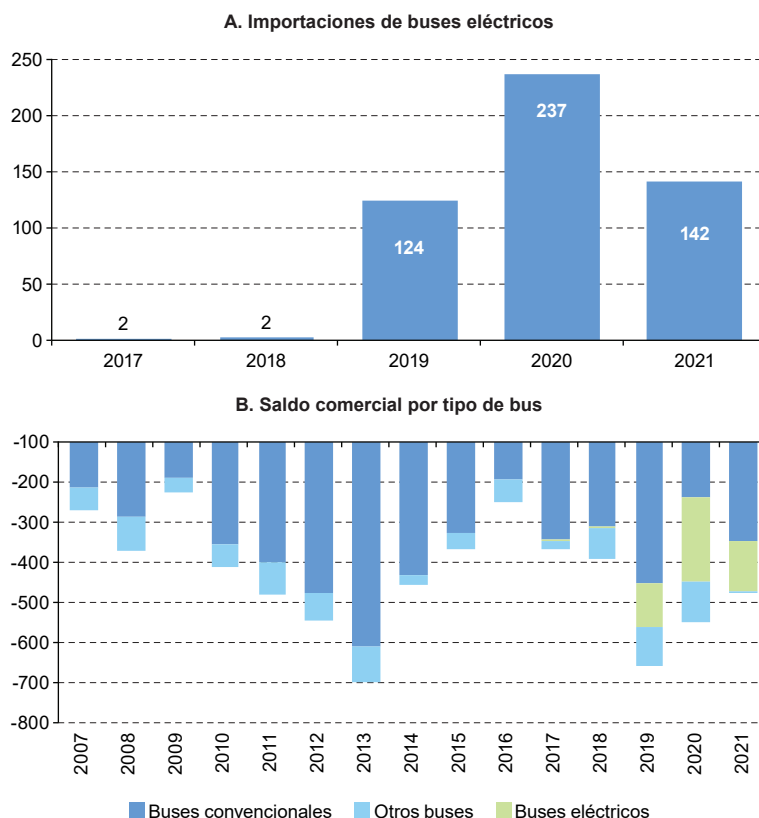


Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Naciones Unidas, Base de Datos Estadísticos de las Naciones Unidas sobre el Comercio Internacional (UN Comtrade Database, s.f.).

La región aumentó sus importaciones de buses eléctricos entre 2018 y 2021, con una caída fuerte en 2021, debido a la pandemia (gráfico 26.A). Dicha caída obedece tanto a choques de oferta (cierres temporales de plantas y la limitada disponibilidad de semiconductores) como a choques de demanda (las restricciones a la movilidad adoptadas en todo el mundo en respuesta a la pandemia). Destaca que la región tiene un saldo comercial negativo, sus importaciones de buses superan sus exportaciones (en términos de valor, véase

gráfico 26.B). Esto subraya su dependencia de productores fuera de la región. Como ya se ha señalado, gran parte de los productores de buses eléctricos tienen su base en China, que lidera el ranking de los productores de autobuses con cerca del 85% de la producción total entre 2018-2020, liderada por 10 empresas de dicha nacionalidad, siendo las tres primeras del ranking global (Yutong, BYD, y Ahegian CRRC Electric Vehicle) las responsables del 50% de la producción en el período referido (Durán Lima y Herreros, 2022).

Gráfico 26
América Latina y el Caribe: importaciones de buses eléctricos (2017-2021)
y saldo comercial por tipo de buses (2007-2021)
(En millones de dólares)



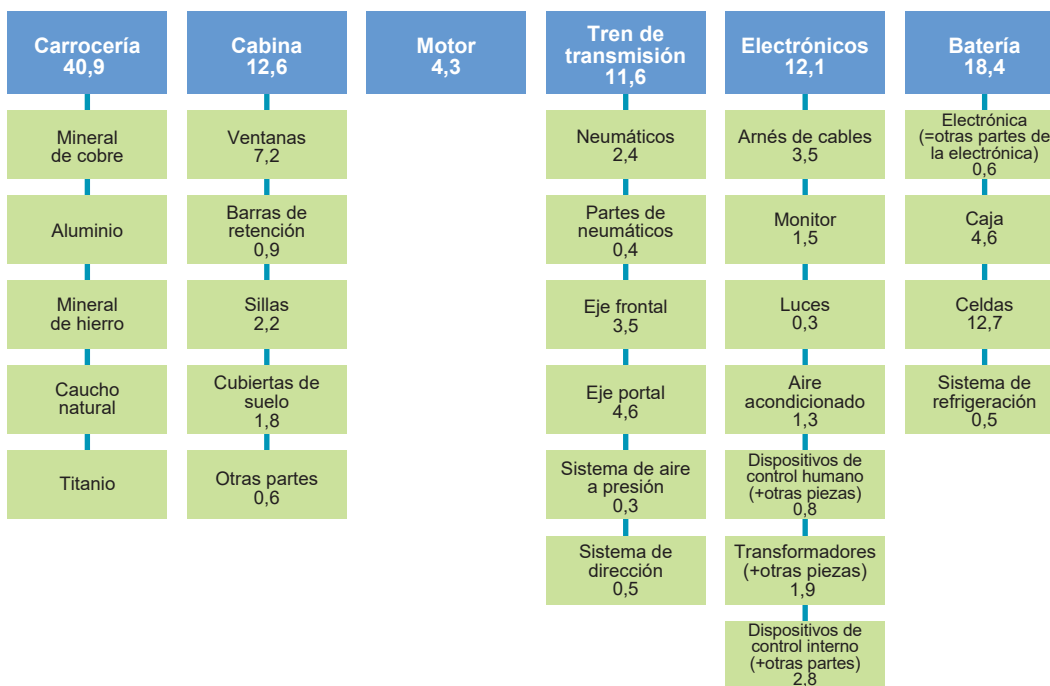
Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Naciones Unidas, Base de Datos Estadísticos de las Naciones Unidas sobre el Comercio Internacional (UN Comtrade Database, s.f.).

2. Midiendo el potencial de la producción de piezas y partes de buses eléctricos en cadenas de valor regionales

Siguiendo a Ronzheimer et al. (2022), quienes desarrollaron una metodología que identifica todas las piezas y partes¹⁵ con las cantidades que se requiere para ensamblar un bus eléctrico (diagrama 3), las mismas que a su vez fueron agrupadas en grandes clústeres, se identificó los flujos de comercio de piezas y partes que se podrían requerir en la producción de un bus eléctrico, reproduciendo de este modo las potenciales cadenas de valor regionales, así como su inserción en las cadenas globales de valor. La principal virtud de la metodología consiste en la desagregación de las distintas piezas y partes en sus insumos intermedios y primarios. Dicho trabajo permitió analizar la participación de América Latina y el Caribe en las cadenas de valor de buses eléctricos en la región y en el mundo a nivel de piezas y partes finales, así como de los productos y recursos naturales requeridos en la producción de buses eléctricos.

¹⁵ La metodología se basa en los códigos arancelarios del Sistema Armonizado de 2017 a nivel de seis dígitos.

Diagrama 3
Desagregación de un bus eléctrico en sus principales clústeres y componentes
(En porcentajes del peso total de un bus tipo)



Fuente: Elaboración propia sobre la base de Ronzheimer et al. (2022).

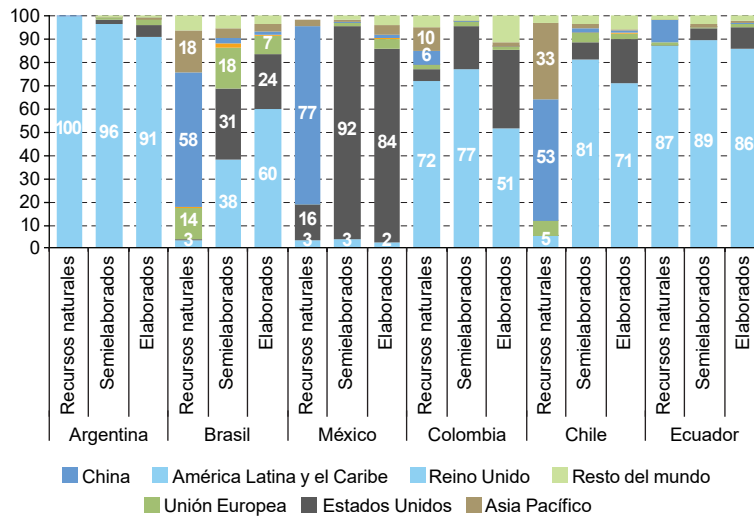
A partir de la información disponible en la Base de Datos Estadísticos de las Naciones Unidas sobre el Comercio Internacional (UN Comtrade, s.f.), se identificaron las principales tendencias del comercio automotriz entre 2007 y 2021, así como los principales actores en el mercado (productores e importadores). A nivel regional, se desarrollaron análisis para seis países: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, y México. En todos ellos hay planes de avanzar hacia la plena implementación de la electromovilidad en el transporte público de pasajeros.

Los países bajo estudio participan en el comercio de insumo de buses eléctricos de una manera muy heterogénea. En 2019, Brasil y Chile concentran el 89% de las exportaciones de recursos naturales, entre los que se destacan el mineral de hierro y el cobre en bruto. Dichos insumos se requieren en primer lugar para la fabricación de la carrocería y en partes para los cables y la batería. En el caso de las exportaciones de productos semielaborados y elaborados, México es a gran distancia el principal exportador, seguido de Brasil. Dichos países pertenecen a una industria de vehículos establecida que produce principalmente para los mercados de América de Norte y de Sur.

Al analizar a nivel de países individuales la estructura de las exportaciones según grado de elaboración y destino, se constata un panorama heterogéneo del comercio de productos, así como de piezas y partes relacionadas con la producción de buses eléctricos. Las exportaciones de México en los segmentos de productos elaborados y semielaborados se orientan mayoritariamente a los Estados Unidos, en tanto que sus envíos de recursos naturales se dirigen principalmente a China. Por su parte, Brasil y Chile también destinan el grueso de sus exportaciones de recursos naturales a China y el resto de Asia, pero sus envíos de productos semielaborados y elaborados se dirigen en mayor medida a la propia región (y en el caso de Brasil, también a Estados Unidos y la Unión Europea). Por último, Argentina, Colombia y Ecuador muestran una fuerte orientación exportadora al mercado regional en los tres segmentos (véase el gráfico 27).

Gráfico 27
Países seleccionados de América Latina: distribución por destino y nivel de elaboración de las exportaciones de productos intermedios vinculados con la producción de buses eléctricos, 2019

(En porcentajes)

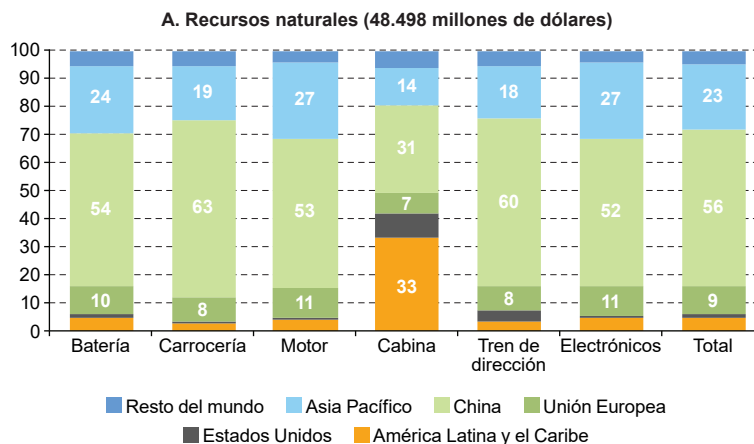


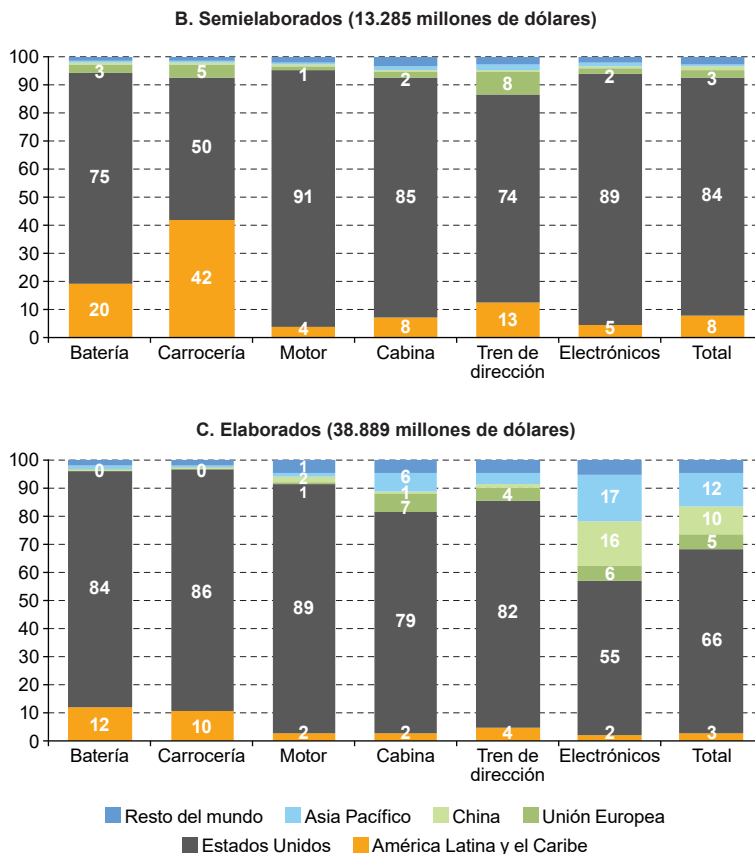
Fuente: Elaboración propia sobre la Base de Datos Estadísticos de las Naciones Unidas sobre el Comercio Internacional (UN Comtrade, s.f.).

Al analizar los principales destinos de las exportaciones de insumos requeridos por clúster y grado de elaboración, también se aprecian patrones diferenciados. En el segmento de recursos naturales, alrededor del 80% del valor exportado se destina a China y otros países de Asia (gráfico 28.A). La única excepción se registra en el caso de las exportaciones de recursos naturales utilizados en el clúster de la cabina dado que, en su conjunto, los países considerados poseen una importante dotación de mineral de hierro, cobre, litio, níquel y otros minerales requeridos en la fabricación de autobuses. En resumen, estos resultados evidencian la integración de la región hacia adelante (aguas arriba) con Asia en el segmento de provisión de recursos naturales. En el caso de las exportaciones de productos semielaborados, el principal destino es los Estados Unidos, con una participación que oscila entre el 77% y el 85% dependiendo del clúster específico (gráfico 28.B). Por último, en el caso de los productos elaborados, los Estados Unidos también son a gran distancia el principal destino en todos los clústeres, con una participación que oscila entre el 55% y el 89% (véase el gráfico 28.C).

Gráfico 28
América Latina (6 países): distribución por destino y clúster de las exportaciones de productos intermedios relacionados con la producción de buses eléctricos, 2019

(En porcentajes)



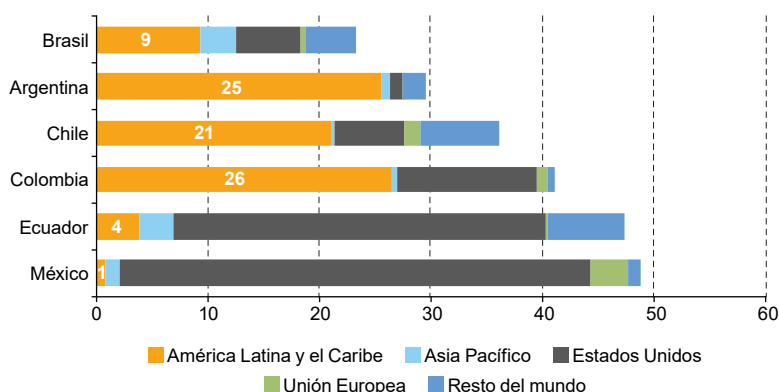


Fuente: Elaboración propia a partir de la Base de Datos Estadísticos de las Naciones Unidas sobre el Comercio Internacional (UNComtrade, s.f.).

3. Midiendo el valor agregado doméstico e importado del sector automotriz

La región de América Latina y el Caribe cuenta con una industria de autobuses convencionales robusta, parte de una industria automotriz que se organiza con fuertes vínculos productivos subregionales: las parejas Brasil-Argentina, Colombia-Ecuador y México-Estados Unidos como se detalla en el gráfico 29. Brasil (78%), Argentina (69%) y Chile (56%) son los países de la región con mayor contenido nacional en sus exportaciones de vehículos, seguidos por Colombia, Ecuador y México. En los seis países el peso del valor agregado local fluctúa entre el 51% y el 78%. Esto es indicativo de la gran importancia de los encadenamientos locales en la producción de vehículos en dichos países. La producción de vehículos, incluidos los autobuses, genera una amplia demanda de insumos tanto a nivel local como importado. Un coeficiente de valor agregado local alto es indicativo de vínculos intersectoriales con otros sectores económicos locales. Entre ellos se destacan los vínculos con los sectores como la fabricación de piezas y partes de productos electrónicos, la fabricación de motores, productos metálicos, y minerales y metales, todos estrechamente vinculados a la producción automotriz exportable. Además de los sectores listados, las relaciones intermedias se extienden a los sectores química y petroquímica, caucho y plástico, textiles y confecciones, y madera, así como a diversos servicios (energía, transporte, comunicaciones, servicios profesionales, entre otros).

Gráfico 29
Sector automotriz: contenido de insumos intermedios importados incorporados en las exportaciones, 2017
(En porcentajes del total)



Fuente: Elaboración propia sobre la base de la matriz de insumo producto global 2017, preparada por el Banco Asiático de Desarrollo, la Comisión Económica y Social para Asia y el Pacífico y la CEPAL.

4. Evaluación de efectos de la aplicación de la electromovilidad en América Latina y el Caribe

Con el fin de evaluar el posible impacto esperado de la aplicación de la electromovilidad en seis países seleccionados (Argentina, Brasil, Colombia, Chile, Ecuador, y México), se desarrolló un modelo de equilibrio general computable dinámico estocástico, calibrado con las matrices insumo producto de cada uno de dichos países. Se determinó como año de base de los ejercicios el 2017. La estrategia seguida en la modelación consistió en aplicar un choque de productividad equivalente a la tasa de crecimiento anual necesaria para alcanzar alternativamente el 50% y el 100% del recambio de las flotas de buses del transporte público en un periodo de 15 años. Las tasas de crecimiento calculadas varían entre 4% en México, y el 12% en el caso de Colombia en el escenario ambicioso, y entre el 2% y 6%, para los mismos países (gráfico 30).

Alternativamente, se asumió un recambio de buses convencionales por buses eléctricos, considerando para dicho efecto, la mayor eficiencia registrada por un bus eléctrico, en el sentido de que la energía consumida por cada bus eléctrico es equivalente un tercio de la requerida por un bus convencional¹⁶. Ello equivale, por un lado, a que el retiro de buses convencionales permitirá la reducción de por lo menos dos tercios de las emisiones contaminantes; por la sustitución del consumo directo por la quema de combustibles fósiles en los vehículos, principalmente diésel. Si se utilizara energía renovable la reducción en contaminación sería mucho mayor.

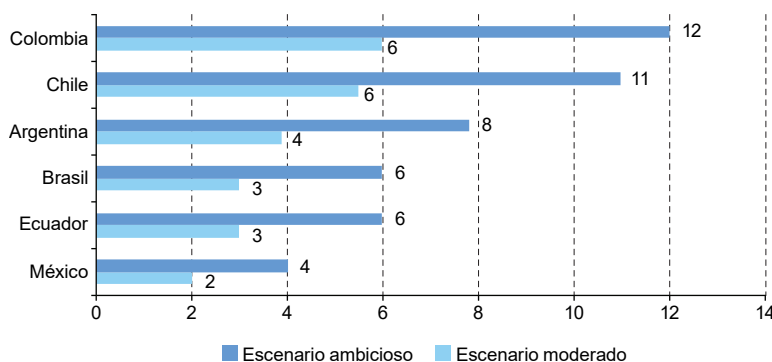
Los resultados obtenidos por las simulaciones efectuadas son analizados para el caso de la producción, el comercio, y el empleo. En particular se prestó atención a los resultados sobre los sectores energía, transporte, maquinarias y equipos, vehículos, y minería, por ser los principales sectores relacionados con la electromovilidad como proveedores de bienes finales (buses), o sus partes y componentes. Por motivos de espacio, en este capítulo se presentan los resultados para el escenario ambicioso, que pueden considerarse como la cota máxima de una política cero emisiones en el transporte público colectivo.

Se advierte que los cambios analizados no recogen la expansión que se derivaría de otros factores exógenos potenciales. A saber, aumento de los flujos de inversión pública y/o privada para la mejora de la infraestructura del sector transporte público (ej: el aumento de estaciones de carga

¹⁶ Presentación de Ruben Contreras en el evento "Ciudades: La movilidad sostenible como una oportunidad para la recuperación transformadora", CEPAL, Santiago, 24 de marzo de 2022.

necesarias para el normal funcionamiento de los vehículos). Tampoco se consideran las inversiones en infraestructura derivadas de una mayor demanda de energía eléctrica, por citar dos posibles fuentes de expansión del producto, no consideradas en las simulaciones. Tampoco se simulan los efectos de inversiones en producción en el sector automotriz a fin de aprovechar la demanda resultante de la política de cero emisiones considerada para el transporte público. Tampoco se consideran políticas de cero emisiones en la restante flota de vehículos (automóviles, vehículos de carga, utilitarios y motocicletas).

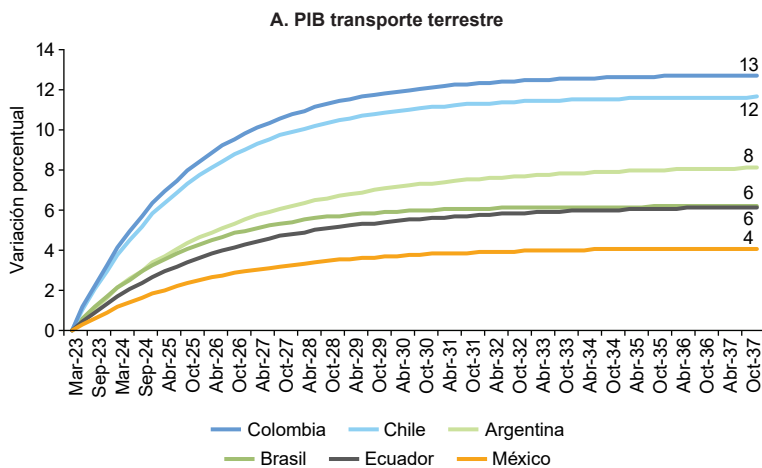
Gráfico 30
Países seleccionados (6): tasa de crecimiento anual de la productividad total de factores (PTF) del sector servicios de transporte, 2022-2037

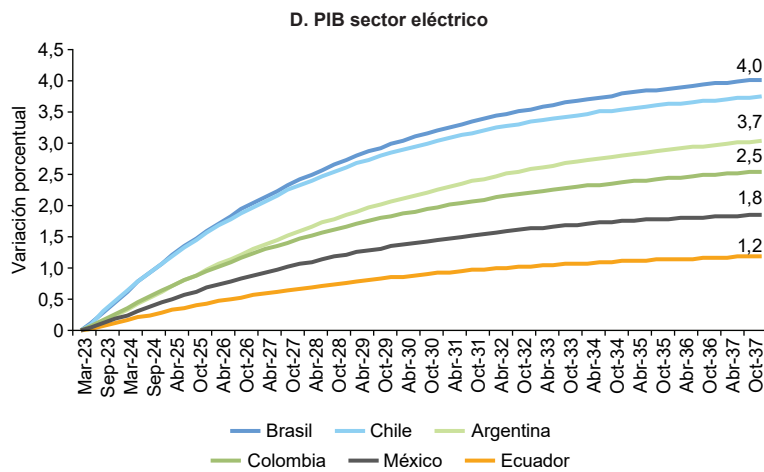
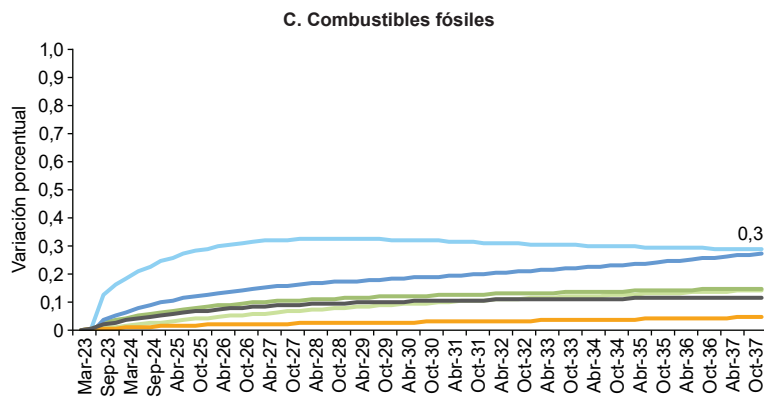
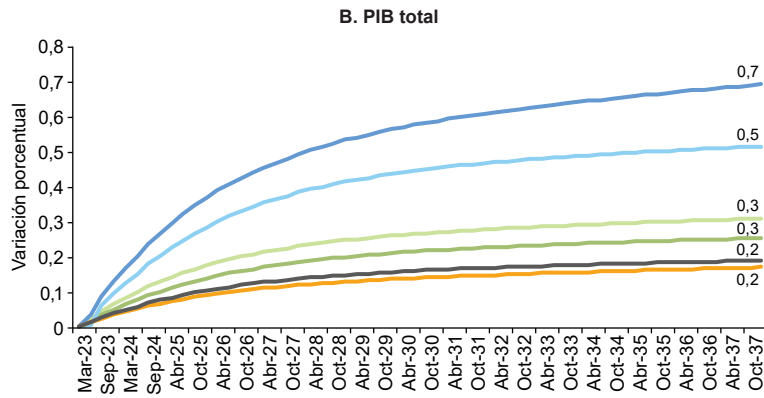


Fuente: Elaboración propia sobre la base de Morales y Durán (2023).

Las simulaciones arrojaron resultados positivos en la variación del producto, especialmente del producto del sector transporte. El gráfico 31.A, muestra el choque estimado del cambio en la productividad total de factores (PTF) entre 2022 y 2037, en el que se observan las diferentes posibilidades de expansión del transporte público dentro del sector transporte para el recambio del stock de buses estimado hacia 2037.

Gráfico 31
Países seleccionados (6): cambios sobre el PIB, 2022-2037
(Variación anual acumulada en puntos porcentuales)





Fuente: Elaboración propia sobre la base de Morales y Durán (2023).

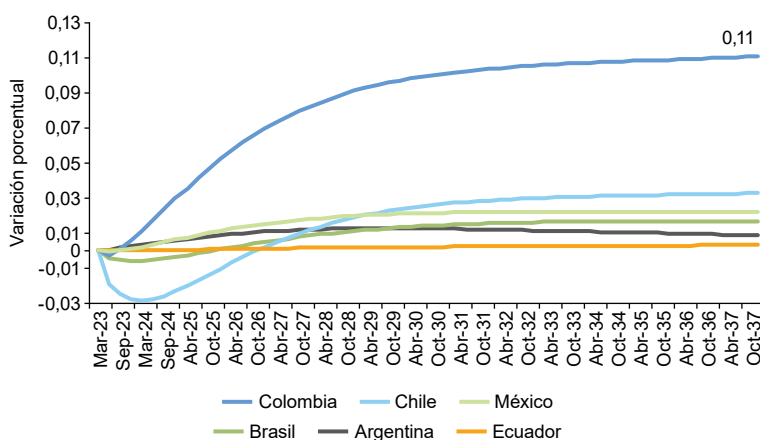
El interés principal del ejercicio es obtener una medida de los efectos esperados de una política de electromovilidad en la región que parte de impulsar el recambio de las flotas existentes.

Nótese que, en todos los casos, se produce una expansión del PIB, siendo más alta en el caso de Colombia, Chile y Argentina, y más reducida en los casos de Brasil, México Ecuador (gráfico 31.B).

En cuanto a la evolución esperada en el sector de combustibles fósiles, se advierte una expansión del producto, con ritmo acelerado durante los primeros años considerados y con una tendencia a reducirse en los casos de Chile y México, y que continúa expandiéndose en Ecuador, Argentina, Brasil, y Colombia, aunque a tasas de variación muy pequeñas que no llegan a superar el 0,3% del producto. Estos resultados contrastan con la mayor expansión que alcanzaría la producción del sector eléctrico, estimulada en todos los países para los que desarrollaron las simulaciones. Las tasas de variación resultantes fueron más altas en Brasil, Chile, Argentina y Colombia (gráfico 31.D).

Los cambios en la variable empleo mostraron una expansión mucho menor, y en promedio inferior al 0,05%, siendo la tasa más alta la de Colombia (véase el gráfico 32).

Gráfico 32
Países seleccionados (6): cambios en empleo, 2022-2037
(Variación anual acumulada en puntos porcentuales)



Fuente: Elaboración propia sobre la base de Morales y Durán, (2023).

Los resultados de la política de electromovilidad sobre los insumos domésticos mostraron variaciones positivas comparativamente menores para el caso de Brasil, y más grandes en los casos de Argentina, Ecuador y México, siendo más altas en el escenario ambicioso. Tal resultado da cuenta del gran arrastre del sector transporte que impulsa el consumo doméstico en otros sectores. Para el caso de los insumos importados, las variaciones son mayores en los casos de Argentina, México y Ecuador, y menores en el resto de los países seleccionados. Estos resultados reflejan la mayor propensión a importar del sector en estos tres países, muy conectados con Estados Unidos, los dos últimos, y con Brasil, en el caso de Argentina. Las importaciones de Brasil, Colombia y Chile (cuadro 18) también aumentan, y mucho más en los escenarios ambiciosos.

Una política pro-transporte público tiene mayor impacto cuando abarca el mayor número de operadores a ser reemplazados y los resultados podrían ser más auspiciosos si se consideran otros medios de transporte, además de los buses eléctricos, como el transporte de carga y los vehículos livianos, como sugieren otros estudios. Los impulsos creadores de cadenas de valor regionales serán más fuertes cuando la política va más allá del transporte colectivo.

En el sector servicios de transporte en el escenario ambicioso se producen las variaciones más altas en insumos domésticos y en insumos importados, con valores mayores en los insumos domésticos; de 7% en Argentina, en torno al 6% en Ecuador y México, 4% en Colombia y Chile, y 1,3% en Brasil.

Cuadro 18
América Latina (países seleccionados): efectos de una política de electromovilidad
sobre los insumos del sector transporte, 2022-2037
(Variación anual acumulada)

Países	Insumos domésticos		Insumos importados	
	Moderado	Ambicioso	Moderado	Ambicioso
Argentina	3,72	7,03	3,30	6,43
Brasil	0,70	1,27	0,01	0,80
Colombia	2,76	3,66	0,61	0,99
Chile	2,88	3,90	0,27	0,56
Ecuador	2,32	5,79	1,97	5,16
México	1,55	5,57	1,46	5,67

Fuente: Elaboración propia sobre la base de Morales y Durán, (2023).

5. Conclusiones relativas a la producción y al comercio de buses eléctricos

Hay proyecciones que indican que la producción mundial de buses eléctricos se multiplicaría por seis, al pasar de alrededor de 110 mil unidades en 2022 hasta 670 mil unidades en 2027. Abonan esta tendencia las medidas adoptadas por muchos países y ciudades para promover el reemplazo de los buses a diésel por buses eléctricos, por ejemplo, mediante la reducción de aranceles, la devolución de impuestos y la concesión de ayudas financieras.

China lidera la producción mundial de autobuses, con una participación promedio del 53% en 2019. Su participación se empina por sobre el 90% de la producción mundial de buses eléctricos, y de hecho las 10 principales empresas productoras son de esa nacionalidad. El indiscutido liderazgo de China en este segmento es el resultado de una estrategia orientada al desarrollo de una industria local, que combina incentivos económicos (subsidios y créditos, entre otros) con cambios regulatorios, tales como exigencias expresas de adopción de vehículos eléctricos.

En América Latina y el Caribe, se estima que el 92% del acervo regional de buses eléctricos es de origen importado desde fuera de la región, destacándose la alta proporción de buses de origen chino. Al mismo tiempo, cuatro países de la región (Brasil, México, Colombia y Argentina, en ese orden) figuran entre los 20 principales productores mundiales de buses. Además, Brasil registra niveles relevantes de producción de buses eléctricos, dando cuenta del 8% del acervo regional a junio de 2022. Se identificaron los casos de Ecuador y Chile como países que podrían insertarse en cadenas de valor regionales, ya sea por poseer una abundante dotación de recursos naturales utilizados en la producción de vehículos eléctricos (principalmente el caso de Chile), o por contar con producción local de carrocerías (el caso del Ecuador).

Queda así en evidencia que el patrón exportador de la región está fuertemente sesgado hacia la provisión de materias primas (principalmente minerales y metales) que son utilizadas a lo largo de toda la cadena de valor de la producción de un bus eléctrico. Así, los principales productos del segmento de recursos naturales son el mineral de hierro, el cobre y el aluminio, en los que Brasil, Chile, México y Perú se ubican entre los principales proveedores mundiales y China como el principal demandante.

En el segmento de productos semielaborados, los tres productos más relevantes son los cables de cobre, las estructuras de hierro y acero, y el vidrio templado. Dentro de la región, solo México es un proveedor relevante de dichos productos. Por último, en el segmento de productos elaborados, los productos de mayor importancia son los ejes automotrices, las carrocerías y las baterías de litio. En esos productos, Brasil se destaca como un importante proveedor de carrocerías y México de ejes. Por el contrario, ningún país de la región es un exportador (o productor) relevante de baterías de litio, cuya producción y exportaciones se radican casi íntegramente en Asia, Europa y América del Norte.

En términos agregados, los países de la región son importadores netos de productos intermedios elaborados y semielaborados utilizados en la fabricación de buses eléctricos. Esta situación constituye una importante limitación al desarrollo de una industria regional de buses eléctricos, ya que incluso aquellos pocos países que han incursionado en dicho segmento deben importar insumos clave como las baterías de litio desde fuera de la región, pese a poseer esta las mayores reservas mundiales de ese mineral. Para modificar este patrón resulta necesario avanzar en iniciativas orientadas a aumentar las capacidades productivas regionales en componentes de mayor contenido tecnológico. En este contexto, la inversión extranjera directa o asociaciones estratégicas como *joint ventures*, puede tener un rol crucial, en la medida en que ella no se limite a la explotación de recursos como el litio para su procesamiento fuera de la región como ha sucedido hasta ahora. Así pues, se releva la necesidad de políticas industriales que apunten en esa dirección, aprovechando la posición privilegiada de la región como abastecedor mundial de varios de las principales materias primas utilizadas en la electromovilidad.

La simulación de políticas desarrolladas para seis países arroja luces sobre la necesidad de impulsar la electromovilidad en el transporte público. Esfuerzos deliberados por expandir el parque automotor entre 2012 y 2037 ya sea en escenarios menos o más ambiciosos, arroja resultados positivos en términos de producción, empleo, y estímulo de la demanda por insumos domésticos e importados. Esta evidencia se presenta más favorable si se considera los principales sectores destinatarios de tales medidas, esto es el sector transporte público, y el sector de energía eléctrica, ambos aumentarían más que proporcionalmente tanto su producto como el empleo y utilización de insumos domésticos e importados (Morales y Durán, 2023), generando además un impulso virtuoso sobre cadenas de valor potenciales a escala intrarregional. Los resultados corresponden a una cota mínima, al considerarse sólo un ámbito de la política, esto es, sólo el recambio de unidades más contaminantes, por otras menos contaminantes, así como de la eficiencia en el uso de la energía eléctrica. Simulaciones adicionales que incluyan la inversión en infraestructura de carga, así como la inversión conexa en el desarrollo de piezas y partes, e inversiones para promover la producción regional de vehículos eléctricos, más allá de los buses eléctricos, generaría resultados mucho más auspiciosos que los presentados en el trabajo hasta aquí desplegado. Resta pues, incluir nuevas dimensiones asociadas a la electromovilidad, con el fin de orientar de mejor manera la política pública hacia la aplicación de normas adecuadas y transparentes que estimulen la inversión del sector, ya sea en la producción, como también en el uso de mecanismos de armonización de estándares y normas para la aplicación del retrofit, por un lado, y la promoción de mayores inversiones. Tales esfuerzos pueden verse potenciados en el ámbito de la integración regional, más allá de las actuales iniciativas nacionales, con una escala subregional, o regional, más atractiva para los inversionistas.

F. La conversión vehicular y las barreras a su desarrollo

La conversión de vehículos de combustión interna mediante el cambio de la planta motriz por un motor eléctrico es lo que comúnmente se llama *retrofit* (ALAMOS, 2020). La actividad ha estado presente en la región desde hace varios años, pero muy limitada, y principalmente ha constado de investigación académica, pilotos empresariales y talleres mecánicos enfocados a reconversiones de baja escala. A pesar de que han venido disminuyendo los costos de adquisición de vehículos eléctricos debido a políticas arancelarias e impositivas, el mayor interés en la movilidad eléctrica como aporte a los compromisos medioambientales, sumado a las dificultades económicas post pandemia, han posicionado a la conversión o retrofit como una alternativa complementaria de relevancia y más barata para la incorporación de vehículos eléctricos.

El proceso técnico de conversión debe mantener los requerimientos de seguridad de los vehículos, respecto a su peso máximo y otros indicadores de la hoja técnica del vehículo original. Actualmente, el nivel de regulación de la región es bajo, no existiendo normas técnicas para los procesos de conversión, aunque sí para la verificación del correcto funcionamiento de los vehículos convertidos (ALAMOS, 2020). Debido al cumplimiento de esta verificación es que, en países como Argentina, Uruguay y Colombia entre otros, los vehículos convertidos pueden circular en vías públicas y contar con un seguro vehicular.

La falta de regulación constituye la barrera principal para la aplicación masiva de la conversión, limitando el despliegue de un sector con elevado potencial para la economía circular, una vez que daría una segunda vida a un parque vehicular antiguo, sobre todo en transporte público. Además, permitiría una transición energética más acelerada en el sector.

Otra barrera es la debilidad o ausencia de incentivos a la conversión. Ejemplo de esto es que las normativas y políticas existentes que promocionan la electromovilidad simplemente no la mencionan¹⁷. Asimismo, los beneficios financieros e impositivos creados para la adquisición de vehículos eléctricos y sus repuestos no cubren la adquisición de los componentes para la conversión, limitando los beneficios económicos alcanzables. Dentro de las pocas acciones documentadas de apoyo del sector público, destaca la realizada por el Gobierno de la Ciudad de México en la promoción y la concesión de recursos financieros para el desarrollo de un taller de baterías para el análisis y futura producción de baterías, motores y de trenes motrices eléctricos.

Cuadro 19
Medidas de fomento para vehículos eléctricos en seis países de América Latina y el Caribe

Medidas	Brasil	Chile	Colombia	Costa Rica	México	Panamá
Metas				⊙		
Autos		⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
Buses		⊙	⊙		⊙ (CDMX)	⊙
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.

Nota: ⊙ operativo; ⊙ en desarrollo. Hechos más recientes y algunos comentarios: Brasil: no hay avances en la materia. Chile: Estrategia Nacional de Electromovilidad: al 2035 se venderán solo vehículos eléctricos en Chile (Ministerio de Energía, 2021). Envío al Congreso del Proyecto de Ley de Transición Energética, el cual establecerá medidas referentes a la electromovilidad, Hidrógeno verde, impulso a las energías renovables y a la generación distribuida. Colombia: el gobierno nacional ha publicado la Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica (Gobierno de Colombia, 2019). Costa Rica: Plan Nacional de Descarbonización, proyecto que definió metas para el año 2050: todos los buses y taxis serán cero emisiones (70% en 2035), 60% de la flota de automóviles privados (un 25% en 2035) (Ministerio de Ambiente y Energía, 2019). Ley 9518 Incentivos y promoción para el Transporte Eléctrico (2018). Ley de Incentivos al Transporte Verde, que amplía las exoneraciones fiscales a los autos eléctricos en Costa Rica (2022). Placas verdes, tienen privilegios en parques y están liberados de restricción vehicular (2019). México: Estrategia de electromovilidad de la Ciudad de México (C40, 2018), aprobada en 2018, donde se prevé que 18% de la flota total de autobuses de la capital en 2030 sean eléctricos. México todavía no ha definido una estrategia o plan para promover el uso de vehículos eléctricos (sólo hubo una propuesta, en 2019, de una Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica). El gobierno ha anunciado la intención de que el 90% de los autos mexicanos sean eléctricos hasta 2050. Sin embargo, de este tema no se ha podido encontrar información que lo respalde y no ha posible hacerle un seguimiento. Panamá: la Ley 162, de 2022, que incentiva la movilidad eléctrica en el transporte terrestre, cuyo propósito es reducir la emisión de gases de efecto invernadero aumentando el uso de energías renovables, establece que a partir de 2025 debe comenzar un cambio gradual del transporte público y autos oficiales a vehículos eléctricos (Ministerio de la Presidencia, 2022).

¹⁷ Una hipótesis que comprobar es que las armadoras establecidas en América Latina y el Caribe ven la conversión como competencia y no como parte de su negocio. Sin embargo, el establecimiento de una fábrica de Renault en España dedicada enteramente a la conversión de sus modelos marque un precedente para que esta dicotomía cambie.

El potencial del retrofit es amplio: generaría empleo en los talleres de conversión, en los procesos de capacitación, en el desarrollo de componentes y partes, entre otros. Se ahorraría en la adquisición de flotas para el transporte público, y beneficiaría a la población al permitirle adquirir un vehículo eléctrico privado, ya que el costo de conversión podría ser sólo un tercio del precio de un vehículo eléctrico nuevo (bus o automóvil; González, Aso. Lat. Retrofit, 2022). También se reduce la presión sobre sector externo por la importación de vehículos nuevos, más costosos que los equipos para la conversión.

La conversión es una actividad productiva para cual la región posee capacidades técnicas y humanas, y que podría ser impulsada por instituciones y empresas existentes, y no sólo para países con industrias automotrices, sino para todos ellos. Actualmente hay una red de cerca de 150 empresas y talleres que trabajan de forma colaborativa en temas técnicos y legislativos entre otros (González, Aso. Lat. Retrofit, 2022). Los datos de las acciones identificadas son promisorios.

En México se estima que el costo del autobús reconvertido sea 50% inferior a un autobús nuevo (Carrillo, De los Santos y Briones, 2020). En Uruguay, el costo de un vehículo eléctrico de fábrica equivale a 3 de retrofit, y se estima que cada vehículo reconvertido puede reducir su emisión en 2,5 toneladas de CO₂ por año (t CO₂/año).

Además, las emisiones del proceso de conversión, de 5,2 t CO₂/vehículo, son menos de la mitad de las emisiones generadas por la fabricación de un vehículo eléctrico nuevo, 12,9 t CO₂. Considerando las emisiones evitadas por el cese de utilización de combustibles fósiles, se estima que cada vehículo convertido evita entre 14 a 41 t CO₂ durante su ciclo de vida (González, Aso. Lat. Retrofit, 2022).

En Chile, son generados cinco empleos locales por cada autobús reconvertido mensualmente, y la suma de los costos de operación, mantenimiento y arrendamiento de un autobús reconvertido sería inferior a la de un autobús nuevo de combustible diésel, y por tanto también muy inferior al costo de un bus eléctrico nuevo (Reborn Electric, 2020).

La conversión es una variante de la economía circular ya que un gran porcentaje del vehículo convertido se mantiene, disminuyendo los residuos y extiende considerablemente la vida útil del vehículo. Como industria, o servicio industrial, permitiría fortalecer la industria automotriz de los países, en particular aquella de autopartes ya que se demandaría componentes de reemplazo o renovación y elementos de conversión. En suma: beneficia al empleo, a la economía, al consumidor y al medio ambiente.

Aunque abundan los beneficios, la conversión enfrenta varios retos adicionales al vacío regulatorio. Hay dependencia de insumos importados fuera de región, el desconocimiento de la opción limita la obtención de beneficios arancelarios y de movilidad similares a los vehículos nuevos, y la incertidumbre de la demanda limita el crecimiento del mercado. Ciertamente, el número de proyectos de conversión, particularmente para transporte público, ha venido en aumento en años recientes, incluso con algunos ejemplares en prueba de circulación; sin embargo, se requiere aún de un "gran impulso" específicamente hacia la industria del retrofit, promoviendo que un mayor conocimiento de la actividad productiva relaje las limitaciones de acceso a recursos, capital de trabajo, inversión y la creación de un mercado propio.

1. El retraso en la regulación de vehículos eléctricos

Las metas y compromisos asumidos por los gobiernos locales y nacionales de la región requieren del inminente despliegue de la electromovilidad pública en América Latina y el Caribe. Sin embargo, muchos de compromisos están establecidos en instrumentos no vinculantes, como metas en planes de acción climática, en conflicto con otros instrumentos regulatorios vinculantes, como los contratos vigentes de concesiones, que no establecen la obligatoriedad de avanzar en la electrificación de las flotas de autobuses.

Por tanto, la vía por la cual se promovería la transición energética no está clara. La renovación de las flotas exige una inversión inicial elevada, que se amortigua gradualmente a lo largo del tiempo por

los menores costos operacionales. El modelo de negocio para captar estas ventajas ya está establecido. La infraestructura para la carga de estos vehículos también demanda inversiones significativas, así como articulación entre sectores. Pero la política de transición, la distribución de responsabilidades, los instrumentos financieros y los ajustes contractuales son temas que avanzan poco en la mayor parte de las ciudades y países.

La velocidad de adopción de la electromovilidad pública en América Latina y el Caribe ha sido más lenta en relación con lo que ha ocurrido, por ejemplo, en Europa, China y Estados Unidos (también en la privada). En este sentido, y sin perjuicio de los avances observados en las tecnologías utilizadas y en la disminución en sus costos de fabricación, los precios de estos vehículos aún constituyen una barrera que impide el avance más rápido hacia este tipo de transporte, siendo de particular interés el transporte público.

Como resultado de lo anterior, es recomendable difundir las alternativas que permitan acelerar la incorporación de la electromovilidad pública en la región. Surge como opción el potencial que ofrece la alternativa de la transformación de vehículos públicos de combustión a eléctricos en términos de sus menores costos, la creación de empleo local e inserción en patrones de economía circular. Esa opción, sin embargo, requiere una regulación específica que garantice la seguridad eléctrica y permita la homologación de los vehículos convertidos, tanto para el servicio público como privado.

Para mitigar la barrera regulatoria, la CEPAL ha publicado una propuesta de marco para conversión de vehículos que usan combustibles fósiles (CEPAL, 2021b). La preparación del documento ha tenido a la vista diversas regulaciones internacionales, destacando la revisión del "Reglamento N° 100 de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa que establece las disposiciones uniformes relativas a la homologación de vehículos en relación con los requisitos específicos del grupo motopropulsor eléctrico" (Unión Europea, 2015), y la regulación China GB 18384-2020 (2021), en vigor desde el 1 de enero de 2021, dictada por la Administración de Estandarización de China que establece los requerimientos de seguridad para vehículos eléctricos, y que reemplaza regulaciones que habían sido dictadas con anterioridad. Asimismo, se han considerado normativas asociadas con la transformación de vehículos para la utilización de sistemas de tracción eléctrica, en particular la norma del 3 de abril de 2020, dictada por el Ministerio de Transición Ecológica y Solidaridad de Francia (2020) y la norma sobre "Reformas de Importancia" emitido por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo de España (2022).

Los principales elementos que se incorporan en la propuesta son:

- El Establecimiento de una regulación para cautelar la seguridad de la instalación y el Sistema de Acumulación de Energía Recargable.
- Un procedimiento de certificación de vehículos transformados realizado por un "Servicio Técnico" designado por la autoridad correspondiente, con base en la homologación de un prototipo de "modelo de vehículo/Kit de Transformación."
- Establecer Talleres de Transformación, que cumplan con requisitos específicos y autorizados por las personas que realicen la homologación del prototipo de vehículo-kit de transformación.
- Control efectuado por un "Tercero Independiente", como requisito previo para autorizar la circulación del vehículo transformado, de acuerdo con requisitos técnicos establecidos.

La propuesta de CEPAL ha sido enviada a algunos países de la región, quienes en la actualidad se encuentran trabajando por llenar estos vacíos regulatorios (i.e. Costa Rica, con asistencia de CEPAL). El ejemplo más avanzado es Chile, cuyo gobierno anunció en agosto de 2022 que el reglamento que permitirá la conversión de vehículos a eléctricos se encuentra próximo a su promulgación. Dicho reglamento, que recoge recomendaciones de CEPAL, será pionero en América Latina y el Caribe, y se espera que sirva de aliciente para que otras economías avancen en tal dirección.

2. La viabilidad financiera y económica del recambio de flotas¹⁸

Como actividad del Proyecto "Ciudades inclusivas, sostenibles e inteligentes en el marco de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible en América Latina y el Caribe", la CEPAL realizó una asistencia técnica al Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (MIDEPLAN) de Costa Rica, en la cual se elaboró un estudio de impacto económico, social, ambiental y financiero de la incorporación de autobuses eléctricos en rutas de transporte público concesionadas de este país (Adamson y Cipoletta Tomassian, 2022). La investigación incluye simulaciones que muestran el comportamiento futuro de la flota de autobuses ante el avance de la electrificación en diferentes escenarios, así como una evaluación de su rentabilidad financiera y económica mediante el análisis convencional de rentabilidad —con el costo total de la propiedad— y una modelización que incorpora la variable regulatoria para precisar las particularidades del caso de Costa Rica.

El estudio simula y muestra los niveles resultantes respecto de indicadores de rentabilidad para varias alternativas tecnológicas de electrificación, y ofrece diferentes instrumentos de política que podrían establecerse como mecanismos de internalización para potenciar la rentabilidad financiera privada y con ello mitigar el impacto tarifario sobre los usuarios, sin comprometer el estado de las finanzas públicas.

En Costa Rica, el subsector de transporte constituye aproximadamente el 69% de las emisiones de GEI en términos de CO₂e del sector de energía y 31% de las emisiones a nivel nacional en el año 2012. El sector de transporte en autobús representa un 4,3% de las emisiones de GEI totales del transporte y genera el 2,24% del consumo total de energía nacional. Para el año 2019, el país contaba con más de 5 mil buses concesionados, siendo aproximadamente 2.100 en el Área Metropolitana de San José.

La Ley N° 9518 de incentivos y promoción del transporte eléctrico (Ministerio de Ambiente y Energía, 2018) condiciona el remplazo de la flota de autobuses a su viabilidad técnica y financiera, pese a que una evaluación estrictamente financiera (privada) no considera la totalidad de costos y beneficios para la sociedad de dicha inversión. En ese sentido, el Análisis Beneficio Costo económico (ABC económico) utiliza valores estimados de precios sombra (o precios sociales), empleados en la mayoría de los Sistemas Nacionales de Inversión Pública (SNIP) de la región, considerando fallas de mercado y beneficios por reducción de externalidades negativas y generación de externalidades positivas, tales como: mitigación de Gases de Efecto Invernadero y contaminantes, ahorros en la factura de importación petrolera nacional, reducción de impactos económicos asociados a ruidos, reducción de daños a la salud y de sus costos asociados, encadenamientos productivos, entre otros factores relevantes para la sociedad. Para proyectos con valor financiero negativo asociado a valor económico positivo, se justifican procesos de inversión y política pública que viabilicen su ejecución.

En el caso del análisis estrictamente financiero o privado, al emplear una tasa de descuento del 13,01% y términos de financiamiento presentadas por el Banco Nacional, el Valor Agregado Neto del inversionista resulta en 134.100 dólares en favor de las tecnologías diésel, con tasa interna de retorno (TIR) de -4,80% para el vehículo eléctrico. El resultado se explica porque los ahorros anuales en mantención no son suficientes para compensar el alto costo de adquisición de los buses eléctricos, además de los costos que conllevan las baterías, infraestructura de carga y su instalación. La ventaja financiera de los buses a diésel también se explica por los requerimientos ambientales poco exigentes para este tipo de vehículo (Euro III), lo que permite a los buseros adquirir unidades de costo relativamente bajo.

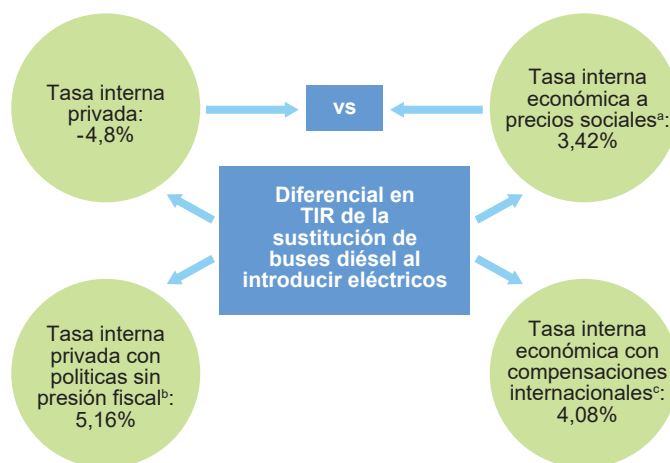
Tomando en cuenta la diferencia financiera observada en el escenario base, el resultado es sensible la tasa de descuento adoptada, lo que evidencia que las condiciones del mercado y la disponibilidad de instrumentos financieros flexibles son altamente relevantes para viabilizar la introducción de buses eléctricos. El mercado financiero local carece de una oferta de instrumentos financieros para la compra de este tipo de vehículo, particularmente debido a la incertidumbre asociada con la sectorización, la renovación de concesiones, oligopolio en el sector financiero nacional, entrada en vigor del recambio, y práctica de empresarios de autofinanciarse e ir haciendo cada vez más vertical la operación de las

¹⁸ Sección desarrollada con base en el documento de Adamson, M. y Cipoletta Tomassian, G. (2022).

rutas concesionadas. Otras barreras apuntadas son los riesgos asociados a la adopción de una nueva tecnología, como retrasos y necesidad de despliegue de infraestructura de cargas, costos adicionales no esperados, dependencia de acciones gubernamentales (en regulación, infraestructura). En suma, ese mercado es todavía considerado como prematuro, para el cual las instituciones financieras mantienen cierto escepticismo. Se espera que un plan piloto de electrificación de buses permita la generación de indicadores y la observación de las condiciones reales de operación, que fomente una perspectiva más realista sobre la implementación de la movilidad pública eléctrica en el país.

En escenarios complementarios, la tasa de descuento mínima necesaria para hacer que los flujos de costos (y ahorros al aplicar diferenciales) sean favorables para la inversión (es decir, la TIR que hace del VAN igual a cero) mejora conforme se internalizan los beneficios sociales. Esto se evidencia en los resultados, que van desde tasas del -5% para casos financieros privados hasta 4% para evaluaciones económicas, como se muestra en el diagrama 4. Para la simulación que incorpora las estimaciones de los precios sociales indicados por el MIDEPLAN de Costa Rica, así como la internalización según los precios referentes al costo social del carbono y los precios que estiman los daños de salud por gases contaminantes y ruido, los resultados son favorables a la implementación de las tecnologías eléctricas, con tasa interna de retorno positiva del 3,4%. En escenario considerando los precios internacionales del carbono y una tasa de descuento conveniente para proyectos de mediano-largo plazo y de índole ambiental, la Tasa Interna de Retorno (TIR) alcanza los 4,1%.

Diagrama 4
Resumen de resultados obtenidos para el análisis diferencial entre tecnologías eléctricas y de combustión interna



Fuente: Elaboración propia con base en Adamson, M. y Cipoletta Tomassian, G. (2022).

^a Dado que la rentabilidad privada es negativa, pero la económica sí es positiva, hay un margen relevante de política económica para fortalecer y dinamizar las economías de la región, a la vez que se avanza en los compromisos ambientales.

^b se puede lograr la rentabilidad privada con políticas públicas sin crear mayor presión fiscal.

^c serán mucho más eficientes entre mayor sea la compensación por reducción de emisiones de GEI. Además, fortalece los encadenamientos internos, la industria local y el empleo.

Dado que gran parte de los beneficios están asociados a compensaciones por externalidades negativas, se considera que un proceso de electrificación contaría con las características para acceder a financiamiento de fondos internacionales comprometidos con la mitigación de los efectos del cambio climático. Además, parte de los recursos requeridos para financiar la transición podrían venir de tributos aplicados a las fuentes de contaminación, como combustibles fósiles.

Relacionado a los encadenamientos productivos del sector y su aporte en el Producto Interno Bruto del país, se encontró que actualmente el sector de transporte posee una relativa débil capacidad manufacturera o de transformación, siendo de bajo arrastre y concentrado. De estimularse actualmente la incorporación de este tipo de buses, generaría un crecimiento relativamente limitado en la demanda de

insumos de los otros sectores locales, en particular debido a que se trata de una importación de bienes de capital, para la producción de un servicio fundamentalmente prestado a la demanda final, lo que limita la capacidad de generación de valor agregado o PIB de este y otros sectores. Lo anterior sugiere una valiosa oportunidad que merece estudiarse, tanto a nivel de políticas e instrumentos económicos, así como estimar y evaluar los beneficios y costos (privados y económicos) de un proyecto para establecer una industria de reensamblaje local, que reconvierta buses de diésel que cumplan su período y los reconvierta en buses eléctricos renovados y que cumplan estándares de calidad, dinamizando las actividades económicas locales.

V. Retos transversales de la movilidad sostenible

A. La movilidad como política social y consideraciones de género

Algunos desafíos analizados dentro del proyecto CISI son las condiciones del servicio desde una perspectiva de derechos y género, las condiciones institucionales y el gobierno de lo urbano para la planificación de la movilidad local, los impactos de la digitalización en la conectividad, la frágil condición de sostenibilidad financiera de la movilidad pública, los cambios y retos generados por la pandemia COVID-19, y los requerimientos del sector energético para el tránsito hacia la movilidad eléctrica. En este apartado se abordan las variables sociales.

La movilidad urbana es un determinante importante de la calidad de vida, el bienestar y el goce de derechos de las personas que habitan en las ciudades y sus alrededores, así como en el funcionamiento y sostenibilidad de estas. Los sistemas de movilidad urbana son centrales para la convivencia cotidiana y la cohesión social en dichos espacios. Sin embargo, en América Latina y el Caribe la movilidad en condiciones óptimas es escasa. Con frecuencia se conceden mejores condiciones para unos, bajo la forma de privilegios de infraestructura y servicios, como cuando se destinan espacio y recursos de forma prioritaria y generosa para el desplazamiento individual motorizado, en detrimento del transporte público y la movilidad activa. Así, la movilidad se suma a los múltiples ámbitos del bienestar y goce de derechos en donde se manifiestan grandes brechas por discriminación y exclusión de personas y de grupos específicos de la población.

Con el fin de incorporar una mirada social transversal a los temas y clústeres del proyecto CISI, desde la División de Desarrollo Social (DDS) de la CEPAL se trabajó en elaborar un marco de análisis que permita simultáneamente analizar y diseñar políticas de movilidad poniendo la dimensión social, con el bienestar y los derechos humanos de las personas, en el centro del objetivo de un Gran Impulso para la Sostenibilidad. Con esto, se busca relevar los ámbitos que en esta materia tocan a los diversos sectores de involucrados (movilidad, energías renovables, nuevas tecnologías, industria automotriz y de la construcción) y el rol que toca a los múltiples actores y autoridades con responsabilidades y orientaciones de política. Para ello el anclaje principal se realizó desde las implicancias y necesidad de adoptar un enfoque de derechos humanos y de género en el ámbito de la movilidad urbana, y demás sectores de actividad relacionados con el proyecto.

1. Propuesta de marco analítico para la movilidad urbana, desde una perspectiva de derechos y de género

Se analiza la convergencia en la movilidad urbana de los derechos humanos, el enfoque de género y las desigualdades sociales para proponer ámbitos e instrumentos de política favorables al goce universal de los derechos humanos (o evitar violaciones a estos) en los sistemas de movilidad urbana de la región, así como en otros sectores relacionados con su infraestructura y sostenibilidad.

El objetivo fue asegurar que todos los actores involucrados en el diseño e implementación de políticas de movilidad, incluyendo los gobiernos y actores privados, cuenten con instrumentos para definir y aplicar estándares sociales y laborales, de derechos humanos y de género. El análisis consideró dos dimensiones principales:

- i) Por un lado, las implicancias de la adopción e implementación de un enfoque de derechos humanos y de género en los sistemas de movilidad urbana, identificando derechos humanos específicos vinculados a dichos sistemas, grupos de población particularmente vulnerables, ámbitos e instrumentos de política para evitarlas o mitigarlas, y responsabilidades que se vinculan con el sector privado en el área de movilidad.
- ii) Por otro lado, se analizaron los sectores clave de actividad relacionados con la sostenibilidad medioambiental de los sistemas de movilidad urbana, y en los riesgos de violación de derechos humanos que existen en las cadenas de suministro.

Este marco de análisis evidencia los importantes vínculos entre el goce efectivo de derechos humanos, la implementación de un enfoque de género y las condiciones de acceso y uso de los sistemas de movilidad urbana, su infraestructura, insumos y equipamiento. La movilidad influye en el goce de derechos como el de libre circulación, el de vivir una vida libre de violencia, el derecho a la salud y a un medio ambiente sano. A esto se suman vinculaciones indirectas e instrumentales, debido a que el acceso y uso de la movilidad posibilita ejercer derechos como la educación, el acceso a servicios físicos de salud, el trabajo, entre otros. Asimismo, la perspectiva de igualdad y de inclusión de las personas (en su diversidad de condiciones y situaciones) lleva a la discusión, más amplia, de los determinantes y requisitos (necesarios pero diferenciados) para acceder y utilizar efectivamente los sistemas de movilidad urbana.

De las vinculaciones entre derechos humanos, la perspectiva de género y la autonomía de las mujeres con los sistemas de movilidad, derivan varios instrumentos de política para aplicar un enfoque de derechos y de género fortaleciendo las cuatro dimensiones de la institucionalidad:

- i) las leyes y normas internacionales, nacionales, estatales o municipales que configuran un marco más o menos adaptado a la aplicación de este enfoque, con base en compromisos del Estado y procedimientos institucionalizados.
- ii) la dimensión organizacional, con instrumentos para mejorar la coordinación intra e intersectorial y las instancias en que los diversos servicios pueden apoyar la difusión y defensa de los derechos en la movilidad.
- iii) la dimensión técnico-operativa, donde destaca el rol de la información, estudios y evaluación con el fin de diseñar alternativas pertinentes, efectivas, y procesos en función de las necesidades de las personas.
- iv) la definición de los requerimientos y fuentes de financiamiento acordes con los desafíos de inclusión e igualdad que plantea el enfoque de derechos y de género.

De ahí la importancia de los procesos de intercambio y diálogo intersectorial para la construcción progresiva de una gobernanza en donde el enfoque de derechos y de género sean referentes compartidos por los principales actores institucionales (diagrama 5).

Diagrama 5
Algunos instrumentos de política en el ámbito de los sistemas de movilidad urbana con enfoque de derechos y de género



Fuente: Elaboración propia con base en Martínez, Maldonado y Schönsteiner (2022).

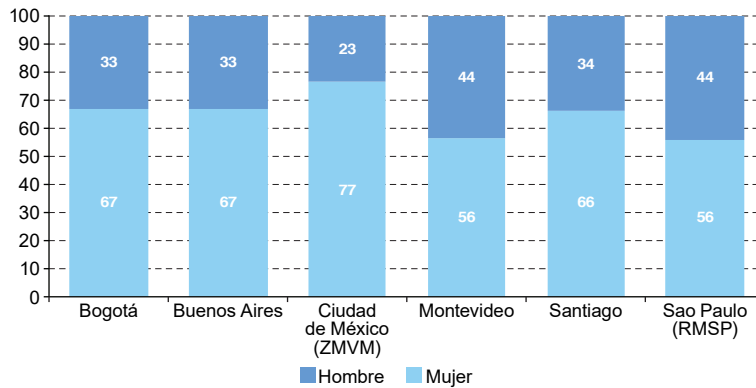
Estas ideas e instrumentos para avanzar en el enfoque de derechos y de género se complementan con una propuesta de protocolo para su análisis y seguimiento en las políticas de movilidad urbana.

En la definición de políticas sociales destaca la importancia de los instrumentos de política para el desarrollo de la movilidad con enfoque de derechos y género, e identificar de qué manera la institucionalidad social se ve interpelada, dimensiones que deben consolidarse de manera simultánea e interdependiente.

2. Género y patrones de movilidad

Un aspecto clave de la transversalización del enfoque de género en el proyecto CISI ha sido la generación de datos estadísticos desagregados por género. Las diferencias entre hombres y mujeres en temas como inserción laboral, ingresos, tiempo dedicado a tareas de cuidado y percepción de seguridad resultan en patrones de viaje distintos, cuya comprensión es esencial para el diseño de políticas públicas de movilidad. Los motivos de viaje varían significativamente entre mujeres y hombres, siendo las mujeres las que viajan más por razones de trámites, compras, y actividades de cuidado. Estas diferencias son muy marcadas en Ciudad de México, donde las mujeres realizan el 77% de los viajes diarios referidos a estos motivos. Asimismo, en todas las ciudades las mujeres tienen mayor participación (gráfico 33).

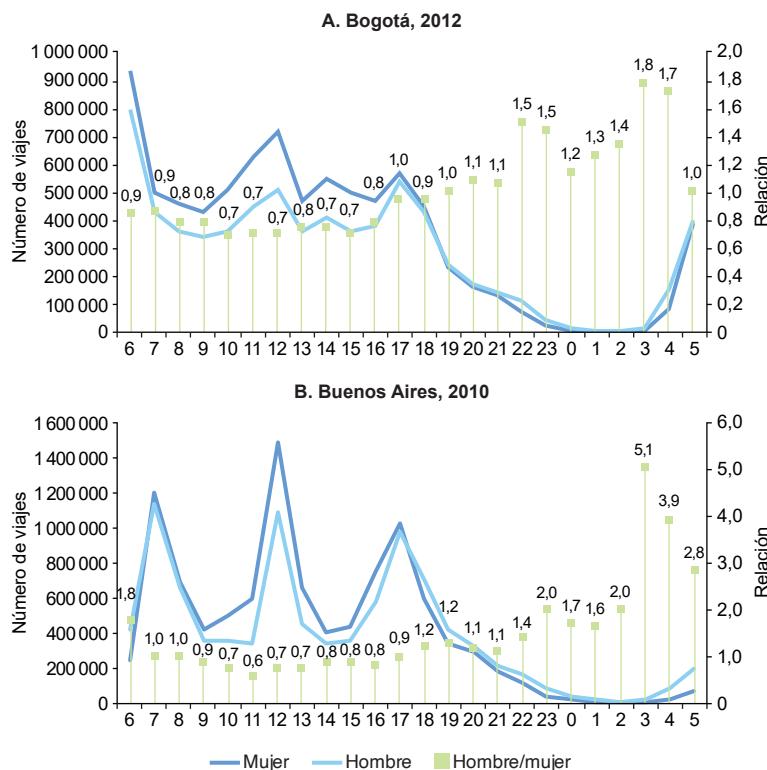
Gráfico 33
Seis (6) ciudades de estudio: porcentaje de viajes que realizan hombres y mujeres en relación con el total de viajes por motivo de compras, trámites y asuntos personales y dejar, recoger o acompañar a alguien (día hábil)
(En porcentajes)

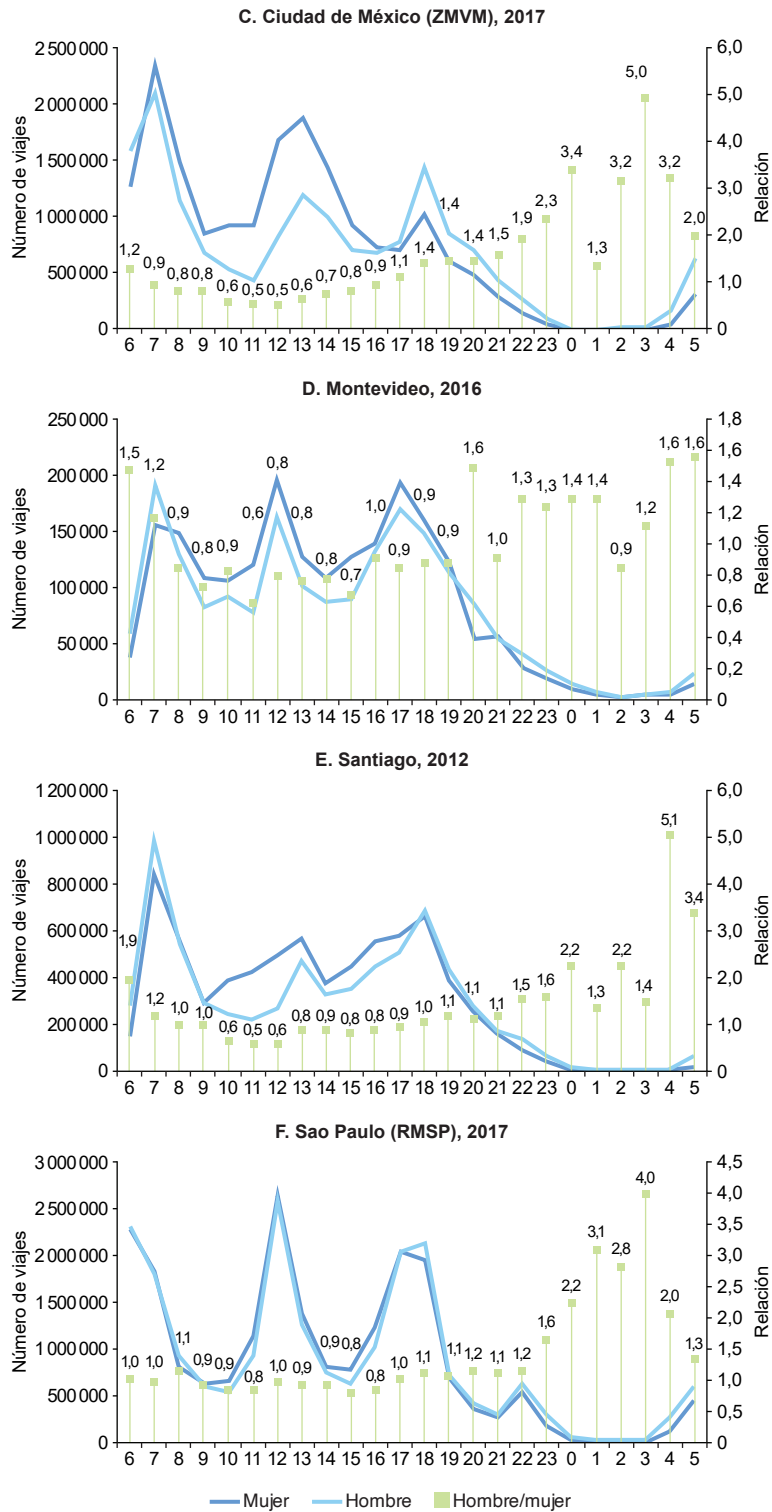


Fuente: Elaboración propia a partir de las encuestas de movilidad de las ciudades. Bogotá (2019), Alcaldía Mayor de Bogotá, Sistema integrado de información sobre Movilidad Urbana Regional, Encuesta de Movilidad Bogotá 2019. Buenos Aires (2010), Ministerio de Transporte de Argentina, Programas y Proyectos Sectoriales y Especiales del Ministerio de Transporte, ENMOD0 2009. Ciudad de México (ZMVM) (2017), Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática de México, Encuesta Origen Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México (EOD) 2017. Montevideo (2016), Intendencia de Montevideo, Observatorio de Movilidad, Encuesta de movilidad del Área Metropolitana de Montevideo 2016. Santiago (2012), Subsecretaría de Transportes del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones de Chile Programa de Vialidad y Transporte Urbano SECTRA, Encuesta Origen Destino Santiago 2012. Sao Paulo (2017), Companhia do Metropolitano de São Paulo - Metrô, Brasil, Pesquisa Origem e Destino Região Metropolitana de São Paulo 2017.

Las mujeres evitan los viajes de noche, como se aprecia en el gráfico 34. La relación de viajes entre mujeres y hombres durante el día es generalmente cercana de uno a uno, pero, desde la medianoche, esta relación puede llegar a ser de 1 a 5, es decir, de cada 5 viajes que realizan los hombres, las mujeres realizan sólo uno.

Gráfico 34
Cantidad de viajes totales según hora de inicio por sexo y relación entre los viajes de hombres y mujeres (día hábil)
(En número de viajes y relación entre los sexos)

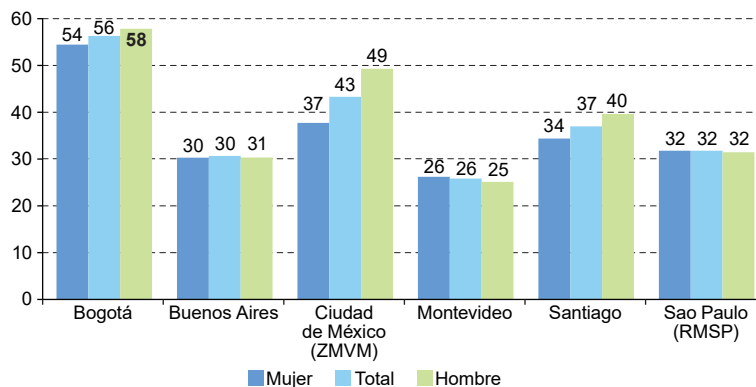




Fuente: elaboración propia a partir de las encuestas de movilidad de las ciudades. Bogotá (2019), Alcaldía Mayor de Bogotá, Sistema integrado de información sobre Movilidad Urbana Regional, Encuesta de Movilidad Bogotá 2019. Buenos Aires (2010), Ministerio de Transporte de Argentina, Programas y Proyectos Sectoriales y Especiales del Ministerio de Transporte, ENMODO 2009. Ciudad de México (ZMVM) (2017), Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática de México, Encuesta Origen Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México (EOD) 2017. Montevideo (2016), Intendencia de Montevideo, Observatorio de Movilidad, Encuesta de movilidad del Área Metropolitana de Montevideo 2016. Santiago (2012), Subsecretaría de Transportes del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones de Chile Programa de Vialidad y Transporte Urbano SECTRA, Encuesta Origen Destino Santiago 2012. Sao Paulo (2017), Companhia do Metropolitanano de São Paulo - Metrô, Brasil, Pesquisa Origem e Destino Região Metropolitana de São Paulo 2017.

El tiempo es un elemento clave que actúa muchas veces como determinante de la elección modal, del destino y de la frecuencia de viaje, entre otras. Como muestra el gráfico 35, los mayores tiempos de viaje, dentro de las ciudades de la muestra, se observan en la ciudad de Bogotá, en donde el tiempo promedio de viaje alcanza casi 1 hora, casi el doble de lo que se aprecia en la ciudad de Sao Paulo. Como es de esperar, Montevideo es la que menores tiempos de viaje presenta.

Gráfico 35
Seis ciudades de estudio: tiempo de viaje promedio por sexo, último año disponible (día hábil)
(En minutos)



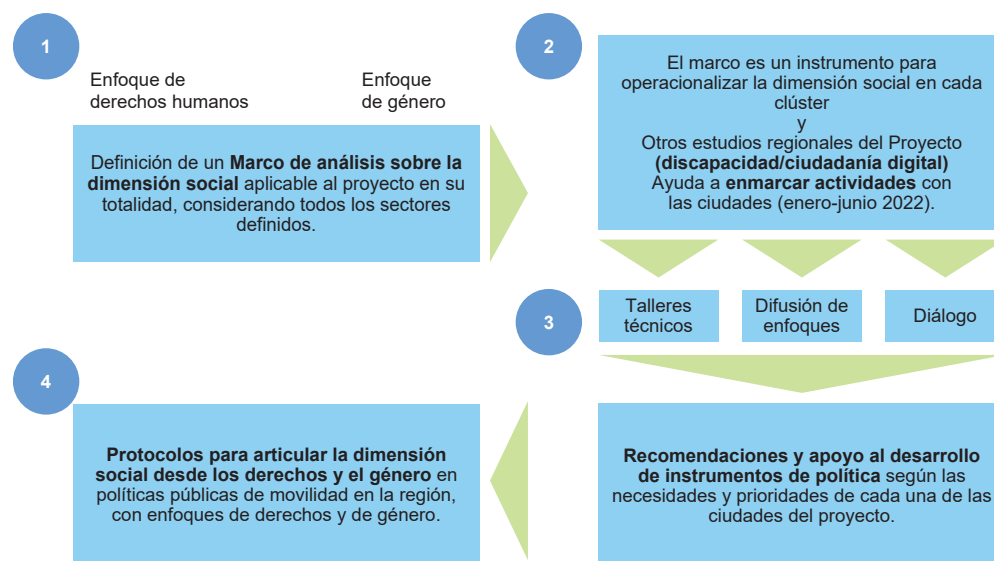
Fuente: Elaboración propia a partir de las encuestas de movilidad de las ciudades. Bogotá (2019), Alcaldía Mayor de Bogotá, Sistema integrado de información sobre Movilidad Urbana Regional, Encuesta de Movilidad Bogotá 2019. Buenos Aires (2010), Ministerio de Transporte de Argentina, Programas y Proyectos Sectoriales y Especiales del Ministerio de Transporte, ENMOD 2009. Ciudad de México (ZMVM) (2017), Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática de México, Encuesta Origen Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México (EOD) 2017. Montevideo (2016), Intendencia de Montevideo, Observatorio de Movilidad, Encuesta de movilidad del Área Metropolitana de Montevideo 2016. Santiago (2012), Subsecretaría de Transportes del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones de Chile Programa de Vialidad y Transporte Urbano SECTRA, Encuesta Origen Destino Santiago 2012. Sao Paulo (2017), Companhia do Metropolitano de São Paulo - Metrô, Brasil, Pesquisa Origem e Destino Região Metropolitana de São Paulo 2017.

Entre las ciudades observadas, las mujeres suelen hacer viajes de tiempo igual o menor al realizado por los hombres. Son las mujeres las que más caminan y se desplazan en transporte público, mientras que son los hombres quienes tienden a utilizar más el automóvil y la motocicleta que las mujeres. Las diferencias podrían ser explicadas por innúmeros factores relacionados a la desigualdad de género, tales como: roles de género, que asignan más tareas de cuidados y de menor desplazamiento a las mujeres; brechas salariales que llevan a las mujeres a elegir modos de transporte más económicos; prioridad del uso del automóvil único del hogar al hombre; percepciones distintas sobre la seguridad de ciertos modos de transporte, como motocicletas.

3. Estrategia para instrumentar la dimensión social

El marco de análisis fue elaborado en diálogo y coordinación con otras divisiones de la CEPAL, en especial con la División de Asuntos de Género. Se trabajó en operacionalizar la dimensión social en cada clúster y se desarrollaron estudios complementarios. Por un lado, se profundizó el análisis y propuestas de política en relación con las necesidades y derechos específicos de las personas con discapacidad en el ámbito de la movilidad urbana. Por el otro, se desarrolló un estudio para abordar las implicancias de las nuevas tecnologías digitales en las ciudades para el goce de derechos de las personas, revisitando así la noción misma de ciudadanía en el mundo urbano actual (diagrama 6).

Diagrama 6
Marco estratégico para instrumentar la dimensión social dentro del proyecto CISI desde la articulación del enfoque de derechos humanos y de género



Fuente: Elaboración propia con base en Martínez, Maldonado y Schönsteiner (2022).

A la luz del enfoque propuesto, se realizaron cuatro talleres de análisis de temáticas sociales y de género con cada una de las ciudades priorizadas en el proyecto CISI (Bogotá, Buenos Aires, Ciudad de México y Sao Paulo), con participación de autoridades relacionadas con la gestión de los sistemas de movilidad. En esos talleres se compartió el marco de análisis sobre derechos humanos, género y movilidad, y cada ciudad expuso las principales orientaciones de política y desafíos en esa materia, para luego entablar un diálogo en torno a las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas para la implementación transversal de dichos enfoques. En cada ciudad se entregó posteriormente un informe técnico con la síntesis de comentarios, hallazgos y aprendizajes, como insumo para la toma de decisiones en materia de movilidad y derechos en cada ciudad.

Lo anterior es tanto más relevante que el 81% de la población de América Latina y el Caribe vive en zonas urbanas (UN-DESA, 2022), y el 35% vive en metrópolis de 1 millón de habitantes o más. La pandemia ha instalado la necesidad de un nuevo pacto social centrado en el bienestar y los derechos que exigen la implementación de estrategias de políticas públicas intersectoriales, avanzando en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible con la igualdad en el centro (CEPAL, 2022c).

En la región las ciudades presentan altos índices de desigualdad en distintos ámbitos de la vida cotidiana de mujeres y hombres, que, reforzadas entre sí, tienen un alto impacto en la desigualdad de género. Esto también se ve reflejado en el acceso a servicios públicos y privados dentro de la misma ciudad. La autonomía de las mujeres en los espacios públicos se ve mermada, pues viven los desplazamientos de manera desigual, ya que además del miedo al robo o el asalto que afecta a toda la población, existen otros temores como “el temor a la violación o al secuestro, ya se encuentran expuestas a una forma de violencia cotidiana que se expresa en palabras, sonidos, frases que las menoscaban, roces o contactos corporales y abuso físico que tiene efectos específicos negativos sobre el modo de vivir la seguridad en la calle” (CEPAL, 2015). Varios son los países y ciudades que han realizado acciones de prevención de todo tipo de violencia y planes de género en el sector transporte que incluyen campañas de información, sensibilización y comunicación, entre otras.

Uno de los nudos estructurales de las desigualdades de género, es la división sexual del trabajo e injusta organización social del cuidado. En el contexto de “cambios demográficos, socioeconómicos y medioambientales que pueden aumentar la demanda de cuidados y sin políticas públicas intersectoriales adecuadas, podrían incrementarse las desigualdades de género y agudizarse la crisis de los cuidados. El

modelo actual de organización social de los cuidados, que se basa en las familias y se mantiene gracias al trabajo no remunerado de las mujeres, ya no es sostenible” (CEPAL, 2019b).

Las distintas formas de discriminación que sufren las mujeres urbanas, tales como su mayor carga de trabajo doméstico y de cuidado no remunerado, la brecha digital, la violencia de género en el transporte público tienen repercusiones directas en su manera de vivir la ciudad y generan obstáculos para su incorporación al mercado laboral (CEPAL, 2021c).

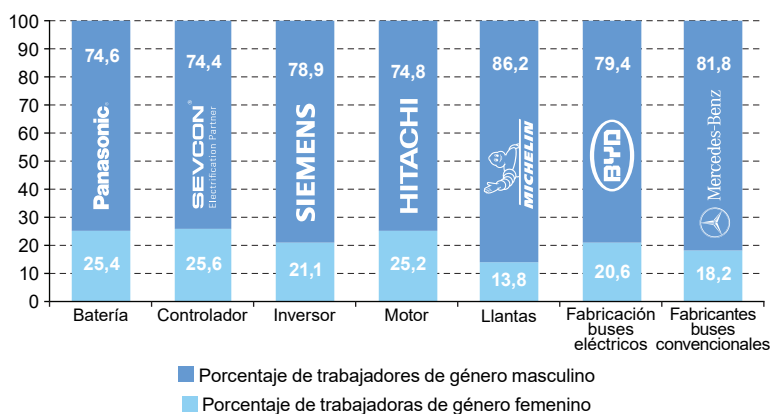
4. Estrategia de transversalización de género y de acompañamiento al proyecto

Para hacer frente a los desafíos que suponen los escenarios económicos cambiantes, con el fin de resguardar los avances logrados en la igualdad de género, la garantía de los derechos de las mujeres, el ejercicio de su autonomía, y para alcanzar el desarrollo sostenible de los países de la región, la XIV Conferencia Regional sobre la Mujer de América Latina y el Caribe, acordó entre sus compromisos:

“Reconocer que las mujeres, las adolescentes y las niñas en toda su diversidad y a lo largo de la vida suelen ser objeto de formas múltiples e interrelacionadas de discriminación y marginación, por lo que es necesario respetar y valorar la diversidad de situaciones y condiciones en que se encuentran y reconocer que enfrentan barreras que obstaculizan su empoderamiento y el ejercicio de sus derechos y que es preciso adoptar estrategias Interseccionales que respondan a sus necesidades específicas, prestando particular atención a la feminización de la pobreza en la región” (pág.6); y “Fomentar la participación laboral de las mujeres en áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, eliminando la segregación laboral y garantizando el trabajo decente y la igualdad salarial, en particular en sectores emergentes, entre ellos el de la economía digital, que son clave para el cambio estructural con igualdad y la descarbonización de las economías” (CEPAL, 2020a).

La dimensión de género enfrenta un desafío mayor en un sector como el de la movilidad pública, al ser industrias masculinizadas como en la mayoría de los sectores de infraestructura, ya sean estos transporte, energía, agua o construcción. En la industria de buses las mujeres también están subrepresentadas (gráfico 36)¹⁹.

Gráfico 36
Proporción de la fuerza de trabajo por género de empresas líderes globales de fabricación de piezas y partes de buses eléctricos, 2013-2020
(En porcentajes)



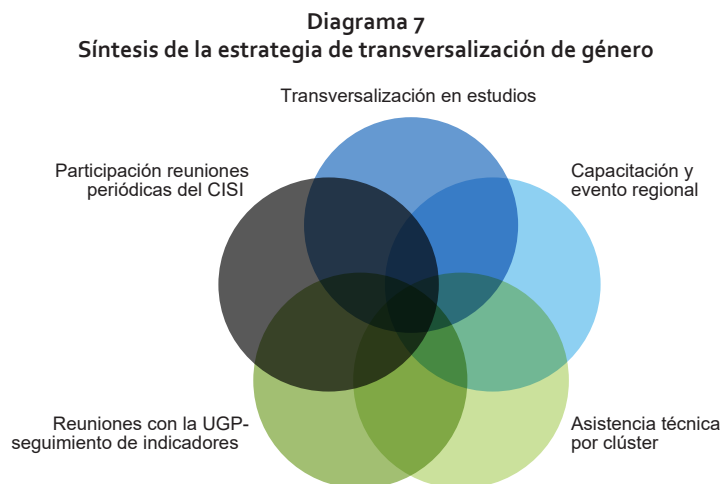
Fuente: Elaboración propia basado en datos operacionales extraídos de Bloomberg - Gender Equality Index.

En el ámbito del desarrollo y siendo consistentes con los marcos internacionales de derecho, la mejor forma de cambiar estas desigualdades es transversalizar el enfoque de género en los proyectos de desarrollo y en las instituciones. Se entiende por transversalización un proceso, más que una meta, y supone la evaluación de las relaciones de género en un grupo, sector o incluso política o programa planificado, en todas las áreas y en todos los niveles, para verificar qué implicaciones tiene para mujeres y hombres.

¹⁹ Fuente: José Durán Lima – Jefe de la Unidad de Integración Regional División de Comercio Internacional e Integración, Talleres internos del CISI, CEPAL, Naciones Unidas, abril 2022.

a) Estrategia aplicada y conclusiones del enfoque de género

La CEPAL ve en la movilidad pública urbana una oportunidad para disminuir la desigualdad de género y promover el empoderamiento de las mujeres en la movilidad urbana, la digitalización, la industria del transporte y la seguridad de las mujeres, las empresas y las ciudades. En este escenario las recomendaciones hacia los equipos del proyecto CISI estuvieron dirigidas a generar datos sobre desigualdad, el estado de la situación de la industria, la necesidad de la institucionalización de género en el sector público y privado y la generación de empleo en condiciones de seguridad para las mujeres. La estrategia se puede sintetizar en el diagrama 7.



Fuente: Elaborado por la División de Asuntos de Género de la CEPAL.

- La transversalización y asistencia técnica se viabilizó mediante un acompañamiento interno para incorporar consideraciones de género en los estudios y en las recomendaciones de política a las ciudades o entidades contraparte, garantizando un enfoque de género que vincula la movilidad sostenible inclusiva y las necesidades de las mujeres en la temática. Las consideraciones de género se han incluido en los estudios sobre financiamiento, aspectos digitales, energía, políticas, estadísticas y caracterización de la industria de transporte, gobernanza y demografía.
- La estrategia de capacitación a los grupos de trabajo y de las oficinas país se realizó mediante las siguientes acciones:
 - **Curso de capacitación** “Ciudades inclusivas, inteligentes y sostenibles, con perspectiva de género. El curso inicial constó de 3 módulos y comienza con un video de presentación del curso²⁰ y un programa para descargar. El objetivo fue generar capacidades sobre la transversalización de la perspectiva de género, para que las/los integrantes de los grupos de trabajo tengan en cuenta los asuntos de género en sus respectivas actividades (estudios de casos, creación de cursos en línea sobre conectividad urbana, etc.) y compartan sus experiencias. Participaron 42 personas en promedio en cada sesión. La metodología permitió levantar aprendizajes en las diferentes sesiones teniendo como marco los nudos estructurales de las desigualdades de género que plantea la estrategia de Montevideo. Cada módulo contiene: i) Diseño instruccional, que es un mapa del módulo. ii) Videos con piezas gráficas del programa. iii) Presentaciones descargables de las consultoras. iv) Documentos y bibliografía. v) Pauta de trabajo.

²⁰ Material descargable en información web del curso: <https://plataformaurbana.cepal.org/es/actividad/curso-genero-y-movilidad-proyecto-ciudades-inclusivas-sostenibles-e-inteligentes>.

- **Guía para la transversalización del enfoque de igualdad de género “Ciudades inclusivas, inteligentes y sostenibles, con perspectiva de género”,** que fue probada y validada como herramienta **Escáner de género** para políticas o proyectos.
- **Encuentro interregional para el intercambio de buenas prácticas.** En el que participaron todas las oficinas regionales de la Cepal y se presentaron experiencias de Chile, Colombia, India sobre la incorporación del enfoque de género en proyectos similares al CISI. En el repositorio del proyecto se pueden encontrar los videos, presentaciones, agenda y listado de participantes.

b) Conclusiones de la estrategia de género

La estrategia de transversalización de género del programa ha generado evidencia en esta temática para la región, y la posibilidad de analizar en estos aspectos la nueva industria de electromovilidad. Varios de estos estudios tienen potencial para replicarse en otras ciudades o ampliar el análisis, por ejemplo, lo relacionado a la canasta digital o un estudio de estado de la situación de género en la industria de transporte en Colombia. Este último estudio documentó las brechas de género en la participación de mujeres en el sector de electromovilidad. Se cuenta con una buena línea base de un sector mayormente masculinizado, estudio que puede ser repicado en otras ciudades y que potencialmente permite que las empresas puedan trabajar planes de acción de género.

En este mismo sentido, el programa presenta datos que permitirán debatir y hacer cambios en políticas en cuanto al empleo para mujeres y la realización a futuro de Estrategias de género en las empresas del sector, por ejemplo, a partir de la encuesta. El proyecto ha permitido incluir en el análisis de las políticas y de la planificación de transporte datos de la movilidad de las mujeres en las ciudades, en cuanto a rutas, medios de transporte, gastos en los que se incurren, de manera que se incluyan respuestas a sus necesidades. Las tareas diarias, como por ejemplo las de cuidados, deben estar incluidas en la construcción de las unidades de transporte, de manera que faciliten estas actividades. Las desigualdades para las mujeres como usuarias del transporte y por otro lado como parte de la industria deben ser parte de los análisis de las ciudades.

Los aportes del programa al enfoque de género han sido:

- Avance conceptual y metodológico mediante los materiales del curso, asistencia técnica y marco teórico de acompañamiento.
- Generar evidencia en la región: Datos desagregados por género, empleo, seguridad y prevención, usuarias de los servicios, financiamiento, composición de género de las empresas.
- Políticas, estadística e indicadores como Rutas de mujeres, seguridad, producidos por la CELADE y la División de estadística.
- Estudios sugeridos con base en el análisis de datos.
- Caracterización de la nueva industria de electromovilidad. Estudio de Colombia y Encuesta a un grupo de empresas.
- Brecha digital, canasta digital resaltando el avance del uso de la tecnología para la autonomía económica de las mujeres.
- Y apropiación de los equipos del programa en cuanto al enfoque de género.

B. La planificación de la movilidad a nivel local

La implementación de una política de transición energética y del GIS para la movilidad urbana coherente, es un desafío para la gobernanza en las áreas metropolitanas de América Latina y el Caribe, que requiere coordinación y organización institucional, legal y financiera. Es fundamental que exista una concepción

dialéctica entre la política de ordenamiento territorial o planificación urbana, la política económica, la política social y la política de movilidad urbana. Incorporar la integralidad de las políticas públicas favorece la consolidación y productividad de la ciudad, la integración social, el desarrollo de las actividades económicas en un medio ambiente más sano.

El paradigma de movilidad urbana sostenible hace foco en las personas y sus necesidades, y pone los medios de transporte a su disposición. Esta estrategia requiere de capacidades institucionales y políticas adecuadas y un marco regulatorio que las contenga. Una política de movilidad integral y sostenible plantea a las autoridades políticas la necesidad de desarrollar mayor capacidad de coordinación y de cooperación entre sectores y entre niveles de Gobierno del orden nacional y local. Además, tiene como requisito la incorporación de la participación del sector privado y la sociedad civil (universidades, organizaciones de usuarios, ambientalistas, etc.) para el desarrollo de visiones de largo plazo.

Según señala Klink (2009), existe una paradoja importante que permea el debate sobre la gobernanza metropolitana en América Latina y el Caribe; pues las áreas metropolitanas concentran importantes recursos y demandas sociales; mientras que sus arreglos institucionales, para orientar y promover soluciones a tales demandas, son aún incipientes y con pocos instrumentos de gestión eficaces. El estudio de Gobernanza en áreas metropolitanas de América Latina y el Caribe de la CEPAL señala que: "...que la gobernanza metropolitana es todavía pequeña en las metrópolis latinoamericanas, dado que, como se ve, la acción de un solo actor (sea el Estado o el mercado privado) no constituye una gobernanza dado que se presume una red de actores diversos" (Martínez, 2022).

La coordinación en Áreas Metropolitanas es modesta en los sistemas federativos porque las iniciativas de política pública de cada gobierno subnacional no siguen una dirección común. Les importa más preservar su autonomía para definir acciones con interés político local, que ceder autonomía de corto plazo para obtener resultados de política de mayor escala e impacto, considerando el potencial institucional que tiene la acción colectiva tanto del sector público como del privado. La cooperación y coordinación de acciones, políticas y su financiación, son el talón de Aquiles de la gestión y gobernanza metropolitana.

Las áreas metropolitanas bajo estudio (Ciudad de México D.F., México; Bogotá, Colombia; Buenos Aires, Argentina; y Sao Paulo, Brasil) han expresado, entre 2015 y el 2021, diversas crisis de Gobernabilidad. Estas crisis son el resultado de un conjunto de factores internos y externos, en las que variables económicas, políticas, jurídico-institucionales, socioculturales se encuentran estrechamente intervincladas y, por tanto, separables sólo en la abstracción; aunque de diferente jerarquía. Siendo así, es imposible desentrañar la esencia de la crisis de gobernabilidad atendiendo a uno solo de sus posibles elementos. Si convenimos en que la Gobernabilidad es un fenómeno multidimensional, la crisis de Gobernabilidad, también hace válido este criterio.

Según Díaz, Schilardi y Martínez (2016), en las políticas de movilidad urbana en América Latina, como en otros sectores, predomina la segmentación de actividades y funciones. Históricamente se han diseñado marcos legales y regulatorios fragmentados, como "capas" regulatorias y con instrumentos de control y fiscalización ineficaces por diversos factores. Muchos marcos institucionales y regulatorios vigentes no incorporan criterios de sostenibilidad e integralidad; y los instrumentos de política pública como proyectos y planes, suelen adolecer de objetivos de largo plazo, lo cual dificulta el cumplimiento de acuerdos internacionales en la materia.

Estas áreas metropolitanas evidencian en al menos un periodo de 20 años, iniciativas para implementar mejoras en la movilidad urbana que dejan importantes lecciones a partir de problemas de implementación. Por ejemplo, Transmilenio, en Bogotá, Colombia tiene insuficiencia de capacidad para atender una demanda de viajes más amplia a la del diseño técnico original (tecnológico, económico, empresarial); o las limitaciones de la Agencia Metropolitana de Transporte en el Área Metropolitana de Buenos Aires para llevar a cabo sus funciones de manera efectiva. Ambos proyectos presentan serios problemas desde su creación, que han trascendido gobiernos y que no logran eficacia en sus resultados

de política pública. En parte por efecto del contexto político – social, cuyo proceso de negociaciones múltiples, fragmentadas y localizadas en el sector del transporte urbano tanto de pasajeros como de mercancías, ha logrado imponerse sobre los nobles objetivos con los que fueron creados. Los intereses particulares dominan sobre el interés general.

Para avanzar en el paradigma de la sustentabilidad en el sector de la movilidad urbana pública o conectividad urbana sostenible se hace necesaria la innovación institucional disruptiva, que, si bien representa un alto riesgo, también es una gran oportunidad. Los eventos extremos que vivimos, estamos viviendo y viviremos producto del Cambio Climático y los problemas socioeconómicos agudos requieren de este grado de cambio en la forma en que se diseñan e implementan las políticas públicas, o en lo que podemos ver como la forma de hacer política y la generación de sus resultados.

La electromovilidad en el transporte público es un macro cambio tecnológico o tendencia disruptiva que converge con otras tendencias similares del sector, como la automatización, conectividad y uso compartido (Cavallo, Powell & Serebrisky, 2020). Estas tendencias generarán un cambio en el poder de los actores relevantes en el sector de la movilidad pública urbana. Actores tradicionales desaparecen o están próximos a desaparecer, como los taxistas, y emergen empresas de la economía digital que están revolucionando con sus innovaciones disruptivas el sector.

Los ajustes a los sistemas de transporte serán más sencillos en aquellos sistemas formalizados con marcos normativos y con clara participación de niveles de gobierno, del sector privado y de diversos actores sociales; y mucho más complejos en territorios con baja calidad normativa, por ser desactualizada o flexible, como pueden ser ciertas habilitaciones o permisos precarios de prestación de servicios públicos. Las inversiones en electromovilidad en modos masivos, y sus diversas modalidades como las experiencias en Chile, Colombia y México, requieren coordinar cuestiones como el financiamiento y los sistemas tarifarios, condiciones favorables de operación de los servicios—incluyendo la redistribución del espacio viario en favor de la movilidad pública con carriles de uso exclusivo o preferencial, estructuras de costos y diseño eficiente de los recorridos— y contar con la disponibilidad de las empresas tradicionales del sector a adaptar sus modelos de negocio a la superior calidad del servicio y a las nuevas condiciones tecnológicas.

C. Los impactos de la conectividad digital en la movilidad²¹

Existen numerosas definiciones y clasificaciones de lo que se entiende por Ciudad Inteligente. La de Bouskela et. al (2016), pensada desde la región, es basada en seis características principales: integración, atención a los ciudadanos, optimización de recursos, eficiencia de procesos, generación de indicadores de desempeño y participación de la sociedad civil y de los ciudadanos. Estas seis características implican innumerables desafíos de transformación interna en la gestión de las ciudades, donde la innovación y la sostenibilidad, tienen que ser ejes transversales al resto de los objetivos o prioridades que se tracen. Las tecnologías son solo herramientas que deben vincularse y resignificarse al proceso de gestión para ofrecer mejores servicios y atender a las demandas ciudadanas, actuales y futuras.

La sustentabilidad implica cambiar la forma en que se planifica y suministra energía a las ciudades. Las ciudades bien diseñadas, compactas, transitables y con un buen sistema de transporte público reducen en gran parte nuestra huella de carbono per cápita y son esenciales para alcanzar muchos de los ODS, de los cuales la acción climática constituye una parte fundamental.

El avance hacia ciudades inclusivas y sostenibles está influido por las nuevas tecnologías en ámbitos tan diversos como el transporte y la logística, la eficiencia energética, las plataformas digitales de servicios, la innovación social y la participación ciudadana. El despliegue tecnológico internacional ha sido acelerado, pero se requiere mitigar las brechas de acceso que aún persisten entre en ciertos segmentos y grupos sociales. Ello demanda una eficiente articulación de la planificación y gestión de la

²¹ Sección elaborada a partir de Cabello, S. (2022).

infraestructura y de políticas industriales y tecnológicas. Uno de los servicios fundamentales provistos por esta infraestructura es la conectividad digital para el intercambio de bienes, servicios y datos y que enfrenta el desafío de ser un instrumento de inclusión social y reducción del impacto ambiental.

Las tecnologías digitales pueden hacer de este objetivo una realidad, pero requieren de una gobernanza acorde que permita hacer de los datos un nuevo factor de producción, como lo ha sido el capital, la tierra o el trabajo. Aquí entra en juego la “gobernanza digital”, con principios como la accesibilidad a las tecnologías de la información y la comunicación, la privacidad con continuas mediciones de impacto, la ciberseguridad y la resiliencia; la eficiencia en el despliegue de tecnologías e infraestructuras; la interoperabilidad y apertura de los datos y el uso de las compras públicas para estos efectos (Foro Económico Mundial, 2021; OCDE, 2020²²).

No todas las ciudades de América Latina y el Caribe que implementan proyectos de ciudades inteligentes siguen un plan ordenado ni tienen una gobernanza diseñada para ese fin. A veces siguen oportunidades que se van planteando sobre la marcha, paso a paso a partir mayores niveles de conectividad y el desarrollo de plataformas que facilitan la administración de los servicios de transporte, seguridad y sanidad, y que se originan desde distintas áreas internas y ajustándose al presupuesto disponible.

Algunas ciudades poseen agencias de innovación, aunque éstas no siempre son las gestoras de todas las iniciativas tecnológicas. Muchas veces, nuevas soluciones llegan de manera descentralizada por las áreas internas específicas, y también, por efecto de copia con otras ciudades. Especialmente, aquellas que poseen mayor ingreso per cápita que la media nacional, suelen ver a sus pares mundiales o regionales y no necesariamente se mueven con base en directrices o para alinearse a los planes digitales nacionales.

Tal como sucede en otras áreas vinculadas a las tecnologías de la información y la comunicación, el desarrollo de ciudades inteligentes suele ser asimétrico y estar asociado a las capacidades económicas de las metrópolis. Muchas de las ciudades líderes de la región en innovación digital e implementación de nuevas tecnologías, son precisamente aquellas que tienen más de 3 millones de habitantes, una institucionalidad interna robusta y capacidad para atraer financiamiento y talento.

Para metrópolis como Buenos Aires (Argentina), Ciudad de México (México), Bogotá (Colombia), São Paulo (Brasil) y Montevideo (Uruguay), su tamaño, experiencia y poder adquisitivo les da una capacidad muy importante para innovar, probar nuevas tecnologías, y solicitar a las principales empresas y proveedores de tecnología la adaptación de soluciones a su medida, algo que pocas empresas privadas de la región son capaces de hacer.

La infraestructura de conectividad ha demostrado ser crítica para las ciudades durante la pandemia de la COVID-19. La conectividad fue clave para asegurar la continuidad de actividades convencionales de trabajo, educación, mantener los servicios públicos y garantizar la continuidad de las cadenas de abastecimiento y los negocios. La Organización Internacional del Trabajo (OIT) ha estimado que, entre el 20 y 30% de los asalariados de América Latina y el Caribe que estuvieron efectivamente trabajando lo hicieron desde sus domicilios durante la vigencia de las medidas de confinamiento. Antes de la pandemia, esa cifra era inferior al 3% (OIT, 2021). Adicional al teletrabajo, nuevas modalidades de trabajo y provisión de servicio, remotas o híbridas, han surgido o crecido exponencialmente y, en la mayoría de los casos se han establecido como parte de una nueva normalidad. Entre estas nuevas modalidades se destacan la teleeducación, la telemedicina, el comercio y el gobierno electrónicos.

Las ciudades que llevarán la delantera en la transición de urbes tradicionales a ciudades inteligentes serán aquellas que tengan un despliegue robusto de redes de fibra óptica o 4G avanzado y eventualmente 5G, que habiliten tales servicios. En su camino hacia la implementación de nuevas tecnologías, las autoridades y los formadores de política pública de las ciudades no siempre actúan de manera coordinada

²² La OCDE (2020) viene trabajando desde 2014 con una propuesta de marco de políticas para el gobierno digital que propone políticas i) digitales por diseño; ii) un sector público orientado y apoyado en datos; iii) el gobierno pensado como plataforma; iv) abierto por defecto; v) enfocado en el usuario; y vi) proactivo en el estímulo de la confianza pública hacia las herramientas digitales.

con la agenda nacional de innovación y los reguladores sectoriales. Esto puede responder, entre otras causas, a que poseen otra estructura de incentivos, alineamientos políticos divergentes, o simplemente, a que no comparten objetivos. El diálogo con las autoridades nacionales debe ser un aspecto central para que las iniciativas actúen en consonancia con las implementaciones y directrices nacionales y que su vez las administraciones locales se constituyan en brazos ejecutores de medidas que impacten a todo el territorio del país. Debido a la importancia que tienen las ciudades, esta coordinación puede ser una vía para compartir recursos y reducir costos operacionales, integrar datos y aumentar la capacidad de planificar y anticipar necesidades, agilizando la toma de decisiones.

El crecimiento institucional orientado a la implementación de proyectos “de tipo inteligente” enfrenta principalmente barreras de tipo presupuestarias o de rezago en la priorización de este tipo de proyectos de carácter innovador debido a su riesgo. Las barreras regulatorias, principalmente se vinculan con normativas demasiado prescriptivas y antiguas, y la falta de guías para cosas nuevas, también han sido destacadas en general como limitante. Además, tres de las cuatro ciudades piloto manifestaron deficiencias en el desarrollo de capacidades técnicas de sus funcionarios, ya que su preparación ocurre de manera limitada o no estructurada. Por otro lado, las carencias en los modelos de gobernanza responden a la implementación de proyectos de forma independiente y descoordinada, que no responden a un objetivo global, sino que surgen a medida que existe la necesidad de la ciudadanía (diagrama 8).

Diagrama 8
Servicios digitales ofrecidos por las ciudades de Bogotá, Buenos Aires, Ciudad de México y São Paulo



Fuente: Relevamiento de Cabello (2022) con base en base a encuesta respondida por funcionarios de las ciudades.

También se mencionan obstáculos en la transición entre administraciones, principalmente cuando muchos desarrollos están basados en prácticas no escritas o basadas en liderazgos personales circunstanciales. Sin dudas, estos datos ponen de relieve que, si bien existe la voluntad de desarrollar soluciones más innovadoras, todavía queda un camino por recorrer para que finalmente estos procesos de desarrollo e implementación de proyectos generen un aprendizaje y memoria institucional que los haga trascender las administraciones y los personalismos, a fin de constituirse en verdaderas soluciones sobre las cuales se pueda seguir construyendo. De ese modo, las ciudades avanzan en ritmo distinto en la prestación de servicios digitales.

En cuanto a proyectos de movilidad, Mobilab+ de la Ciudad de São Paulo, se destaca como laboratorio de innovación basado en dinámicas de interacción y colaboración público-privada, apoyada en la apertura de datos para crear soluciones al desafiante contexto y una población de 22 millones de habitantes.

En Bogotá el Sistema Inteligente de Transporte (SIT), puesto en marcha en 2012, constituye un conjunto de herramientas tecnológicas para recoger, almacenar y proveer información del tráfico, monitoreada en tiempo real. Desde el Centro de Gestión de tráfico se controla el sistema de movilidad de Bogotá para la toma de decisiones y divulgación en torno a la accidentalidad, congestión, medio ambiente y percepción ciudadana a partir de la integración de información, conocimiento, tecnologías y procesos. El diseño incluye un sistema de recolección de datos para la operación en tiempo real y el planeamiento de la ciudad. Cuenta con sensores WiFi/Bluetooth para la medición de las velocidades promedio, tiempos de recorrido y para crear las matrices origen destino de la ciudad; con sensores de conteo de bicicletas con el objetivo de entender los flujos, las matrices origen destino e identificar el real uso de este medio de transporte en el sistema y estaciones de conteo y clasificación vehicular. Un sistema de operación y gestión de recursos en campo conectó el sistema de semáforos de la ciudad, el sistema de gestión de policías en campo, el sistema de grúas, el sistema de agentes de apoyo al tráfico, sistemas de Circuito Cerrado de Televisión (CCTV), un módulo de despacho e incidencias para la operación, bases de datos de obras civiles en vía, entre otros sistemas, con el objetivo de centralizar en una sola herramienta el funcionamiento y operación de la movilidad de la ciudad.

D. La frágil condición de sostenibilidad financiera de la movilidad pública

La transición hacia una movilidad sostenible se instaure progresivamente en América Latina y el Caribe en un momento en que los sistemas de transporte público enfrentan serias dificultades financieras, haciendo aún más complejo el desafío de transitar hacia tecnologías más limpias, cuyo costo de introducción es elevado. En gran parte de ciudades de la región, los costos de operación de los sistemas de transporte público formales superan en mucho los ingresos tarifarios, presentando situaciones deficitarias y que demandan altos subsidios públicos.

En CDMX, el subsidio a la operación del transporte público colectivo (metro, buses, teleférico), alcanza el 9% del presupuesto público total de la ciudad (Marín, 2022). En Bogotá, el sistema es deficitario: entre 2019 y 2021 el subsidio al sistema de transporte masivo (Transmilenio) pasó del 29% al 63% del total de los costos de operación, lo cual representó, para 2021, el 8% del presupuesto total de la ciudad (Sandoval, 2022). En el mismo período se observó una pérdida progresiva de usuarios, creciente motorización (particularmente motocicletas) y crecimiento del transporte informal en muchas ciudades. El ingreso por tarifas continúa siendo clave para la viabilidad financiera de estos servicios fundamentales para las ciudades y sus ciudadanos, sin embargo, se observa un panorama preocupante para la sustentabilidad financiera del servicio. Si bien la tendencia deficitaria ya era observada en años anteriores, el COVID-19 significó agravamiento, impactando -en momentos de pico- con una pérdida de la mitad de sus usuarios. Los sistemas de transporte aún no se recuperan totalmente, ni han llegado a los niveles pre-pandémicos de usuarios, agudizando un modelo de servicio ya en crisis y colocando estos servicios en serios aprietos económicos.

Los hogares también comprometen una parte considerable de sus recursos en transporte, como ha sido mencionado en los desafíos desde la perspectiva de derechos. En la zona metropolitana de CDMX los hogares destinan en promedio cerca del 20% de sus ingresos al transporte (dato a partir de INEGI, 2020); en la región metropolitana de São Paulo las personas gastan cerca del 11% (estimaciones en Pereira et al, 2021 a partir de datos IBGE, 2017); en el gran Buenos Aires los hogares destinan el 15% (elaborado a partir de INDEC, 2019), y en Bogotá también un 14,5% por hogar (datos de RADDAR, 2021); siendo que la población con menos ingresos es aquella que más utiliza el transporte público. Sin embargo, el esfuerzo social (la inversión pública) se destina cada vez más hacia la movilidad individual motorizada, como lo evidencian las cifras sobre motorización en la región y lo confirma la siguiente cita a propósito

del gasto de los hogares brasileños en transporte “(...) *hubo una sustitución gradual y persistente del consumo de transporte colectivo por el motorizado individual, principalmente entre las clases media y baja en las ciudades medianas y pequeñas (...) estos cambios se han reflejado en el continuo deterioro de las condiciones de movilidad y el consecuente aumento del tiempo que las personas pasan en el tráfico*” (Ramos, 2022, citando a Pereira et al, 2021).

En este escenario económico se da la introducción de la electromovilidad en los sistemas de transporte público. Dados los altos costos de los buses eléctricos nuevos, además de los costos de introducción de requerimientos adicionales de infraestructura, la transición hacia la electromovilidad representa una presión adicional a la desgastada estructura de financiamiento del transporte público colectivo, que debe ser tomada en cuenta en las decisiones sobre electromovilidad. Mientras las necesidades de inversión en mantenimiento y expansión de las infraestructuras y de operación de los sistemas son crecientes —más aún ante la tendencia de expansión de la mancha urbana— los fondos requeridos compiten con otras necesidades en un contexto de fuerte presión sobre las finanzas públicas. Ello constituye un reto cuando la pandemia del COVID19 ha creado en los gobiernos subnacionales mayores necesidades de gasto y dependencia de transferencias a la vez que menores asignaciones de recursos para inversión (BID, CEPAL, 2022).

La movilidad a pie y en bicicleta son dos modos fundamentales de movilidad sostenible. En la Zona Metropolitana de la CDMX (INEGI, 2017) el 43,8% de los viajes diarios se realizaron en transporte público, el 31,4% a pie, el 20,5% en transporte privado, y el 2 % en bicicleta. De forma similar, en Bogotá, de acuerdo con la encuesta de movilidad de 2019, el 34,2% de los viajes fueron en transporte público, seguido por 30,4% en modos activos (23,8% a pie y 6,5% en bicicleta) y, un 20,3% en vehículos privados (automóvil y moto). Los desafíos al financiamiento incluyen también la destinación de recursos y esfuerzos de gestión pública para la movilidad no motorizada, como paseos, calzadas, ciclo-rutas y acciones de seguridad vial en favor de estos modos. Es urgente un giro de atención hacia las condiciones de la movilidad activa, que, a pesar de su presencia y gran importancia en la movilidad y para el cumplimiento de metas ambientales y de salud pública, suelen ser mínimas o incluso inexistentes en la mayoría de las ciudades de la región.

Este panorama lleva a reconsiderar la política pública de transporte masivo en la región y los paradigmas y prioridades que la guían. En primer lugar, es claro que los sistemas de transporte requieren ser replanteados en su lógica de operación más allá de la receta tradicional de inyección de recursos públicos. Las ciudades ya destinan considerables recursos a mantener a flote los servicios existentes sin lograr revertir la tendencia creciente a la motorización privada, ni ofrecer mejores servicios, al tiempo que desatienden las necesidades de la movilidad activa. La exigencia económica del cambio a la electromovilidad favorece la reorganización de actores entre inversión de capital y operación, y los arreglos institucionales entre autoridades de transporte y de planeación urbana. Es fundamental profundizar la comprensión y difusión de los modelos de negocio de la electromovilidad pública y aprovechar el cambio hacia la electromovilidad para integrar tecnologías, modos de transporte y tarifas, priorizar los modos activos no motorizados y de desincentivar el uso del vehículo privado. En suma, un cambio de prioridades que lleve a un mejor paradigma.

Finalmente, este cambio de paradigma ofrece importantes oportunidades de financiamiento y de localización de viviendas y actividades económicas en la integración entre los proyectos de transporte público y la planeación urbana. Esto, por los cobeneficios económicos en el valor del suelo (o plusvalías) generados por las propias inversiones en sistemas de transporte masivo y las decisiones de usos y de potenciales constructivos. Un ejemplo de estas oportunidades lo ofrece la ciudad de São Paulo. En 2014 el plan maestro (*plano director*) estableció cobros a los desarrolladores inmobiliarios por el beneficio obtenido en construcción en altura a favor del municipio, concentrando las oportunidades constructivas en los ejes de transporte público, corredores del sistema de buses y áreas servidas por el metro. Esta medida, además de favorecer la ciudad compacta y la preferencia por el transporte público, recupera parte de las inversiones ya realizadas en estos sistemas de transporte de alta capacidad y el recurso obtenido se destina, entre otros objetivos a financiar la movilidad sostenible. Tan solo en 2021 significó

aproximadamente 20 millones de dólares para inversiones en mejoramiento de calzadas de alta afluencia de peatones, corredores peatonales y medidas de seguridad vial en la ciudad de São Paulo (Ramos, 2022). Sin embargo, este tipo de acciones, que parecen obvias y tienen importante potencial para financiar la movilidad sostenible, son aún excepcionales en la región.

E. Los cambios y los retos generados por la pandemia de COVID-19

América Latina y el Caribe ha sido una región especialmente impactada por la pandemia del Covid-19, tanto en letalidad cuanto en la duración de medidas restrictivas (CEPAL, 2022c). Las profundas consecuencias de las múltiples crisis vinculadas a la pandemia ampliaron la capacidad de actuar, innovar e implementar políticas del Estado frente a la grave situación coyuntural. Las medidas de aislamiento social, el crecimiento del comercio electrónico, los cambios de comportamiento en el uso del transporte público, la realización de procesos participativos de manera virtual, la pérdida de actividad de los edificios corporativos, la generalización del teletrabajo y el cierre de comercios tradicionales, son algunos de los cambios que se produjeron y que impulsaron iniciativas gubernamentales innovadoras en el campo de la planificación urbana y la ordenación del territorio.

En Bogotá, Buenos Aires, México y São Paulo, la pandemia impulsó cambios principalmente en la legislación urbanística. Se observaron algunas tendencias en el campo del derecho y política urbana, con repercusiones relevantes para la planificación urbana municipal, la regulación del uso y ocupación del suelo, en los procesos participativos y para la propia gestión pública municipal. Ejemplos de estas transformaciones son la participación popular virtual; nuevas normas para el reciclaje de inmuebles y cambio de uso en determinadas regiones (sobre todo centrales); la suspensión o ampliación de los plazos para la elaboración de planes de ordenamiento territorial; la concesión de beneficios e incentivos fiscales para el sector de la construcción; y la digitalización y simplificación de trámites de licencias urbanísticas, entre otros.

La pandemia generó un paradójico desajuste en la política urbana. Esta coyuntura creó una serie de dificultades y obstáculos para los procesos regulares de planificación urbana central. En paralelo, la gravedad de la crisis socioeconómica instó a los gobiernos municipales a recurrir a acciones de emergencia y de implementación inmediata, buscando paliar las pérdidas en el ámbito urbano. Las flexibilizaciones, simplificaciones de procesos y estímulos direccionados a la construcción civil buscaban mantener el dinamismo de un sector relevante en la generación de empleo e ingresos; sin embargo, las medidas para alcanzar este objetivo actuaron en diversos casos en detrimento de la planificación de largo plazo.

En otras palabras, es posible decir que la emergencia sanitaria intensificó la tensión permanente que existe entre la flexibilidad y la efectividad en la planificación territorial (Fontes et al., 2020). En un contexto marcado por emergencias, las medidas excepcionales y transitorias, una vez legalizadas pueden convertirse en permanentes, generando efectos de largo plazo no consensuados con la sociedad ni dimensionados previamente por los gobiernos municipales.

Sin embargo, hubo logros en la movilidad activa y la ampliación del uso del espacio público, incluyendo plazas, parques y espacios verdes. La reconfiguración de las formas de trabajar y evitar las aglomeraciones impulsó normas para usar el espacio de la ciudad, dirigidas sobre todo a ampliar las formas de vivir al aire libre en la ciudad.

En transporte público, como ha sido explicado en secciones anteriores, fue duramente golpeado, con reducciones significativas de la demanda que no volvieron al nivel de la antigua normalidad, aunque la actividad económica ya se haya recuperado. Como resultado, su sostenibilidad financiera ha sido significativamente comprometida, con los subsidios a los sistemas tomando proporciones relevantes del presupuesto público. En las cuatro ciudades caso del Proyecto CISI, los subsidios hacia el transporte público, para mantener a flote la operación, se acercan a 10% de los presupuestos municipales.

F. Los requerimientos energéticos de la electrificación del transporte

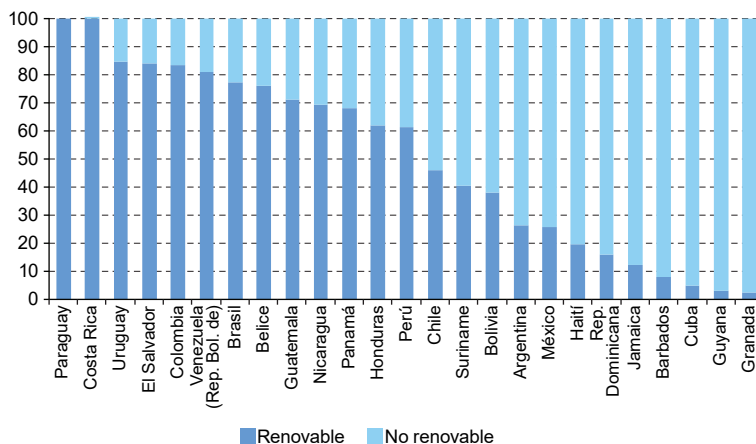
La transición energética en la movilidad urbana, cuyo pilar es la electrificación de la flota de buses del transporte colectivo, producirá una nueva demanda eléctrica que exige planificación integrada, inversiones en infraestructura de transmisión y distribución, así como de almacenamiento y electrolineras, y un nuevo ecosistema de gobernanza, nuevas políticas públicas, marcos regulatorios, e idealmente la promoción activa de una integración eléctrica y energética entre países vecinos. Cabe notar que en los últimos años, debido a inadecuación de la gobernanza y regulaciones, la inversión privada en la región se ha concentrado bastante en la generación de energía renovable, generándose un cuello de botella por la infraestructura de transmisión y distribución deteriorada y claramente insuficiente para recibir la nueva capacidad de generación renovable.

En el consumo energético final de toda la región proveniente del balance energético de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), el sector transporte alcanza 36% (en más de 90% proveniente de combustibles fósiles), para el año 2021, con las consecuentes altas emisiones de GEI. Se estima que, si la región pudiera electrificar el sector transporte con generación de energías renovables y limpias, lograría evitar consumir 211 millones de toneladas equivalentes de petróleo (TEP) si se considera el 2020 como año de referencia. Así, la electrificación del sector transporte puede ser una gran oportunidad para la reducción del uso de fuentes fósiles. Para lograrlo, se requiere de inversiones en infraestructura y en tecnologías de energías renovables (Messina D., Contreras Lisperguer R., y Salgado Pavez, R. 2022).

Los autobuses diésel tradicionales tienen una demanda de energía estimable con base en la oferta de diésel en el mercado. Los buses eléctricos, por otra parte, presentan tiempos diferenciados y modalidades diferentes de carga y estimar su consumo exige la realización de pruebas piloto y modelaciones con el fin de configurar la infraestructura eléctrica necesaria para que los países de la región puedan responder a esta nueva demanda (Leañez, F. y otros, 2022).

El estado actual de la generación por energías renovables del sector eléctrico no es auspicioso y si la demanda de electricidad adicional para la nueva flota de buses eléctricos es suplida en las condiciones que operan la mayoría de las matrices eléctricas de la región, el aumento de emisiones de GEI será inevitable.

Gráfico 37
Índice de renovabilidad en la generación eléctrica al 2021
(En porcentajes)



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos del Sistema de Información Energética de Latinoamérica y el Caribe (sieLAC) (OLADE, s.f).

Aunque en promedio regional la renovabilidad de la generación eléctrica alcanza 59% al 2021, muchos países de la región cuentan con un índice de renovabilidad de generación eléctrica por debajo de 50% (gráfico 37), observándose alta heterogeneidad con países que tienen cerca de 100% como Costa Rica y Paraguay. En el escenario inercial (BAU) considerando la expansión de la demanda y la generación hasta el año 2050, las fuentes fósiles generarían aproximadamente el 60% de la electricidad en la región (Messina D.,

Contreras Lisperguer R., y Salgado Pavez, R. 2022). En América Latina y el Caribe aún hay países cuya participación de fuentes renovables en el sistema eléctrico es menor al 20% y muchos sistemas eléctricos nacionales aún dependen de combustibles fósiles (incluyendo carbón) para la generación de electricidad. Si la incorporación de buses de transporte público en la región no se realiza junto a un proceso de planificación energética para que sean las fuentes renovables de energía las que respalden el crecimiento de la demanda, la transición de la electromovilidad se enfrentará a desafíos para reducir las emisiones de GEI.

Actualmente, el sistema eléctrico regional depende en una alta proporción de energía hidroeléctrica y, salvo pocos países, hay todavía baja capacidad de fuentes de energía renovable no-hidráulicas, aunque tanto la solar y la eólica se encuentran creciendo mucho más rápido que las restantes renovables. Por este motivo, la evaluación del “límite de renovabilidad” en Argentina, Brasil, Colombia y México, en función de escenarios de demanda y de electromovilidad, es un elemento clave del proyecto y de los desafíos futuros.

El límite de renovabilidad representa la capacidad máxima de participación de fuentes renovables variables en la red eléctrica; es decir, el escenario base sin considerar inversión nueva en infraestructura eléctrica. Dada la alta dependencia en la hidroelectricidad en la región, las simulaciones iniciales se han enfocado para un año seco entre los años 2030-2050. Los resultados indican que la capacidad de absorción (flexibilidad del sistema eléctrico) será insuficiente si no se promueven nuevas inversiones en renovables, lo que implicaría el uso de carbón, gas y petróleo para compensar la menor producción hidroeléctrica (CEPAL-DIE, 2022). Este escenario es muy preocupante pues supone un aumento de los costos del sistema y de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂). Además, la capacidad instalada actual de las fuentes renovables no-hidráulicas es baja, y la red de transmisión tiene flexibilidad limitada para atender una eventual demanda proveniente de la electromovilidad debido a diversos desafíos de planificación integrada y falta de interconexiones en la región (Leañez, F. y otros, 2022). Por ello, es importante planificar de manera acorde el incremento gradual de la oferta renovable y se requiere mayor ajuste entre la demanda y la generación de electricidad por fuentes renovables.

El límite de renovabilidad representa la capacidad máxima de participación de fuentes renovables variables en la red eléctrica; es decir, el escenario base sin considerar inversión nueva en infraestructura eléctrica. Según datos del Sistema de Información Energética de Latinoamérica y el Caribe (sieLAC) (OLADE, s.f.), al 2021, el 42.8% del total de la generación eléctrica (considerando renovables y no renovables) está conformada por hidroenergía, evidenciando una alta dependencia de la hidroelectricidad en la región, razón por la cual, ante los efectos adversos del cambio climático que pone en riesgo la disponibilidad de agua, que además, se puede ver afectada por las modificaciones en las precipitaciones, incremento de las sequías y reducción de caudales en ríos, es muy probable que la disponibilidad de agua necesaria para la generación de energía también se vea afectada, perjudicando a su vez la capacidad de generación de energía eléctrica con base en hidroenergía.

Bajo ese contexto, al limitarse y/o reducirse la capacidad de producción de hidroenergía, que supone casi la mitad de la capacidad en energías renovables, probablemente se incrementaría el uso de otras fuentes como el carbón, gas y petróleo y de esta manera, se podría compensar la menor producción hidroeléctrica en la generación eléctrica total.

Cabe señalar que el índice de renovabilidad para la generación eléctrica en América Latina y el Caribe está compuesta en un 59% por fuentes renovables, frente a un 41% compuesto por energías no renovables.

Para el caso de Bogotá, la conversión de una flota de aproximadamente 20 mil buses demandaría la instalación 600 mil a 700 mil paneles de energía solar, con costo cercano a los 200 millones de dólares.

En ese contexto, la expansión del parque automotor eléctrico requiere en paralelo una expansión de la mayor producción de energía eléctrica renovable y limpia, además de refuerzos de las líneas de transmisión y de las redes de infraestructura de carga de los buses. En consecuencia, se puede señalar que los desafíos de descarbonización del transporte son multisectoriales, por una parte, es necesaria la inversión en infraestructura, no sólo para el sector transporte, sino también para el sector energía, pues, el rol del sector energético, especialmente de la generación de energía eléctrica basada en fuentes renovables, es fundamental para reemplazar el uso de combustibles fósiles (BID, 2022).

Esto constituye un desafío para atraer inversiones privadas. En términos generales, no solo para electromovilidad, sino que, para alcanzar los objetivos de descarbonización de todos los sectores, incluido el sector transporte, las inversiones en el sector deberán duplicarse antes de que finalice esta década y crecer aún más hasta triplicar los niveles actuales, por lo que la financiación privada tendrá que aportar la mayor proporción de las nuevas inversiones (Podestá A. y otros, 2022).

A partir de aquello, se presentan nuevos desafíos que consisten en atraer inversiones privadas y del sector público, si bien la electromovilidad presenta un bajo costo de operación debido a que un vehículo eléctrico consume de 20% a 30% de la energía que un vehículo a combustión equivalente, siempre y cuando el suministro de energía provenga de energías renovables y limpias, los costos de adquisición siguen siendo elevados (BID, 2022). Por esta razón, se debe incentivar el financiamiento en energías renovables, financiamiento y priorización de flotas de buses eléctricos en el transporte público así como el incremento de estaciones de carga eléctrica y toda la infraestructura necesaria para su funcionamiento.

En relación con la demanda de electromovilidad pública, se considera el consumo energético de la flota de buses en operación proyectados hacia los años de simulación y se utiliza como datos de entrada la ubicación de los terminales actuales de aparcamiento de los buses convencionales y eléctricos, también, la actual flota de buses y aquella proyectada en operación, así como la estadística de recorrido de los mismos buses. En cuanto a la demanda del transporte público se requieren dos parámetros: puntos geográficos de aparcamiento y un perfil de recorrido diario. Este último se refiere a la distancia de recorrido promedio del horario de los buses que aparcan en cada terminal. Para simplificar el análisis se considera el siguiente supuesto: los buses se recargan en los terminales de aparcamiento y pueden realizar esta recarga durante todo el día. Esto quiere decir que, dependiendo de la hora de demanda de transporte, la cantidad y el requerimiento energético de los buses variará, de forma que la demanda eléctrica también se irá modificando durante el día. Respecto del tipo de cargador utilizado se identificará un tipo de recarga que actualmente es usado en determinadas ciudades que cuentan con el servicio de buses eléctricos (CEPAL, 2022c).

Una vez obtenida la demanda eléctrica del transporte público y privado, se determinan las estaciones de recarga para cada tipo. En el primer caso, las estaciones de recarga serán las estaciones terminales de buses. Posterior a la determinación de las estaciones de recarga, la cual incluye los centros de recarga de buses (terminales), se asocia cada estación de recarga a la subestación eléctrica más cercana (CEPAL, 2022c).

Por otra parte, la región ha venido presentando deficiencias respecto de puntos de carga. Al analizar el cuadro 20, se observan los números de estaciones de carga eléctrica pública en el año 2020, mostrando que Centroamérica es la región con menos incorporación de infraestructura de carga.

Cuadro 20
Número de estaciones de carga eléctrica públicas, 2020

País	
Argentina	36
Bolivia (Estado Plurinacional de)	2
Brasil	500
Chile	50
Colombia	80
Costa Rica	141
Ecuador	3
El Salvador	1
Guatemala	1

País	
Honduras	3
México	1 161
Nicaragua	3
Panamá	6
Paraguay	16
Perú	20
República Dominicana	40
Uruguay	50

Fuente: Elaboración propia sobre la base de China Dialogue (2022).

Proyecciones e simulaciones de la CEPAL indican la necesidad de invertir 1,3% del PIB regional anual durante una década para lograr una total transición energética de toda la región América Latina y el Caribe en bases a energías renovables (100%) para universalizar la cobertura de electricidad sin dejar a nadie atrás, y con la importante suma de 7 millones de empleos verdes y nuevos ingresos familiares asociados al proceso (CEPAL 2022e).

Finalmente, el avance de la política de electromovilidad en la región debe considerar las especificidades de la política y características propias del sector de energía de cada país. Dos de los principales mercados de la región, por ejemplo, cuentan con fuertes alternativas, el biocombustible (etanol de caña de azúcar) para el caso de Brasil y las reservas de gas natural comprimido (GNC) en Argentina, que compiten por ser priorizadas en las políticas públicas de cada uno de estos países.

Como conclusiones de esta sección sobre temas transversales, es posible mencionar que, a fin de que las transformaciones en los sistemas de movilidad se constituyan en un espacio de oportunidad para todos y no solo para algunos, se plantea como fundamental el desarrollo de instrumentos de política pública de naturaleza programáticos y que aborden las diversas dimensiones de la institucionalidad. Solo así será posible incorporar el enfoque de derechos humanos, la justicia social y de género en los diversos aspectos involucrados, desde el empleo en el sector productivo hasta la movilidad como servicio público y aprovechar las nuevas tecnologías a favor de estos objetivos.

VI. Síntesis de aportes del Gran Impulso, políticas y la secuencia para su aplicación

A. El aporte cuantificado y las condiciones para un gran impulso en el sector de movilidad

Frente al imperativo de la descarbonización en las ciudades, numerosas urbes de América Latina y el Caribe han iniciado una transición hacia la movilidad eléctrica en los sistemas de transporte público. Esas iniciativas han sido acompañadas de respuestas muy limitadas por parte de las respectivas industrias nacionales en producción de vehículos eléctricos, tanto por factores estructurales, la propia falta de coordinación de los diversos sectores productivos, incentivos no apropiados o ausentes, como por factores coyunturales como la desarticulación de las cadenas de valor y de logística internacional.

La transición tecnológica y energética en el sector de transporte es inaplazable para que los gobiernos de la región alcancen las metas de reducción de emisiones establecidas en distintos instrumentos de planificación. Al mismo tiempo, el camino hacia electromovilidad es una ventana de oportunidad para repensar las actuales condiciones de movilidad pública. La congestión, inadecuada conectividad, tiempos de traslado y malas condiciones de servicio público afectan sobre todo a las poblaciones de menores recursos, resultan en contaminación sonora, atmosférica e incentivos a la motorización privada. Hay que propiciar que el cambio de tecnología implique un mejor nivel de vida para los millones de hogares que utilizan transporte público en las ciudades de la región.

Esa evolución es una oportunidad para la reducción de brechas sociales, económicas y ambientales, pero impone un reposicionamiento tanto de la política urbana como de la industria automotriz de la región, todavía enfocada en vehículos a combustión y retrasada con relación a competidores asiáticos que han dominado el mercado internacional.

Un GIS resultante de la coordinación de políticas públicas, orientadas a incentivar la acción de los agentes públicos y privados, es fundamental para capturar una parte mayor de los beneficios económicos asociados a las inversiones requeridas para adaptar la movilidad urbana y el sistema eléctrico oportunamente. Los significativos montos financieros necesarios para la transición representan un potencial de mercado

capaz de estimular el desarrollo económico local y regional en distintas industrias, mediante un proceso que demanda política industrial, instrumentos financieros adaptados y la disponibilidad de créditos verdes.

Una parte importante en la coordinación de las políticas públicas corresponde a las decisiones de las ciudades en cuanto a la incorporación de mejoramiento de los sistemas de transporte público y la demanda de vehículos eléctricos en estos sistemas. Hasta ahora, los cambios han sido imprevisibles, descoordinados entre ciudades y por lo tanto sin la escala y periodicidad requerida para convertirse en el estímulo de una oferta industrial en construcción.

B. La secuencia de transformación propuesta

El trabajo realizado ha mostrado que las ciudades expresan su demanda de transformación de los sistemas de movilidad en las bases técnicas que otorgan las concesiones de la autoridad del transporte y raramente están articuladas con los instrumentos de planificación nacionales relacionados con las metas climáticas (CDNs nacionales o planes de acción climática locales) o los anuncios de electrificación de las flotas vehiculares. A esto se añade la falta de armonización técnica en la demanda que se hace a proveedores, lo que dificulta la ampliación de la escala para los oferentes.

A su vez, la oferta avanza para competir por segmentos del mercado nacional, y salvo contadas empresas, con una mirada de alcance regional. Frente a un mercado emergente como el de los buses eléctricos para el transporte público urbano convendría contar con una escala regional, lo que requiere de la armonización normativa y la interoperabilidad técnica. **En el caso de los vehículos convertidos, la regulación es el primer paso para el despegue del subsector.**

- Por tanto, a partir de la experiencia en el proceso seguido se puede segmentar la secuencia de propuestas en dos grandes rubros, vehículos nuevos y vehículos convertidos para satisfacer la demanda urbana. En ambos casos deber haber un ritmo y una cantidad de vehículos eléctricos previsible de recambio en las flotas urbanas, expresados en los contratos de concesión, coherente con las metas de electrificación urbanas o nacionales, y los planes locales o nacionales de acción climática.
- Esta expresión de política pública en los contratos de concesión permite a los operadores y nuevos actores del sector de la movilidad pública prever el presupuesto para la adquisición de los vehículos.
- El sistema financiero puede adecuar entonces su oferta de crédito para los operadores del transporte o bien para los propietarios de los vehículos, si se trata de actores distintos.
- Para facilitar la operación financiera, los vehículos deben poder contar con seguros. Tratándose de nuevos o de vehículos reconvertidos. La combinación de estos dos puntos, puede facilitar el tránsito hacia la electrificación en condiciones comparables o mejores a las que se aplican a los vehículos de combustión interna.
- Con una demanda previsible y acompasada, la industria puede hacer previsiones de inversión y el sistema financiero deberá adecuar sus operaciones para financiar la producción de los vehículos nuevos o los reconvertidos, según los distintos tipos de actores industriales involucrados, sean grandes armadoras o pymes encargadas de la conversión.

Bibliografía

- ACEA (European Automobile Manufacturers' Association) (2022), "EU commercial vehicle production. European Automobile Manufacturers' Association", [En línea] <https://www.acea.auto/figure/eu-commercial-vehicle-production/>.
- Adamson, M. y Cipoletta Tomassian, G., (2022), "Estudio de impacto económico de las inversiones y el financiamiento para el recambio de flota de autobuses sostenibles en Costa Rica", Documentos de Proyectos (LC/TS.2022/183), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2022.
- ALAMOS (2020), Asociación Latinoamericana de Movilidad Sostenible, "Retrofit LATAM - Informe realizado por el Comité Técnico Normativo de la Asociación Latinoamericana de Movilidad Sostenible". Coordinación de Yanina Tabó. Diciembre de 2020. Disponible en: <https://portalmovilidad.com/wp-content/uploads/2021/09/Informe-retrofit-ALAMOS.pdf>.
- Barassa, E., Ferreira da Cruz, R., Diniz Faria, L.G., do Prado Tanure, T.M., Bermúdez Rodríguez, T. & Rigon, V. (2022), "Oferta de ônibus elétrico no Brasil em um cenário de recuperação econômica de baixo carbono", Documentos de Projetos (LC/TS.2022/9), Santiago, Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL).
- Baruj, G.; Dulcich, F.; Porta, F.; y Ubogui, M. (2021). *La transición hacia la electromovilidad: panorama general y perspectivas para la industria argentina*. Documentos de Trabajo del CCE N° 5, Consejo para el Cambio Estructural - Ministerio de Desarrollo Productivo de la Nación.
- Biderman, C. y otros (2023), "Estimação da demanda por ônibus na América Latina e no Caribe", *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2023/9), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Bocarejo, J. P. (2022), "Dinámicas y perspectivas de la industria colombiana de buses libres de emisiones", *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2022/120), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Bouskela, M., y otros, (2016), "La ruta hacia las smart cities: Migrando de una gestión tradicional a la ciudad inteligente", Banco Interamericano de Desarrollo (BID).
- Burrieza-Galán, Javier (2022), "Estudio de la Movilidad con la Tecnología Big Data: Posibilidades por explorar", *Nommon Solutions and Technologies*, [en línea] https://www.funcas.es/wp-content/uploads/2022/04/PEE-171_BURRIEZA-GAL%C3%81N.pdf.
- Cabello, S. (2022), "El camino de desarrollo de las ciudades inteligentes: una evaluación de Bogotá, Buenos Aires, Ciudad de México y São Paulo", *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2022/86), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

- CAF (Banco de Desarrollo de América Latina) (2016), "Observatorio de Movilidad Urbana de América Latina 2014", Caracas.
- Carrillo, J., de los Santos Gómez, J.S. y Briones, J. (2020), "Hacia una electromovilidad pública en México", *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2020/115), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Cavallo, E. Powell, A. Y Serebrisky, T. (eds.) (2020). *De estructuras a servicios: el camino a una mejor infraestructura en América Latina y el Caribe*, Banco Interamericano de Desarrollo (BID), [En línea], De estructuras a servicios: El camino a una mejor infraestructura en América Latina y el Caribe (Resumen ejecutivo) (iadb.org).
- CEPAL (2022a), "Capacidade de produção de ônibus elétricos na América Latina é tema de discussão entre especialistas e líderes industriais", [En línea], junio, <https://www.cepal.org/pt-br/notas/capacidade-producao-onibus-eletricos-america-latina-tema-discussao-especialistas-lideres>.
- _____ (2022b), (Comisión Económica para América Latina y el Caribe), "La Inversión Extranjera Directa en América Latina y el Caribe, 2022", (LC/PUB.2022/12-P), Santiago.
- _____ (2022c), (Comisión Económica para América Latina y el Caribe), "Los impactos sociodemográficos de la pandemia de COVID-19 en América Latina y el Caribe", (LC/CRPD.4/3), Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Santiago.
- _____ (2022d), (Comisión Económica para América Latina y el Caribe), "Panorama Social de América Latina 2021" (LC/PUB.2021/17-P), Santiago, CEPAL, enero.
- _____ (2022e), (Comisión Económica para América Latina y el Caribe), "Transición Energética en América Latina y el Caribe", presentación Rayén Quiroga, VI Reunión Plenaria del Foro Técnico Regional de Planificadores de Energía – FOREPLEN, Ciudad de Panamá, diciembre de 2022.
- _____ (2021a), (Comisión Económica para América Latina y el Caribe), "Panorama Social de América Latina 2020" (LC/PUB.2021/2-P/Rev.1), Santiago.
- _____ (2021b), (Comisión Económica para América Latina y el Caribe), "Propuesta de marco regulatorio para acelerar la inversión en electromovilidad mediante la conversión de vehículos que usan combustibles fósiles", *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2021/129), Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Santiago.
- _____ (2021c), (Comisión Económica para América Latina y el Caribe), "Guía para la transversalización del enfoque de género en programas y proyectos". Disponible en: <https://plataformaurbana.cepal.org/es/recursos/guia-para-la-transversalizacion-del-enfoque-de-genero-en-programas-y-proyectos>.
- _____ (2020a), (Comisión Económica para América Latina y el Caribe), "Compromiso de Santiago", (LC/CRM.14/6), Santiago.
- _____ (2020b), (Comisión Económica para América Latina y el Caribe), "Construir un nuevo futuro: una recuperación transformadora con igualdad y sostenibilidad", Trigésimo octavo período de sesiones de la CEPAL (LC/SES.38/3-P/Rev.1), Santiago.
- _____ (2019), (Comisión Económica para América Latina y el Caribe), "Aspectos conceptuales de los censos de población y vivienda: desafíos para la definición de contenidos incluyentes en la ronda 2020". *Serie Seminarios y Conferencias* N° 94 (LC/TS.2019/67), Santiago.
- _____ (2019), (Comisión Económica para América Latina y el Caribe), "La autonomía de las mujeres en escenarios económicos cambiantes", (LC/CRM.14/3), Santiago.
- _____ (2015), (Comisión Económica para América Latina y el Caribe), "Acoso sexual en el espacio público: la ciudad en deuda con los derechos de las mujeres", [en línea], noviembre, <https://www.cepal.org/es/notas/acoso-sexual-espacio-publico-la-ciudad-deuda-derechos-mujeres>.
- _____ (2014) (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). *Panorama Social de América Latina, 2014*, (LC/G.2635-P), Santiago de Chile.
- CEPAL-DIE (2022), "Condiciones del sector eléctrico de la región e impactos de la electromovilidad", [en línea], mayo, [en línea] <https://plataformaurbana.cepal.org/sites/default/files/2022-06/Condiciones%20del%20sector%20ele%CC%81ctrico%20de%20la%20regio%CC%81n%20e%20impactos%20de%20la%20electromovilidad.pdf>.
- Chatman, D.G. & Noland, R.B. (2014). Transit Service, Physical Agglomeration and Productivity in US Metropolitan Areas. *Urban Studies*, 51(5): 917-937.
- China dialogue (2022). Latin America's nascent electric car market [en línea]: <https://dialogochino.net/en/climate-energy/44044-latin-americas-nascent-electric-car-market/CFF>.
- Concejo de Bogotá, (2018), "Acuerdo 732 de 2018", [en línea] Acuerdo 732 de 2018 Concejo de Bogotá, D.C. (alcaldiabogota.gov.co).

- C40 Cities Finance Facility & Carbon Trust México (2018). Estrategia de electromovilidad de la Ciudad de México 2018 – 2030. Ciudad de México.
- Damiano, D. (2021). Lineamientos institucionales, productivos, financieros y legales que permitan promover en el futuro cercano un cambio en la matriz energética del autotransporte público de pasajeros en el AMBA. Instituto del Transporte, Universidad Nacional de San Martín.
- De los Santos, S. (2022) "Modelo de evaluación para la fabricación de autobuses eléctricos en México y otros países de América Latina", Documentos de Proyectos (LC/TS.2022/216), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Díaz, M., García Schilardi, M. & Martínez, L. (2016). *Regulación de la movilidad urbana en el Área Metropolitana de Mendoza*. Revista Nº 19 "Opera", del Centro de Investigaciones y Proyectos Especiales (CIPE) adscrito al Observatorio de Políticas, Ejecución y Resultados de la Administración Pública; Universidad del Externado, Colombia. ISSN digital: 2346-2159.
- Durán Lima, J. & Herreros, S. (2022), "Panorama de la producción y el comercio de autobuses eléctricos en el mundo y en América Latina y el Caribe", *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2022/124). Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Durantón, G y D. Puga (2022). The economist of urban density. *Perspectives*, vol 34 (3): 3-26.
- E-Bus Radar (s.f.), "Buses eléctricos en América Latina", [en línea] [fecha de consulta: 23 de junio de 2022] <https://www.ebusradar.org/es/>.
- European Commission (2011), "COMMISSION REGULATION (EU) No 582/2011 of May 25 2011 implementing and amending Regulation (EC) No 595/2009 of the European Parliament and of the Council with respect to emissions from heavy duty vehicles (Euro VI) and amending Annexes I and III to Directive 2007/46/EC of the European Parliament and of the Council" [En línea] Commission Regulation (EU) No 582/2011 of 25 May 2011 implementing and amending Regulation (EC) No 595/2009 of the European Parliament and of the Council with respect to emissions from heavy duty vehicles (Euro VI) and amending Annexes I and III to Directive 2007/46/EC of the European Parliament and of the Council Text with EEA relevance (europa.eu).
- EY (2022), "EY Mobility Consumer Index 2022 study ,EY Knowledge Analysis", [En línea], https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/sv_se/news/2022/ey-mobility-consumer-index-mci-2022-study.pdf.
- Federative Republic Of Brazil (2021), "Nationally Determined Contribution (NDC)", [en línea], Brazil submits its Nationally Determined Contribution under the Paris Agreement — Ministério das Relações Exteriores (www.gov.br).
- FGV Cidades (2023). Analysis of Shared Streets. Task F: Executive Summary. Disponible en: <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/099050223201017669/p1734140dc76b105509b6f074cc8fe0f3a1>.
- Fontes, M.L.P., y otros (2022), "*Planejamento urbano em tempos de pandemia: mudanças em quatro cidades latino-americanas*", Serie Población y Desarrollo, Nº 136 (en prensa), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Foro Económico Mundial (2021), "Governing Smart Cities: Policy Benchmarks for Ethical and Responsible Smart City Development", [en línea], julio, Governing smart cities: policy benchmarks for ethical and responsible smart city development | World Economic Forum (weforum.org).
- Galarza, S. (2020), "Sesión 2: Introducción a los autobuses eléctricos y sus beneficios", [en línea] <https://movelatam.org/wp-content/uploads/2020/12/Presentacion-Sesion-2.pdf>.
- GB 18384-2020 (2021), "Electric vehicles safety requirements NATIONAL STANDARD OF THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA", ICS 43.020, T40, Issued on May 12, 2020 – Implemented on January 01, 2021.
- Glaeser, E. & Xiong, W. (2017). Urban productivity in the developing world. *Oxford Review of Economic Policy*, 33(3).
- Gobierno de Argentina (2020), "Segunda Contribución Determinada a Nivel Nacional de la República Argentina", Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible Argentina, [en línea], diciembre, Contribución Determinada a Nivel Nacional | Argentina.gob.ar.
- Gobierno de Chile (2022), "Estrategia Nacional de Electromovilidad", Ministerio de Energía, [en línea], Santiago de Chile, octubre, [estrategia_nacional_de_electromovilidad_2021_o.pdf](https://energia.gob.cl/estrategia_nacional_de_electromovilidad_2021_o.pdf) (energia.gob.cl).
- _____ (2020), "Contribución Determinada a Nivel Nacional de Chile. Actualización 2020", Consejo de Ministros para la Sustentabilidad, [en línea], abril, [Espanol-21-julio.pdf](https://mma.gob.cl/actualizacion-2020.pdf) (mma.gob.cl).

- Gobierno de Colombia, (2020), "Actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional de Colombia (NDC)", [En línea], diciembre, Microsoft Word - NDC de Colombia - Versi3n Final.docx (minambiente.gov.co).
- Gobierno de Colombia (2019), "Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica", Bogotá, 2019.
- Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires (2020), "Plan de Acción Climática 2050", [En línea], Plan de Acción Climática 2050 | Buenos Aires Ciudad - Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- Gobierno de la Ciudad de México (2020), "Programa Integral de Movilidad de la Ciudad de México 2020-2024", Secretaría de Movilidad (SEMOVI), [En línea], México D.F., PISVI 2020-2024 - Programa Integral de Seguridad Vial 2020-2024 - Plaza Pública (cdmx.gob.mx).
- Gobierno de México (2020), "Contribución Determinada a nivel Nacional: México. Versión actualizada 2020". Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Nota de la Jefatura de Gobierno - Entrevista a la Jefa de Gobierno, Claudia Sheinbaum Pardo, [En línea], <https://www.jefaturadegobierno.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/entrevista030222-la-jefa-de-gobierno-claudia-sheinbaum-pardo-durante-conferencia-de-prensa>.
- Gobierno Distrital de Bogotá (2020), "Plan de Acción Climática - Bogotá 2020-2050", [En línea], Bogotá, ¿Qué es el Plan de Acción Climática de Bogotá? - Secretaría Distrital de Ambiente (ambientebogota.gov.co).
- González, G. (2022). "Movilidad, cambiar motores de combustión por eléctricos y cómo reducir emisiones a un menor costo", Asociación Latinoamericana de Retrofit [en línea] <https://plataformaurbana.cepal.org/es/actividad/ciudades-la-movilidad-sostenible-como-una-oportunidad-para-la-recuperacion-transformadora>.
- Goytia, C. (2022), "Situación financiera de la movilidad urbana en Buenos Aires, 2015-2021", Documentos de Proyectos (LC/TS.2022/160), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Hardin, G., (1968), "The tragedy of the Commons", *Science* 162, 1243-1248. DOI: 10.1126/science.162.3859.1243.
- INDEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos) (2019), "Encuesta Nacional de Gastos de los Hogares (ENGH) 2017-2018", República Argentina, [en línea], <https://www.indec.gov.ar/indec/web/Nivel4-Tema-4-45-151>.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2017), "Encuesta Origen Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México (EOD)", Estados Unidos Mexicanos, [en línea], <https://www.inegi.org.mx/programas/eod/2017/>.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2020), "Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH)", [en línea], <https://www.inegi.org.mx/programas/enigh/nc/2020/#Documentacion>.
- Klink, J. J. (2009). *Novas governanças para as áreas metropolitanas: o panorama internacional e as perspectivas para o caso brasileiro*. Cadernos Metr3pole, 11(2).
- Kulfas, M. (2021), "Proyecto de ley de promoción de la movilidad sustentable", [en línea], agosto, https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2021/10/movilidad_sustentable.pdf.
- Leañez, F. y otros (2022), "Posibles efectos de la electromovilidad en la red eléctrica y su impacto en la adopción de energías renovables: metodología y análisis de caso en la Argentina y el Brasil", Documentos de Proyectos (LC/TS.2022/121), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- L3pez Restrepo, J.C., et al., (2022), "Escenarios de emisiones hacia 2030: potencial de reducci3n de la presi3n ambiental provocada por los autobuses del transporte p3blico en Bogot3, Buenos Aires, Ciudad de M3xico, Santiago y S3o Paulo", *Documentos de Proyectos*, Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Marín, A. (2022) "Situación financiera de la movilidad urbana en Ciudad de México", Documentos de Proyectos (LC/TS.2022/212), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Martínez, L. (2022), "Gobernanza de áreas metropolitanas y desafíos de la electromovilidad", Documentos de Proyectos (LC/TS.2022/102), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Martínez, R., Maldonado, C. y Schönsteiner, J. (2022), "Inclusi3n y movilidad urbana con un enfoque de derechos humanos e igualdad de g3nero: marco de an3lisis e identificaci3n de instrumentos de pol3tica para el desarrollo de sistemas sostenibles de movilidad urbana en Am3rica Latina", *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2022/74), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Messina D., Contreras Lisperguer R., y Salgado Pavez, R. (2022), "El rol de las energías renovables en la electrificaci3n del transporte p3blico y privado de las ciudades de Am3rica Latina y el Caribe: impactos, desafíos y oportunidades ambientales", Documentos de Proyectos (LC/TS.2022/125), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

- Ministerio de Ambiente y Energía (2019), "Plan de descarbonización", Dirección de Cambio Climático [En línea], Costa Rica, febrero, Plan Nacional de Descarbonización - Dirección de Cambio Climático (cambioclimatico.go.cr).
- Ministerio de Ambiente y Energía (2018), "Incentivos y promoción para el transporte eléctrico N° 9518", República de Costa Rica, [En línea], enero, Sistema Costarricense de Información Jurídica (pgrweb.go.cr).
- Ministerio de Transición Ecológica y Solidaridad (2020), "Orden de 13 de marzo 2020 relativo a las condiciones para la conversión de vehículos con motores de combustión interna en motores eléctricos de batería o de pila de combustible", República de Francia, [En línea], marzo, Article - Arrêté du 13 mars 2020 relatif aux conditions de transformation des véhicules à motorisation thermique en motorisation électrique à batterie ou à pile à combustible - Légifrance (legifrance.gouv.fr).
- Ministerio de Energía (2021), "Estrategia nacional de electromovilidad", Gobierno de Chile, [En línea], octubre, estrategia_nacional_de_electromovilidad_2021_o.pdf (energia.gob.cl).
- Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (2022), "Manual de reformas de vehículos", Gobierno de España, [En línea], noviembre, Manual de Reformas de Vehículos - Revisión 7ª (industria.gob.es).
- Ministerio de la Presidencia (2022), "Presidente de la República sanciona Ley que incentiva la movilidad eléctrica en el transporte", República de Panamá, [En línea] abril, Presidente de la República sanciona Ley que incentiva la movilidad eléctrica en el transporte. (presidencia.gob.pa).
- Minnesota Population Center (2020), "Integrated Public Use Microdata Series". International: Version 7.3 [dataset]. Minneapolis, MN: IPUMS. <https://doi.org/10.18128/Do20.V7.3>.
- Morales, J. y Durán J. (2023), "Evaluando políticas de electromovilidad en 6 países de América Latina y el Caribe a partir de un modelo de equilibrio general computable dinámico estocástico. Mimeo". División de Comercio Internacional e Integración, CEPAL. Santiago de Chile (en proceso de publicación).
- Municipalidad Metropolitana de Lima. (2021), "Plan Local de Cambio Climático de la Provincia de Lima 2021-2030".
- Navarro Quesada, D., Acosta, C., Aulestia, D. & Jaugueri Fung, F. (2022). *Informe de resultados del encuentro Movilidad Urbana Sostenible: Un Diálogo Interregional sobre la Industria y el Financiamiento del Transporte Público Colectivo. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y German Institute for Development and Sustainability (IDOS). 24 y 25 de mayo de 2022*. Documentos de Proyectos (en prensa), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- OECD et al., (2022), "Perspectivas económicas de América Latina 2022: Hacia una transición verde y justa", OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/f2f0c189-es>.
- OCDE (Organization for Economic Co-operation and Development) (2020), "The OECD Digital Government Policy Framework. Six dimensions of a Digital Government PUBE", OECD Public Governance Policy Papers No. 02, [en línea], [f64fed2a-en.pdf](https://doi.org/10.1787/f64fed2a-en.pdf) (oecd-ilibrary.org).
- OIT (Organización Internacional del Trabajo) (2021), "OIT: Al menos 23 millones de personas han transitado por el teletrabajo en América Latina y el Caribe", [Noticia], 6 julio 2021, http://www.ilo.org/americas/sala-de-prensa/WCMS_811302/lang-es/index.htm.
- OLADE (Organización Latinoamericana de Energía) (2022), "Panorama Energético de América Latina y el Caribe 2022", [en línea], Quito, <https://www.olade.org/publicaciones/panorama-energetico-de-america-latina-y-el-caribe-2021-2/>.
- _____(s.f.), "Sistema de Información Energética de Latinoamérica y el Caribe", [en línea], <https://sielac.olade.org/>.
- Palma Behnke R., et al., (2019), "Chilean NDC Mitigation Proposal: Methodological Approach and Supporting Ambition", Mitigation and Energy Working Group Report. Santiago: COP25 Scientific Committee; Ministry of Science, Technology, Knowledge and Innovation.
- Pereira y otros (2021), "Tendências e desigualdades da mobilidade urbana no Brasil i: O uso do transporte coletivo e individual", Texto para Discussão - 2673, 1–51. <https://doi.org/10.38116/td2673>.
- Pérez, G. (2019), "Políticas de movilidad y consideraciones de género en América Latina", Serie Comercio Internacional, N° 152 (LC/TS.2019/108), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Prefeitura da Cidade de São Paulo (2021). *Programa de Metas 21/24*. São Paulo.
- Podestá A. y otros, (2022), "Políticas de atracción de inversiones para el financiamiento de la energía limpia en América Latina", Documentos de Proyectos (LC/TS.2022/116), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

- RADDAR (2021), "Informe del Gasto de los Hogares – Transporte y Comunicaciones", Consumer Knowledge Group, julio, [en línea], Informe del gasto de los hogares (raddar.net).
- Radics, A., Vázquez, F., Benítez, N.P. & Ruelas, I. (2022). *Panorama de las relaciones fiscales entre niveles de gobierno de países de América Latina y el Caribe*. BID & CEPAL.
- Ramos, F.R. (2022), "Situación financiera de la movilidad urbana en São Paulo", *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2022/209), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Redatam (s.f.), "Censos de población y vivienda" [En línea], Santiago de Chile, [fecha de consulta: diciembre 2022] <https://redatam.org/es/microdatos>.
- Rodríguez Vignoli, R. (2022), "Migración interna y movilidad para trabajar y estudiar en cuatro megápolis de América Latina", *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2022/92), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Ronzheimer et al., (2022), "Hacia la medición de la electromovilidad en el comercio internacional. Tablero interactivo en línea", *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2022/97), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Samaniego, J., Alatorre, J.E., Van der Borcht, R. & Ferrer, J. (2022), "Panorama de las actualizaciones de las contribuciones determinadas a nivel nacional de cara a la COP 26", *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2021/190), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Sandoval, E. (2022) "Situación financiera de la movilidad urbana en Bogotá", *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2022/151), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Secretaría de Ambiente del Distrito Metropolitano de Quito, & C4o Cities. (2020), "Plan de Acción de Cambio Climático de Quito 2020".
- SLoCaT (2021). Transport and Climate Change Global Status Report – 2nd Edition. Disponible en: <http://slocat.net/tcc-gsr>.
- Tsivanidis, N. (2022), "Evaluating the Impact of Urban Transit Infrastructure: Evidence from Bogotá's TransMilenio", Working Paper, *American Economic Review*.
- UN (2018) Tracking Progress Towards Inclusive, Safe, Resilient and Sustainable Cities and Human Settlements SDG 11 Synthesis report high level political forum 2018, [En línea], sdg_11_synthesis_report_web2_o.pdf (unhabitat.org).
- UN Comtrade Database, (s.f.), "Trade data", [En línea] UN Comtrade.
- UN-DESA (United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division) (2022). "World Population Prospects 2022: Summary of Results". UN DESA/POP/2022/TR/NO. 3.
- UN-DESA (United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division) (2019), "World Urbanization Prospects: The 2018 Revision", ST/ESA/SER.A/420, [En línea], New York, <https://population.un.org/wup/>.
- Unión Europea (2015), "Reglamento n ° 100 de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE/ONU) - Disposiciones uniformes relativas a la homologación de vehículos en relación con los requisitos específicos del grupo motopropulsor eléctrico [2015/505]", Diario Oficial de la Unión Europea, [En línea], marzo, Reglamento no 100 de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE/ONU) — Disposiciones uniformes relativas a la homologación de vehículos en relación con los requisitos específicos del grupo motopropulsor eléctrico [2015/ 505].
- UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura) (2019), "Descifrar el código: la educación de las niñas y las mujeres en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM)", [en línea], <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366649>.
- UNFCCC (United Nation Framework Convention on Climate Change) (2021), "The 15 minute City" [en línea] [fecha de consulta: 18 de mayo de 2023] The 15 Minute City | UNFCCC.
- UPME (Unidad de Planeación Minero Energética) (2019), "Plan Energético Nacional 2020-2050". Documento de Consulta. Bogotá, D.C.
- Vasconcelos, E. (2019), "Contribuciones a un gran impulso ambiental para América Latina y el Caribe: movilidad urbana sostenible", *Documentos de proyecto* (LC/TS.2019/2), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

- Vázquez C. (2022), "Dinámica y perspectivas de la industria mexicana de autobuses libres de emisiones", Documentos de Proyectos (LC/TS.2022/141), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Wang, X., Rodríguez, D.A., Sarmiento, O.L. & Guaje, O. (2019), "Commute patterns and depression: Evidence from eleven Latin American cities", *Journal of Transport & Health*, 14, 100607.
- World Population Review (2022), "Car Production by Country 2022" [En línea] <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/car-production-by-country>.



La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) ha trabajado para formular y proponer una combinación adecuada de políticas sociales, ambientales, económicas, tecnológicas e industriales que contribuyan al desarrollo sostenible de la región. A este conjunto de políticas y su articulación se lo ha denominado “gran impulso para la sostenibilidad”. Con este enfoque, se han identificado distintos sectores económicos dinamizadores, con potencial de producción endógena y generación de beneficios asociados, como aportes al empleo y menor huella ambiental. En este documento se recoge la experiencia del proyecto sobre ciudades inteligentes, sostenibles e inclusivas que ejecuta la CEPAL a fin de guiar la aplicación de ese gran impulso para la sostenibilidad en el sector de la electromovilidad, que representa una oportunidad de cambio estructural en términos de transición energética para la región. Se analiza la situación de la movilidad urbana en las principales ciudades, considerando que el dimensionamiento de la demanda regional, el umbral de respuesta de las industrias nacionales y la articulación de productores y consumidores son claves para viabilizar las inversiones productivas en el sector. El enfoque se enriquece con aproximaciones transversales con las que se busca implementar, de forma integral, una movilidad sostenible.