

# TRANSPORTE Y DESARROLLO EN AMÉRICA LATINA

Vol. 1 N° 2. 2018

*Clarisse **Cunha Linke**, João **Maciente** / Andrés **Alcalá** /  
Angie **Palacios** / Milena **Suárez**, Milnael **Gómez** /  
Paloma **Ruíz** / Carlosfelipe **Pardo***





**Transporte y Desarrollo en América Latina Vol I, No. 2. (2018)**

**ISSN: 2610-7937**

**Autores:**

Clarisse Cunha Linke, Brazil Country Director, Institute for Transportation and Development Policy (ITDP).

João Pedro Maciente Rocha, Brazil Program Assistant, Institute for Transportation and Development Policy (ITDP).

Andrés Alcalá, Ejecutivo Principal, Dirección de Análisis y Programación Sectorial, CAF.

Angie Palacios, Ejecutiva, Dirección de Análisis y Programación Sectorial, CAF.

Milena Suárez, Gerente de Proyectos de Infraestructura, Transmilenio S.A.

Milnael Gómez, Oficial, Dirección de Análisis y Programación Sectorial, CAF.

Paloma Ruíz González, Ejecutiva Principal, Transporte Urbano, Vicepresidencia de Infraestructura, CAF.

Carlosfelipe Pardo, Director Ejecutivo, Despacio.org.

**Editor:**

Despacio.org: Camilo Urbano, Laura Iguavita, Marina Moscoso, Lina Quiñones

**Diseño Gráfico:**

Despacio.org: Claudio Olivares Medina

© 2018 CAF- Banco de Desarrollo de América Latina.

Las ideas y planteamientos contenidos en la presente edición son de exclusiva responsabilidad de sus autores y no comprometen la posición oficial de CAF.

**Esta publicación puede descargarse gratuitamente en [scioteca.caf.com](http://scioteca.caf.com)**





# CONTENIDOS

- 7 PRESENTACIÓN
  
- 9 URBAN MOBILITY IN BRAZIL: MEASURES FOR ADAPTATION TO CLIMATE CHANGE
  
- 27 ELECTRO MOVILIDAD PARA EL TRANSPORTE PÚBLICO EN AMÉRICA LATINA, UN DESAFÍO CONJUNTO
  
- 45 LA CAMINATA COMO MODO DE TRANSPORTE PARA LAS MUJERES EN 11 CIUDADES DE AMÉRICA LATINA
  
- 65 LOVE – LAND OPERATION VALUE ENHANCEMENT - EN LA IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE PÚBLICO DE BOGOTÁ
  
- 85 EL COSTO SOCIAL DE UN TRANSPORTE URBANO INEFICIENTE: UNA APROXIMACIÓN NUMÉRICA AL CASO DE LIMA METROPOLITANA
  
- 111 IR DESPACIO PARA LLEGAR ANTES: IMPLICACIONES DE REDEFINIR LA VELOCIDAD COMO POLÍTICA DE TRANSPORTE



**Sandra Conde.**  
Directora, DAETI – Dirección  
de Análisis y Evaluación Téc-  
nica de Infraestructura, CAF  
*sconde@caf.com*

## PRESENTACIÓN

CAF – Banco de Desarrollo de América Latina tiene como misión apoyar el desarrollo sostenible en la región y mejorar los indicadores de seguridad, accesibilidad, integración, inclusión, conectividad y competitividad de América Latina. Para lograrlo es importante abogar por la generación y promoción del conocimiento, el cual se convierte en una herramienta para enfrentar los retos sustanciales en el sector transporte. La vulnerabilidad de los sistemas de transporte al cambio climático, la financiación de sistemas de transporte público sostenible, los roles de género en la movilidad y los efectos de la velocidad en la ciudad son algunos de esos retos.

Teniendo en cuenta el rol del conocimiento, CAF ha reunido en este segundo número de la revista Transporte y Desarrollo en América Latina, expertos en transporte, sostenibilidad y clima quienes buscan profundizar en esos fenómenos, proponer posibles soluciones y presentar análisis que demuestran cuáles son los factores a tener en cuenta para comprender la problemática del transporte y reducir sustancialmente las externalidades del sector, y con esto mejorar la productividad, mitigar los riesgos de cambio climático y alcanzar el objetivo de una sociedad más equitativa.

El primer artículo, de Clarisse Cunha Linke y João Pedro Maciente Rocha, presenta un análisis de vulnerabilidad al cambio climático de los sistemas de movilidad urbana en ciudades con más de 100.000 habitantes de Brasil, donde analizan la sensibilidad y la capacidad de adaptación a los efectos adversos del cambio climático. Este análisis permitió establecer que el aumento en la frecuencia de eventos climáticos extremos no solo paraliza la estructura física y las operaciones, sino que también reduce la movilidad de los habitantes, en particular, quienes dependen más del transporte público y activo para sus viajes diarios. Para contrarrestar estos efectos, proponen medidas en política pública y una planeación de la infraestructura urbana que propendan por la adaptación de los sistemas de movilidad urbana para reducir los efectos del cambio climático.

El siguiente artículo, de Andrés Alcalá, analiza el marco regulatorio y esquemas de subsidios al sector de transporte de países de la región, para evaluar los obstáculos que enfrentan

diferentes actores para iniciar una transición al modelo de electromovilidad en el transporte público. Como resultado de este estudio se llegó a la conclusión que los subsidios no son la única herramienta de la cual depende el proceso. Si bien la región se encuentra en los pasos iniciales de la transición, se resalta la necesidad de una regulación y política pública que se oriente al transporte sostenible.

En el tercer artículo, Milnael Gómez y Milena Suárez evalúan el valor estratégico de los diferentes componentes del sistema de infraestructura de transporte público de pasajeros, con especial énfasis en los proyectos zonales los cuales repercuten directamente en la percepción de confiabilidad del sistema, el confort de los usuarios y la gestión del tránsito en la vía. Sin embargo, para lograr gestionar la experiencia del pasajero y responder al desarrollo territorial, se requiere del esfuerzo de la gestión pública y la voluntad política que permitan lograr la implementación de proyectos urbanos integrales basados en desarrollos orientados al transporte.

En los países desarrollados, los viajes realizados a pie son un efecto positivo de las políticas de movilidad y desarrollo urbano. No obstante, en América Latina esto también podría significar barreras de accesibilidad para los más vulnerables. El artículo de Angie Palacios presenta una investigación que analiza la Encuesta CAF en 11 ciudades de América Latina, con el objetivo de entender el rol del género en la caminata, e identificar si la motivación proviene de una preferencia o bien es una cuestión de restricción. Con este trabajo se espera estudiar con mayor profundidad la caminata y su relación con los roles de género que permita entender otras dimensiones sobre la movilidad de grupos tradicionalmente excluidos en la planificación.

Finalmente, Carlos Felipe Pardo presenta su visión sobre la velocidad como eje de las políticas públicas de transporte urbano. Este artículo explica cómo se ha operacionalizado la idea de la velocidad, los problemas que esto genera en las ciudades y presenta pruebas teóricas y empíricas que argumentan la estrategia de llevar una velocidad adecuada, la cual puede generar efectos positivos en la seguridad vial sin efectos significativos sobre la velocidad promedio en la ciudad.

A través de estos artículos se contribuye al acervo de conocimiento disponible para la región de manera organizada y sistemática, de tal forma que pueda, alimentar las discusiones con datos y conocimiento, y así tomar mejores decisiones de política pública en el sector. A quienes leen esto agradecemos su interés, y les invitamos a ampliar su conocimiento en transporte con los artículos del segundo número de la revista Transporte y Desarrollo en América Latina.

**Clarisse Cunha Linke,**  
Brazil Country Director, Institute for Transportation and Development Policy (ITDP)  
[clarisse.linke@itdp.org](mailto:clarisse.linke@itdp.org)

**João Pedro Maciente Rocha,**  
Brazil Program Assistant, Institute for Transportation and Development Policy (ITDP)  
[joao.rocha@itdp.org](mailto:joao.rocha@itdp.org)

# URBAN MOBILITY IN BRAZIL: MEASURES FOR ADAPTATION TO CLIMATE CHANGE

## ABSTRACT

*This article discusses the vulnerability to climate change faced by urban mobility systems in Brazilian cities, building on a study conducted by the Institute of Transportation and Development Policy (ITDP Brazil), in partnership with the Ministry of Cities in 2015. The study outlines the relationship between urban mobility and climate change in Brazil. It demonstrates climate change trends in different regions in the country, produced with data from the Brazilian National Institute of Space Research (INPE), and presents projections for increased average temperature, increased average precipitation, and extreme events regarding temperature and precipitation. Building on these indicators, the study develops an Urban Mobility Vulnerability Index for 283 Brazilian municipalities with more than 100,000 inhabitants, analyzing cities' sensitivity and adaptive capacity to the adverse effects of climate change. Finally, it provides guidelines for adaptive measures to reduce the effects of climate change on urban mobility.*

*Keywords: Climate Change; Adaptive Measures; Vulnerability Index; Urban mobility;*

## RESUMEN

Este artículo analiza la vulnerabilidad al cambio climático que enfrentan los sistemas de movilidad urbana en las ciudades brasileñas, basándose en un estudio realizado por el Instituto de Política de Transporte y Desarrollo (ITDP Brasil), en asociación con el Ministerio de las Ciudades en el 2015. El estudio describe la relación entre los sistemas de movilidad urbana y el cambio climático en Brasil, y demuestra las tendencias futuras en el cambio climático para diferentes regiones del país. El estudio utilizó los datos del Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales de Brasil (INPE) para evaluar las tendencias de aumento promedio y eventos extremos en la temperatura y la precipitación. El estudio demuestra la aplicación del Índice de Vulnerabilidad de la Movilidad Urbana en 283 ciudades brasileñas con más de 100.000 habitantes, el cual analiza la sensibilidad y la capacidad de adaptación a los efectos adversos del cambio climático. Asimismo, se presentan medidas de adaptación para reducir los efectos del cambio climático en la movilidad urbana.

## INTRODUCTION

By 2050, it is estimated that 6.5 billion people, or two-thirds of the global population, will be living in cities (United Nations Population Division, 2018). The projection suggests that between the years 2000 and 2030, the global urban population will double in size and due to dispersed and centrifugal urbanization, urban land area will triple (World Bank, 2013).

In Latin America, the accelerated process of urbanization occurred mainly in the second half of the 20th century. In Brazil for example, one third of people lived in cities in the 1950s and currently the urban population increased to 84% (IBGE, 2010). Between the 1970s and the 2010s, the Brazilian urban population increased by 76%, while urban land area increased by 127%, or 1.7 times faster than the population growth (Rodrigues, 2011). Currently, 47% of the population lives in sprawling and monocentric urban agglomerations where economic opportunities are concentrated in few centers, putting serious pressure on the transport system (IBGE, 2013). In these metropolitan areas, the average travel time between home and work is about 38 minutes, compared to 23 minutes in non-metropolitan urban areas (Pereira & Schwanen, 2013)

When systems of everyday mobility cease to function, the majority of the population suffers serious material and immaterial losses. In recent years, Brazilian cities have more frequently experienced cases of interrupted transport services due to climatic events. Cities have been damaged by recurrent and more severe flooding, landslides and heat waves, paralyzing not only physical infrastructure and operations, but also the mobility of their inhabitants, in particular those living on the poor periphery.

This article discusses the level of vulnerability that urban mobility systems face in Brazilian cities, based on a study conducted by the Institute of Transportation and Development Policy (ITDP Brazil), in partnership with the Ministry of Cities in 2015.

The first part outlines the relationship between urban mobility and climate change in Brazil. Then, using an international model, future trends in climate change are demonstrated for different regions in the country, with a specific focus on temperature and rainfall indicators produced with data from the Brazilian National Institute of Space Research (INPE). It then describes the Urban Mobility Vulnerability Index, a methodology elaborated to define vulnerability and adaptive capacity of Brazilian cities. Finally, policy recommendations and measures to reduce and prevent future system damage are presented.

## I. CONTEXT: CLIMATE CHANGE AND URBAN MOBILITY IN BRAZIL

---

Over the last three decades, temperatures across the globe have been increasing, resulting in more frequent extreme weather events, including heat waves, storms, cyclones and droughts. Extreme weather events now occur so often that in 2016 UN Secretary-General Ban Ki-moon warned member states that such disasters are becoming “the new norm” (AFP, 2016).

In Brazil, the average temperature in the winter months has increased by 1° Celsius during the second half of the 20th century. Data analyzed between 1950 and 2005 shows that heavy rains have become more frequent in the Southeastern and Southern regions, with a raise in the number of floods and heat waves (Ministério das Cidades, 2017). The frequency of natural disasters between 2001 and 2010 has multiplied at an alarming rate of 270% compared to the previous decade (Universidade Federal de Santa Catarina, 2013).

The above figures are reflected in several recent weather events that occurred in Brazil within a short period of time. For example, in 2008, 80,000 people were displaced in Santa Catarina State due to the rains in the Itajaí Valley. In the following year, São Paulo experienced a record 1,422 flood events over 111 rainy days. Furthermore, 2010 was a year marked by heavy rains, which caused deaths and losses in the states of Alagoas, Rio de Janeiro and São Paulo. In 2011, Santa Catarina was again swept by torrential rains that forced more than 26,000 people to leave their homes and caused damages estimated at \$250 million USD. In addition to the economic losses, victims were also affected by the interruption of transportation routes which hindered access to safer areas. In 2015, Salvador was the main affected region, suffering an intense six-day storm, the largest in 26 years. As a result, shipping and road transport were cut off and walking was limited, due to destroyed sidewalks, flooding and lack of street lighting.

With every storm, both the population and mobility systems suffer. Those most affected by service interruptions are almost always the poorest, who rely more on public transport and need to travel longer to get to work or study.

Under the Paris Agreement, Brazil presented a Nationally Determined Contribution (NDC) to reduce greenhouse gas (GHG) emission by 37 percent by 2025 and 43% by 2030, relative to 2005 levels. Besides mitigation measures, the agreement also calls for action to increase resilience, reduce vulnerabilities and promote adaptation to the future climate. Accordingly, it is necessary to decrease the susceptibility and inability of systems to deal with the adverse effects of climate change, in terms of increased variability and extreme weather events.

## URBAN MOBILITY SYSTEMS IN BRAZIL

The continuous urban sprawl in Brazil's monocentric metropolitan areas puts serious pressure on the transport system. The existing network is insufficient given the lack of investment in the last six decades.

In order to provide adequate service to all residents in cities with more than 500,000 inhabitants, it would be necessary to triple the transit network. To achieve this goal, ITDP estimates the country would have to build on average 151 kilometers per year until 2030 (ITDP, 2016). A study by the Brazilian National Development Bank (BNDES) calculates that meeting transportation infrastructure needs in the country's 15 largest metropolitan areas would cost R\$ 25 billion (over \$6 billion USD) per year until 2027 (Santos et al., 2015).

This mobility deficit has been exacerbated by congestion, which in recent years has increased in line with the motorization rate in the country. The vehicle fleet grew by 111% between 2003 and 2015, equivalent to 26 million new units. The amount of motorcycles and scooters multiplied by 300%, equivalent to 17.8 million units (DENATRAN, 2016). Nonetheless, active transport and public transport are still the main modes of transport. In cities with more than 60 thousand inhabitants, 40% of trips are on foot or by bicycle, while 31% travel by car or motorcycle, and 29% by public transport, largely by bus (ANTP, 2015).

Low income communities living in the periphery travel primarily by public transport or by active transportation (walking and cycling) (Pero & Mihessen, 2014). They also tend to spend at least 20% more time to cover longer commutes for their daily trips compared to the highest income share. In particular in Brasília, Belo Horizonte, Curitiba and São Paulo metropolitan regions, the difference is significant (Lucas, 2012; Pereira & Schwanen, 2013).

Studies demonstrated that income is intrinsic to the daily mobility rates of different groups (Balassiano & Marques, 2010). These is a result not only of transport affordability and the quality of service such as low frequency, crowding and lack of safety. Mobility rates are also directly related to accessibility to jobs, considering economic opportunities are concentrated in the city centers, while the poor population lives in the periphery of the city. For example, Brazilians earning more than 20 minimum wages travel three times more daily than the ones earning less than 2 minimum wages. The latter also have a higher share of their household income directly or indirectly committed to the daily commute to work (Gomide, 2006). From that perspective, the poorest are the most affected by the increase of extreme weather events and disruption of services, with limited adaptive capacity.

Rains and floods damage roads, cause landslides, destroy signage, hinder the movement of buses and hamper commuting on foot or by bicycle. Rising temperatures have direct and indirect effects on the system as road materials, stations, and electrical equipment can be damaged by overheating. Also, extreme temperatures increase trip discomfort and lower tolerance to waiting time, break events or traffic jams. The most vulnerable groups (the

elderly, people with pre-existing chronic diseases, pregnant women and children) tend to face greater difficulties. For instance, systems that are less adapted to high temperatures (especially those without air conditioning), are more likely to experience a greater number of medical emergencies with users of vulnerable groups.

Providing access to safe, affordable, accessible and sustainable transport systems for all is essential to the inclusive development of Brazilian cities and a Sustainable Development Goal (SDG) target (United Nations, 2017). However, experience has shown that lack of financing is not the main obstacle to achieving this goal. Between 2007–2016, more than R\$ 150 billion (approximately \$40 billion USD) was allocated for transport infrastructure through the Growth Acceleration Program (PAC), of which only one third was contracted and 9% executed until the end of 2017, due to the country's limited technical and institutional capacity.

There are concerns whether projects currently under planning consider forecasts for temperature and precipitation in their conceptual and detailed design plans and definition of materials to be used, and/or are embedding these in the investment and maintenance costing projections. When future averages in both temperature and precipitation as well as frequency of extreme events are not reviewed, projects delivered will be increasingly vulnerable and have jeopardized operations. One example is the iconic Tim Maia bike path in Rio de Janeiro, part of the legacy project of the Rio de Janeiro Olympics, a section of which collapsed after being hit by a big wave, killing two cyclists (The Associated Press, 2016).

There is no immediate solution to make transport systems more resilient and climate-friendly for decades to come. A set of strategies need to be put in place to minimize climate impact and reduce vulnerabilities, in particular for the poorest living in the periphery of metropolitan areas, identified as the most vulnerable groups. Governments and private initiatives need to work together with academia and civil society to adapt their planning cycles to a changing world.

## II. FUTURE CLIMATE TRENDS

Considering that existing systems have already demonstrated vulnerability to climate events, it is crucial to include an adaptation component in the planning stage of the projects. For those already under development, future climate trends must be considered. The INPE and the Brazilian Panel on Climate Change (PBMC) have provided detailed regional climate projections for Brazil. Based on these projections, ITDP and INPE used two global regional climate models: HadGEM2-ES and MIROC5, for two horizons: 2026–2055 as the short-medium term, and 2056–2085 as the medium-long term, to evaluate trends in relation to:

- Increase in the average temperature: the number of days per year with temperatures above 30° Celsius;
- Extreme events regarding temperature: the number of six or more consecutive days of very high temperature per year (heat waves);
- Increase in average precipitation: the number of wet days per year; and
- Extreme events regarding precipitation: the number of days with rains above 30 mm per year (storms).

The analysis focused on 283 municipalities with more than 100 thousand inhabitants and was calculated considering two scenarios based on degrees of concentration of GHG: major and minor (Chou et al., 2014).

## TORRID TROPICS

The first indicator analyzed the increase in the average temperature, measured by the number of days per year with temperatures above 30° Celsius. This value represents the limit above which mobility structures begin to suffer intense degradation and users begin to feel more discomfort during their trips.

The results obtained with the climate model under the optimistic scenario – with minor levels of GHG –, for 2026–2055 shows that at least 14% of municipalities may have 50 more days a year with temperatures above 30° Celsius, in comparison to the average values recorded between 1961–1990. In contrast, the pessimistic projection indicates that 249 municipalities (88% of the sample) may have an additional 50 days of heat and for 147 municipalities, the increase may be over 100 days a year (see Figure 1).

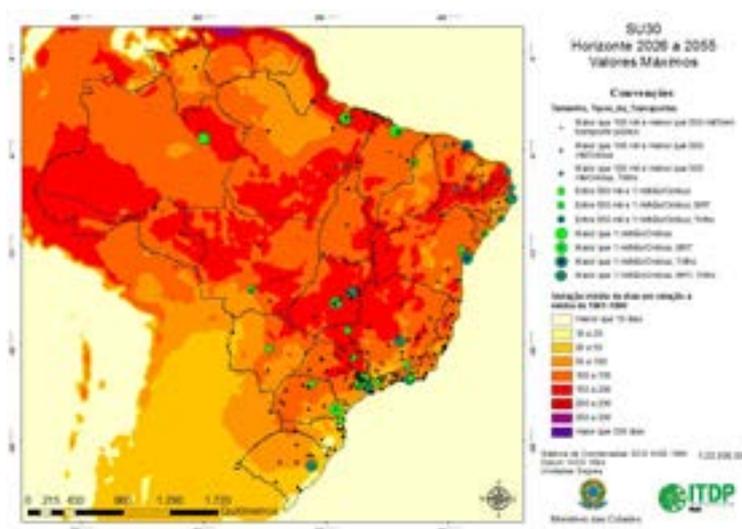


Figura 1. Simulations from 2026–2055 indicate an increase of more than 50 days above 30° Celsius in most of the country

In the 2056–2085 scenario, almost all of the municipalities evaluated have more than 50 new days of heat. In 207 municipalities (73%), the increase in the number of hot days could reach more than 150 days, equivalent to five months. For example, it is possible that São Paulo will suffer between 150–200 more days above 30° Celsius, compared to the 1961–1990 averages. In Belo Horizonte and Manaus, the variation may be an additional 200–250 days; in Brasília and Goiânia, 250–300 days.

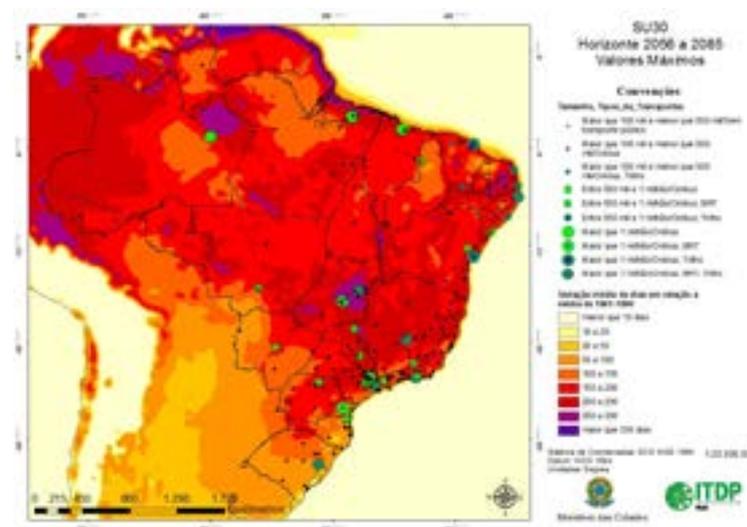


Figura 2. Simulations from 2056-2085 indicate even greater increases in the number of days above 30° Celsius for all regions of Brazil.

## MORE FREQUENT HEAT WAVES

Besides the increase in the average temperature, data also indicates areas most prone to heat waves understood as periods of very high temperature that extend for more than six consecutive days. It is important to mention that the parameters are based on local averages values. In this sense, a heat wave in the South has a lower average temperature compared to one that happens in the Northeast.

Taking this into account, the climate model suggests that, excepting the South, all the regions of Brazil will suffer a significant increase in the frequency of heat waves. These results do not differ with the simulations of the long-term scenarios. The model outcomes indicate a significant raise in the number of consecutive days of very high temperature, which will affect most of the major cities in the country.

Between 2026–2055, optimistic projections indicate that a large part of the Northern, Northeastern and Center–Western regions will have between 51–100 additional days of heat waves compared to 1961–1990, whereas the states Tocantins, Goiânia and Mato Grosso will be predominantly in the range between 101 and 150 additional days. In the Central–Western and parts of the Northeast, heat waves would extend for 201 additional days a year.

Considering the optimistic scenario, 25% of municipalities with more than 100 thousand inhabitants will have more than 50 consecutive days of heat waves, while in the pessimistic scenario this number increase in 90%. Besides that, 40% of the largest Brazilian municipalities would have 150 additional days of heat waves (see Figure 3).

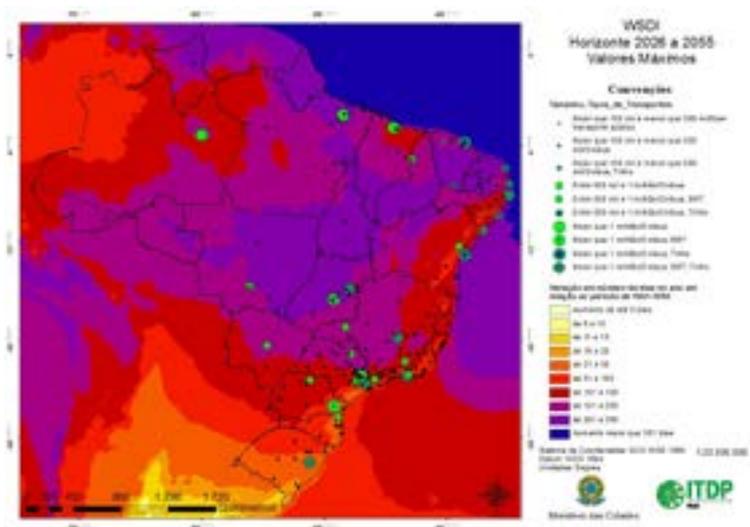


Figura 3. Simulations for the period from 2026-2055 indicate an increase of 150 additional days of heat wave in most of the national territory.

Figure 4 shows how the projections get substantially worse in the long-term scenario (2056-2085), with higher concentration of GHG levels in the atmosphere. The maximum possible variation predicted in the model paints a dramatic picture. Heat waves would exceed 150 days in 88% (250), of the largest municipalities such as São Paulo. Much of the Central-Western – including Goiânia and Brasília – and Northern regions would face more than 301 days of heat. Recife and João Pessoa, in the Northeast, would also be among the hardest hit.

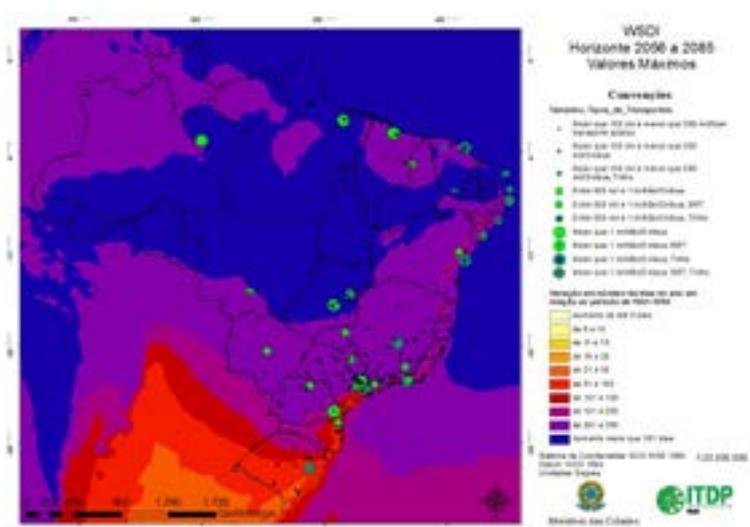


Figura 4. Simulations for the period from 2056-2085 indicate a dramatic scenario where in most cities there would be heat waves on more than 150 days in a year.



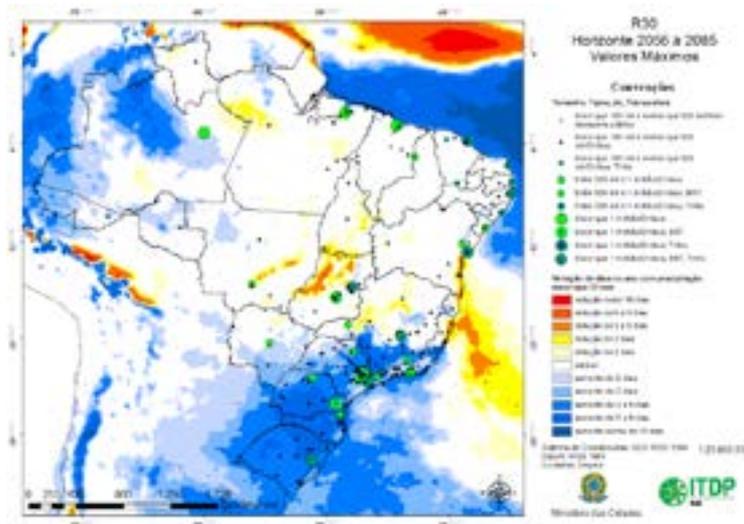


Figura 6. Simulations for the 2056-2085 horizon indicate that with maximum values of GHG emission, the Southern region will have more stormy days.

## RAINFALL INTENSITY

Besides the need to understand the number of additional days with storms, the study also evaluated the annual increase in the number of rainy days. For the horizon of 2026–2055, the model indicates few changes in the Brazilian rainfall regime since the increase registered in most of the national territory are minimal. Exceptions are the Southern region and stretches of the Northern coast which tends to be more humid. Areas of Goiás and Minas Gerais, especially the Jequitinhonha Valley, will suffer a slight reduction in rainfall. Among the capital cities, the most affected are Porto Alegre, which may have a 15% increase in rainfall volume; and Curitiba, with an additional 10% rainfall, in relation to the averages recorded between 1961–1990, as shown in Figure 7.

As shown in Figure 8, the trends for the 2056–2085 scenario are intensified. The Southern region’s countryside stands out, with the intensification of rains reaching at least 2 mm/day, meaning a 14%–20% increase in rainfall intensity against the historical average.

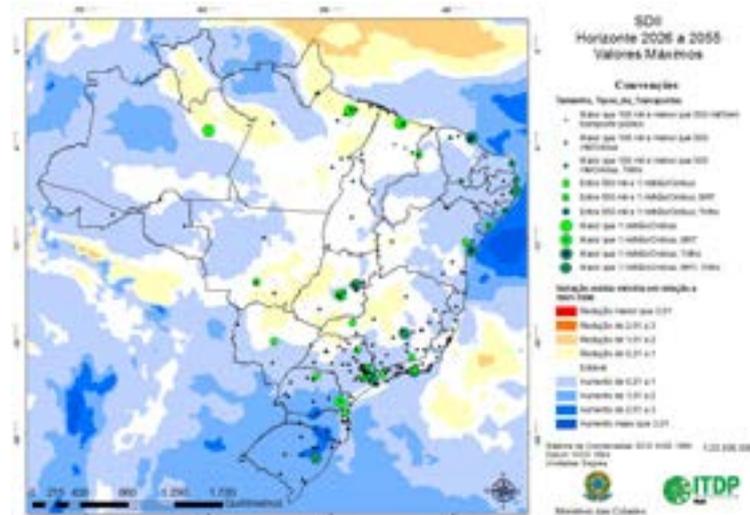


Figura 7. Simulations for the 2026-2055 horizon indicate few changes in the Southern region.

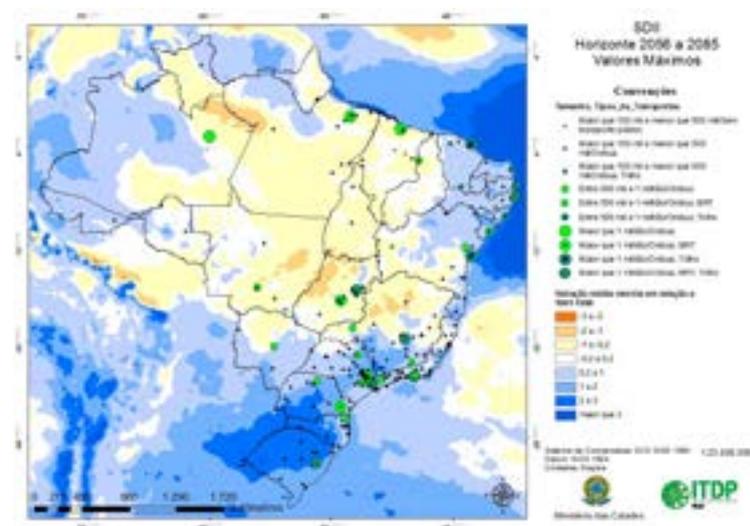


Figura 8. Simulations for the period from 2056-2085 horizon indicate intensification of rainfall in the Southern region.

### III. URBAN MOBILITY VULNERABILITY INDEX IN BRAZILIAN CITIES

Based on the climate change trends presented, the impact on Brazilian cities’ mobility systems can be estimated, which can be used to determine which cities most urgently need measures to reduce their specific vulnerabilities. To help address these questions and facilitate planning and decision-making processes at the city-level, ITDP developed the Urban Mobility Vulnerability Index (IMVU), composed of “Sensitivity” and “Adaptive Capacity” factors.

**Tabla 1: Indicators that compose the Urban Mobility Vulnerably Index**

SUB CRITERIA	INDICATOR	MEASUREMENT	SOURCE
<i>Sensitivity factors</i>			
Social	Urban Vulnerable Groups	(People under 10 years old in urban areas + People over 65 in urban areas + People in urban areas with visual, hearing, motor and mental disabilities) ÷ (total urban population)	Census 2010
Economic	Gross Domestic Product (GDP)	Municipal GDP	Census 2010
Mobility System	Commuting time	Commute average time	Census 2010
	Index of Precarious Population Displacement	Average of: – % of urban households without sidewalks in the surroundings; – % of urban households without tree shade in the surroundings; – % of urban households without ramps in the surroundings; – % of urban households without public lighting in the surroundings.	Census 2010
	Transportation Systems Diversity	Number of transport modes in the municipality.	Census 2010
Urban development	Urban population density	Total municipal population in urban census tracts ÷ area of urban census tracts (km <sup>2</sup> ).	Census 2010
Biophysical characteristics	Disasters due to climatic causes	Total number of natural disasters caused by climatic causes reported by civil defense between 1991 and 2010.	Brazilian Atlas of Natural Disasters (1991 to 2012)
	Population in areas at risk of coastal flooding	Total number of people living in census tracts belonging to some kind of flood risk group.	Macrodiagnostic of the Coastal Zone and Navy of Brazil and Census 2010
<i>Adaptive capacity factors</i>			
Social	Household Income	Total of people in urban areas with income above R\$ 2,550 (USD 720) in 2010 values ÷ total municipal urban population.	Census 2010
Public finances	Municipal Finance Index	Average of: – Per capita current revenue (total revenue ÷ total population); – Participation municipal revenue (municipal revenue ÷ total revenue); – Fixed expenses (fixed expenses ÷ net current revenue); – Operation of total revenues and expenses (total revenue / total expenditure); – Operationalization of the investment (expenses with investment / total Revenue); – Consolidated debt (consolidated debt / net current revenue); – Short-term debt (short-term debt / total assets).	National Treasury Secretariat
Institutional structure	Index Institutional Structure of Municipalities for Urban Mobility	Average of: – Characterization of the transport management body; – Existence of municipal transport plans; – Existence of municipal adaptation plans to climate change.	Basic information on municipalities from 2012; Ministry of Cities.

The IMVU was applied to 283 Brazilian municipalities with more than 100,000 inhabitants. Vulnerability was classified into categories: upper, upper intermediate, lower and lower intermediate. The results indicate that the states of Rio de Janeiro, Pernambuco, Bahia, Pará, Maranhão, Amapá, Ceará and Amazonas have the highest proportion of municipalities classified as “upper” and “upper intermediate” vulnerability. By contrast, the states of São Paulo, Rio Grande do Sul, Mato Grosso do Sul and Paraná have the highest proportions of municipalities in the lower vulnerability classes.



These actions must include and prioritize adaptation of urban mobility systems. In this case, the discussion relates to how we will streamline existing infrastructure with future investments. Responses to climate change can take the form of ad-hoc measures taken in the aftermath of catastrophic events, reactively creating policies and programs to reduce their impact, or alternatively the process can be anticipatory and preemptive, identifying vulnerabilities at the local level based on available data, setting plans to deal with future scenarios, and making assertive choices that can reduce the impact of climate events in the years to come.

## POLICY FRAMEWORK

The current policy framework gives cities and metropolitan regions the right instruments to begin mobilizing local actors to identify vulnerabilities and develop responses around them.

Since 2012, the National Urban Mobility Policy (Política Nacional de Mobilidade Urbana, 2012) requires all municipalities with more than 20 thousand inhabitants to prepare an Urban Mobility Plan. Without such a plan, municipalities will not be able to access federal resources for transport projects. If the discussion of adaptive and resilient measures is included in the elaboration of municipal plans, it will be possible to develop local strategies to address climate change and its impacts on mobility.

In addition to the city-level mobility plans, metropolitan-level Integrated Urban Development Plans (PDUIs) are also mandatory for metropolitan areas (Estatuto da Metrópole, 2015). São Paulo and Belo Horizonte have already developed their PDUIs, while Salvador, Rio de Janeiro, and Florianópolis are currently working on a PDUI to serve as a roadmap for dealing with their housing, sanitation, mobility and environmental challenges over the coming decades.

Both the Mobility Plans and the PDUIs involve the design of policies to develop urban areas, the creation or strengthening of economic centers, the supply of housing where jobs are concentrated, as well as investments in infrastructure.

## DAPTATION MEASURES

Planning for adaptation measures ideally begins with a comprehensive assessment that allows the municipality to understand the behavior of its mobility systems and users and identifies vulnerabilities or risks of shutdown, loss of performance or degradation through current and future climate events.

In prioritizing adaptation measures, it is necessary to link them to the urban and climate strategic context and objectives of each city, and the characteristics of existing/planned mobility systems. Therefore, the selection of measures should follow planning criteria that:

- contribute to objectives delimited in the adaptation plan (effectiveness);
- have direct/indirect benefits outweighing implementation and maintenance costs (efficiency);
- do not have negative effects on other vulnerable sectors and groups (equity);
- allow for future adjustments (flexibility);
- contribute to the sustainable development of the region (sustainability);
- can be put into practice in a viable timeframe (practicality);
- are politically and socially accepted (legitimacy);
- consider all its social and economic externalities, not only the economic costs (social costs);
- are consistent with future climate projections (robustness); and
- maximize other strategic objectives related to local development (synergy).

## INFRASTRUCTURE PLANNING

Planning for adaptation measures should consider windows of opportunity. It is less costly and more beneficial to include adaptation measures in the design stage of investments in mobility. Other windows of opportunity include the renovation of infrastructure systems, maintenance cycles and the review of sectoral plans.

For municipalities, the ideal process is to adopt a strategy that implements adaptation measures gradually. This implies taking advantage of transport infrastructure maintenance, replacement and improvement processes to incorporate incremental adjustments that adapt infrastructure to new standards.

## INTEGRATION WITH CITY PLANNING

In addition to projects and actions, the adaptation process will gain significant traction if adaptive strategies are incorporated in a city's development planning. Containing sprawl with the incorporation of the eight principles of transport-oriented development – articulated by ITDP as guidelines for urban transport planning – outlined below, implies a profound change of emphasis for Brazilian planners, but will certainly lead to increased sustainability. These principles are listed below:

1. Develop neighborhoods that promote walking

2. Prioritize cycling networks
3. Create dense networks of streets and paths
4. Locate development near high-quality public transport
5. Plan for mixed use
6. Optimize density and transit capacity
7. Create regions with short commutes
8. Increase mobility by regulating parking and road use

It is also essential to improve the capacity of public managers, service concession operators, regulatory authorities, and other groups to plan and carry out adaptation actions.

## V. FINAL REMARKS

When systems of everyday mobility cease to function, the majority of the population suffers serious material and immaterial losses. The frequency of natural disasters between 2001 and 2010 has multiplied at an alarming rate and Brazilian cities have been damaged by recurrent and more severe flooding, landslides and heat waves.

The study has showed that there will be significant increase in the average temperature in the country, and extreme events with heat waves. There will also be increase in the average precipitation, in the Southern region, with also more stormy days. These events paralyze not only physical infrastructure and operations, but also the mobility of their inhabitants, in particular those living on the poor periphery, who rely more often on public transport and active transportation (walking and cycling) for their daily trips.

While analyzing the adaptive capacity of 283 municipalities with more than 100 thousand inhabitants to deal with future scenarios, results indicate that the states of Rio de Janeiro, Pernambuco, Bahia, Pará, Maranhão, Amapá, Ceará and Amazonas have the highest proportion of municipalities classified as “upper” and “upper intermediate” vulnerability.

Of concern are the municipalities in Rio de Janeiro and Pernambuco metropolitan areas, with the highest level of vulnerability in the country.

Addressing climate change is a global priority, with the Paris Agreement being at risk if countries do not advance in their commitments with consistency and rigor. Sustainable development cannot be achieved without a significant paradigm shift in urban planning and move away from sprawling, unequal cities. The movement towards more connected and sustainable cities requires expanding access to urban opportunities in a more socially and just way; making them more efficient in terms of the consumption of space and economic costs; making them cleaner by encouraging the use of modes of movement that do not degenerate environmental quality; and ensuring they are better adapted to future climate change.

## REFERENCES

- AFP. (2016). Climate change: United Nations' Ban Ki-moon says time to scale up climate change action. Retrieved from <http://www.abc.net.au/news/2016-05-06/ban-ki-moon-says-time-to-increase-climate-change-action/7389482>
- ANTP. (2015). Sistema de Informações da Mobilidade Urbana: Relatório Geral 2013.
- Balassiano, R., & Marques, E. C. L. (2010). Estudo 22: mobilidade urbana metropolitana. Perspectivas de Investimentos Sociais No Brasil.
- Chou, S. C., Lyra, A., Mourão, C., Pilotto, C. D. I., Gomes, J., Bustamante, J., ... Marengo, J. (2014). Evaluation of the Eta Simulations Nested in Three Global Climate Models. *American Journal of Climate Change*, 3, 438–454. Retrieved from [https://file.scirp.org/pdf/AJCC\\_2014123115165529.pdf](https://file.scirp.org/pdf/AJCC_2014123115165529.pdf)
- DENATRAN. (2016). Frota de Veículos.
- Gomide, A. D. Á. (2006). Mobilidade urbana, iniquidade e políticas sociais. *Políticas Sociais*, 242.
- IBGE. (2010). Demographic Census 1940–2010. Retrieved from <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao.html>
- IBGE. (2013). Population from Metropolitan areas. Retrieved from [https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/sinopse/sinopse\\_tab\\_rm\\_zip.shtm](https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/sinopse/sinopse_tab_rm_zip.shtm)
- Institui o Estatuto da Metr pole. (2015). LEI No 13.089, DE 12 DE JANEIRO DE 2015. Retrieved from [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2015/lei/l13089.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13089.htm)
- ITDP. (2016). Challenges and Opportunities for Expansion of High Capacity Transportation in Brazil. Retrieved from <http://itdpbrasil.org.br/transportenobrasil/>
- Lucas, K. (2012). Transport and social exclusion: Where are we now? *Transport Policy*, 20, 105–113.
- Minist rio das Cidades. (2017). Estudo T cnico Adapta o  s Mudan as Clim ticas na Mobilidade Urbana. Available. Retrieved from [http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSEMOB/ArquivosPDF/Estudo\\_T cnico\\_-\\_Adapta o\\_ s\\_mudan as\\_clim ticas\\_na\\_Mobilidade\\_Urbana.pdf](http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSEMOB/ArquivosPDF/Estudo_T cnico_-_Adapta o_ s_mudan as_clim ticas_na_Mobilidade_Urbana.pdf)
- Pereira, R. H., & Schwanen, T. (2013). Commute time in Brazil (1992–2009): Differences between metropolitan areas, by income levels and gender.
- Pero, V., & Mihessen, V. (2014). Mobilidade urbana e pobreza no Rio de Janeiro. *Revista Econ mica*, 15(2).

Política Nacional de Mobilidade Urbana. (2012). LEI No 12.587, DE 3 DE JANEIRO DE 2012.

Retrieved from [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm)

Rodrigues, J. M. (2011). Expansão territorial das metrópoles brasileiras: população, economia e tendências. Doctoral thesis from Federal University of Rio de Janeiro – UFRJ, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.

Santos, R. T. dos, Amicci, A. G. N., Malburg, C. H. R., Souza, F. de O., Mesentier, A. A. P. de, Silva, J. F. F. G. da, ... Azevedo\*, C. F. S. de. (2015). Demanda por investimentos em mobilidade urbana no Brasil.

The Associated Press. (2016). Bike Path, Heralded as Olympic Legacy, Collapses in Brazil.

Retrieved from <https://www.nytimes.com/2016/04/22/world/americas/bike-path-heralded-as-olympic-legacy-collapses-in-brazil.html>

United Nations. (2017). Progress of goal 11 in 2017. Retrieved from <https://sustainabledevelopment.un.org/sdg11>

United Nations Population Division. (2018). World Urbanization Prospects: The 2018 Revision.

Retrieved from <https://esa.un.org/unpd/wup/Publications/Files/WUP2018-KeyFacts.pdf>

Universidade Federal de Santa Catarina. (2013). Atlas Brasileiro de Desastres Naturais: 1991 a 2012.

**Andrés Alcalá S.,**  
Ejecutivo Principal, DAETI – Dirección de Análisis y Evaluación  
Técnica de Infraestructura, CAF  
aalcala@caf.com

# ELECTRO MOVILIDAD PARA EL TRANSPORTE PÚBLICO EN AMÉRICA LATINA, UN DESAFÍO CONJUNTO

## ABSTRACT

*The transport sector in Latin America represents 40% of final energy consumption, with oil as the main source of fuel. However, it is not yet possible to find an enterprise in Latin America on a large scale oriented to electric buses that achieves a demonstrative / dissuasive effect that encourages other cities or countries to move towards these technologies.*

*This article focuses on presenting a study of the regulatory framework and subsidy schemes to the sector in several countries of the region, analyzing the socioeconomic profitability of a transition to the electromobility model. As a conclusion, it is necessary to create incentives for boosting these changes starting from the acquisition to streamline the process. Also, this reflection goes beyond, because only with these incentives it is not enough and it is required better regulation and public policy that promotes sustainable transport.*

## RESUMEN

El sector transporte en América Latina representa el 40% del consumo final de energía (CEPAL, 2016) siendo la principal fuente de combustible el petróleo. Sin embargo, no es posible encontrar aún un emprendimiento a gran escala orientado a buses eléctricos que logre un efecto demostrativo/disuasorio e impulse a otras ciudades o países a avanzar en un proceso de sustitución de flota ordenado.

Este artículo se enfoca en presentar un estudio del marco regulatorio y esquemas de subsidios al sector en varios países de la región, analizando la rentabilidad socioeconómica de una transición al modelo de electromovilidad. Como conclusión, se deduce la necesidad de incentivar el cambio desde la adquisición para dinamizar el proceso. Asimismo, aquí la reflexión va más allá, pues sólo con estos incentivos no es suficiente y se requiere regulación y política pública que se oriente mejor hacia el transporte sostenible.

## INTRODUCCIÓN

Durante la última década, la demanda y producción de vehículos eléctricos ha crecido de forma exponencial en países europeos, en EE.UU y en otros países de la OCDE. Según datos de la Agencia Internacional de la Energía (IEA) en el período comprendido entre 2005 y 2013, las ventas globales de Vehículos Eléctricos (VE), tanto eléctricos a batería (VEB) como vehículos híbridos eléctricos (VHEs), han crecido en promedio 67% cada año, llegando a 550.000 unidades vendidas en 2015 (International Energy Agency, 2016). Esto se ha debido a un aumento en la confiabilidad y autonomía de los vehículos eléctricos y su penetración en los mercados, a partir de incentivos desde la política pública, sumado al desarrollo y, cada vez, a más rápidos avances tecnológicos.

Adicionalmente es notoria la creciente inversión en infraestructura de recarga y una mayor conciencia ambiental en la sociedad, impulsada, entre otras cosas, por los diversos foros mundiales en torno a la sostenibilidad como la COP 21, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), y la Nueva Agenda Urbana de la ONU en sus aplicaciones al transporte. Este marco ha permitido que la electromovilidad se posicione cada vez más como una alternativa viable que contribuye la solución sostenible de la movilidad en las ciudades. No extraña, por tanto, que las más importantes y tradicionales casas automovilísticas cuenten con al menos un proyecto de desarrollo para esta tecnología.

Pero no sólo en los vehículos livianos se ha producido un desarrollo tecnológico destacable en los últimos años, los autobuses de servicio público en sus diferentes alternativas de propulsión eléctrica e híbrida también han avanzado en las soluciones que ofrecen al mercado. Si bien el uso de sistemas con cableado eléctrico como el trolebús o de rieles como los tranvías, presentan mejoras con respecto a sus primeras versiones, es en el campo de los sistemas autónomos operados a base de baterías donde se ha visto mayor desarrollo. Un claro ejemplo de ello se puede ver en China, el mayor productor de buses de esta tecnología, en donde se pasó de 69.000 unidades vendidas en 2015 a 132.000 unidades en 2016 y de una participación en la flota del país de 0,6% en 2011 a 17% en 2017, de acuerdo con lo reportado por la organización Bloomberg New Energy Finance (Bloomberg New Energy Finance, 2018)

Este tipo de buses funcionan generalmente con un sistema de propulsión eléctrica impulsado por un sistema de baterías con frenos regenerativos y otros componentes eléctricos. En el mercado se pueden encontrar básicamente dos tipos de soluciones tecnológicas que agrupan a los diferentes fabricantes. La primera utiliza un gran paquete de baterías de litio – ferrofosfato (LFP) – distribuidas a bordo del vehículo para garantizar la operación durante un día completo, realizando una carga nocturna mediante un sistema de carga estacionaria. La segunda alternativa utiliza un paquete más liviano de baterías de Litio y Titanio (LPO) de carga rápida, pero de menor autonomía. Esta busca, mediante varias cargas a lo largo del día y con un sistema de carga de oportunidad en la ruta, mejorar la capacidad del autobús, eso

sí, con mayores requerimientos de infraestructura de carga. En cualquier caso, la decisión de la tecnología más conveniente para cada ciudad dependerá de las condiciones operacionales, costo de la energía y otros factores específicos de cada contexto.

Sin embargo, salvo China que, según datos de la organización Bloomberg New Energy Finance en su reporte “Electric buses in cities 2018”, tiene el 99% de la flota mundial de este tipo de vehículos, globalmente se estima cerca de 385.000 unidades de buses eléctricos se encuentran en proceso de incorporación al transporte público; un proceso que ha sido lento, más aún en Latinoamérica (Bloomberg New Energy Finance, 2018).

Son varias las ciudades que en la región han hecho anuncios sobre sus intenciones de transformar las flotas existentes por unidades eléctricas. Ciudades como Medellín, Santiago y Montevideo lo han manifestado pero en el mejor de los casos los procesos se encuentran aún en etapas tempranas y en otros pareciera existir gran resistencia al cambio por parte de los operadores.

El sector transporte representa el 25% de la demanda mundial de energía y cerca del 61% del consumo anual de petróleo (PPMC, 2015). Así mismo, y según datos del Global Mobility Report 2017, en 2009 el transporte fue responsable del 23% de las emisiones de efecto invernadero relacionadas a la energía (Sustainable Mobility for All, 2017). Esta participación según proyecciones del IEA 2015, podría llegar a 40% entre el 2013 y el 2040 bajo las actuales políticas públicas.

En Latinoamérica existen estimaciones realizadas por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA 2017) que pronostican que la flota de vehículos eléctricos en la región podría triplicarse en los próximos 25 años, llegando a superar las 200 millones de unidades en 2050 (ONU Medio Ambiente; Unión Europea, 2017). Este despliegue significaría una disminución aproximada de 1,4 Giga toneladas de CO<sub>2</sub> y un ahorro en combustibles cercano a los 85 mil millones de dólares para el período 2016 – 2050. Este escenario es compatible con el propuesto por la Agencia Internacional de Energía (IEA), cuyo objetivo es que la temperatura del planeta no aumente más de 2° Celsius al final de este siglo. Según este mismo informe del PNUMA 2017, Latinoamérica presenta las mejores condiciones para que los vehículos eléctricos entreguen sus mayores beneficios en términos de cambio climático, ya que la electricidad tiene un alto potencial para ser generada en gran medida con energías renovables, tanto tradicionales como no convencionales (ONU Medio Ambiente; Unión Europea, 2017).

El panorama pareciera alentador para la región. Sin embargo, no se puede encontrar aún un emprendimiento a gran escala orientado a buses eléctricos, que logre un efecto demostrativo e impulse a otras ciudades o países a avanzar en un proceso de sustitución de flota ordenado, sostenible y beneficioso para la sociedad.



Ahora bien, es preciso preguntarse: si es tan beneficiosa esta transformación socialmente, ¿por qué no se logra dinamizar este proceso? ¿Existen factores que no se han identificado aún y que requieren de un impulso o de una mayor atención por parte de las políticas públicas? En los siguientes párrafos se abordarán estas preguntas con la intención de contribuir en las respuestas a estos interrogantes. Esto se hará inicialmente desde una mirada regional para después entrar en más detalle con el caso específico de Montevideo, a través de simulación realizada para analizar la viabilidad de un proceso de sustitución de flota.

## I. ANTECEDENTES

CAF, el Banco de Desarrollo de América Latina, siempre ha acompañado muy de cerca los procesos transformadores de sus países miembros a través de las investigaciones y reflexiones derivadas del Observatorio de Movilidad Urbana<sup>1</sup>. Desde esta herramienta se abordó la necesidad de mejorar la calidad del servicio de transporte público y de reducir los impactos negativos por obsolescencia de la flota en la región, a través del análisis realizado por Eduardo Vasconcellos en su investigación “Impactos ambientales de la sustitución de vehículos de transporte colectivo urbano en América Latina” (Vasconcellos, 2017). Dando continuidad a esta primera investigación, CAF ha impulsado la realización de un estudio

1. <https://www.caf.com/es/temas/o/observatorio-de-movilidad-urbana/>

regional que, analizando la actual regulación y estadísticas existentes del sector, pretende identificar las principales barreras que enfrentan los diferentes actores para hacer realidad un proceso de cambio tecnológico, basado en la propulsión eléctrica del transporte público. En este estudio, la consultora Ardanuy Ingeniería identificó como principales barreras para la implementación de la electromovilidad los siguientes aspectos:

1. Los elevados costos de inversión inicial de los buses eléctricos, comparados con la tecnología híbrida diésel eléctrica y con la tecnología diésel. Si bien adquirir el vehículo con escaso financiamiento es aún la práctica más extendida, los nuevos modelos de negocio, asociados al alquiler de flotas o leasing de vehículos, han surgido para mitigar el obstáculo de la inversión inicial. Sin embargo, las reservas persisten por la falta de experiencias que ayuden a los operadores tradicionales a inclinarse por los nuevos modelos sin la necesidad de tener garantías del lado público o de apoyos en materia de adopción y promoción de nuevas tecnologías. Influye también la falta de análisis que engloben una mejor comprensión de los riesgos a los que se enfrentan.

**Tabla 1: Precios de referencia de los Autobuses en diferentes tecnologías**

TECNOLOGÍA	VALOR APROXIMADO	MODELO REFERENCIA
Diésel Euro V	155.000 – 192.000	
BEV	432.000 – 467.000	K9 – BYD/Hyundai
Híbrido (E-D)	290.000 – 320.000	Volvo B215 RH

Fuente: elaboración propia con datos Confederación Suiza 2015 - (Grütter Consulting - Repic, 2015)

2. Incertidumbres en la fase de operación, respecto a la vida útil y el mantenimiento de las unidades. A pesar de los múltiples estudios que ya han demostrado la mejora en términos de costos de operación y mantenimiento de los vehículos eléctricos, así como las mejoras en autonomía y vida útil de las baterías, los operadores prefieren los modelos diésel por su perfecto conocimiento de los costos de mantenimiento y la vida útil de sus motores. Países como Uruguay, Argentina, Chile o Colombia han desarrollado iniciativas para poner en prueba y monitorear los comportamientos de las unidades eléctricas e híbridas en recorridos comerciales en sus ciudades. Sin embargo, aún falta entendimiento del impacto en las industrias complementarias en lo que se refiere a la operación y el mantenimiento, como garajes, talleres, surtidores de combustible, entre otros. En este sector, las tecnologías híbridas y eléctricas ocupan aún un lugar minoritario en términos de reparaciones y reciclado de baterías, autopartes, para mencionar solo algunos. En esta línea, los apoyos del lado de la formación de profesionales y la generación de capacidades, fomentarían una adaptación mejor y más productiva en un sector clave en las economías de la región.

3. Subsidios a los combustibles fósiles. Las políticas de algunos países desarrollados ya contemplan desincentivar (o incluso prohibir) el uso de combustibles fósiles para el trans-

porte. El apoyo a los países de la región en el establecimiento de hojas de ruta para reformas en las políticas de precios del combustible fósil, se hace cada vez más imperante. Esta importante barrera de introducción de tecnologías limpias no hace sino resaltar los beneficios medioambientales y sociales de la adopción de la electromovilidad.

4. Necesidad de inversión en infraestructuras de recarga eléctrica, adicionales a las instalaciones de suministro de diésel. Los operadores, para un determinado tamaño de flota, suelen disponer de infraestructuras de abastecimiento de combustible propio, principalmente diésel. Introducir la tecnología eléctrica supone la necesidad de ampliar el espacio para surtidores en sus bases de operación, al menos mientras conviven las dos tecnologías.

5. Limitación del alcance de las unidades. Los buses eléctricos con batería tienen unos alcances limitados, diferente de los trolebuses que tienen un alcance ilimitado, pues el suministro de energía eléctrica es continuo. La distancia recorrida sin repostar es menor que en la tecnología híbrida y, a su vez, en la tecnología diésel. Para tratar de superar esta barrera, los fabricantes están evolucionando la tecnología eléctrica logrando baterías más capaces y con mayor alcance.

6. Necesidad de formación de conductores y mecánicos especializados. Para que el manejo de las unidades eléctricas sea eficiente, es necesario formar a los conductores. Igualmente es necesario formar a mecánicos de motores eléctricos y baterías.

7. Ausencia de tarifas eléctricas específicas para el transporte. En general, las tarifas eléctricas suelen distribuirse en grupos de consumo, por ejemplo, diferenciando entre pequeño, mediano y gran consumidor. Dependiendo del tamaño de la flota, un operador de autobuses podría ser un mediano o gran consumidor. Para fomentar la electromovilidad y superar esta barrera, las compañías eléctricas suelen involucrarse mediante la creación de tarifas especiales aplicadas al transporte.

8. Dependencia del fabricante y necesidad de repuestos. La poca variedad de mercado que todavía existe de buses eléctricos hace que exista una dependencia del fabricante para conseguir repuestos. Si a esto se añade que el fabricante no está implantado en la región, es posible que el tiempo de adquisición de los repuestos sea elevado y su coste también. La implantación del fabricante en la región ayuda a superar esta barrera.

9. Necesidad de homologación vehicular. Por lo general, las normas técnicas vehiculares están orientadas a los motores diésel, tanto de homologación como de inspección, y puede existir un vacío legal a la hora de homologar e inspeccionar vehículos eléctricos. La adaptación de los vehículos a dimensiones y pesos de la normativa técnica del país, puede suponer una barrera. Un ejemplo claro es la pérdida de capacidad de pasajeros de un bus eléctrico respecto a un bus diésel de iguales dimensiones, debido a que por lo general son más pesados (por las baterías) y deben cumplir con un peso máximo autorizado. Para superar esta barrera, sería conveniente la actualización de la normativa técnica, por ejemplo, mediante la mejora de los estándares de construcción de calzadas para permitir un mayor peso por eje.

10. Consolidación de la tecnología para generar información confiable. Lamentablemente esto sólo se logra con el tiempo y con el transitar de experiencias concretas en ambientes similares dentro de la región. Normalmente, cada operador espera que sea otro el que “experimente” primero para tomar las decisiones.

Finalmente, y aunque puede no ser considerada como una barrera concreta, la voluntad política de los gobiernos de la región, necesaria para implementar los acuerdos internacionales en materia de medio ambiente, a veces no es clara o no tiene un norte definido y retrasa los procesos.

Para la mayoría de las barreras se cuenta con algunas propuestas de solución (en algunos casos ya implementadas). Sin embargo, el proceso de implementación no termina de arrancar como se puede ver en la relación de iniciativas de diverso alcance en la región que se tienen registradas hasta inicios del año 2018 (ARDANUY ingeniería; CAF, n.d.<sup>2</sup>):

- **Argentina:** se destaca la licitación internacional para la adquisición de 50 buses eléctricos en Buenos Aires en 2016, fomentada por el Ministerio de Medio Ambiente. Pese a declararse desierta en febrero de 2017, fue un primer paso de iniciativas futuras. Se prevé la instalación de una planta de vehículos eléctricos de la empresa BYD en la provincia de Salta. Además, se inició un piloto con operadores en Buenos Aires para 8 unidades que CAF monitoreará.
- **Brasil:** entre marzo y junio de 2014, la Empresa Municipal de Transportes Urbanos (EMTU) de São Paulo empezó las pruebas de un autobús biarticulado eléctrico impulsado por baterías. En Rio de Janeiro, los operadores Fetransport y Rio Bus también realizaron pruebas similares. Estas pruebas todavía no han implicado una sustitución masiva de flota, puesto que los reportes financieros son desfavorables y recomiendan el flex-fuel. En Campinas, la empresa BYD inauguró en 2017 una planta de fabricación de buses eléctricos.
- **Chile:** en Santiago, el ente estatal de transporte público Transantiago, desarrolló en 2016 un programa piloto con 2 buses eléctricos puros. La experiencia permitirá la entrada de al menos 90 buses eléctricos en una futura licitación del sistema. Se espera introducir 1.700 buses en 2025 (el 25 % de la flota). Sin embargo, el proceso licitatorio de Transantiago que introduciría la obligación de contar con un porcentaje de la flota de cero o bajas emisiones, ha sido suspendido temporalmente en 2018.
- **Colombia:** entre 2013–2015, en Bogotá se realizaron las primeras pruebas de electromovilidad con buses eléctricos e híbridos. En 2015 se produjo un proceso de sustitución de flota con la puesta en servicio de 430 buses híbridos en Bogotá. En 2017

2. Los datos de los distintos países de Latinoamérica corresponden, entre otros, a la consultoría financiada por la CAF “Estudio de Alternativas de Financiamiento de Eliminación de Barreras Normativas para Consolidar la Electromovilidad en el Transporte Público de América Latina”.

se iniciaron pruebas con un bus eléctrico articulado en la red troncal. El proceso de renovación de concesiones de Transmilenio en Bogotá se encuentra en marcha, pero los anuncios no han sido especialmente proclives a propiciar la introducción masiva de la tecnología eléctrica. La electromovilidad en Colombia se podrá extender a 20 buses en Medellín. En Medellín, por decisión política, el anuncio sí va en ese sentido (100% de e-buses en la ciudad) aunque aún no se estructura el cambio.

- **Ecuador:** en 2016 se inició un programa de buses eléctricos en pruebas en Quito y próximamente en Guayaquil. Se prevé la instalación de planta ensambladora de autobuses BYD en Quito. El trolebús de Quito da señales de desaparecer.
- **México:** la Meta 3 del Programa Integral de Movilidad 2013–2018 de la Ciudad de México D.F. indica la adquisición de 150 autobuses eléctricos para sumarlos al servicio en nuevos corredores cero emisiones del Servicio de Transportes Eléctricos del Distrito Federal (STE) proyectado para 2018.
- **Paraguay:** en el sistema BRT de Asunción, actualmente en construcción, el modo de propulsión de los buses aún está en debate, pudiendo ser diésel, eléctrico o híbrido.
- **Perú:** planean proyectos pilotos para el año 2018, buses eléctricos en Protransporte en Lima y Callao, en el aeropuerto de Lima y en municipalidades.
- **Uruguay:** en Montevideo, el operador de transporte público Compañía Uruguaya de Transportes Colectivos S.A (CUTSA) ha realizado pruebas en buses eléctricos con incentivos y apoyos del Ministerio de Energía y de la Intendencia de Montevideo. Actualmente existe un bus 100% eléctrico que opera rotando por todas las líneas de CUTSA para probar su desempeño. Se trabaja en una iniciativa para presentar una propuesta de financiamiento al Fondo Verde para el Clima (GCF) en su vertiente privada, con el fin de que, a partir de un esquema de financiamiento novedoso de un fideicomiso, se introduzcan 100 unidades eléctricas al sistema a través de los operadores actuales.

Una buena aproximación a la problemática desarrollada hasta ahora que permita acotar las diversas variables involucradas, así como los diferentes contextos en la región, es analizar un caso particular de las ciudades estudiadas por CAF en su investigación regional. Montevideo cuenta con un avance importante y un apoyo institucional sólido. Por lo tanto, se ha elegido este país para realizar un análisis desde el punto de vista de un operador privado y sus incentivos para la sustitución de flota, simulando el proceso de decisión y motivaciones para optar o no por el uso de tecnología eléctrica al pensar sustituir parte de su flota. Para ello, se valdrá de los supuestos que se están estableciendo para la estructuración de un vehículo fiduciario que facilitaría la adquisición de unidades eléctricas con el apoyo de CAF y del GCF a los operadores de la ciudad. El modelo para el análisis utilizado es el VICE 2.0 (Vehicle and Infrastructure Cash-Flow Evaluation) (George, 2015), adaptado por el consultor ARDANUY Ingeniería para el estudio financiado por CAF (ARDANUY ingeniería; CAF, n.d.).

## II. METODOLOGÍA

El principal objetivo del modelo es producir estimativos del valor actual de las diferencias de costos entre un estado actual de infraestructura y la flota de vehículos empleados en el servicio de transporte que utilizan una fuente de energía convencional (combustible fósil). Así mismo, también se busca un esquema alternativo para el uso de estas fuentes que moverá el mismo tamaño de flota utilizando energía alternativa, como la electricidad.

Dichas diferencias de costos se denominan costo incremental y puede concebirse como la inversión necesaria para hacer posible un proyecto de sustitución de fuente energética, de manera que un valor positivo de la suma de los flujos anuales de esas diferencias indica la posible viabilidad del proyecto. Esto, en el ámbito financiero y en función de la tasa de descuento elegida.

Por tanto, el modelo realiza un análisis económico diferencial, es decir, un análisis costo-beneficio de la nueva tecnología eléctrica a implantar respecto a un proceso similar de sustitución con tecnología diésel Euro V. El modelo no incluye los beneficios independientes de la tecnología, como es el caso de los ingresos por tarifa.

El modelo usado es una adaptación y corrección del modelo VICE 2.0, que fue desarrollado por el National Renewable Energy Laboratory de Estados Unidos como una ayuda acerca de la solidez financiera para la toma de decisiones por parte de operadores de flotas que proyectan adoptar como fuente de energía el gas natural comprimido (GNC). Entonces el modelo, que se desarrolla en un entorno Excel, tiene variables y parámetros de operación y rendimientos propios del GNC. Para este ejercicio se aplicaron los cambios necesarios para hacer posible la evaluación referida al contraste entre los costos asociados a una flota movida con diésel y/o gasolina y la misma movida con energía eléctrica. El modelo VICE 2.0 ha sido revisado para cualquier modo de energía, traducido al español y adaptado para unidades del Sistema Internacional de Medidas para este ejercicio.

Si bien el modelo ha sido aplicado en el marco del estudio antes mencionado para casos específicos de sustitución de flota en Bogotá, Quito y Santiago de Chile, para este ejercicio se ha concentrado en el desarrollo del caso en Montevideo. En este sentido, el modelo se ha aplicado bajo los siguientes supuestos generales y en dos escenarios: el primero de situación base con las condiciones existentes de regulación y mercado, y el segundo con los incentivos y acciones planteadas por la propuesta que se está estructurando para presentar al GCF:

- El modelo introduce incrementos de precios anuales de los combustibles por medio de un porcentaje de crecimiento anual.
- Se toman en cuenta exenciones de impuestos en los energéticos. Es posible reducir el impuesto para un determinado carburante, bien sea en parte o bien sea por completo. Para el modelo se ha tenido en cuenta el subsidio en Montevideo al combustible fósil.

- Pueden introducirse subsidios para la adquisición de vehículos e infraestructura de suministro de energía, mediante un porcentaje del costo de adquisición incremental. Para el modelo base no se ha tenido en cuenta este tipo de incentivos.
- Se varía el costo diferencial del vehículo tipo en un determinado año del proyecto. Se ha tenido en cuenta para todos los modelos base, ya que es de suponer que dentro de 15 años la tecnología eléctrica estará en posesión de más fabricantes y se habrá podido mejorar sus precios de mercado para ser más competitiva. Bajo esta hipótesis de mercado futuro, se supone una reducción de un 40% del costo incremental del vehículo tipo eléctrico en el año 15 para cualquier porcentaje de sustitución de flota.
- Los supuestos básicos usados para el modelo base y el modelo con incentivos para el modo eléctrico son:
  - 100 buses para sustituir la flota en un periodo de 5 años
  - Valor de la unidad eléctrica: USD 467.000 y de la unidad diésel Euro V USD 150.000
  - Análisis ciclo de vida de 20 años
  - Tarifa de suministro eléctrico industrial sin descuentos
  - El valor del combustible para el transporte público en Montevideo se ve subsidiado por el llamado fideicomiso de la Nafta que se refleja en ambas simulaciones
  - ES: energía de sustitución
  - La vida útil se estima en 12 años y para ese momento se supone una reposición de la flota con costos 60% menores a los de adquisición inicial.

**Tabla 2: Infraestructura.**

INFRAESTRUCTURA DE SUMINISTRO (IS) DE ES	NOMBRE DE VARIABLE	VALOR	UNIDAD	VALOR POR DEFECTO
Valor residual IS de ES	Valor_residual_IS	20%	% del precio adquisición	20%
Coste mensual del conductor /operario	Costo_operario	\$0,00	\$/mes	\$0
Inversión variable de IS dependiente de incremento de flota	Inversion_IS_variable	\$8.519	\$/ (tep/mes)	Calculado
Inversión fija de IS durante el proyecto	Inversion_IS_fija	\$0	\$	Calculado
Factor de IS privada de ES por vehículo	Factor_IS_priv	0,10	ud IS / ud de vehículo	0,10
Nº Total de construcción de IS públicas en todo el proyecto	no_IS_publica	0	ud IS	0
Costo instalación de una IS pública	Costo_cargador_publico	\$0	\$ /ud IS	\$0
Costo instalación de una IS privada	Costo_cargador_privado	\$5.000	\$ /ud IS	\$3.000
Costo anual de mantenimiento de IS	Cmant_IS	10,00%	porcentaje costo IS / año	10%
Porcentaje exención impuestos sobre inversión en IS	Porc_exe_imp_IS	0%	porcentaje / año	0%
Exención de impuestos fijo anual para IS	exe_imp_IS	\$0	\$ / año	\$0
Exención de impuestos realmente aplicado para IS	exe_imp_IS_aplicada	\$0	\$ / año	Calculado

Fuente: elaboración propia

Tabla 3: Combustibles.

COMBUSTIBLE	NOMBRE DE VARIABLE	VALOR	UNIDAD	VALOR POR DEFECTO	
Combustible ES	ES: Exención de impuesto de combustible	exe_imp_ES	\$0,00	\$/tep	\$0,000
	ES: Exención de impuesto efectivamente aplicado	exe_imp_ES_aplicada	\$0,000	\$/tep	Calculado
	ES: Precio del combustible (por unidad de ES)	precio_ES_unidad	\$0,071	\$/unidad de ES	\$0,071
	ES: Precio del combustible (por tep)	ES_precio	\$825,581	\$/tep	Calculado
	ES: Incremento precio anual combustible	Pincremento_precio_ES	3,0%	% por año	0,0%
	ES: Factor de conversión (tep/ES)	Factor_tep_ES	0,0860	tep/1000 unidades de ES	0,0860
		Factor_SIN	0,0280	Gg CO2/GWh	0,0280
	ES: Emisión gases efecto invernadero (por tep)	emisiones_ES	0,326	t/tep	Calculado
Combustible DIESEL	DIESEL: Precio de combustible (por litro)	Precio_Diesel_unidad	\$1,410	\$/l	\$1,410
	DIESEL: Precio de combustible (por tep)	Diesel_precio	\$1,621,249	\$/tep	Calculado
	DIESEL: Incremento precio anual combustible	Pincremento_precio_diesel	0,0%	%/año	0,0%
	DIESEL: Exención de impuesto de combustible (Nacional)	exe_imp_diesel_nac	\$0,705	\$/l	\$0,917
	DIESEL: Exención de impuesto de combustible (Distrital)	exe_imp_diesel_dist	\$0,000	\$/l	\$0,000
	DIESEL: Total exención de impuesto de combustible	exe_imp_diesel_tot	\$810,624	\$/tep	Calculado
	DIESEL: Exención impuesto combustible aplicada	exe_imp_diesel_aplicada	\$810,624	\$/tep	Calculado
	Factor de conversión GAS OIL 50S	Factor_tep_diesel	0,8697	tep/m3 de diésel	0,8697
	DIESEL: Emisión gases efecto invernadero (por tep)	emisiones_diesel	3,09	t/tep	3,09
Combustible GASOLINA	GASOLINA: Precio de combustible (por litro)	Precio_gasolina_unidad	\$1,602	\$/l	\$1,602
	GASOLINA: Precio del combustible	gasolina_precio	\$2,015,094	\$/tep	Calculado
	GASOLINA: Incremento precio anual combustible	Pincremento_precio_gasolina	0,0%	%/año	0,0%
	GASOLINA: Exención de impuesto de combustible (Nacional)	exe_imp_gasolina_nac	\$0,000	\$/l	\$0,000
	GASOLINA: Exención de impuesto de combustible (Distrital)	exe_imp_gasolina_dist	\$0,000	\$/l	\$0,000
	GASOLINA: Total exención de impuesto de combustible	exe_imp_gasolina_tot	\$0,000	\$/tep	Calculado
	GASOLINA: Exención impuesto combustible aplicada	exe_imp_gasolina_aplicada	\$0,000	\$/tep	Calculado
	Factor de conversión GASOLINA SUPER 95 30S	Factor_tep_gasolina	0,7950	tep/m3 de gasolina	0,7950
	GASOLINA: Emisión gases efecto invernadero (por tep)	emisiones_gasolina	0,00	t/tep	0,00
Precio tonelada gas efec. invernadero mercado internacional	costo_emisiones	\$8,350	\$/tonelada emitida	\$8,350	

Fuente: elaboración propia

**Tabla 4: Operaciones.**

OPERACIONES	NOMBRE DE VARIABLE	VALOR	UNIDAD	VALOR POR DEFECTO
ES: Costos mantenimiento vehículo tipo N° 1, 2, y 3	costo_mant_VT123	\$0,220	\$/km	\$0,220
DIESEL: Costos mantenimiento vehículo base comparación	costo_mant_VBdiesel	\$0,208	\$/km	\$0,208
N° Total de vehículos tipo introducidos en el proyecto	no_vehiculos_tipo	250	Vehículos	Calculado
GASOLINA: Costos mantenimiento vehículo base comparación	costo_mant_Vbgasolina	\$0,130	\$/km	\$0,130
ES: Costos mantenimiento vehículo tipo n° 4, 5, 6 y 7	costo_mant_VT4567	\$0,028	\$/km	\$0,028

Fuente: elaboración propia

**Tabla 5: Incentivos.**

INCENTIVOS A FLOTA ES	NOMBRE DE VARIABLE	VALOR	UNIDAD	VALOR POR DEFECTO
Tasa de retorno requerido / Tasa nominal de descuento	Tasa_requerida	10,00%	%	12,00%
Incentivo fiscal nacional para adquisición del vehículo tipo	Incentivo_VT	0,00%	% del costo incremental	0%
Incentivo total aplicado	Incentivo_total_aplicado	\$0	\$	Calculado
Costo total incremental flota ES después de incentivo	Costo_incr_flota	\$9.740.000	\$	Calculado
Verificación VPN=0 para obtener la Tasa Interna de Retorno		\$3.688.248	\$	Calculado
TIR	TIR	40,17%	%	Calculo manual

Fuente: elaboración propia



### III. RESULTADOS

Con las condiciones actuales del mercado y la regulación existente, la primera simulación realizada comparó la alternativa Euro V con la de la Vehículos Eléctricos de Batería (VEB). En este caso es claro que los resultados no son viables desde el punto de vista financiero para el operador como se aprecia por el Valor Presente Neto (VPN) del período analizado y por el flujo de caja acumulado del mismo:

**Tabla 6: Resultados, caso Montevideo, escenario base: Resumen Resultados de caso de negocio.**

Valor Presente Neto	(\$27825.052)
Periodo de Retorno (años)	19,50
Periodo de Retorno Simple (años)	19,50
Tasa Interna Retorno (VAN=0)	-

Fuente: elaboración propia con base en resultados del modelo Vice 2.0

**Tabla 7: Resultados, caso Montevideo, escenario base: Resumen de reducción de gases de efecto invernadero y ahorro de combustible fósil.**

Diésel ahorrado (tep)	48.775
Gasolina ahorrada (tep)	0
Ahorro total de combustible fósil (tep)	48.775
Ahorro total gases efecto invernadero (t)	145.923
Valoración total ahorro emisión gases (\$)	\$1.218.454

Fuente: elaboración propia con base en resultados del modelo Vice 2.0

Ahora bien, el modelo al ser incremental, los resultados que arroja se interpretan en relación con la alternativa energética de sustitución evaluada, sin que sean un reflejo de la rentabilidad de la operación en sí misma. Por tanto, un VPN o una TIR positivas permiten concluir que la sustitución es viable. En el caso del análisis de las condiciones actuales, claramente los diferenciales de la operación en favor de la tecnología eléctrica no logran en ningún momento superar los diferenciales de los costos de inversión de los primeros 5 años.

La decisión de inversión o de sustitución de tecnología en este caso no es rentable para el operador. Sin embargo, y gracias a los parámetros del modelo, también se han medido otros indicadores que interesan desde el punto de vista socioeconómico. Los ahorros obtenidos en combustible fósil no utilizado y sobre todo en gases efecto invernadero son beneficiosos para la sociedad en su conjunto. La valoración monetaria de estos beneficios no es fácil por la escasa información estadística al respecto en la región. En el ejercicio se ha usado un valor referencial, pero la inclusión de externalidades como GEI, ruido, accidentalidad, entre otras, aún están pendientes de desarrollo.



Figura 1. Flujo acumulado del Proyecto, Montevideo escenario base. Fuente: elaboración propia modelo Vice 2.0 adaptado

La simulación, que reproduce las condiciones para promover la introducción de la electromovilidad en el transporte público en Montevideo, se centra en facilitar el acceso financiero a los operadores y en tratar de disminuir el monto de la inversión inicial a través de un subsidio temporal que cubriría el 60% del costo del vehículo eléctrico. Con esta acción los resultados simulados muestran la viabilidad para el operador de la sustitución de flota. El MOTVMA (Ministerio de Ordenamiento Territorial Vivienda y Medio Ambiente se encuentra estructurando esta simulación), con la participación del MIEM (Ministerio de Industria Energía y Minería) y otras entidades del gobierno central y departamental en un novedoso esquema fiduciario, con aportes potenciales del GCF y del mercado a través de títulos de deuda.

**Tabla 8: Escenario subsidio de 40% en la compra del vehículo esquema fiduciario: Resumen Resultados de caso de negocio**

Valor Presente Neto	\$3.688.248
Periodo de Retorno (años)	5,14
Periodo de Retorno Simple (años)	4,77
Tasa Interna Retorno (VAN=0)	40,17%

Fuente: elaboración propia modelo Vice

**Tabla 9: Escenario subsidio de 40% en la compra del vehículo esquema fiduciario: Resumen de reducción de gases de efecto invernadero y ahorro de combustible fósil**

Diesel ahorrado (tep)	48.775
Gasolina ahorrada (tep)	0
Ahorro total de combustible fósil (tep)	48.775
Ahorro total gases efecto invernadero (t)	145.923
Valoración total ahorro emisión gases (\$)	\$1.218.454

Fuente: elaboración propia modelo Vice



Figura 2. Evolución anual del flujo de caja acumulado por el proyecto en el escenario subsidio de 40% en la compra del vehículo con esquema fiduciario. Fuente: elaboración propia modelo Vice 2.0 adaptado

Es claro que para el flujo de caja incremental de la vida del proyecto el peso del costo inicial de la inversión es muy importante. Cuando este valor se reduce para el operador en la adquisición del vehículo eléctrico y se aproxima a los costos de un vehículo diésel, los ahorros en el menor valor de la operación y mantenimiento compensan los costos de la inversión adicional que debe hacer el operador en relación a las unidades Euro V.

En el estudio que ARDANUY Ingeniería realizó para CAF se desarrollaron más simulaciones y sensibilidades probando diferentes tamaños de flota y otros estímulos, tanto para la adquisición de los vehículos como para la operación y mantenimiento. En estos, se encontró para el caso de Montevideo que la sustitución de la flota con e-buses podría ser viable financieramente, al ser comparada con un proceso similar de sustitución de flota realizada con tecnología diésel Euro V. Para ello, resultaron positivas las herramientas analizadas como el arrendamiento o el leasing de las baterías de los vehículos tipo. Además, estrategias como las disminuciones del 50 % a la exención de impuestos para combustibles fósiles (haciéndolo más costoso) y promover tarifas diferenciadas con descuentos desde el 30% para energía eléctrica respecto del precio actual de mercado. Vale decir que la empresa de energía del Uruguay UTE ya cuenta con descuentos de hasta el 95% para el uso nocturno en donde el sistema cuenta con exceso de oferta.

## IV. CONCLUSIÓN

La viabilidad en la implementación de sistemas de propulsión eléctrica en el transporte público en América Latina depende en gran medida de las condiciones específicas de la formulación e implementación de política pública, la regulación, el mercado, la estructura de subsidios y la normatividad de cada país o ciudad. El análisis aquí presentado es útil en un primer nivel de la discusión y ayuda, desde el punto de vista del operador de transporte público, a tomar decisiones sobre la rentabilidad de acometer un cambio en este sentido.

Sin embargo, este ejercicio sólo representa una de las múltiples dimensiones que no sólo el operador de transporte tiene que resolver, sino la sociedad en su conjunto.

Desafortunadamente la región aún se encuentra en etapas tempranas del proceso de medir, evaluar y profundizar en elementos esenciales que den respuestas a cuestiones de fondo. Esto con el fin de impulsar, de forma adecuada, políticas públicas que conduzcan a que las ciudades Latinoamericanas cuenten con un servicio de transporte más limpio, de calidad y accesible para todos. Este documento menciona sólo algunos de ellos relacionados con las externalidades asociadas al medio ambiente, a la seguridad, y al consumo energético. Queda patente la necesidad de investigar la mejor forma de valorar estos elementos para que puedan ser incorporados en los sistemas de evaluación de proyectos nacionales, o en las evaluaciones socioeconómicas que se realizan para entidades multilaterales como CAF.

Finalmente, y desde otra dimensión del desafío conjunto relacionada a la visión de los operadores, hace falta entender más en profundidad la conformación de los negocios derivados y complementarios a la operación de autobuses de combustible fósil, para poder diseñar adecuadamente las políticas de incentivos y de regulación que permitan cumplir los objetivos de desarrollo sostenible.

Un ejemplo de lo anterior, y relacionado con el ejercicio presentado para el caso de Montevideo, es que no se puede concluir contundentemente que el operador, con los actuales esquemas de subsidios vigentes al diésel y los vehículos con motor de combustión, tendrá interés de dar el paso o los pasos necesarios para emprender el proceso de sustitución, a pesar de los resultados positivos que arrojan las simulaciones de los incentivos.

Si bien en Uruguay la ley es taxativa en determinar que una vez un autobús de servicio público haya cumplido con su vida útil no podrá ser reusado para transporte público, el vehículo, con una pequeña inversión, contará con un valor remanente no menor. Aquí el operador y/o propietario estará interesado en transarlo en el mercado secundario. Ese ingreso se perdería en el caso de sustitución en el esquema propuesto por condiciones del GCF. Además, existen igualmente casos en donde el operador está inmerso en operaciones inmobiliarias relacionadas con terminales, patios y talleres de los sistemas, o intereses en empresas que proveen servicios a autobuses.

Concluyendo, está claro que los incentivos, preferiblemente a la reducción del valor de la inversión inicial, son necesarios para dinamizar el proceso, pero se cree que con los incentivos no es suficiente y se requiere regulación y política pública que oriente mejor y más explícitamente hacia el transporte sostenible.

## REFERENCIAS

- Aber, J. (n.d.). Electric Bus Analysis for New York City Transit. Columbia University.
- Alcalá, A; Zarichta, D; Scorcia, H; Gómez, H; Estupiñán, N; Azán, S. (2017). Estrategia de movilidad urbana: la herramienta de desarrollo competitivo de las ciudades de América Latina. Caracas. Retrieved from [scioteca.caf.com](http://scioteca.caf.com)
- ARDANUY ingeniería; CAF. (n.d.). Estudio de Alternativas de Financiamiento de Eliminación de Barreras Normativas para Consolidar la Electromovilidad en el Transporte Público de América Latina. Actividad 1. Informe del marco de política y normativa. Matriz comparativa. CAF.
- Bloomberg New Energy Finance. (2018). Electric Buses in Cities, Driving towards cleaner air and lower CO<sub>2</sub>. Bloomberg Finance.
- C40 Cities; BID. (2013). Las Tecnologías de bajo carbono pueden transformar las flotas de buses en Latinoamérica. Lessons from the C40-CCI Hybrid and Electric Bus Test Programme.
- CEPAL. (2016). Monitoreando la eficiencia energética en América Latina.
- George, M. (2015). Building a Business Case for Compressed Natural Gas in Fleet Applications. National Renewable Energy Laboratory (NREL) U.S. Retrieved from [www.nrel.gov/publications](http://www.nrel.gov/publications)
- Grütter, C. (n.d.). Informe Final sobre Rendimiento Real de Buses Híbridos y Eléctricos en Zhengzhou, Shenzhen y Bogotá. REPIC – Confederación Suiza.
- International Energy Agency (IEA). (2016). Global EV Outlook 2016: Beyond one million electric cars
- Hinicio. (2016). Estudios de cadenas de valor de tecnologías climáticas seleccionadas para apoyar la toma de decisiones en materia de mitigación en el sector autotransporte y contribuir al fortalecimiento de la innovación y desarrollo de tecnologías. Coordinación General de Cambio Climático y Desarrollo Bajo en Carbono de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México.
- International Energy Agency (IEA 2016) Global EV Outlook 2016: Beyond one million electric cars. Disponible en: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/global-ev-outlook-2016.html>
- Marquez, G; Zunino, M; Betancourt, D; Fontana, F. (2013). Transporte Eléctrico Colectivo, Evaluación técnico – económica para el corredor de Av. Italia. Montevideo: MIEM, IM, UTE.
- ONU Medio Ambiente; Unión Europea. (2017). Movilidad Eléctrica, Oportunidades para Latinoamérica. Euroclima. Retrieved from [www.pnuma.org](http://www.pnuma.org)

- Paris Process on Mobility and Climate, PPMC. (2015). Renewable Energy and Transport – Decarbonising Fuel in the Transport Sector. Retrieved from <http://ppmc-cop21.org/wp-content/uploads/2015/08/Renewable-Energy-and-Transport-Decarbonising-Fuel-in-the-Transport-Sector.pdf>
- Sustainable Mobility for All. (n.d.). Global Mobility Report 2017: Tracking Sector Performance. Washington DC.
- Vasconcellos, E. E. al. (2017). Cuaderno técnico Sustitución de flota en América Latina. Observatorio de Movilidad Urbana de CAF, Banco de Desarrollo de América Latina.

**Angie Palacios.**  
Ejecutiva, DAETI – Dirección  
de Análisis y Evaluación Técnica  
de Infraestructura, CAF  
apalacios@caf.com

# LA CAMINATA COMO MODO DE TRANSPORTE PARA LAS MUJERES EN 11 CIUDADES DE AMÉRICA LATINA

## ABSTRACT

*In developed countries, the number of walking trips is considered a positive effect of urban mobility and development policies. However, in Latin America, it could also mean the existence of barriers to access the city for the most vulnerable. The objective of this research was to analyze the Encuesta CAF (ECAAF) to understand whether walking is a preference or the effect of a restriction, and what role gender plays. Without wishing to present causality, the data presented on walking as a travel mode, mainly for women, indicate a preference and in turn a result of other restrictions. Two factors that may be related to it are identified: the feminization of informality and the mobility of care. These are related to each other, due to the persistence of gender roles, which is evidenced by women's restricted access to a series of time, financial, personal and spatial resources. Thus, transportation systems can, on the one hand, exacerbate the confinement of women to the home, and on the other, allow women to challenge the divisions between the private world of the house and the public of employment.*

## RESUMEN

En países desarrollados, el índice de viajes a pie es considerado un efecto positivo de las políticas de movilidad y desarrollo urbano. No obstante, en Latinoamérica también significaría la existencia de barreras de acceso a la ciudad para los más vulnerables. Esta investigación analizó la Encuesta CAF (ECAAF) para entender si la caminata es una preferencia o efecto de una restricción, y qué rol tiene el género. Sin querer presentar causalidad, los datos presentados sobre la caminata, principalmente para las mujeres, indican una preferencia y a su vez un resultado de otras restricciones. Existen dos factores que aquí pueden relacionarse: la feminización de la informalidad laboral y la movilidad del cuidado. Estos se relacionan entre sí, debido a la persistencia de los roles de género, que se evidencia en las restricciones de acceso de las mujeres a recursos como los financieros, los personales, el tiempo y espaciales. Así, los sistemas de transporte pueden exacerbar el confinamiento de las mujeres al hogar y permitir que las mujeres desafíen las divisiones entre el mundo privado del hogar y el público del empleo.

## INTRODUCCIÓN

Por diversas razones como la congestión, la calidad del aire o los siniestros viales, los países desarrollados están cada vez más interesados en promover el transporte público, la bicicleta y la caminata para alcanzar un desarrollo urbano sostenible. Las intervenciones que apuntan a generar un cambio de comportamiento en las personas para escoger modos de transporte activos se basan en la necesidad de reducir emisiones de CO<sub>2</sub> y las altas tasas de inmovilidad, así como de obesidad que están causando un problema de salud pública. En América Latina, el panorama es algo distinto en este aspecto.

Según el Observatorio de Movilidad Urbana (OMU) de CAF, con datos de 29 ciudades de la región, el modo más usado es el transporte público colectivo con 120,5 millones de viajes diarios (42% del total), seguido por la caminata o los desplazamientos a pie (26%) y el auto particular (22%) (Vasconcellos & Mendonça, 2016). Es decir, las ciudades de América Latina ya cumplen, en parte, con la ansiada visión de una movilidad sustentable, en especial si consideramos que es la región más urbanizada del mundo, con expectativas que su población urbana llegue al 90% al 2050 (ONU-Habitat, 2012). Este índice de urbanización trae consigo esperanzas de alcanzar un crecimiento económico sostenido, pero también trae la cuestión de la posibilidad de construir mejores ciudades habitables en muchos países de la región. Este cuestionamiento se debe, en parte, por el creciente uso del auto particular, el cual en los últimos 7 años se ha incrementado en un 40%, con una flota de 35 millones de vehículos en el 2014 (Vasconcellos & Mendonça, 2016). Con él, también crecen las externalidades negativas relacionadas a la polución, los siniestros viales y la fracturación espacial de la mancha urbana. Afortunadamente, más ciudades están promoviendo políticas de transporte que impulsen la reducción de kilómetros recorridos por el auto particular en áreas urbanas, y a su vez incentiven un cambio a modos de transporte más eficientes como el transporte público.

En este escenario es llamativo que la caminata, como modo de viaje, sea tangencialmente considerada en estudios de demanda y planificación del transporte de la región, particularmente si ya presenta altos índices de viajes realizados a pie. La evidencia está en las encuestas de movilidad realizadas en la región y que son la base de la definición de políticas públicas locales, así como son la fuente de información primaria que alimentan el OMU. La mayoría de estas encuestas no consideran los desplazamientos a pie como un modo de viaje, por un lado, invisibilizando las razones por las cuales es el segundo modo más usado en América Latina y, por otro, subestimando el tiempo que realmente es consumido por dichos viajes (Vasconcellos & Mendonça, 2016).

## I. CONTEXTO DE ANÁLISIS

En primera instancia, los altos índices de viajes a pie en la región podrían considerarse como una característica positiva en el proceso de alcanzar ciudades sostenibles. Lo que esconden estas cifras son las preferencias y/o restricciones que llevan a seleccionar este modo de viaje sustentable y si estas difieren para mujeres y hombres. Es decir, ¿la caminata, como segundo modo más usado en la región, es una señal de ciudades cohesionadas o es una señal de la falta de capacidad para escoger otros modos? ¿Es el género un factor determinante en la selección de este modo de viaje?

El presente artículo es una primera aproximación para entender el perfil de las personas que viajan a pie y, debido a la extensa evidencia sobre la predominancia de la caminata en la selección modal de las mujeres (Anand & Tiwari, 2006), realiza un análisis con una perspectiva de género.

El artículo principalmente utiliza la base de datos de la Encuesta CAF 2016 (ECAAF) (CAF, 2016). Al no ser una encuesta de movilidad, los datos tienen limitaciones. Las encuestas de movilidad son las más apropiadas para el relevamiento detallado y representativo de los desplazamientos de la población en las ciudades de América Latina. No obstante, la encuesta de movilidad no recoge variables más subjetivas, tales como la percepción del entorno urbano, las dinámicas sociales y la percepción de la seguridad.

En consecuencia, este trabajo de investigación tiene como objetivo presentar una visión general descriptiva de la incidencia de la caminata en 11 ciudades de América Latina y observar si existen diferencias por género en el uso de este modo, tomando en cuenta el estado laboral y el propósito de viaje. Se considera el posible uso de la caminata como un modo alternativo al transporte público por deficiencias percibidas en el mismo en cuanto al acceso físico (el entorno urbano e infraestructura) y a la percepción de seguridad.

## II. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CAMINATA

Los factores determinantes más evidentes que influyen en el modo de viaje son la distancia y el costo del viaje, la actividad productiva y el acceso al auto particular. El foco de análisis muchas veces es la elección modal entre el transporte público y el privado, y en los aspectos económicos que demandan estos modos. Si bien la caminata, como modo principal o parte clave del viaje, se está empezando a considerar como un pilar de la movilidad urbana, su análisis se relaciona con el uso del suelo (Cervero, 2002) y la influencia que tiene la forma en la que se construye el ambiente urbano sobre el comportamiento de viaje de las personas (Crane, 2000).

No obstante, una literatura creciente por parte de otros ámbitos académicos sugiere que existen factores asociados a las relaciones sociales que son claves para entender el comportamiento de viaje. Se consideran también factores socio-demográficos como la edad, el ingreso, la composición familiar y el género. Este último no ha sido plenamente estudiado, en especial en su intersección con factores subjetivos que afectan el comportamiento de viaje, tales como las preferencias individuales, la percepción y las actitudes hacia los distintos modos de transporte (Clifton & Livi, 2005). Además, la percepción y las actitudes muchas veces son sujetas a los roles y normas de género impuestos por la sociedad.

Si bien existe literatura sobre los diferentes patrones de movilidad entre mujeres y hombres, la caminata todavía se considera de forma secundaria en estos estudios, especialmente desde el cuestionamiento de quienes caminan más, por qué, y si esta realidad es positiva en términos de las oportunidades que este modo de viaje facilita.

### III. LA DEMANDA DE VIAJES A PIE. ¿QUIÉNES CAMINAN?

Durante la década de los setenta, la región de América Latina y el Caribe experimentó un alto crecimiento poblacional y triplicó su ingreso per cápita. No obstante, todavía sufrimos de altos niveles de desigualdad con un coeficiente de Gini de 0,469 al 2015 (CEPAL, 2017) que resulta en que el 20% de la población más rica tiene un promedio de ingresos per cápita 20 veces mayor al del 20% más pobre (ONU-Habitat, 2012). En donde 8 de cada 10 latinoamericanos viven en zonas urbanas, siendo, al mismo tiempo las ciudades de América Latina las que concentran una mayor desigualdad y una mayor demanda de centros urbanos más cohesionados y vivibles.

En la región, los que se desplazan a pie representan un tercio del reparto modal (Vasconcellos & Mendonça, 2016). En algunas ciudades, como en Santiago de Chile, se hacen más de 18 millones de viajes, con un tercio de estos realizados a pie (CAF, 2018). En contraste, en Recife y Belo Horizonte, Brasil, este modo alcanza el 40% de los viajes (Vasconcellos & Mendonça, 2016).

De acuerdo a la ECAF 2016, el modo principal usado por los latinoamericanos para llegar a su actividad principal es el transporte público colectivo (autobús, articulado, tren), seguido por la caminata y el auto particular. En la Figura 1 se presentan los datos desagregados por género y se observa que la proporción de mujeres que se desplazan a pie es casi dos veces mayor a la de los hombres, mientras que cuando observamos los viajes realizados en automóvil particular la relación es inversa.

### Distribución modal para 11 ciudades de América Latina por Género

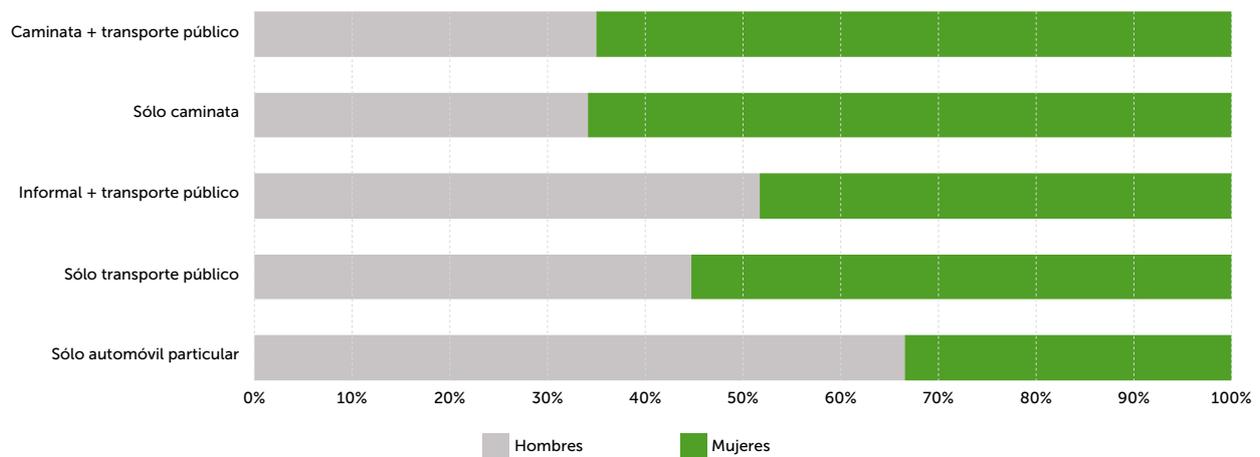


Figura 1. Distribución modal para 11 ciudades de América Latina por género. Fuente: elaboración propia, con datos de ECAF 2016 (CAF, 2016)

En las 11 ciudades que componen la muestra, en promedio el 20% de los encuestados utiliza la caminata como modo más frecuente para llegar a su actividad principal, de los cuales 65% son mujeres y 35% hombres. Las ciudades en la muestra no son homogéneas en esta característica. En ciudades como Lima, Bogotá y Ciudad de México, de los encuestados que se desplazan a pie, más del 70% son mujeres, mientras que en Buenos Aires y Panamá el número llega a 56% y 59% respectivamente (Figura 2).

La información disponible de otras fuentes por ciudad confirma esta tendencia. Según la Encuesta de Movilidad de Bogotá 2015, el segundo modo de viaje más usado por las mujeres, después del transporte público, es la caminata con el 35% de las mujeres viajando a pie, frente al 25% de los hombres (Secretaría Distrital de Movilidad de Bogotá, 2015). En el Área Metropolitana de Buenos Aires, casi un tercio de las mujeres realizan sus viajes a pie (CAF, 2018). Mientras que en Santiago de Chile, las mujeres constituyen la gran mayoría de los desplazamientos a pie en 40 de las 45 comunas de la ciudad (Sagaris & Tiznado-Aitken, 2018). En Montevideo, un tercio de los viajes en el área metropolitana se hacen a pie, realizados por 19% de las mujeres y el 15% de los hombres (Mauttone, 2017).

Esta realidad podría explicarse parcialmente por el menor acceso de las mujeres a un auto particular. Mientras 6 de cada 10 mujeres viven en hogares que no poseen un auto, si consideramos a las que caminan a su actividad principal, el número llega a 7 de cada 10 (versus 6 de cada 10 hombres). En términos de acceso, este número podría ser más alto, ya que, si existe un auto en el hogar, su uso se asignaría al hombre en dicho hogar. En Buenos Aires, en hogares que adquieren un auto, son los hombres quienes empiezan a usarlo regularmente para sus viajes (Peralta, Mehndiratta, & Ochoa, 2014).

### Desplazamientos a pie como modo de transporte para llegar a actividad principal por género

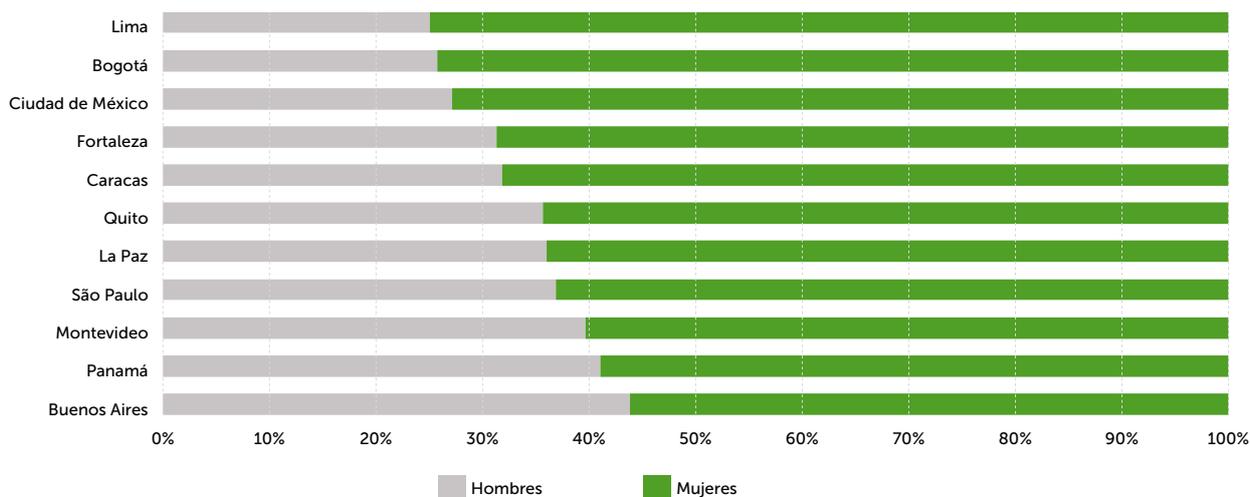


Figura 2. Desplazamientos a pie como modo de transporte para llegar a actividad principal por género. Fuente: elaboración propia, con datos de ECAF 2016 (CAF, 2016)

## IV. ¿A DÓNDE CAMINAN? ESPACIOS PRODUCTIVOS Y REPRODUCTIVOS

En la ECAF 2016 (CAF, 2016) se observa la situación laboral actual de los entrevistados, con 70% participando en alguna actividad laboral, 14% dedicado al trabajo doméstico no remunerado, 9% desempleados, y 5% estudiando. En cuanto a cada categoría, en la Figura 3 se observa la distribución por género y no es sorpresa que las mujeres tengan una baja representación entre los laboralmente activos y estén sobrerrepresentadas en el trabajo doméstico no remunerado, así como entre los desempleados. Según la medición del Panorama Laboral realizada por la Organización Internacional del Trabajo (OIT), en el 2017, y por primera vez desde que se realiza la medición, la participación femenina en el mercado de trabajo superó el 50%, al ubicarse en 50,2% con más de 115 millones de mujeres que actualmente forman parte de la población económicamente activa en América Latina. Si bien se considera un avance, estas tasas son mucho más inferiores a la de los hombres por más de 20 puntos porcentuales. A su vez, la tasa de desempleo se mantiene menor en 1,4 veces la de los hombres (OIT, 2017).

Según la ECAF 2016 (CAF, 2016), el 21% de las mujeres caminan a su actividad laboral, en contraste con el 13% de los hombres. La brecha se amplía cuando vemos a los que se dedican al trabajo doméstico no remunerado, con 35% de las mujeres latinoamericanas viajando a pie, frente al 9% de los hombres.

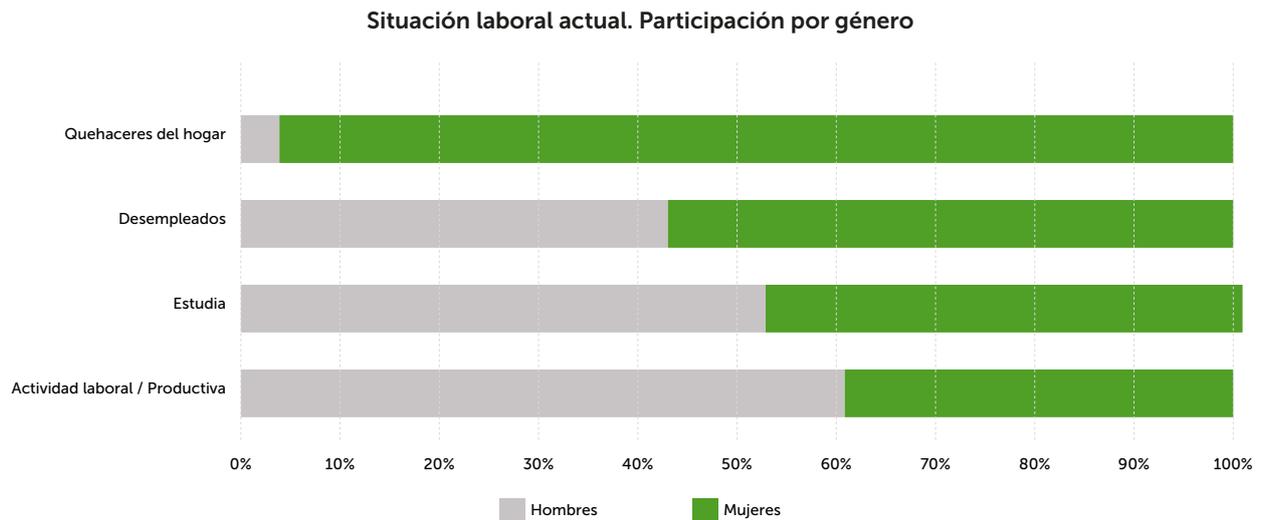


Figura 3. Situación laboral actual por género. Fuente: elaboración propia, con datos de ECAF 2016 (CAF, 2016)

Una suposición es que existan barreras de acceso al transporte que condiciona a las mujeres, a trabajar más cerca a su hogar, en el doble de la proporción que a los hombres, y por ende, a viajar a pie a dicha actividad. La otra es que las mujeres pueden tener una preferencia por escoger dichos empleos en la localidad inmediata de su hogar o restricciones que las conviertan en “peatones cautivos”.

La ECAF 2016 (CAF, 2016) ilustra el primer punto mostrando que los laboralmente activos trabajan mayormente en un lugar permanente fuera de su vivienda (tienda, local comercial, oficina, etc.), seguido por personas “sin un puesto fijo o ambulante”, y en su vivienda. No obstante, la Figura 4 muestra las diferencias entre las mujeres que viajan en otros modos en comparación con las que se desplazan a pie y se observa que las mujeres que viajan a pie trabajan mayormente en puestos fijos en la vía pública, en su vivienda y sin puesto fijo o ambulante. Estos lugares de trabajo podrían estar relacionados con el trabajo informal (OIT, 2013), en el cual el 54% de las mujeres latinoamericanas participan (UN Women, 2016). Esta sobrerrepresentación es un fenómeno que Sylvia Chant llama la feminización de la informalidad laboral, el cual se afirma y se debe a varios factores incluyendo, entre otros, a menores niveles de habilidades y experiencia laboral, así como también un “uso restringido del espacio”. Además, Chant explica que lo que usualmente motiva a que las actividades económicas de las mujeres en el mercado laboral informal se base en el hogar está en la conjunción de las restricciones en la movilidad espacial con las actividades de cuidado demandadas a las mujeres (Chant, 2013, página 15).

Esta consideración de Chant lleva a la discusión de la segunda suposición: la caminata es una preferencia o es el resultado de una restricción de índole espacio-temporal. Según la ECAF 2016 (CAF, 2016), 65% de los encuestados tiene hijos en edad escolar (entre 4 y 18 años). Si consideramos a los encuestados que se desplazan a pie, la proporción de personas que caminan y tienen hijos se mantiene constante, pero cuando lo observamos por género,

74% de estos son mujeres y 26% son hombres. Considerando que 35% de las mujeres se dedica al trabajo doméstico no remunerado como actividad principal, esto puede indicar que el tener hijos en edad escolar, es decir, que requieren de cuidado y acompañamiento, es un factor de influencia para las mujeres que se desplazan a pie en comparación a los hombres. La Figura 5 muestra que en Bogotá, Ciudad de México y Lima, más del 80% de las mujeres que se desplazan a pie tienen hijos en edad escolar. En Montevideo, los viajes de cuidado tienen un promedio de duración de 15 minutos, la misma que puede ser la de un viaje a pie (Mauttone, 2017).

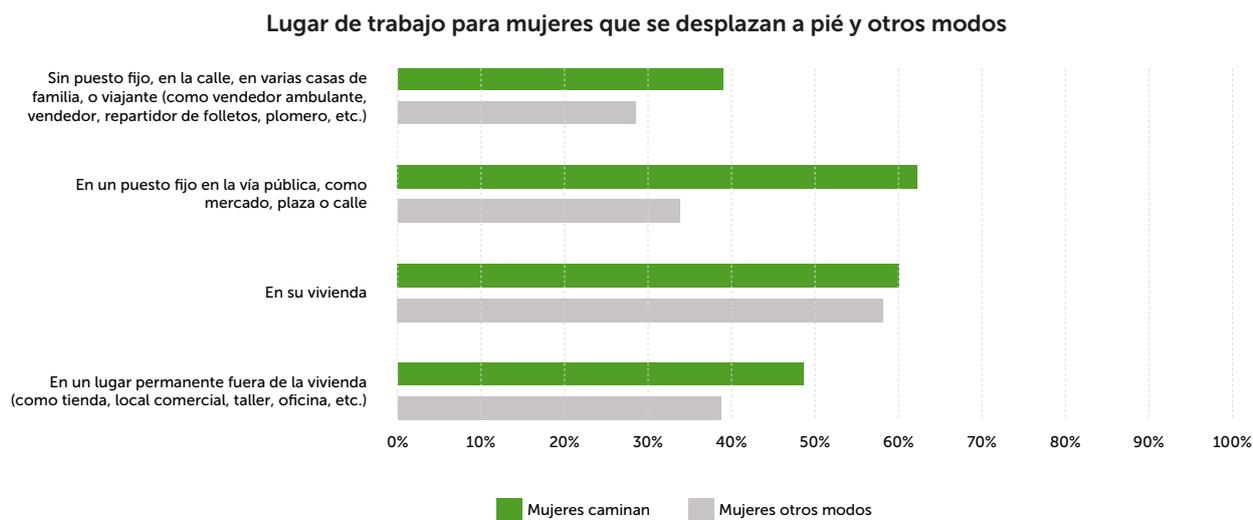


Figura 4. Lugar de trabajo para mujeres que se desplazan a pie y otro modos. Fuente: elaboración propia, con datos de ECAF 2016 (CAF, 2016)

### Relación entre encuestados que se desplazan a pie a su actividad principal e hijos en edad escolar por género

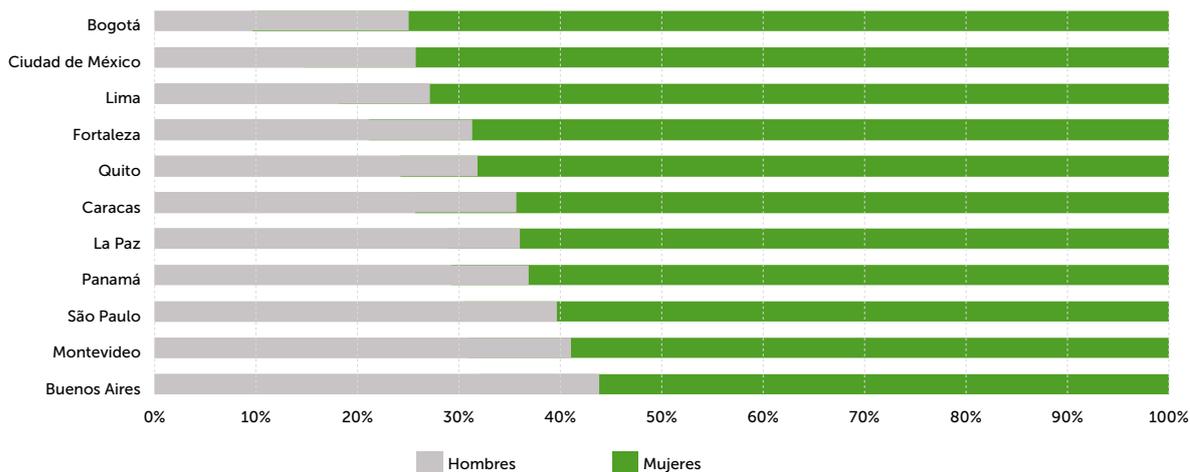


Figura 5. Relación entre encuestados que se desplazan a pie a su actividad principal e hijos en edad escolar por género. Fuente: elaboración propia, con datos de ECAF 2016 (CAF, 2016)

En cuanto a la movilidad del cuidado, en Santiago de Chile, el 38% de los viajes son por motivos de trabajo, mientras que el 47% de los viajes son para compras, visitas, dejar o recoger a alguien, por salud, u otros viajes considerados como viajes de cuidado. De estos viajes, 31% son realizados por mujeres, mientras el 16% por hombres (Sagaris & Tiznado-Aitken, 2018). En Bogotá, en un día habitual, el propósito de viaje principal de mujeres y hombres es el trabajo, seguido por viajes relacionados a la movilidad del cuidado. No obstante, cuando comparamos mujeres y hombres, 34% de las mujeres viajaron por motivo del trabajo y 23% por motivos de cuidado, versus 44% y 19% de los hombres respectivamente (Secretaría Distrital de Movilidad de Bogotá, 2015). De acuerdo con la Encuesta de Movilidad del Área Metropolitana de Montevideo (Mauttone, 2017), el 15% de los viajes son viajes de cuidado, representando el tercer motivo de viaje después de trabajo y estudio. En dicha categoría, las mujeres realizan una mayor cantidad de viajes que los hombres, particularmente en lo relacionado con compras para el hogar y transporte de niños al centro educativo. Adicionalmente, 1 de cada 5 encuestados, no realizó ningún viaje. Esta población inmóvil, sumada con los que viajan a pie, son alrededor del 37% de la población. El informe indica que estos patrones de viaje, en particular los desplazamientos a pie, se relacionan inversamente con el nivel de ingreso. Asimismo, la probabilidad de viajar a pie se incrementa al ser mujer y al ser residente de los barrios del área metropolitana aledaños a Montevideo (Mauttone, 2017). Dichas diferencias en nivel de ingreso y género se relacionan al triple rol que ejerce la mujer: el productivo, el reproductivo o del cuidado y su participación en la comunidad.

## DESEMPLEO

La ECAF 2016 (CAF, 2016) consultó a los encuestados desempleados por el principal motivo por el cual no busca empleo y el 44% respondió que es debido a “responsabilidades familiares”, seguido por razones de estudio y por razones de incapacidad o enfermedad. Cuando consideramos a los que se desplazan a pie, se observa que el 51% de los entrevistados no buscan empleo por responsabilidades familiares, seguido por enfermedad o incapacidad propia. Más notoria resulta la variable por género, en donde la Figura 6 muestra que las responsabilidades familiares siguen siendo el principal motivo para las mujeres y resaltan otras razones, como la falta de acceso a servicios de cuidado de niños y adultos enfermos, así como vivir demasiado lejos de los posibles lugares de trabajo. Si bien este análisis no pretende mostrar causalidad, es notoria la proporción de mujeres en comparación a los hombres que declaran motivos relacionados al cuidado de los niños o el hogar.

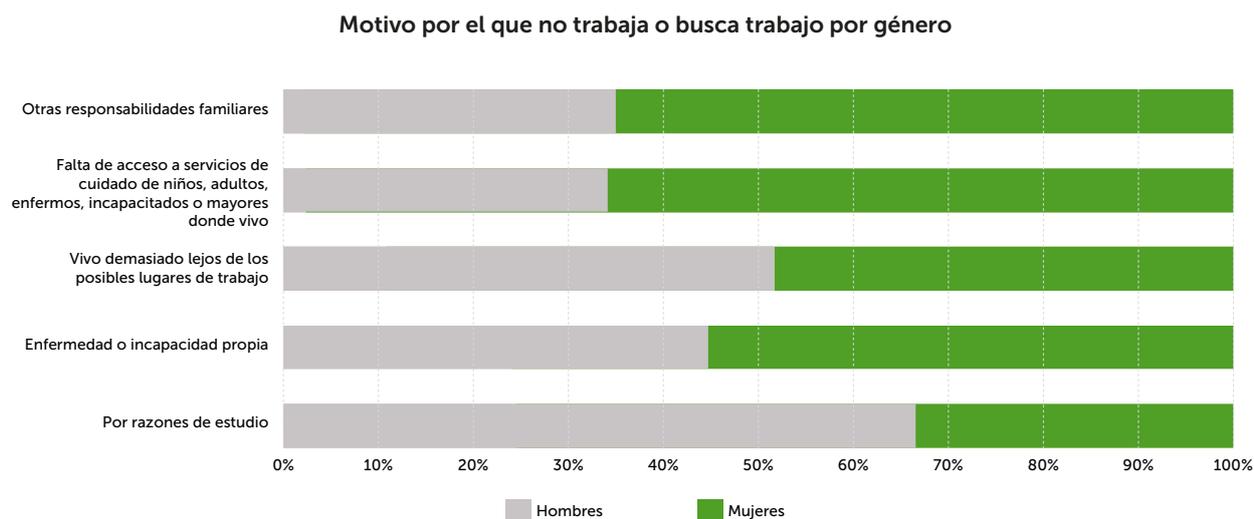


Figura 6. Motivo por el que no trabaja o busca trabajo por género. Fuente: elaboración propia, con datos de ECAF 2016 (CAF, 2016)

Nuevamente, si observamos estos resultados bajo el lente de género, se podría argumentar que las mujeres que se desplazan a pie carecen de recursos personales, financieros y de tiempo para buscar empleo. Esto se debe a, entre otras razones, una restricción espacial entre su hogar, en donde realiza actividades de cuidado, y un posible lugar de empleo. Adicionalmente, existen otros factores como una restricción financiera para el acceso de servicios de cuidado privados y/o una falta de provisión de servicios públicos para el cuidado de los niños.

## V. LA CAMINATA, ¿UN MODO ALTERNATIVO AL TRANSPORTE PÚBLICO?

### ESPACIO PÚBLICO Y ACCESO FÍSICO AL TRANSPORTE

El ejercicio de planificación del transporte muchas veces considera que la manera como viajan las mujeres está determinada. Por esta razón, no toma en cuenta la manera en que la movilidad de las mujeres es definida por sus roles de género, casi independientemente de la ubicación geográfica y la naturaleza de la infraestructura del transporte público (Dobbs, 2007). Para analizar este punto, los datos de la ECAF 2016 (CAF, 2016) muestran que las condiciones de acceso físico al transporte público parecen no jugar un rol diferenciador en términos de preferencias por género.

De acuerdo con lo anterior, más del 80% de los entrevistados de la ECAF 2016, el autobús o colectivo quedaba a menos de 10 minutos de distancia a pie. En la Figura 7, se observa que un porcentaje importante de hombres (17%) y mujeres (20%) no tenían acceso al transporte

público formal a menos de 10 minutos de su hogar. No obstante, no se observan diferencias substantivas de acceso a nivel geográfico–espacial del transporte por género.

### Tiempo que debe caminar desde su casa para acceder a un autobús / Colectivo / Transporte articulado en América Latina por género

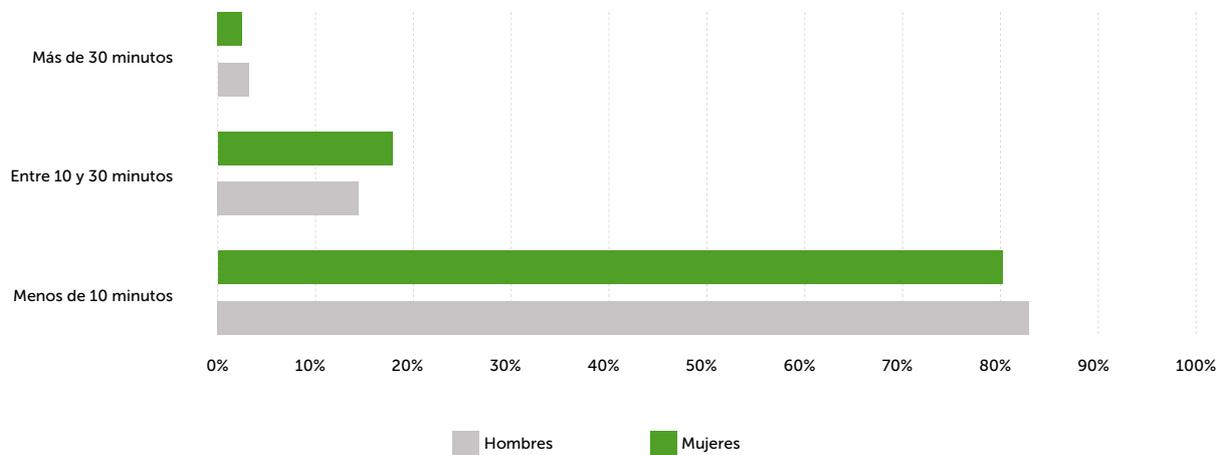


Figura 7. Tiempo que debe caminar desde su casa para acceder a un Autobús/colectivo/transporte articulado en América Latina por género. Elaboración propia, con datos de ECAF 2016 (CAF, 2016)

Asimismo, el 53% de los encuestados afirmó experimentar un entorno urbano deficiente (falta de pavimento, zonas inundadas, sin iluminación) en cuanto al trayecto que deben realizar a pie para acceder al transporte público, seguido por situaciones relacionadas a la seguridad ciudadana (“hay robos, atracos, hurtos”). Si consideramos estos aspectos por género, no se observan diferencias relevantes en los aspectos relacionados con la infraestructura, pero sí se observa un mayor número de mujeres afirmando haber presenciado situaciones de robos, atracos y hurtos (Figura 8). En un estudio de la movilidad de las mujeres en la Villa 20, un asentamiento informal de Buenos Aires, las deficiencias urbanas son consideradas, pero no parecen influenciar los viajes que las mujeres realizan en transporte público. Sin embargo, los aspectos de diseño urbano y estado de la infraestructura sí afectan la transitabilidad peatonal (Mark, 2017, página 83).

Como se evidencia, en la región no hay diferencias sustanciales entre hombres y mujeres en la consideración de la ubicación física del transporte, y la distancia o el tiempo de caminata hacia el mismo como un factor que limita su acceso o uso. Aún incluso cuando viven en áreas aisladas urbanas. En la Villa 20, las mujeres percibieron la oferta de transporte público como aceptable, debido a que es la única alternativa de transporte. Lo que sí notaron como un problema las mujeres residentes de la Villa fue el alto costo y tiempo de viaje, la baja frecuencia y bajos niveles de confiabilidad del servicio y la inseguridad. Además, lo más importante es la conjunción de estas deficiencias en el servicio con las restricciones de tiempo que ellas enfrentan debido al sinnúmero de tareas domésticas que deben afrontar (Mark, 2017). Es decir, la insatisfacción se da porque el transporte disponible no les permite negociar su doble función, más que en la propia infraestructura de transporte (Dobbs, 2007).

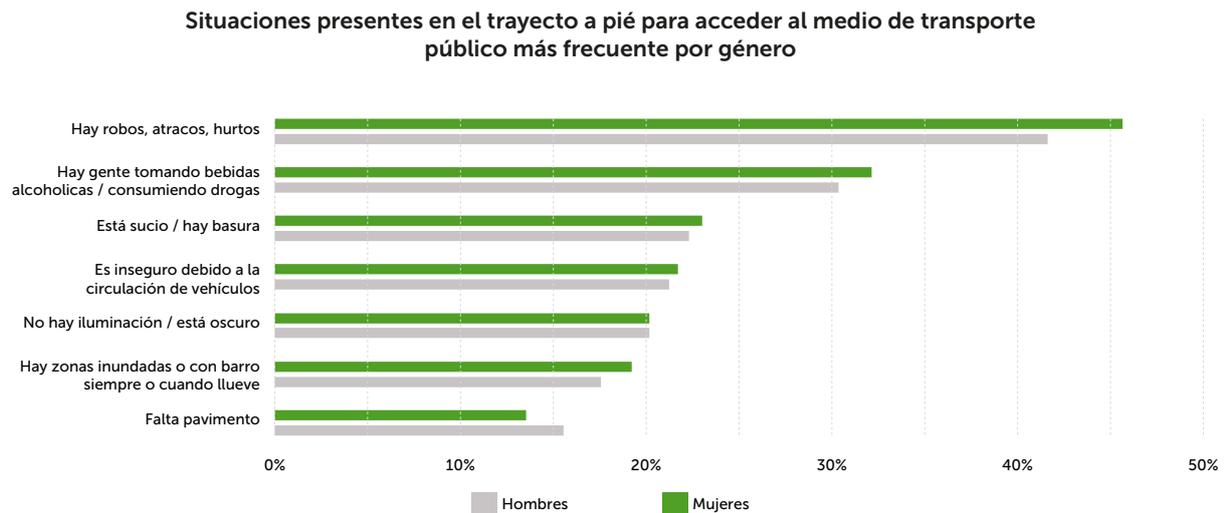


Figura 8. Situaciones presentes en el trayecto a pie para acceder al medio de transporte público más frecuente por género. Fuente: elaboración propia, con datos de ECAF 2016 (CAF, 2016)

## SEGURIDAD EN EL TRANSPORTE PÚBLICO

Uno de los focos de la literatura e investigación en cuanto al género y la movilidad es el de violencia. Koskela explica que el foco en la victimización de la mujer es estudiado porque el género es un factor determinante en la percepción de inseguridad o de miedo a la violencia al moverse en áreas urbanas. Esto se da, no porque son víctimas exclusivas de violencia en el espacio público, sino porque las mujeres perciben un tipo especial de inseguridad que no sienten los hombres: violencia de índole sexual, a la cual las mujeres, más que los hombres, son especialmente vulnerables (Koskela, 1999).

Los datos de las encuestas realizadas para el estudio “Ella Se Mueve Segura” de CAF, el cual busca entender la percepción de seguridad personal de las mujeres en el transporte, muestra que más del 70% de las usuarias se sienten inseguras en el transporte público. Lo particular revelado en los grupos focales es que no era necesario que las mujeres hubieran experimentado algún incidente de acoso sexual para que la percepción de inseguridad fuera alta, ya que esta era también generada al conocer o escuchar de alguien más a quien le había sucedido (CAF, 2018). Esto se da porque el miedo a la violencia para las mujeres es socialmente construido, de forma diaria, ya sea por las advertencias hechas por madres y padres a sus hijas, por conversaciones con amistades, por los distintos medios de comunicación, o por medio de educación sobre seguridad y consejos de prevención, que resultan en un constante recordatorio que las mujeres deben estar preparadas de forma permanente para algún tipo de violencia (Koskela, 1999).

Existe evidencia que el miedo o la percepción de inseguridad tienen incidencia en las decisiones de las mujeres sobre las rutas por las que viajan y los lugares que visitan. Las mujeres dividen a la ciudad, especialmente durante la noche, en espacios seguros e inseguros. Es decir, el miedo de las mujeres a la violencia tiene como efecto exclusión espacial (Koskela, 1999). El estudio de CAF muestra que 3 de 5 mujeres cambia su comportamiento de viaje (cambiar rutas de caminata y horarios; evitar viajar de noche) como resultado de observar o experimentar incidentes de acoso sexual y preferiría cambiar de modo de transporte si tuviera alternativa. En las tres ciudades de estudio (Buenos Aires, Quito y Santiago de Chile), el caminar desde o hacia la parada es uno de los tres aspectos del viaje que generan mayor inseguridad (CAF, 2018).

De acuerdo con la ECAF 2016, las principales razones por las que los latinoamericanos no utilizan el transporte público son porque demandan mayor tiempo de viaje, es más costoso y es difícil o toma mucho tiempo llegar a la estación o parada. Sin embargo, cuando exploremos esta consulta por género, las mujeres, en mayor proporción a los hombres, consideran que el transporte público disponible contamina más el medio ambiente y es más peligroso por accidentes viales. En cambio, los hombres son, en mayor proporción, los que consideran que el transporte público es menos confortable, toma mucho tiempo para llegar a la parada o estación y demanda mayor tiempo de viaje.

Cuando consideramos solo a esos encuestados que se desplazan a pie, la principal razón es porque es muy costoso. El caso de Montevideo valida estos datos, en donde del total de los viajes a pie, 87% son realizados por las personas de hogares de nivel de ingreso bajo (Mauttone, 2017). El Reporte de Economía y Desarrollo de CAF observa que los altos precios de las tarifas de transporte, que representan un alto porcentaje del ingreso de los hogares más pobres de América Latina, incide en que estos se desplacen a pie, limitando la cantidad de trabajos a los que podrían tener acceso (CAF, 2017).

Asimismo, si exploramos por género a los encuestados que caminan, las brechas se intensifican entre mujeres y hombres. En la Figura 9 se observa que, de los que afirmaron que no usan el transporte público porque es más peligroso por accidentes viales, el 85% fueron mujeres en comparación con el 15% de hombres. Una brecha diferenciada por género permanece para los motivos de contaminación del medio ambiente, costos, e inseguridad ciudadana, así como entre ciudades. En Ciudad de México, de los que caminan a su actividad principal y consideran que el transporte público es inseguro, el 65% fueron mujeres. En Fortaleza y Quito, de los que caminan a su actividad principal y no usan el transporte público porque es difícil o toma mucho tiempo llegar a la estación o parada, el 71% y 83%, respectivamente, fueron mujeres.

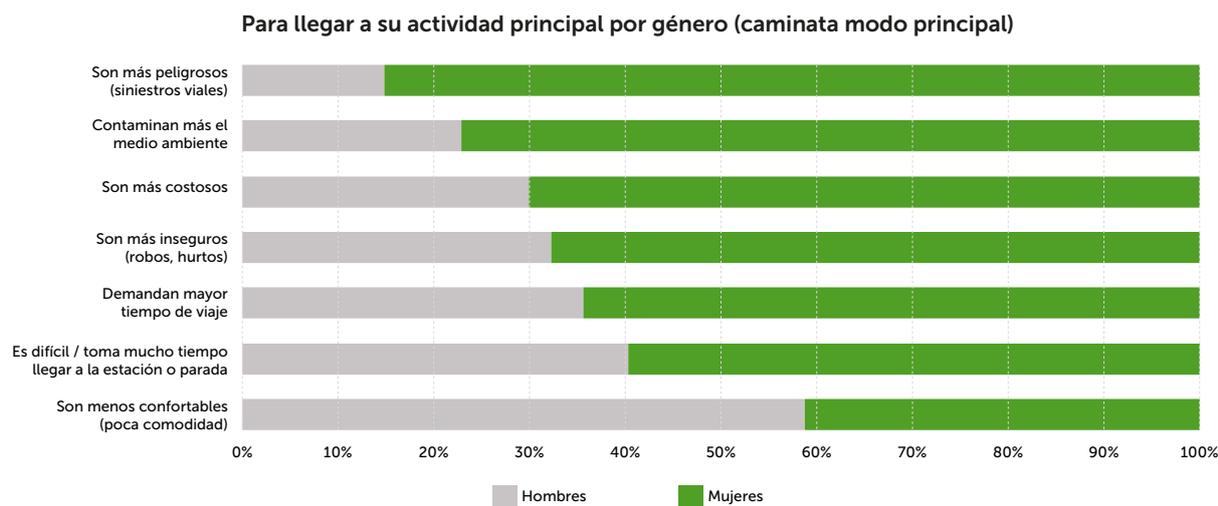


Figura 9. Principal razón por la que no utiliza alguno de los modos de transporte público para llegar a su actividad principal por género (caminata modo principal). Fuente: elaboración propia con datos de la ECAF 2016 (CAF, 2016)

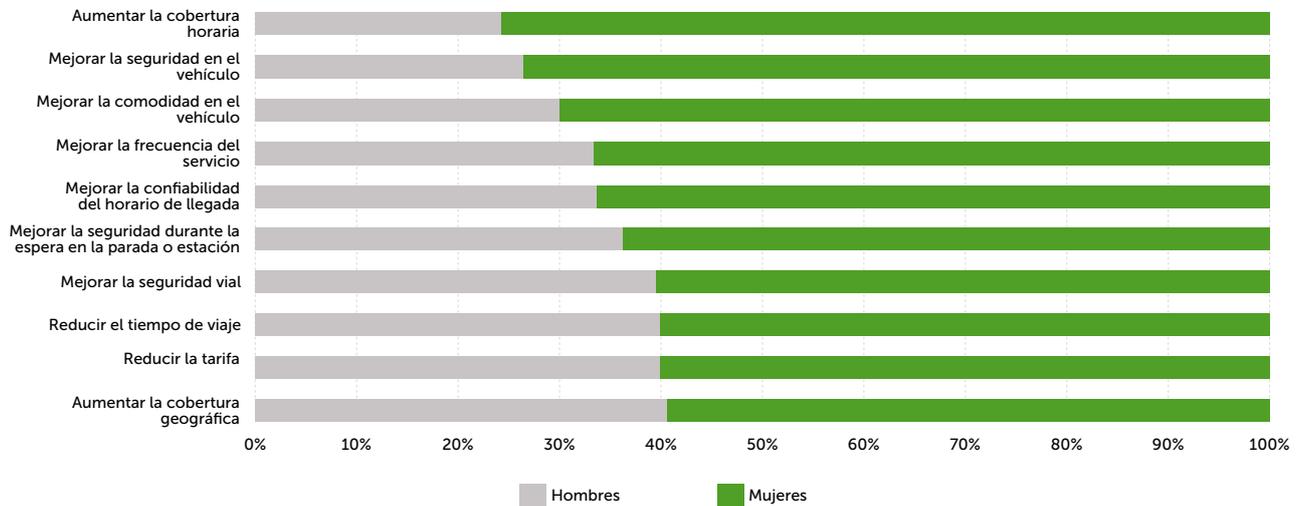
En términos de los aspectos para mejorar del sistema de transporte público, los entrevistados afirmaron que es necesario reducir el tiempo de viaje en el vehículo, mejorar la frecuencia y la seguridad en el vehículo. La Figura 10 muestra las diferencias de la variable por género y los aspectos a mejorar, mencionados por una mayor proporción de hombres, los cuales fueron los relacionados a las características del servicio como aumentar la cobertura geográfica y reducir el tiempo de viaje. En contraste, las mujeres encuestadas respondieron en mayor proporción que hay que mejorar la seguridad durante la espera en la parada o estación, mejorar la seguridad en el vehículo y la confiabilidad del horario de llegada del servicio. En la Ciudad de México, La Paz, y Lima, de los que afirmaron que un aspecto a mejorar fue la seguridad durante la espera en la parada el 67%, 81%, y 67%, respectivamente, fueron mujeres, mientras que la proporción de mujeres que consideró que había que mejorar la confiabilidad del horario llegó a 60%.

Se puede observar que los aspectos a mejorar sugeridos por las mujeres están relacionados con aspectos de seguridad personal. La confiabilidad del horario de llegada podría estar relacionado con los tiempos de espera en la parada o estación, un aspecto que en Buenos Aires, Quito, y Santiago es uno de los principales que genera inseguridad en el transporte público, junto con viajar sola o viajar sin luz de día (CAF, 2018).

Las mujeres llegan a tomar medidas de precaución de índole espacial para responder al miedo a la violencia, evitando ciertas partes de la ciudad o evitando salir de noche. Según la ECAF 2016, el 61% de las mujeres ha evitado hablar con un desconocido en los últimos 12 meses para evitar ser víctima de un delito y 59% de las mujeres han evitado dejar sus casas o apartamentos solos y han evitado viajar solas en las noches. Por ejemplo, mujeres de tres comunas de Santiago de Chile afirmaron que tienen un “toque de queda personal” para viajar o moverse por la ciudad sin estar acompañadas. Este “toque de queda” coincide con los horarios de provisión de servicio del modo de transporte más utilizado. Algunas mujeres

optaron por no viajar fuera de su vecindario o quedarse en sus hogares en la noche, mientras que la encuesta reveló que 1 de 3 mujeres decidió no realizar un viaje en transporte público

### El principal aspecto a mejorar del sistema de transporte público de su ciudad por género (desplazamientos a pie)



por sentirse insegura (CAF, 2018).

Figura 10. El principal aspecto a mejorar del sistema de transporte público de su ciudad por género (desplazamientos a pie). Fuente: elaboración propia, con datos de ECAF 2016 (CAF, 2016)

## VI. LA CAMINATA ¿UNA PREFERENCIA?

Los datos en este documento fueron presentados como una aproximación para describir la caminata como un modo de viaje. El propósito del documento es presentar el estado de la situación a nivel regional y así incentivar investigaciones futuras con foco en la caminata, no solo como modo predominante en la distribución modal de las ciudades de la región, pero también como modo contribuyente al acceso a oportunidades de desarrollo económico, social y político de hombres y mujeres.

La literatura reciente está considerando la importancia en la medición de acceso y accesibilidad de mujeres y hombres a la ciudad por medio del transporte, pero fallan en incorporar análisis más profundos sobre la no movilidad, el potencial de movilidad y las motivaciones o barreras para ejercer ambas (Kusakabe, 2012). En otras palabras, es necesario entender la intersección del concepto de la movilidad, el género y las capacidades humanas (Kronlid 2008). En este contexto, la movilidad se considera como una capacidad, por la cual mujeres y hombres pueden acceder al tipo de vida que desean. De esta forma, se hacen más visibles “los obstáculos y el potencial de moverse, y no solo los movimientos revelados, y por consiguiente las dinámicas ocultas de como la movilidad es construida” (Kusakabe, 2012, página 5).

En esa línea de análisis, podemos interpretar los datos descriptivos presentados sobre la caminata como modo de viaje, principalmente para las mujeres, como una preferencia y a su vez como un resultado de otras restricciones. En países desarrollados, el uso de modos de transporte activo es estimulado mediante una planificación que incentiva una alta densidad urbana, bajo la presunción de que las personas caminan más porque las distancias entre los destinos son más cortas. Este no parecería ser el caso para América Latina. Si bien la región presenta altos, aunque decrecientes, niveles de densidad urbana, estos son explicados mayormente por la incidencia de asentamientos informales, los mismos que proveen un acceso muy limitado a infraestructura y redes de servicios públicos de calidad (CAF, 2017).

Por limitaciones de datos y de metodología de análisis del presente documento, se identifican dos factores que pueden estar relacionados con los desplazamientos a pie: la feminización de la informalidad laboral y la movilidad del cuidado. Más información es necesaria para establecer si hay relación entre la predominancia de la caminata y un bajo acceso al transporte público, o por la inseguridad percibida en el mismo.

Además, la informalidad laboral y la movilidad del cuidado se encuentran relacionadas entre sí, debido a la persistencia de los roles de género, que se evidencia en las restricciones de acceso que tienen las mujeres a una serie de recursos de tiempo, financieros, personales y geográficos o espaciales (Dobbs, 2007).

Las barreras laborales que experimentan las mujeres y que las restringen al sector informal denotan que la demanda de movilidad está mayormente concentrada a la localidad inmediata de sus hogares, lo cual explicaría que viajen a pie.

Cuando consideramos el triple rol de la mujer, se presenta otro posible escenario, en donde los lugares de empleo de mejor calidad se encuentran a distancias lejanas de su hogar, mientras que la carga de trabajo no remunerado y la estructura del uso del tiempo para dichas tareas se llevan a cabo principalmente en o cerca de su vivienda. Esto va en línea con el nuevo modelo urbano de la región que está pasando por un creciente proceso migratorio desde las áreas centrales a la periferia de las ciudades, lo cual resulta en largos y distantes viajes para acceder a distintos servicios públicos y oportunidades económicas, incluyendo mejores empleos (Redeh, 2016).

En este sentido, Ortoleva y Brenman mencionan que el rol del transporte es facilitar estas dos actividades que se encuentran en espacios urbanos diferentes. Sin embargo, el transporte no solo crea un vínculo entre la esfera pública, dominada por el hombre y la privada de la mujer, sino también provoca una tensión espacial debido a las relaciones de poder de género que se dan cuando las mujeres usan el transporte. De esta forma, los sistemas de transporte pueden, por un lado, restringir la movilidad de las mujeres y exacerbar su confinamiento en el hogar o a la localidad inmediata y, por otro lado, permitir que las mujeres desafíen las divisiones entre el mundo privado del hogar y el público del empleo (Ortoleva & Brenman, 2003). En la atribución a la mujer de múltiples roles y actividades relacionadas

con estos, es que se ven obligadas a combinar variadas actividades como la del cuidado del hogar con actividades productivas que comúnmente se desarrollan en espacios urbanos distintos y es esa división la que el transporte debería conciliar, pero aun falla.

## VII. CONCLUSIONES

En países desarrollados, el índice de viajes realizados a pie es considerado como un efecto positivo de las políticas de movilidad y desarrollo urbano. No obstante, en América Latina también podría significar la existencia de barreras de acceso a la ciudad para los más vulnerables (Sagaris & Tiznado-Aitken, 2018). Aquellos grupos de personas que se mueven principalmente a pie, tienen a priori una restricción espacial en cuanto a poder acceder a los destinos que ofrecen servicios públicos, oportunidades de empleo y de socialización en las ciudades, las cuales en América Latina se concentran en los centros de las ciudades.

El presente trabajo descriptivo muestra la posibilidad de que la movilidad de las mujeres se vea restringido por el triple rol que desempeñan: trabajo, cuidado del hogar y participación en su comunidad. Estos roles llevan a que las mujeres no se movilicen a destinos lejanos de su hogar y pone a consideración, para investigaciones futuras, la posible existencia de barreras de acceso a otros medios de transporte, tales como el transporte público, en términos de costo, tiempo e inseguridad, resultando en una población de mujeres “cautiva” a los desplazamientos a pie.

Al considerar la planificación urbana y del transporte, en lugar de la plaza pública u otros lugares cívicos más generalmente asociados con el derecho a la ciudad, lo cotidiano se vuelve más importante (Beebejaun, 2016). En otras palabras, es necesario trabajar en obtener una definición e interpretación más completas de las experiencias diarias de las mujeres y así visibilizar “las múltiples prácticas espaciales que abarcan las funciones de las mujeres como trabajadoras, cuidadoras y personas que disfrutan de actividades de ocio” (Beebejaun, 2016, página 327). En el caso de América Latina, esa experiencia diaria se da en el transporte público y en sus desplazamientos a pie por la ciudad.

En una región, en donde las mujeres conforman la mayoría de los habitantes viviendo en zonas urbanas (Chant, 2013), las ciudades de América Latina deben acompañar la creciente expansión de la mancha urbana con una distribución equitativa de la prestación de servicios y del territorio (Redeh, 2016). Esto propone desafíos en la medida que se siga obviando la caminata como un modo de transporte, no solo importante para la movilidad limpia y sostenible, sino también para el desarrollo integral de las personas. El foco no debe estar solamente en el tratamiento adecuado del entorno urbano para peatones, sino también en la definición de políticas sociales que beneficien a los hogares de ingresos más bajos a poder

acceder a sistemas de transporte de calidad, y aún más importante, a trabajar en conjunto con políticas para la distribución de la carga de cuidado del hogar.

El espacio público, incluyendo el transporte, es una construcción social y en consecuencia es necesario interpretar estos espacios desde una visión más amplia que la que ofrecen los métodos de análisis tradicionales. La forma en que las personas se mueven o usan los espacios urbanos no solo se basa en preferencias y actitudes personales. Las relaciones sociales y de género inciden en los usos particulares de los espacios urbanos y a su vez, la construcción de esos espacios determina las relaciones sociales que se dan en los mismos. En este sentido, se espera que una mirada más profunda a la caminata y su intersección con los roles de género permitan captar otras dimensiones sobre la movilidad de grupos vulnerables, como son los niños, los ancianos, y las personas con movilidad reducida.

## REFERENCIAS

- Beebejaun, Y. (2016). Gender, urban space, and the right to everyday life. *Journal of Urban Affairs*, 39:3, 323-334. doi:10.1080/07352166.2016.1255526
- Bostock, L. (2001). Pathways of disadvantage? : walking as a mode of transport among low-income mothers. *Health and Social Care in the Community*. Obtenido de <http://ezproxy.uws.edu.au/login?url=http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2524.2001.00275>
- CAF. (2017). RED 2017. Crecimiento urbano y acceso a oportunidades: un desafío para América Latina. En C. F. Daude. Obtenido de CAF: <http://scioteca.caf.com/handle/1234567>
- CAF. (2018). Percepción de Seguridad Personal de las Mujeres en Tres Ciudades de América Latina.
- CAF, -B. (2016). Observatorio de Movilidad Urbana 2015-2016. Obtenido de CAF: <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/981>
- CAF. (2016). Encuesta CAF 2016. Retrieved June 22, 2018, from <https://www.caf.com/ecaf-2016>
- CEPAL. (2017). Panorama Social de América Latina, 2016. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), (LC/PUB.2017/12-P). Santiago. Obtenido de <https://www.cepal.org/es/publicaciones/41598-panorama-social-america-latina-2016>
- Cervero, R. (2002). Built environments and mode choice: Toward a normative framework. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Vol. 7/4, 265-284.
- Chant, S. (2013). Cities through a “gender lens”: a golden “urbana age” for women in the global south? *International Institute for Environment and Development (IIED)*. Vol 25(1): 9-29. DOI: 10.1177/0956247813477809.

- Crane, R. (2000). *The Influence of Urban Form on Travel: An Interpretive Review*.  
Obtenido de [https://www.its.ucla.edu/wp-content/uploads/sites/2/2015/04/crane\\_jpl\\_proof.pdf](https://www.its.ucla.edu/wp-content/uploads/sites/2/2015/04/crane_jpl_proof.pdf)
- Dobbs, L. (Marzo de 2007). *Stuck in the Slow Lane: Reconceptualizing the Links between Gender, Transport and Employment*. Volume14, Issue2, 85-108. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1468-0432.2007.00334.x>
- Koskela, H. (1999). *Gendered Exclusions': Women's Fear of Violence and Changing Relations to Space*. *Geografiska Annaler. Series B, Human Geography*, Vol. 81, No. 2, 111-124. Recuperado el 2 de Junio de 2018, de <http://www.jstor.org/stable/491020>
- Kusakabe, K. (2012). *Gender, Roads, and Mobility in Asia*. En K. Kusakabe. *Warwickshire: Kyoko Kusakabe*.
- Mauttone, A. &. (2017). *Encuesta de movilidad del área metropolitana de Montevideo. Principales resultados e indicadores*. Obtenido de Montevideo: CAF, Intendencia de Montevideo, Intendencia de Canelones, Intendencia de San José, Ministerio de Transporte y Obras Públicas, Universida: <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/1078>
- OIT. (2013). *Women and Men in the Informal Economy: A Statistical Picture*. Organización Internacional del Trabajo, Second Edition. Obtenido de [http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/-/dgreports/-/stat/documents/publication/wcms\\_234413.pdf](http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/-/dgreports/-/stat/documents/publication/wcms_234413.pdf)
- OIT. (18 de Diciembre de 2017). *Panorama Laboral 2017, En 2017 el desempleo aumentó por tercer año consecutivo en América Latina y el Caribe, pero bajaría el próximo año*. Recuperado el 2 de Junio de 2018, de [http://www.ilo.org/americas/sala-de-prensa/WCMS\\_614125/lang-es/index.htm](http://www.ilo.org/americas/sala-de-prensa/WCMS_614125/lang-es/index.htm)
- Ortoleva, S., & Brenman, M. (2003). *Women's issues in transportation*, in K. Lucas (ed.) *Running on Empty*. Obtenido de <https://www.womenenabled.org>: <https://www.womenenabled.org/pdfs/>



**Milena Suarez,**  
Gerente de Proyectos de Infraestructura – Transmilenio S.A.  
milena.suarez@transmilenio.gov.co

**Milnael Gómez,**  
Oficial Análisis y Programación Sectorial, DAETI – Dirección de Análisis y Evaluación Técnica de Infraestructura, CAF  
mgomez@caf.com

# LOVE – LAND OPERATION VALUE ENHANCEMENT - EN LA IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE PÚBLICO DE BOGOTÁ

## ABSTRACT

*The zonal operation component of the Integrated System of Public Transport – SITP (by its Spanish acronym) in Bogotá depend on the availability of physical and virtual infrastructure for the access and transit of passengers. On the same way, the quality of this infrastructure is essential for the management, the fare collection system, the passenger information system and for the bus maintenance. New infrastructure implementation requires public building capacity and political will, to promote financial conditions, urban regulation and institutional framework for transport infrastructure implementation. One of the challenges from the public management perspective is to generate land value (LOVE – Land Operation Value Enhancement), in order to attract private investment into public transport projects implementation. Achieving on this way the transport infrastructure update, which is necessary to improve passenger experience into the public transport system in Bogota.*

## RESUMEN

La operación y la calidad del servicio zonal del Sistema Integrado de Transporte Público – SITP, dependen de la disponibilidad de infraestructura física y virtual para el acceso y tránsito de pasajeros. Del mismo modo, la calidad de esta infraestructura es esencial para el control de la flota, el funcionamiento del sistema de recaudo, el sistema de información al usuario y el mantenimiento de los vehículos. Establecer esta nueva infraestructura en la ciudad requiere del esfuerzo de la gestión pública y la voluntad política para generar las condiciones financieras, normativas e institucionales que permitan lograr la implementación de la infraestructura de transporte. Uno de los grandes desafíos de la gestión pública es lograr generar valor en el suelo (LOVE – Land Operation Value Enhancement por sus siglas en inglés) y así atraer capital privado para la inversión en proyectos de infraestructura pública. De esta manera, se pretende actualizar la infraestructura necesaria para mejorar la experiencia del pasajero en el uso del sistema de transporte público en Bogotá.

## I. 60 AÑOS DE TRADICIÓN

Bogotá ha trabajado en la formulación de políticas públicas para reformar y modernizar el sistema de transporte público en la ciudad en los últimos 20 años. Parte de estas reformas es la operación del Sistema TransMilenio. Sin embargo, éste es insuficiente para satisfacer las necesidades de viaje en una ciudad que para el 2018 cuenta con más de 8 millones de habitantes (Arciniegas, 2017).

En el año 2006, la ciudad adoptó el Plan Maestro de Movilidad mientras que la estructuración y adopción del Sistema Integrado de Transporte de Público (SITP) ocurrió en el año 2009. La Empresa de Transporte del Tercer Milenio, Transmilenio S.A., para el 2010, en el rol de ente gestor inició la implementación del SITP planteada en cuatro fases:

1. Preparación para la implementación del SITP.
2. Implantación gradual de la operación.
3. Operación Integrada del SITP.
4. Integración con modos férreos.

Para el año 2010 la ciudad tuvo el reto de transformar el Transporte Público Colectivo (TPC) que contaba con una tradición de más de 60 años, el cual se basaba en el esquema afiliador de propietarios de vehículos con la participación de 66 empresas, 18.300 vehículos y una edad promedio de flota de 15 años (Suarez, 2008). El esquema de gestión del TPC era hombre/bus, con bajos niveles de servicio y altos niveles de informalidad en la gestión de flota para su mantenimiento y operación (Ardila, 2005).

En noviembre de 2010, fueron adjudicados los contratos de concesión a 30 años de operación para 9 concesionarios en 14 zonas en las que se organizó la prestación del servicio público de transporte en la ciudad, con la operación de 10.200 vehículos. Esta implementación se estructuró de manera gradual tanto para la incorporación de la flota como para la disponibilidad de la infraestructura. En el esquema contractual, los concesionarios operan y mantienen la flota, responden por la vinculación de conductores y demás personal operativo. Adicionalmente, en este mismo año se adjudicó la concesión del SIRCI (Sistema Integrado de Recaudo, Control, Información y Servicio al Usuario), incorporando un medio de acceso de TISC (Tarjeta Inteligente Sin Contacto), geolocalización de la flota en tiempo real, sistema de recaudo centralizado, puntos de recarga vía remota, entre otros.

Actualmente, el sistema TransMilenio cuenta con 4 componentes que son parte del SITP:

1. Componente Troncal, compuesto por rutas de buses articulados o biarticulados en vía segregada, con paradas en las estaciones y acceso a nivel en zona de pago.
2. Componente alimentador, compuesto por buses padrones de capacidad de 90 pasajeros, que movilizan desde y hacia las zonas aledañas a los portales y las estaciones intermedias del componente troncal del sistema.

3. Componente zonal, compuesto por 7 empresas operadoras en 11 zonas operativas<sup>1</sup>, operando 7.650 buses de diferentes tipologías (padrones, busetones, busetas y micros), 343 rutas urbanas, 39 rutas complementarias y 17 rutas especiales desde 350 puntos de inicio.
4. Sistema de cable, que entra en operación en el 2018 en el sector de Ciudad Bolívar, en un trayecto de 4 Km, movilizandando 3.600 pasajeros por hora.

Con la implementación del componente zonal del SITP se cambió radicalmente la oferta del servicio del TPC y el consumo del servicio por parte del pasajero. Este componente se basa en una nueva organización empresarial, con nuevas condiciones de diseño operacional, paradas fijas, localización de la flota en tiempo real e indicadores de cumplimiento. También cuenta con disponibilidad de flota de manera confiable y segura para la prestación del servicio a los pasajeros, y un medio de pago distinto para lograr el acceso al servicio. Estas condiciones han generado cambios en los hábitos de los usuarios para acceder al sistema, así como nuevas condiciones en el territorio de la ciudad.

La operación zonal del SITP ha introducido algunos cambios que han sido positivos frente a los esquemas de gestión del servicio y a otros que han generado nuevas dinámicas no planeadas en el ordenamiento territorial. En algunos sectores se presentan aglomeraciones de pasajeros para acceder al SITP. En algunos casos no se cuenta con andenes para el ascenso y descenso de pasajeros, y el ancho de las aceras es insuficiente para cumplir con las funciones del espacio público y de transporte. También, existe concentración de rutas sobre una misma parada o tramos viales, generando una gestión de tránsito inadecuada.

Por otro lado, la falta de zonas de regulación ha llevado a un bajo cumplimiento en las frecuencias de prestación del servicio y estacionamiento de buses en espacio público o en vía. También, la falta de infraestructura en las terminales ha generado impactos en la periferia por falta de baños, zonas de descanso para conductores y la operación del sistema.

Adicionalmente, el Distrito desde el 2010 identificó la necesidad de implementar de manera prioritaria la infraestructura de patios y talleres para la operación del componente zonal del SITP. La infraestructura de patios es vital para garantizar que los concesionarios dispongan de flota de manera oportuna y en condiciones aptas para la prestación del servicio. Debido a la falta de conocimiento y recursos necesarios para proveer esta infraestructura por parte del Distrito, se inició en el 2011 una serie de actuaciones normativas para permitir que esta infraestructura fuera implementada de manera transitoria por parte de los concesionarios, contando actualmente con 39 patios transitorios con 69 Ha<sup>2</sup>.

1. El diseño operacional del SITP está configurado en 14 zonas y 1 zona neutra que no requiere de un concesionario de operación. De estas zonas, el SITP no opera en tres (Fontibón, Perdomo, Suba Centro). En el 2016 dos concesionarios del SITP (Egobus y Coobus) liquidaron las sociedades empresariales que las conformaban.

2. Al inicio del 2016 se contaba con 42 patios transitorios. Sin embargo, la presión del desarrollo inmobiliario y los proyectos de ciudad han provocado el cierre de estas instalaciones provisionales. Transmilenio, Junio 2018.

Dado que la provisión de infraestructura del sistema es responsabilidad del Distrito, la ciudad ha trabajado en la estructuración de una red de instalaciones de servicios y soporte para vehículos y pasajeros que permitan generar competitividad frente a la gestión del suelo. De este modo, con estas acciones se ha buscado generar inversión pública, concentración de actividades, atracción de inversión y mejorar la calidad del servicio. Así pues, en el 2013 se inició el estudio de la capacidad del suelo para abastecer de estos servicios a la ciudad, incluyendo las tipologías operacionales y de gestión del suelo. Sin embargo, para el 2016, la falta de recursos, la dispersión de áreas, el desfase normativo y la falta de capacidad institucional, no permitió orientar el desarrollo de esta infraestructura con esquemas de financiamiento para su implementación.

Sumado a lo anterior, uno de los principales desafíos del componente zonal ha sido su bajo rendimiento financiero generando un déficit para el SITP, explicado por la reducción del número de usuarios frente al TPC. Adicionalmente, otros factores que han contribuido a este bajo rendimiento han sido los mayores costos del sistema asociados a la renovación de flota, la implementación de sistemas de recaudo y control, el aumento del número de kilómetros en vacío derivados de desplazamientos entre los patios provisionales del sistema y el inicio de las rutas. Este déficit ha sido cubierto mediante transferencias del Distrito a través de la Secretaría Distrital de Hacienda (SDH) que destina recursos al Fondo de Estabilización Tarifaria (FET) del patrimonio autónomo en el que se administran los recursos del sistema. Para el 2017<sup>3</sup>, el déficit tarifario ascendió a \$535.995 millones de pesos (178 MM USD)<sup>4</sup>.

Así mismo, la gestión de infraestructura zonal requiere la articulación de varios programas en diferentes etapas: a) patios, terminales, zonas de regulación, b) centros de transferencia y zonas pagas, c) infraestructura de integración con otros sistemas modales, d) mejoramiento de paraderos y espacio público. De igual manera, requiere armonizar la gestión predial, normativa, técnica, ambiental, social e institucional para su implementación.

El reto de la infraestructura zonal consiste en primera instancia en solucionar la implementación de patios para el alistamiento y mantenimiento de la flota, para así garantizar las condiciones de aseo y seguridad. Por la naturaleza del diseño operacional, se requiere que esta infraestructura sea localizada en la periferia de la ciudad junto con la localización de terminales zonales. Por lo tanto, es necesario diseñar un mecanismo que permita adaptar las necesidades de la infraestructura de transporte para vehículos y pasajeros, en armonía con la morfología urbana del territorio.

3. Transmilenio S.A. Diciembre 7 de 2017.

4. Transmilenio S.A. 2018.

Considerando las restricciones para el desarrollo del suelo, es necesario generar un mecanismo que permita viabilizar la implementación de proyectos de transporte público con servicios a vehículos y a pasajeros de manera integral. Es decir, teniendo en cuenta las condiciones de operación, de la infraestructura, de análisis urbano, normativo, predial, inmobiliario, institucional, comercial, económico, financiero, ambiental y social. En este sentido, en el año 2017, Transmilenio S.A suscribió un convenio con CAF – Banco de Desarrollo de América Latina para el desarrollo de un Plan de Implementación de Infraestructura Zonal para Patios, Terminales y Zonas de Regulación que resuelva de manera integral los proyectos de transporte del componente zonal del SITP (Figura 1).

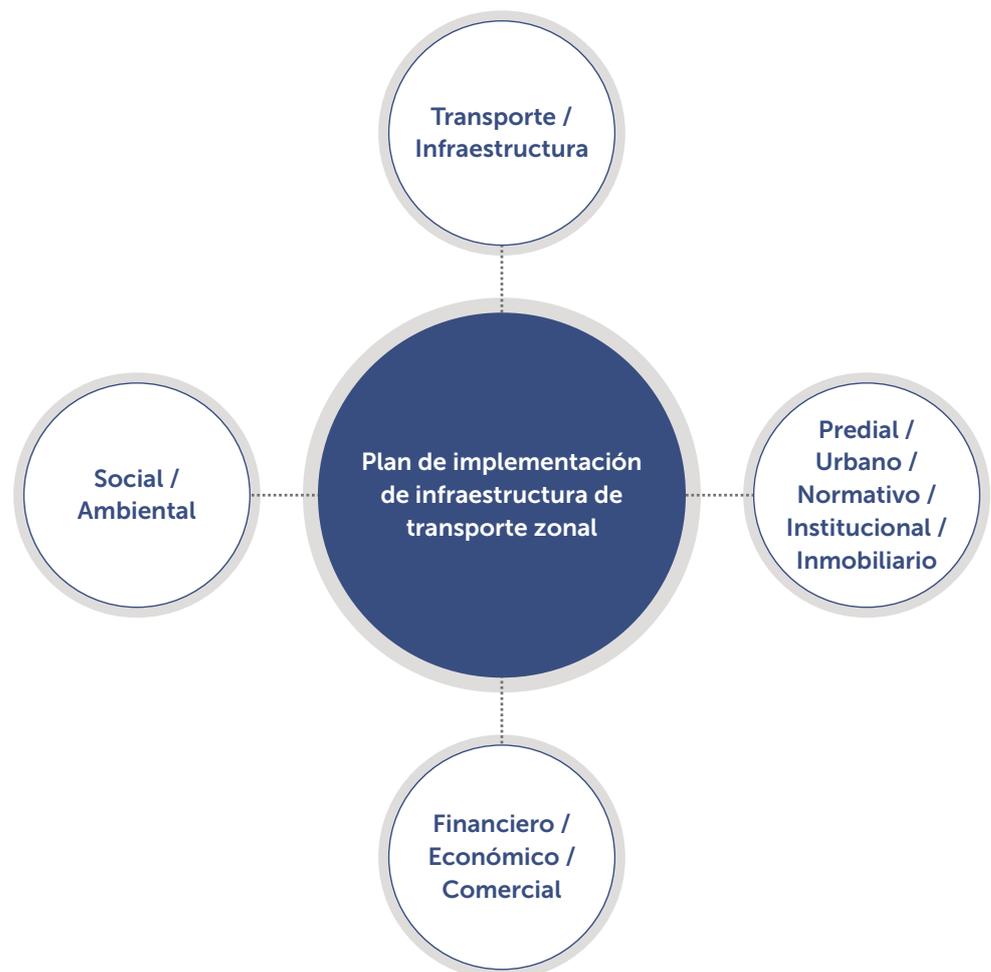


Figura 1. Componentes del Plan de Implementación. Fuente: Transmilenio S.A., 2016<sup>5</sup>

5. A la fecha sólo falta por desarrollar el componente financiero, económico y comercial del Plan de Implementación de Infraestructura Zonal.

A continuación, se presentan los principales resultados del desarrollo del Plan de Implementación de la Infraestructura de Transporte Zonal del SITP para patios, terminales y zonas de regulación, en tres momentos: enfoque estratégico, metodología y resultados. Finalmente, el documento presenta las conclusiones y recomendaciones para implementar la infraestructura necesaria en la ciudad, y así garantizar la estabilidad del SITP.

## ENFOQUE ESTRATÉGICO: LOVE

El sistema TransMilenio moviliza en su componente troncal 2.45 millones de viajes al día y en el componente zonal 1.6 millones de viajes al día. Se estima que el cable aéreo movilizará 50 mil pasajeros diarios. Por su parte, en el esquema provisional se cuenta con cerca de 2 millones de viajes diarios (Secretaría Distrital de Movilidad de Bogotá, 2015). En total, en la ciudad se desarrollan 4.1 millones de viajes diarios dentro de un esquema formal que tiene oportunidad para implementar acciones de gestión sobre la experiencia de viaje del pasajero.

Desde la empresa Transmilenio S.A se pretende diseñar una estrategia orientada a mejorar la experiencia del usuario, basada en los siguientes principios (Transmilenio S.A, 2018):

1. El pasajero es la razón de ser del sistema.
2. Integrar y concentrar la infraestructura de transporte complementaria y conexas entre los servicios a vehículos y/o a pasajeros, con el fin de hacer más eficiente la operación zonal y disminuir el esfuerzo de acceso al sistema de operación zonal.
3. Proveer la plataforma física necesaria para los servicios a vehículos y pasajeros para garantizar la disponibilidad de la flota en armonía con la gestión del tiempo del pasajero en el sistema.
4. Maximizar la inversión mediante el uso eficiente de áreas suficientes con las condiciones básicas, para garantizar el funcionamiento de la infraestructura de transporte.
5. Atraer fuentes de financiación para la inversión en proyectos de infraestructura de transporte público desde el sector público y el sector privado.
6. Promover actividades complementarias y conexas a la infraestructura de transporte en los predios objeto de intervención y en las áreas aferentes a su localización, con el fin de lograr la mezcla de usos con actividades dotacionales y/o con desarrollo inmobiliario.
7. Proveer la infraestructura de transporte con énfasis en la operación integrada con los sistemas de movilidad de la ciudad y sus diferentes modos.
8. Lograr la inserción de la infraestructura de transporte zonal de manera integrada con el entorno urbano, contando con todos los servicios públicos domiciliarios.

La gestión de la experiencia del pasajero requiere armonizar sus necesidades y la interac-

ción con el sistema durante sus diferentes etapas de viaje, en coherencia con su entorno. Las necesidades de viaje del pasajero se basan en:

1. La gestión de la experiencia (tiempo en el sistema y percepción sobre el mismo).
2. Comodidad (esfuerzo físico en el acceso, tránsito y salida del sistema).
3. Facilidad y rapidez, entre más rápido mejor.
4. Confiabilidad y seguridad, viajar seguro y obtener lo esperado del servicio. Para esto se requiere gestionar el tiempo del pasajero en cuatro momentos: a) El tiempo del acceso, b) El tiempo de espera, c) El tiempo de tránsito, d) El tiempo de salida.

Este enfoque sobre la Gestión de la Experiencia del Pasajero es un cambio de paradigma fundamental que es necesario adoptar en todas las escalas institucionales y sectores relacionados con el transporte y la infraestructura en la ciudad, teniendo en cuenta que actualmente la gestión del sistema de transporte se ha basado en términos de vías, vehículos y demanda.

Generar el cambio requiere del análisis integrado con las condiciones existentes respecto a a) determinantes físicas y condiciones naturales del suelo, b) malla vial existente, c) necesidades de servicio de transporte, d) condiciones de uso del suelo, y e) condiciones socioeconómicas de la población; con el fin de determinar las restricciones y oportunidades del territorio y su entorno, para ser desarrollado como infraestructura de transporte enfocada a los servicios para el pasajero.

Teniendo en cuenta que las concesiones de operación y las propuestas de desarrollo urbano se han realizado con proyección al 2030, se requiere la integración de soluciones congruentes con las restricciones y oportunidades del territorio y los principios de gestión. Las propuestas de proyectos urbanos integrales, basadas en los desarrollos orientados al transporte para resolver los proyectos estratégicos de movilidad, deben estructurar la infraestructura de transporte con las condiciones de accesibilidad y conectividad en la zona. Del mismo modo deben hacerlo aquellos proyectos que tengan oportunidad para el desarrollo inmobiliario o de carácter dotacional en armonía con los instrumentos de planeación de la ciudad, para lograr la mezcla de usos y generar atraktividad para la inversión privada y la renovación urbana del entorno. En este marco, mejorar la experiencia de viaje del pasajero, desde el entorno hasta el acceso al sistema y los servicios al pasajero al interior de la infraestructura, permitirá que su percepción en la calidad del servicio cambie.

Lograr gestionar la experiencia del pasajero en el componente zonal del SITP, en armonía con el desarrollo del territorio requiere: LOVE – Land Operations Value Enhancement –, es decir, generar valor en el suelo, logrando hacer zonas atractivas para la inversión del sector privado. Este enfoque responde principalmente a tres condiciones en su implementación:

1. Condiciones de infraestructura respecto a la disponibilidad de vías (accesibilidad), espacio público y servicios públicos
2. El uso del suelo, qué tan denso, compacto, diverso y flexible es para adaptarse a la transformación de la dinámica urbana.

3. Incentivos fiscales que permitan a los inversionistas la disminución de costes en el inicio del proyecto, y que faciliten la captura del valor del suelo en el largo plazo.

Este enfoque permitirá no sólo mejorar la experiencia del pasajero en el sistema pero también, permitirá generar valor en el suelo para la operación de la tierra tanto del predio en desarrollo para infraestructura de transporte, como para el suelo en el área de influencia. En otras palabras, lograr la inserción de la infraestructura de transporte de manera armonizada con el entorno urbano permitirá generar valor en el suelo con potencial de ser capturado para su reinversión en la sostenibilidad del sistema de transporte público en la ciudad.

El concepto LOVE se basa en los principios de Desarrollos Orientados al Transporte (EM-BARQ, 2015; ITDP, 2017; Secretaría Distrital de Planeación, 2013), los Proyectos Urbanos Integrales (Secretaría Distrital de Planeación, 2012) y los Proyectos Estratégicos de Movilidad (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2015). El principal objetivo es lograr que el suelo sea atractivo para la inversión y lograr que el sector privado se interese en proyectos de inversión para la infraestructura pública. Bajo este modelo, es el ciudadano quien termina capturando el valor del sistema urbano integrado por el acceso a los servicios en zonas compactas, densas, seguras, accesibles, conectadas, con mezcla de uso y un entorno adaptado a sus necesidades de movilidad, con los subsecuentes sistemas de respaldo.

Ahora bien, la infraestructura zonal del SITP es nueva para la ciudad y por ello es necesario resolver quién, qué, dónde y cómo se implementa esta infraestructura. La infraestructura zonal es la primera de esta tipología en escala y servicio en la ciudad, en el país y la primera de su tipo en un esquema de sistema integrado en Latinoamérica, y su modelo de gestión servirá de guía para el desarrollo de infraestructura similar en otras ciudades. El enfoque estratégico de LOVE le permitirá al SITP, en su componente zonal de patios y terminales en la periferia de la ciudad, actuar como un detonante de transformación y renovación para mejorar la calidad urbana del territorio y generar sostenibilidad en la operación del sistema de manera integrada con el suelo.

## II. METODOLOGÍA, ANÁLISIS Y PROPUESTA INTEGRADA

En congruencia con el enfoque estratégico para el análisis integrado de las determinantes y condicionantes de las propuestas, es necesario establecer las necesidades respecto a:

**Diseño operacional:** localizar los puntos de inicio y fin de ruta, identificar la cuenca de transporte a servir, la cantidad y tipología de vehículos y las rutas por zona y concesionario de operación. En una siguiente etapa se agrupan los posibles inicios y fin de ruta para optimizar la inversión en la infraestructura en distancias caminables para los pasajeros y a su vez se identifican qué terminales de ruta se pueden integrar con las instalaciones de patio.

**Análisis de suelo<sup>6</sup>:** a partir de los estudios previos y la consulta en bases de suelo de la ciudad, se establecen los predios factibles a ser implementados como infraestructura de transporte. También se analizó el suelo vacante o subutilizado, estableciendo las condiciones técnicas para implementar la infraestructura, tales como: tamaño, geometría, pendiente, localización, afectaciones prediales por reservas viales o ambientales, afectaciones por tratamientos de norma urbana, por riesgos, entre otros.

Así se establecieron las restricciones para el desarrollo de la infraestructura de transporte, tanto para su localización como para su implementación. De manera que, no se puede localizar en suelo de protección ambiental, zonas de conservación, zonas de riesgo no mitigable, zonas residenciales netas, cascos históricos, suelo rural (para patios), entre otros.

En este análisis integrado se adoptaron otras medidas de operación para su implementación. Por ejemplo, el diseño y análisis del área se realizó para la tipología de bus padrón equivalente, que corresponde a la tipología más grande y con mayores restricciones. También, se analizó el tamaño mínimo de un patio de 80 buses padrón equivalente, cuya capacidad máxima es de 200 buses. En cuanto a la perspectiva urbana, se prevé que los patios pueden ser desarrollados en el subsuelo, a nivel, en terrazas, o por niveles, de acuerdo con el entorno urbano y las condiciones físicas.

En lo referente a la regulación existente, el marco normativo y los instrumentos de planeación resultan insuficientes para generar estabilidad jurídica al desarrollo de proyectos urbanos integrales para el sistema de transporte zonal. Por lo cual, es necesario expedir una norma específica con las condiciones urbanas y arquitectónicas de estos proyectos. Debido a la inconsistencia normativa, también es necesario fortalecer la capacidad institucional del Distrito para soportar la gestión en la implementación de la infraestructura propuesta.

Durante el proceso de concertación interinstitucional de Transmilenio S.A con otras entidades como la Secretaría Distrital de Planeación, la de Movilidad, la de Ambiente, el Instituto Distrital de Gestión del Riesgo y Cambio Climático, y el Instituto Distrital de Recreación y Deporte, se lograron acuerdos orientados a resolver la infraestructura de manera integral con el desarrollo de la ciudad:

- **Estrategia 1.** Obtener el suelo como resultado de cargas urbanísticas<sup>7</sup>.
- **Estrategia 2.** Obtener suelo como aumento de mayores edificabilidades.
- **Estrategia 3.** Implementar infraestructura de transporte en mezcla con infraestructura vial.
- **Estrategia 4.** Implementar infraestructura de transporte en bienes y espacio públicos.

6. El análisis del suelo se elabora con base en la consulta de los predios consolidados en consultorías previas de la Secretaría Distrital de Movilidad, el Instituto de Desarrollo Urbano, la convocatoria a presentar manifestaciones de interés realizada por Transmilenio en el 2016, y la consulta de predios en la UACD y el DADEP.

7. Basado en el artículo 77 del Acuerdo 485 de 2016. Plan de Desarrollo: Bogotá Mejor para Todos.

- **Estrategia 5.** Mezclar infraestructura de transporte con otros dotacionales.
- **Estrategia 6.** Mezclar infraestructura de transporte con desarrollo inmobiliario.

Posteriormente fue necesario determinar los instrumentos de gestión del suelo, las fuentes de financiación y las competencias de las entidades en las diferentes fases de los proyectos. Una vez consolidado el diseño operacional en términos de buses y pasajeros, tipología y actividades a desarrollar, se propuso el área de interés para la localización de la infraestructura; el componente urbano depuró la base predial con las condiciones mencionadas anteriormente, y entregó el área factible para ser implementada desde la perspectiva urbana.

En este punto se elaboró un proceso iterativo, dado que el requerimiento de área es mayor a la oferta disponible en algunos sectores muy densos y consolidados, como la Calle 80 y Kennedy, o en zonas con restricciones para su desarrollo como en Usaquén por el Plan Zonal Lagos de Torca. En estas zonas se desarrollarán tipologías de mezcla de infraestructura de transporte con espacio público, en zonas de reserva vial o malla vial construida, o con parques, por lo que es necesario definir instrumentos normativos o capacidad institucional para resolver estas mezclas de usos del suelo.

Como resultado, en el Plan de Implementación de Infraestructura Zonal del SITP establecieron nuevas tipologías de infraestructura y combinaciones para optimizar el diseño operacional del sistema, así como el consumo del suelo en la ciudad. Se identificaron 40 patios (patios de alistamiento, patio y terminal, patio y paradero); 7 terminales; 9 zonas de regulación y 14 paraderos para un total de 70 polígonos.

Una vez localizados los proyectos, se caracterizaron a través de una ficha de proyecto con la descripción de los diferentes componentes:

1. General (localización, tipología, cantidad de predios, zona SITP)
2. Urbano (situación de la norma, afectaciones, cuadro de áreas, etc.)
3. Transporte (rutas, vehículos, pasajeros, programa de áreas, costos), diseño conceptual e infraestructura
4. Desarrollo inmobiliario
5. Condiciones ambientales
6. Aspectos sociales a tener en cuenta para su implementación.

Esta ficha de proyecto alimentó una matriz de priorización donde se evaluaron los aspectos de cada proyecto para su implementación y se determinaron los proyectos más importantes para llevarse a cabo. Así, por ejemplo, los proyectos que calificaron con mayor puntuación fueron aquellos con mayor impacto en la operación por la cantidad de buses y/o pasajeros, en las condiciones del suelo y sus instrumentos de gestión, así como los que presentaron mayor eficiencia en el uso de recursos para su construcción y pocas afectaciones para su desarrollo o impactos en la gestión de proyecto.

Considerando la caracterización de estos proyectos, durante la elaboración del Plan se identificó la necesidad de mejorar la norma urbana, ambiental y de movilidad para brindar un marco normativo para la implementación de esta infraestructura. Es por esto, que parte de las tareas que el Distrito ha adelantado son los Decretos para generar las normas urbanas y arquitectónicas de la infraestructura zonal de carácter definitivo y el anuncio de proyecto para los predios priorizados para su implementación. Los instrumentos más importantes del Plan de Implementación son los modelos de gestión del suelo que permiten abordar el acceso al predio y los esquemas de participación del sector privado y otras entidades del sector público.

En conclusión, los procesos de selección predial, caracterización de proyectos, modelos de gestión y el esquema normativo son procesos mixtos que se resuelven de manera integrada en la propuesta del Plan de Implementación, el cual debe ser adoptado por la ciudad como un instrumento de política pública para su ejecución.

### III. RESULTADOS

#### TIPOLOGÍA + DEFINICIONES + ESCALAS + NATURALEZA DEL SUELO = MODELOS DE GESTIÓN

---

Con base en las fichas de proyecto, la infraestructura de transporte, se clasifica en dos tipos: Servicios a vehículos y Servicios a pasajeros.

Adicionalmente, la infraestructura de servicios a vehículos y pasajeros cumple una función en el sistema de transporte, respecto a:

1. Infraestructura de circulación, que son las vías de tránsito mixto en la ciudad.
2. Infraestructura de acceso, a paraderos, terminales y zonas multiparada.
3. La infraestructura de soporte, instalaciones para patios de alistamiento y centros de control.

Teniendo en cuenta que la prioridad para garantizar la sostenibilidad del sistema son los patios, estas instalaciones se deben mezclar con otras funciones de transporte según el diseño operacional. Para ello, las posibles tipologías a implementar de patios son:

1. Patio y terminal
2. Patio y paradero
3. Sólo patio

Adicionalmente, como resultado del diseño se proyectaron como tipologías adicionales las terminales y las zonas de regulación. Estas son vitales para mejorar las frecuencias y la calidad en la prestación del servicio.

En lo correspondiente al diseño operacional, se requiere la implementación de 56 polígonos distribuidos en las tipologías. En esta se localizan 40 patios en la periferia de la ciudad y en el inicio comercial de las rutas. De éstos, 20 cumplen únicamente la función de patios, 10 son patios con terminal y 10 son patios con paradero. Además, se identifican 4 zonas de regulación que se ubican en la zona neutra y las otras 5 zonas se localizan en áreas de la ciudad donde la pendiente es demasiado alta y no permite localizar un patio, como en la periferia de la zona de Ciudad Bolívar. También se identificaron 7 terminales importantes donde existe una concentración natural de pasajeros, en zonas como Ciudad Bolívar y Bosa (Ver Figuras 2 y 3).

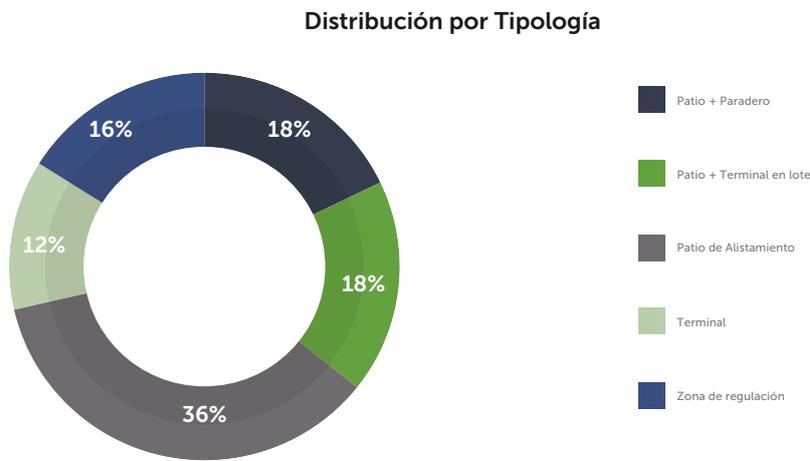


Figura 2. Distribución de la infraestructura zonal por tipología para toda Bogotá. Fuente: Transmilenio, 2018. Con base en la información de Mobilé, para el Plan de Implementación

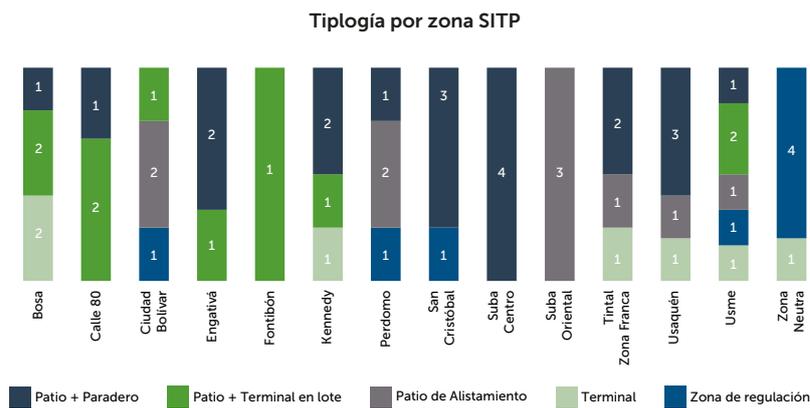


Figura 3. Distribución de la infraestructura zonal por tipología para cada zona del SITP. Fuente: Transmilenio, 2018. Con base en la información de Mobilé, para el Plan de Implementación

Así mismo, se identificó que el promedio del área de los 39 patios provisionales en funcionamiento es de 78.14 m2 por padrón equivalente. En las condiciones de operación definitiva, el promedio de área por bus padrón equivalente es de 113.26 m2. Este es un indicador

de mejora de las condiciones de servicio para los concesionarios e incluye áreas suficientes y necesarias para cumplir con las actividades de mantenimiento, alistamiento y estacionamiento de la flota.

Además, el diseño operacional establece para los patios un mínimo de 80 buses y un máximo de 200 buses tipo padrón equivalente por unidad funcional, con un máximo de 3 unidades funcionales adyacentes, en caso que un mismo lote sea utilizado por más de una unidad funcional. Esta misma área contará con sus respectivas zonas operativas, administrativas y de control de acceso de forma independiente. El máximo en tamaño de la unidad funcional tiene por objeto controlar los impactos generados por la concentración de actividades en los patios.

De igual manera, las zonas de regulación tienen un mínimo de 10 buses y un máximo de 150 buses tipo padrón equivalente por unidad funcional, con un máximo de hasta 2 unidades funcionales. Estas zonas tienen como función facilitar las actividades de control sobre la programación de los servicios tanto a vehículos como a conductores, y así mejorar las frecuencias y calidad de prestación del servicio mediante instalaciones de apoyo para el aseo rápido de vehículos.

Las terminales zonales son estructuradas como una nueva tipología de infraestructura de transporte en la ciudad. Esta instalación es una zona orientada al tránsito peatonal que se desarrolla con una instalación de circulación y estacionamiento fuera de vía. Las terminales zonales tienen dos tipologías: de 3 a 6 paradas con un volumen entre 1.800 y 3.600 pasajeros en la hora de máxima demanda, o entre 3 y 9 paradas con un volumen entre 3.600 y 5.400 pasajeros en la hora de máxima demanda con proyección al 2030.

De los 39 patios transitorios existentes en el sistema zonal, únicamente 12 patios cumplen con el perfil para migrar a definitivos en términos del diseño operacional. Sin embargo, la presión de desarrollo inmobiliario, la falta de instrumentos de planeación del suelo y la construcción de la malla vial han provocado que sólo 9 de estos patios puedan ser definitivos. En otras palabras, es inminente el consumo del suelo para otras actividades y la exclusión de estas instalaciones en los servicios de la ciudad.

Adicionalmente, el diseño operacional proyecta que el 79% de las instalaciones sean nuevas, donde el 7% tiene el potencial para migrar a infraestructura de soporte para el componente troncal y del 21% correspondiente a infraestructura de carácter transitorio, el 5% podrá migrar sus servicios a infraestructura troncal, es decir, que el 12% de la infraestructura zonal podrá migrar a infraestructura troncal y el restante 88% deberá permanecer como infraestructura zonal, cuando se termine de implementar el sistema de infraestructura troncal (Figura 5). Respecto del análisis urbano para 56 polígonos, se realizó el análisis a escala de predio y unidades prediales con su respectivo análisis normativo y de áreas, con lo cual se buscó establecer el potencial para su implementación como infraestructura de transporte y su potencial para desarrollo inmobiliario.

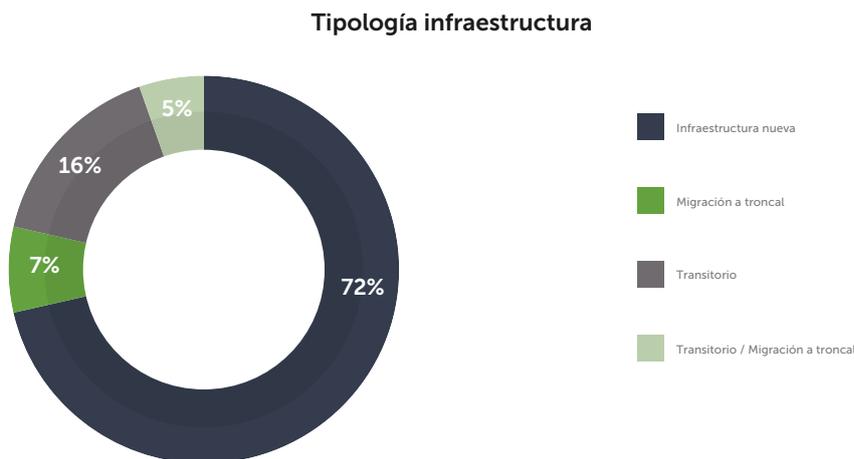


Figura 4. Vocación de la Infraestructura zonal. Fuente: MoBiLé, 2018.

La estructura de ocupación del suelo arrojó dos tipologías de suelo<sup>8</sup>. La primera es el suelo de carácter público que está compuesto por parques, en reserva vial, en Zona de Manejo de Protección Ambiental o en cesión de equipamiento por el desarrollo de proyectos inmobiliarios. La segunda es el suelo privado que está compuesto por suelo útil sin participación de privados, suelo útil con participación de privados y bienes fiscales. La combinación de este tipo de suelo en su combinación con las tipologías operacionales y el tipo de implantación que generaron las restricciones para el diseño de los posibles modelos de gestión para la implementación.

Además, se identificó que el área base para la intervención es de 162 Ha. Esta cantidad de suelo ha sido optimizada respecto a las necesidades de suelo de estudios previos<sup>9</sup>. De igual forma los costos de inversión son menores, una vez se ejecuten los proyectos de aprovechamiento económico o desarrollo inmobiliario asociado a la infraestructura de transporte en el predio. Para el caso de Bogotá de los 40 patios proyectados de carácter definitivo, 7 no tienen potencial de aprovechamiento o desarrollo inmobiliario, 4 tienen el potencial de aprovechamiento económico con servicios al pasajero y 6 tienen el potencial de desarrollar proyectos inmobiliarios.

En el balance general del desarrollo de proyectos inmobiliarios y de aprovechamiento económico por servicios al pasajero se presentan en la siguiente tabla:

8. Montaña & Consultores, 2018.

9. En el Decreto 305 de 2015 requirió un área de 469.6 Ha. En documento de apoyo del IDU a la estructuración de patios en el 2015 requirió 213.4 Ha. En la propuesta técnica, económica y financiera que elaboró Transmilenio en el 2015 se requirió 198.2 Ha y en el estudio de Deloitte en el 2013 se requirió 232.2 Ha.

**Tabla 1: Esfuerzo financiero proyectado**

CONCEPTO	VALOR COP BILLONES
Costo infraestructura transporte	(-)1.46
Costo proyecto inmobiliario	(-)0.35
Costo terreno (incluyendo terrenos públicos cedidos)	(-)0.6
Ingresos inmobiliarios	(+)1.3
Esfuerzo financiero gestión pública	(=)1.11

Fuente: DyGT, 2018.

Este perfil financiero general de la infraestructura de transporte zonal es una mejora importante en la optimización del esquema de inversión respecto a los estudios previos que proyectaron un esfuerzo de 6 billones COP.

Para lograr la disminución en los costos de inversión se requiere mayor esfuerzo en la gestión institucional. Así, por ejemplo, 5 fichas de proyectos han sido estructuradas en planes parciales adoptados, donde hay 3 caminos para su implementación (de acuerdo con los instrumentos de planeación del suelo disponibles a la fecha). El primero es modificación del plan parcial cuando el uso no es compatible; el segundo es comprar sin modificar el plan parcial, esto quiere decir que el suelo urbanizable para infraestructura de transporte deberá pagar las cargas urbanas del desarrollo, y el tercero, son las cesiones anticipadas para lo cual en la formulación del plan parcial requiere de la participación de las entidades con el privado.

Otras condiciones del suelo para su gestión pueden ser las reservas viales (35.72%), zonas en amenaza por riesgo de inundación (28.57%) o remoción de masa (41.07%), proyectos vecinos o con afectación a suelos de protección y zonas de manejo de protección ambiental (46.42%), espacio público y parques (28.57%), donde solo el 14.28% de los polígonos no tienen afectaciones evidentes.

Sumadas las condiciones de la infraestructura de transporte según su tipología, escala, predio, condiciones normativas urbanas, inmobiliarias e institucionales, los proyectos de infraestructura de transporte se pueden estructurar en 6 modelos tipo de gestión para su implementación. Estos responden a la existencia de instrumentos de planificación que permiten la gestión asociada del sector público con el sector privado, la facilidad o complejidad de acceso al suelo, la atractividad para la inversión y la posibilidad de intervenciones públicas para mejorar las condiciones del suelo y su entorno. Los modelos de gestión asociada son los siguientes:

- **Modelo de gestión asociada obligatoria 1.** Cuando existe un instrumento de planificación adoptado a través de plan parcial o plan zonal. La modificación de plan tiene anuencia del promotor y existe un escenario para la modificación.
- **Modelo de gestión asociada obligatoria 2.** Igual que el anterior, pero no existe opción de modificación.
- **Modelo de gestión asociada opcional 1.** Existe cuando hay oportunidad de relación con propietarios del predio para el desarrollo de un negocio inmobiliario.
- **Modelo de gestión asociada opcional 2.** Es cuando hay una baja oportunidad para la relación el privado para desarrollo de los proyectos.
- **Modelos sin gestión asociada 1.** En este caso los propietarios no están abiertos para la negociación y la infraestructura se requiere de manera inmediata.
- **Modelos sin gestión asociada 2.** En este caso la infraestructura se desarrolla en espacio público y no existe relación con propietarios.

Para cada modelo de gestión se establece la forma de acceder al suelo y sus instrumentos, el instrumento de planeación para su desarrollo y el tipo de relación con el sector privado. En general, dadas las condiciones de esfuerzo en la inversión, entre más participación (inversión) del sector privado, menor será el gasto de los recursos públicos.

En este sentido, el enfoque LOVE – Land Operations Value Enhancement –, para generar la mejora en el valor del suelo requiere del gobierno a nivel de Distrito activo y fortalecido en su capacidad de negociación, a través del desarrollo de instrumentos de captura de valor del suelo e incentivos fiscales, el mejoramiento del acceso a los proyectos y su entorno, y la reglamentación para sus relaciones con sector privado. Es por esto que las estrategias de acupuntura urbana (Lerner, 2003) para la revitalización del suelo en la periferia en los procesos de renovación urbana y de mejoramiento integral, constituyen una herramienta fundamental para atraer la inversión privada a los proyectos de carácter público. Así mismo ocurre con los mecanismos de participación de privados en la inversión pública<sup>10</sup>.

10. Las Asociaciones Público Privadas, cuya estructura en el Distrito perdieron fuerza ejecutoria, según las leyes nacionales. Ley 1882 de 2018 y ley 1508 de 2012.

## IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El reto para Bogotá es implementar un nuevo sistema de infraestructura de transporte público de pasajeros, que reconozca al usuario como protagonista y “corazón del sistema”. Uno que garantice de manera equitativa su acceso al servicio. Esta infraestructura es necesaria para la operación en todos los sectores de la ciudad, especialmente en aquellas zonas periféricas donde inician las rutas del componente zonal y que actualmente tienen poca presencia del Distrito. Esta nueva infraestructura de patios, terminales, paraderos y zonas de regulación adecuadas permitirá aumentar la confiabilidad del sistema, el confort de los usuarios y la gestión del tránsito en vía. Lo hará también al generar estos espacios adecuados de abordaje y permanencia para los usuarios y funcionarios del sistema.

En este artículo se identifican los diferentes componentes del sistema en su conjunto (Alimentador, Metro, Transmisible, Troncal y Zonal), y la importancia estratégica de cada uno, subrayando la importancia para la ciudad de reconocer los proyectos de infraestructura zonal con la misma relevancia y jerarquía que podría tener la construcción de infraestructura de los demás componentes del sistema. La inversión en infraestructura en el componente zonal repercute directamente en la percepción de los usuarios sobre el sistema. Además, esta contribuye en gran medida en la mejora de los indicadores financieros del SITP mediante la optimización de frecuencias, recorridos, tiempos de parada, consolidación de la demanda y reducción de kilómetros en vacío.

La solución propuesta en este artículo presenta desafíos debido a la escasez de tierra que actualmente afronta el Distrito en su perímetro urbano para el SITP. Estos mismos retos se presentan para infraestructuras como el patio taller del sistema metro y los patios del componente troncal de Transmilenio. Por esta razón, se requiere tomar acciones a la brevedad para asegurar la mayor cantidad de predios para la construcción de infraestructura, de modo que permitan la posterior construcción y adecuada operación del componente zonal. Estos desafíos incluyen la construcción de infraestructura en conjunto con otros equipamientos urbanos, así como la construcción en varios niveles o de sótanos.

La infraestructura propuesta funciona como una red en un sistema, el cual se adecúa a las necesidades de los concesionarios de operación de forma no exclusiva a cada zona del SITP. De esta manera se garantiza la provisión de servicios para el componente zonal y la reducción efectiva del número de kilómetros en vacío. Asimismo, la infraestructura propuesta es flexible y adaptable para la construcción de futuras troncales, donde los patios y terminales zonales pueden migrar a un esquema troncal, asegurando así la provisión de las áreas necesarias para el completo desarrollo del SITP.

Además, las oportunidades de desarrollo inmobiliario de estos proyectos requieren la creación de instrumentos normativos innovadores que permitan la participación de actores privados y otras entidades públicas, para así garantizar la mayor captura de beneficios

inmobiliarios para la ciudad en el largo plazo. Los retos técnicos y normativos deberán ser afrontados por instituciones sólidas, con adecuada gestión interinstitucional, que estén orientadas a la solución de las problemáticas complejas ya planteadas. Asimismo, es necesario que los mecanismos de coordinación que han sido planteados y desarrollados a lo largo de la planificación de la infraestructura, se mantengan en etapas posteriores para asegurar su correcta implementación.

El desarrollo inmobiliario derivado del aprovechamiento parcial de los polígonos planteados permitirá la llegada de otras entidades distritales a sectores desfavorecidos en los cuales aún no se cuenta con la adecuada cobertura. De igual manera, se convertirán en un detonante de renovación y mejoramiento urbano de escala local que permitirán el desarrollo de centralidades alrededor de los patios y terminales en la periferia. De esta manera se dinamizarán las actividades económicas de la zona, las oportunidades de desarrollo económico y el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de la zona de influencia. Por otro lado, los ingresos derivados de las operaciones inmobiliarias y la mezcla con reservas viales y bienes públicos o fiscales, o como producto del desarrollo de cargas urbanísticas, le permitirán a la ciudad el ahorro de al menos 3 billones de COP (1 billón de dólares americanos) en la implementación de esta infraestructura y la captura de parte del valor generado con la atracción de usuarios del sistema de transporte.

Para lograr la efectiva implementación de estos proyectos será necesario desarrollar una estrategia a largo plazo que permita su ejecución, en esta y en las siguientes administraciones. Un referente importante son las Fases I, II y III de Transmilenio construidas en diferentes administraciones y enmarcadas dentro de un plan de largo plazo que no fue ejecutado a cabalidad redundando en la crisis del sistema. En este escenario, la incorporación de los resultados del Plan de Implementación de Equipamientos Zonales en la formulación del Plan de Ordenamiento Territorial en discusión será vital para la obtención del suelo necesario en las condiciones planteadas para la correcta operación del SITP.

Además, la formulación de este Plan confirma las oportunidades y las necesidades de ver a los sistemas de transporte como una gran oportunidad de construcción de ciudad, atrayendo e invirtiendo recursos que redundan en el crecimiento económico de la ciudad y en la generación de ingresos para el Distrito. De forma complementaria, este plan ayuda al posicionamiento del sistema entre sus usuarios, al mejorar la percepción e indicadores de calidad de servicio y la oferta de servicios complementarios, fortaleciendo la presencia de instituciones sociales en zonas históricamente desatendidas en la ciudad.

Adicionalmente, Transmilenio S.A como ente gestor del sistema y con respaldo de las demás entidades del Distrito ha adelantado una serie de herramientas para implementar los proyectos prioritarios en la ciudad, como el desarrollo de la “Guía Estándar de Diseño”, la “Guía de Análisis Inmobiliario”, el proyecto de Decreto para dar las directrices urbanas y arquitectónicas para la infraestructura zonal de carácter definitivo y el proyecto de anuncio

de Decreto. De igual manera, la estructuración del componente financiero está enfocado a construir el instrumento institucional y normativo para lograr la captura de valor desde el proyecto de transporte o desde el entorno para financiar componentes del sistema.

En conclusión, la gestión pública continúa con la construcción del escenario más factible para implementar proyectos de transporte zonal que se localizan en la periferia de la ciudad con bajos niveles de inversión pública. Como se ha subrayado en este artículo, estos proyectos requieren del fortalecimiento de las instituciones en instrumentos de gestión para lograr implementar proyectos urbanos integrales basados en desarrollos orientados al transporte como una nueva dinámica en la transformación del suelo de la ciudad.

## REFERENCIAS

- Alcaldía Mayor de Bogotá. (2015). Decreto 543 de 2015. “Por el cual se establecen lineamientos para la estructuración, validación y ejecución de proyectos estratégicos asociados al sistema de movilidad, en el marco del desarrollo urbano integral y sostenible en el Distrito Capital y se di.
- Arciniegas, P. (2017). En el 2020, Bogotá tendrá 300.000 habitantes más. *El Tiempo*. El Tiempo.
- Ardila, A. (2005). La olla a presión del transporte público en Bogotá. Colombia. *Revista De Ingeniería*, 21, 56–67.
- EMBARQ. (2015). Guía DOT para Comunidades. Embarque.
- ITDP. (2017). TOD Standard (3rd ed.). New York. Retrieved from <https://www.itdp.org/wp-content/uploads/2014/03/TOD-2017-v3.pdf>
- Lerner, J. (2003). *Acupuntura Urbana*. Barcelona: Institut d’Arquitectura Avançada de Catalunya.
- Secretaría Distrital de Movilidad de Bogotá. (2015). Encuesta de movilidad para Bogotá. Bogota, Colombia. Retrieved from <https://www.datos.gov.co/Transporte/Encuesta-de-movilidad-de-Bogot-2015-Characterizaci-/mvbb-bn7j/data>
- Secretaría Distrital de Planeación. (2012). *Proyectos Urbanos Integrales*.
- Secretaría Distrital de Planeación. (2013). *DOTS – Desarrollo Orientado al Transporte Sustentable*.
- Suarez, M. (2008). *Transformación del transporte público colectivo desde el año 2000*. Bogota.
- Transmilenio S.A. (2018). *Plan de Implementación 2018*. Bogota.



# EL COSTO SOCIAL DE UN TRANSPORTE URBANO INEFICIENTE: UNA APROXIMACIÓN NUMÉRICA AL CASO DE LIMA METROPOLITANA

**Paloma Ruiz González,**  
Ejecutiva Principal, DAETI – Di-  
rección de Análisis y Evaluación  
Técnica de Infraestructura, CAF  
[pruiz@caf.com](mailto:pruiz@caf.com)

## ABSTRACT

*During the last decades many Latin American cities have experienced population booms that have derived in an excessive competence over urban services. As metropolitan growth has been as well expansive, the distances citizens must travel in order to access such services have significantly expanded, and therefore, time and money deployed have become excessive. This paper discusses the impacts of an inefficient urban transport system both from the citizen perspective and from a macro perspective, estimating its economic and social impact. It builds on official statistics, recent surveys and existing models to calculate the total cost in terms of tax collection, productivity, opportunity cost, climate change, morbidity and mortality, attributable to urban transport in Metropolitan Lima. It appears to be the first analysis that links informality to urban transport and quantifies its relation.*

## RESUMEN

Durante las últimas décadas, las capitales latinoamericanas han sufrido un crecimiento poblacional muy acelerado y no planificado que ha derivado, entre otros, en una excesiva competencia por los servicios urbanos. El crecimiento ha sido también muy expansivo, extendiendo las distancias que los ciudadanos deben recorrer para acceder a dichos servicios y, por tanto, incurriendo en excesivos costos y tiempos de desplazamiento. Este artículo discute los impactos de un sistema de transporte urbano ineficiente desde la perspectiva de los ciudadanos y los extrapola para poder aproximar el costo social, esto es, el impacto económico al conjunto de la sociedad. Basándose en estadísticas oficiales, encuestas recientes y modelos existentes previamente verificados, ofrece aproximaciones en términos de recaudación, productividad, costo de oportunidad, cambio climático, morbilidad y mortalidad, resultado de la baja calidad del transporte urbano en Lima Metropolitana. Hasta donde se ha podido investigar, representa el primer análisis que relaciona cuantitativamente la informalidad con el transporte urbano.

## INTRODUCCIÓN

Que la inversión en infraestructura es un habilitador de desarrollo es una afirmación cada vez más repetida y aceptada entre especialistas, diseñadores de política pública, inversores y tomadores de decisiones. No en vano, si se entiende el crecimiento económico en función de la ecuación clásica del PBI, es relativamente sencillo concluir, conceptualmente, cómo la infraestructura –o la falta de ella– tiene un impacto potencial en todos sus términos: consumo, gasto público, inversión privada y exportaciones netas.

Se sabe que, en un contexto de creciente urbanización, la provisión de infraestructura de transporte en las ciudades es fundamental en la lucha contra la pobreza en los países en desarrollo. En concreto, el transporte urbano genera impactos directos –accesibilidad a servicios básicos y oportunidades de empleo para los más pobres– e indirectos –usos ineficientes del suelo, mayores costos de producción que afectan empleos y rentas, que tienen efecto en la economía (Gomide, Alexandre de Ávila, 2003).

Sin embargo, la medición numérica de los impactos económicos del transporte urbano casi nunca es intuitiva y por ello las cifras que relacionan inversión en infraestructura y desarrollo varían ampliamente en función de las fuentes que se consulten. Por otro lado, dichos valores suelen referirse a uno solo de los efectos, de manera aislada.

En las principales ciudades latinoamericanas, la falta de eficiencia en el servicio de transporte urbano –entendida como la suma de altos costos y tiempos de desplazamiento junto con los efectos negativos de las externalidades– representa costos económicos y sociales de una magnitud tal que pueden ser representados en términos del PBI. Para realizar el análisis numérico, este artículo utiliza el caso de la ciudad de Lima, una de las más rezagadas en provisión de infraestructura de transporte urbano en América Latina y la capital de uno de los países con mejor desempeño macroeconómico reciente de la región.

En la primera parte, se presentan las características demográficas, económicas, urbanas y de movilidad de Lima y se relacionan con hallazgos recientes, como el aumento de la pobreza por primera vez en más de una década. La segunda parte argumenta cómo las condiciones en las que los limeños deben movilizarse diariamente tienen un impacto en términos de tiempos, gasto y externalidades. La tercera parte considera cuatro consecuencias macroeconómicas principales –informalidad, deterioro de la capacidad de gasto, polución y mortalidad– y realiza una aproximación cuantitativa del costo que suponen a la sociedad. Finalmente, el artículo destaca conclusiones y ofrece recomendaciones de política pública.

## I. LIMA: ¿INDICIOS DE IMPRODUCTIVIDAD?

Lima ha experimentado uno de los crecimientos poblacionales más rápidos de la historia reciente. La falta de oportunidades en las áreas rurales, las crisis económicas y la huida de la selva y la sierra a causa del terrorismo desde principios de la década de los 80, ocasionaron el crecimiento de la capital peruana, en número de habitantes, de 3,5 a 9,1 millones en apenas tres décadas<sup>1</sup>. Precisamente por lo imprevisto del movimiento migratorio, la ciudad no fue preparada, desde el punto de vista de planificación urbana, y los migrantes fueron asentándose en viviendas informales formando pueblos jóvenes en los desérticos cerros que rodeaban la ciudad. Hoy, la población de los 50 distritos de Lima Metropolitana<sup>2</sup> crece a un ritmo promedio del 1,55% anual (INEI, s.f.), pero son los distritos más poblados y, en su mayoría los que albergan mayor número de personas pobres, los que están experimentando un crecimiento poblacional significativamente por encima del promedio (Figura 1).

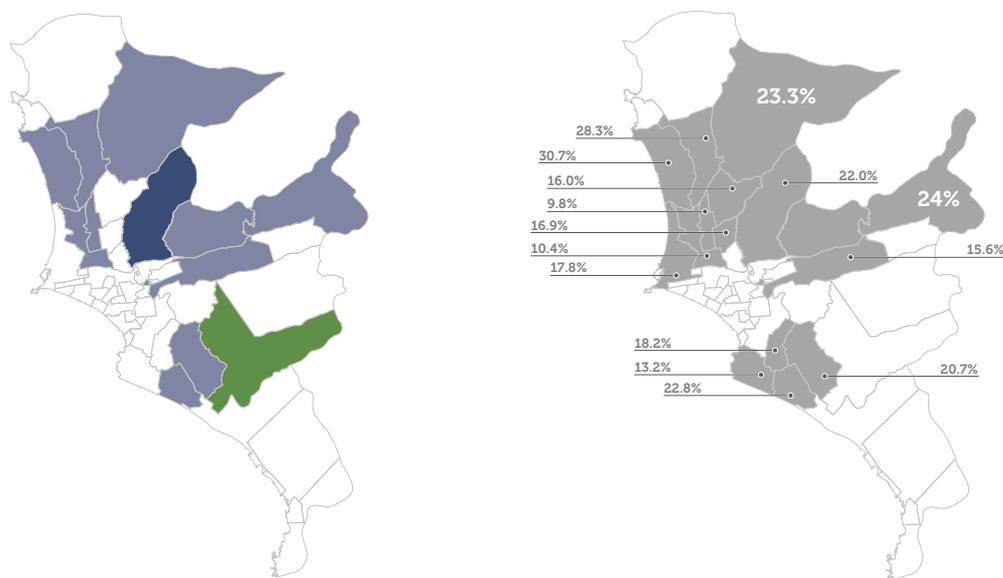


Figura 1. Población, crecimiento poblacional y pobreza. Elaboración propia en base a estadísticas INEI 2005-2015 y Mapa de Pobreza Distrital 2013 (INEI, 2015)

La imagen de la izquierda muestra los distritos mayores a 200.000 habitantes que, además, presentan crecimientos poblacionales mayores al promedio de Lima Metropolitana. Se destaca el caso de Pachacámac, marcado en verde, donde si bien la población todavía no alcanza los 200.000 habitantes, podría hacerlo en 2021, dado que su crecimiento anual promedio supera el 8%. Se destaca también, en azul oscuro, el distrito de San Juan de Lurigancho que con más de un millón de habitantes, crece por encima del 2% anual. A la

1. Población de las Provincias de Lima y de la Provincia Constitucional del Callao, INEI, 1972-2007.  
 2. Provincia de Lima y Provincia Constitucional del Callao.

derecha se muestran los 15 distritos con más ciudadanos pobres y el porcentaje de pobreza para cada uno. Estos concentran el 68,93% de la población total y el 82,30% de la población pobre de la ciudad.

En materia económica, a pesar de los esfuerzos de las últimas dos décadas, Perú sigue siendo un país relativamente centralizado donde, con apenas 32% de la población, Lima Metropolitana contribuye al PBI nacional en más de un 40%. Sin embargo, un informe reciente apunta a que, por primera vez en más de una década, la pobreza ha crecido a nivel nacional y, concretamente en la capital, pasó de un 11% en 2016 a un 13,3% en 2017. De hecho, mientras que el gasto real promedio en la ciudad aumentó para los dos deciles más ricos, éste disminuyó significativamente para los ocho deciles más pobres, siendo la disminución de la capacidad de gasto más acuciada cuanto más pobre se es. Por ejemplo, el decil más pobre experimentó un descenso del 8,2% (INEI, 2018), mostrando un claro empeoramiento de la brecha de pobreza y desigualdad.

Es interesante comprobar que el aumento de la pobreza coincide con el deterioro de las condiciones de vida que mide el informe sobre el índice mundial de la felicidad, financiado por las Naciones Unidas –ingreso, libertad de decisión, esperanza de vida saludable, corrupción, apoyo social y generosidad. El índice de felicidad para Perú refleja un descenso anual continuo desde 2015 hasta 2018 (Helliwell, Sachs, & Layard, 2016, 2017, 2018).

Lo anterior podría entenderse como un indicador de que, a pesar del relativamente buen desempeño macroeconómico nacional, las difíciles condiciones de la vida urbana de la capital podrían comenzar a producir una desaceleración en Lima Metropolitana, con consecuencias para el país.

## II. DESPLAZAMIENTOS QUE DETERMINAN LA CALIDAD DE VIDA

---

La ineficiencia del sistema de transporte en Lima Metropolitana es posiblemente el determinante más importante de la calidad de vida en la ciudad: la extensión creciente de la ciudad y la lejanía de los centros de estudio y empleo formal en relación a los distritos más poblados implica enormes distancias de recorrido y, a falta de un sistema de transporte con calidad y cobertura, los tiempos de desplazamiento entre ambos son cada vez mayores, limitando el acceso y el movimiento de los ciudadanos. De hecho, de manera recurrente en la última década, los ciudadanos señalan el transporte como el segundo mayor problema que afecta a su calidad de vida (Lima Cómo Vamos, 2018).

Un detonante principal de este problema podría situarse en el Decreto Legislativo 651 de 1991, que liberalizó el servicio de transporte urbano, estableciendo la libre competencia de

tarifas y el acceso libre a rutas de transporte público, de forma que cualquier persona podía ofrecer servicios de transporte en todo tipo de vehículos. Como consecuencia, la mayor parte del transporte urbano de pasajeros se realiza hoy en vehículos de media o baja capacidad –combis y autobuses. Se estima una sobreoferta de un 30% de los vehículos registrados, lo que termina produciendo una excesiva competencia por las rutas de mayor demanda y que es culpable de muchos de los siniestros viales de Lima Metropolitana (Municipalidad Metropolitana de Lima, 2015).

El resto de los viajes motorizados de transporte de pasajeros de la ciudad se realiza en colectivo<sup>3</sup>, en taxis tradicionales –casi un 30% de los cuales son ilegales, en los servicios de taxi *on demand*<sup>4</sup>, así como en los dos sistemas con vehículos de mayor capacidad, de implantación relativamente reciente: el Metropolitano y sus alimentadores, y la línea 1 del Metro de Lima.

Por otro lado, las responsabilidades de planificación, regulación, fiscalización o ejecución de los diferentes subsistemas se encuentran sumamente desagregadas en múltiples instituciones distritales, metropolitanas, provinciales y nacionales. En consecuencia, el buen funcionamiento del sistema en su conjunto requiere de una sofisticada coordinación, que no se aprecia en la actualidad.

Se estima que en Lima Metropolitana hay más de 16 millones de viajes motorizados al día, pero debido a la precaria situación de la mayor parte de la infraestructura disponible y, sobre todo, a la total desintegración de los subsistemas anteriores, los desplazamientos acaban resultando demasiado largos y costosos para la mayoría de los ciudadanos.

### ***La desintegración modal implica cobertura insuficiente y tiempos excesivos***

En efecto, los diferentes servicios de transporte de pasajeros en Lima no están integrados entre sí: no existen estaciones formales de intercambio y si un usuario utiliza más de un modo de transporte debe pagar la tarifa completa en cada etapa de su viaje, encareciendo el costo de desplazarse. Esto hace que la cantidad de usuarios que realizan viajes intermodales sea relativamente baja, al contrario de lo que cabría esperar dado el gran tamaño de la ciudad. La siguiente Figura muestra las opciones de transporte usadas por los ciudadanos<sup>5</sup> y el análisis de la intermodalidad<sup>6</sup> (Lima Cómo Vamos, 2018).

3. En Perú se conoce como colectivo al servicio informal de transporte prestado por un particular en su vehículo privado y en el que se transporta a varias personas al mismo tiempo.

4. Uber, Easy Taxi, Taxi Beat y Cabify, entre otros.

5. Suman más del 100%: los encuestados marcaron todos los modos que usan en un trayecto típico. Porcentajes sobre el total de encuestados que trabajan o estudian fuera de su casa.

6. No incluye los viajes a pie. Porcentajes sobre el total de encuestados que trabajan o estudian fuera de su casa y no caminan al trabajo o centro de estudios.

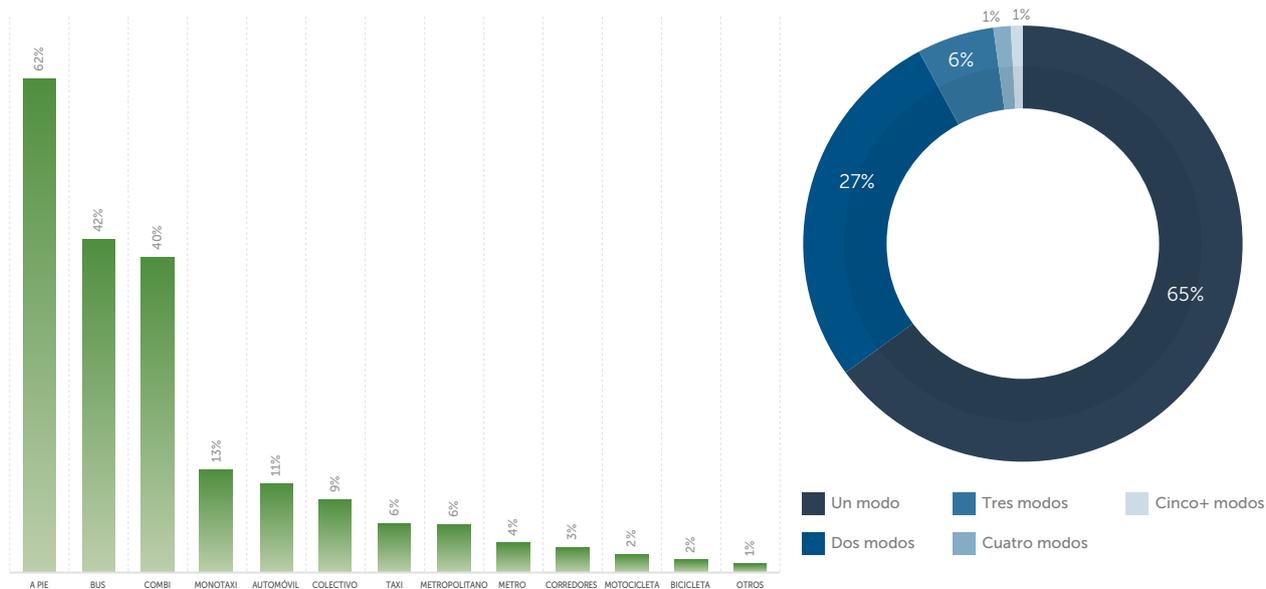


Figura 2. Reparto modal e intermodalidad. Elaboración propia en base a bases de datos de Lima y Callao (Lima Cómo Vamos, 2018)

Si bien algunas personas llegan a realizar hasta nueve cambios modales por viaje, dos terceras partes de los ciudadanos que no caminan a su lugar de empleo o estudios usa un solo modo de transporte, lo que, en la extensión de Lima Metropolitana implica necesariamente prolongados tiempos de desplazamiento en un número muy limitado de alternativas de movimiento. De los ciudadanos que cambian de transporte dos o más veces en cada viaje se tiene que casi el 80% de las personas provienen de distritos periféricos de Lima Metropolitana (Lima Cómo Vamos, 2018), indicando que son los más pobres –los habitantes de los distritos más alejados– sobre los que más impacta la falta de cobertura e integración del sistema de transporte, en términos de costos y de tiempo.

Más del 40% de la población de Lima Metropolitana que se moviliza para ir a estudiar o trabajar, emplea más de dos horas al día en el traslado y, de ellos, más del 80% provienen de distritos periféricos. Dicho porcentaje sube a casi el 90% si consideramos a los ciudadanos que emplean tres o más horas al día en movilizarse (Lima Cómo Vamos, 2018). En términos absolutos, puede afirmarse que casi un millón de personas<sup>7</sup> en Lima Metropolitana emplean, al menos, el equivalente a tres días de cada mes, o un mes y seis días de cada año, desplazándose a sus trabajos, aproximadamente el 40% del tiempo promedio de descanso.

7. Valor estimado de aplicar 18.93% (porcentaje de personas que trabajan que emplean tres o más horas al día en movilizarse, obtenido de las bases de datos de Lima Cómo Vamos de 2017) al total de personas empleadas en Lima Metropolitana (Instituto de Economía y Desarrollo Empresarial Cámara de Comercio, 2017).

**Los largos desplazamientos alejan a la mayoría de las oportunidades laborales formales**

Los excesivos tiempos de desplazamiento que afrontan los ciudadanos aumentarán a medida que crecen la congestión y la expansión de la ciudad. Aunque en los últimos años se aprecia cierta densificación en Lima Metropolitana, ésta parece estar ocurriendo mayoritariamente en los distritos con rentas más altas, incrementando el valor del suelo y, por tanto, dificultando el acceso de las personas de rentas medias y bajas. El mismo fenómeno es aplicable a las oportunidades laborales formales: las empresas se instalan en mucha mayor medida en la zona central de Lima. La Figura 3 compara los cuatro distritos con más densidad empresarial (expresada como el número de empresas por cada 100.000 habitantes) con los cuatro distritos con población (y población pobre) más numerosa.

También muestra los distritos periféricos de Lima, donde están las tasas de crecimiento poblacional más altas. Estos tienen entre cinco y nueve veces menos empresas por 100.000 habitantes que los distritos centrales con la mayor densidad empresarial. Además, las grandes y medianas empresas –que emplean a mayor número de personas– son entre ocho y 12.5 veces más numerosas en los distritos del centro que en los cuatro más populosos (INEI, 2017). Si a estos datos se suma el hecho de que aproximadamente el 76% de la población de Lima Metropolitana vive en distritos periféricos, se evidencia que las oportunidades laborales formales están alejadas de –y mal comunicadas con– las zonas donde vive la mayoría de las personas. Y, dados los crecimientos de población a nivel distrital mostrados en la Figura 1, esta tendencia parece mantenerse a futuro.

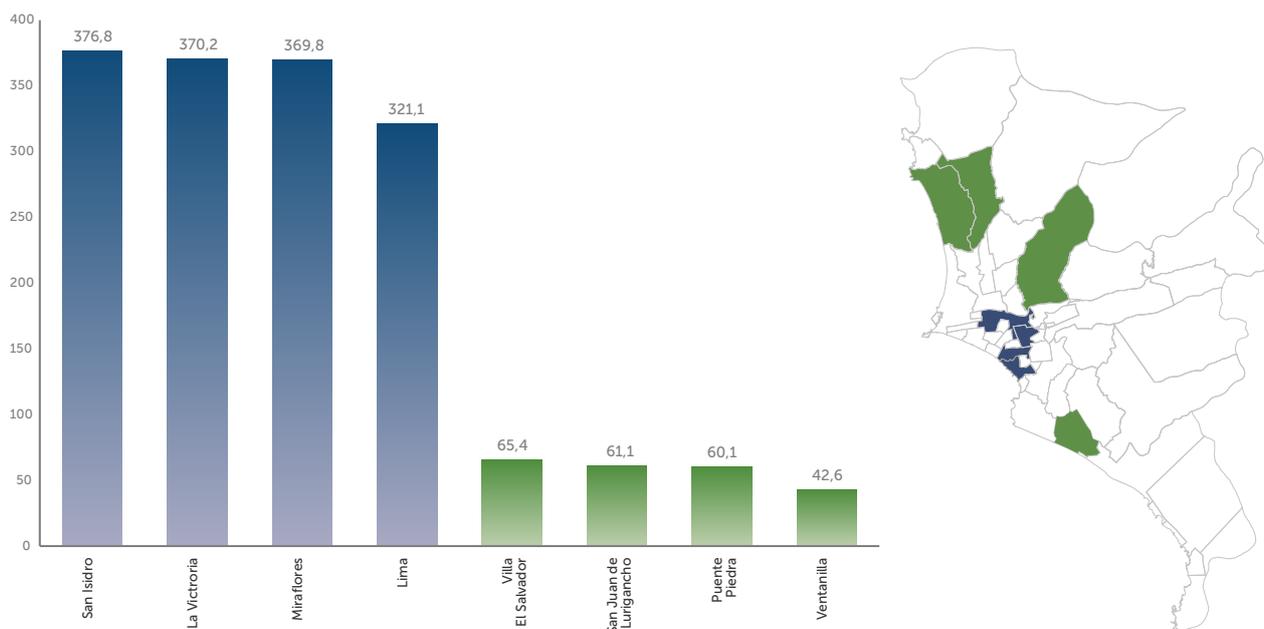


Figura 3. Distritos con mayor densidad empresarial y distritos más poblados. Elaboración propia en base a estadísticas INEI 2005-2015 y Perú: Estructura Empresarial 2016 (INEI, 2017)

### El gasto en transporte alimenta los mecanismos de la pobreza

Pese a los prolongados tiempos y a las incómodas condiciones de viaje, cientos de miles de ciudadanos de Lima Metropolitana deben desplazarse diariamente hacia sus centros de estudio y empleo. A falta de una mejor cobertura y de un sistema integrado física y tarifaria-mente, la movilización termina implicando un costo significativo para las familias de todos los estratos socioeconómicos.

La Figura 4 muestra el costo del transporte mensual en 12 ciudades europeas y Lima Metropolitana, expresados como porcentajes del salario promedio y del salario mínimo interprofesional, para aquellas ciudades cuyos países fijan este valor<sup>8</sup>.

Los usuarios del transporte público en las ciudades europeas pagan mensualmente, en promedio, 2,39% del salario medio<sup>9</sup>, o 16,18% del salario mínimo. En Lima Metropolitana, sin embargo, aquellas personas que se movilizan para ir a trabajar pagan más del triple que las europeas, en términos de porcentaje sobre el salario promedio y casi el doble, en términos de porcentaje sobre el salario mínimo<sup>10</sup>.

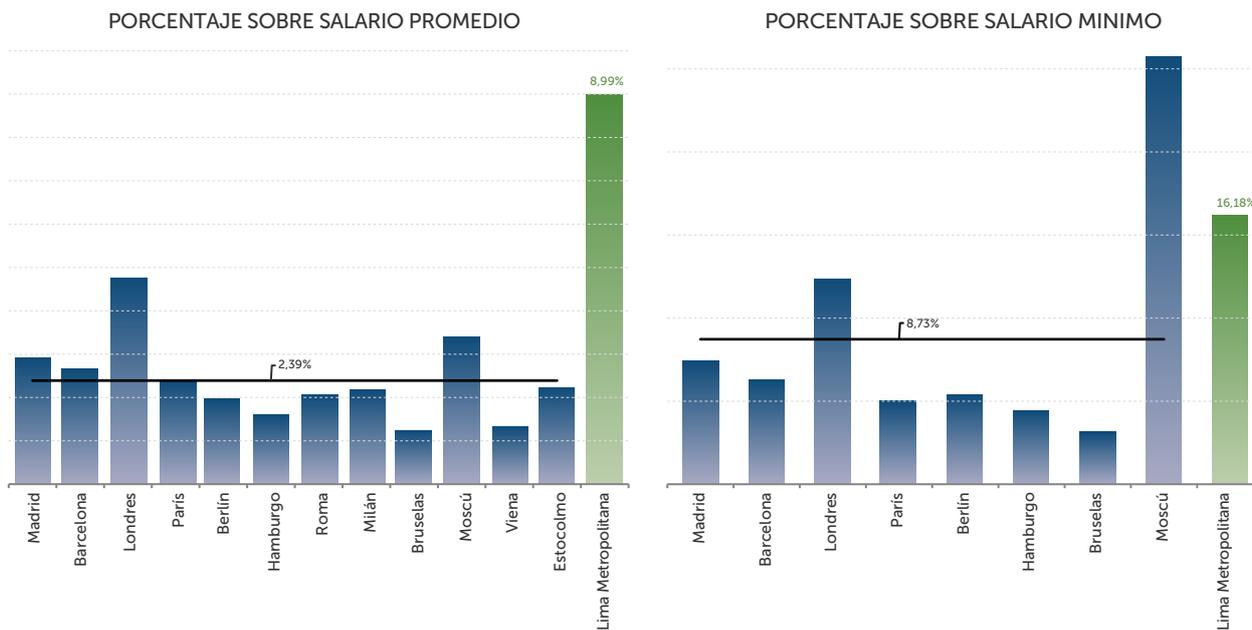


Figura 4. Gasto en transporte en ciudades europeas y Lima Metropolitana. Elaboración propia en base a ECAF 2016 e información de los operadores de transporte público de las ciudades europeas.

8. Para las ciudades europeas se utiliza el costo del pase mensual de servicios de transporte público integrados, considerando al menos dos zonas y una tarifa completa para adulto sin descuentos.  
 9. Se usa el salario promedio de la ciudad para Madrid, Barcelona y Moscú, y el salario promedio nacional para el resto de ciudades.  
 10. Encuesta de Hogares ECAF 2016: base de encuestados ocupados que respondieron en cuanto a salario y gasto en transporte. De ellos, se considera que se movilizan para ir a trabajar aquellos que declaran un gasto mensual en transporte de más de 30 nuevos soles mensuales (≈USD 9).

De hecho, se considera que en ciudades de países en desarrollo, el gasto equivalente a movilizarse dos veces al día por día laborable no debería exceder un 6% del salario mínimo (Mendoza & Vasconcellos, 2016). Es este mismo porcentaje el que se utiliza desde la década de los 80 en las ciudades brasileñas para el cálculo del Vale Transporte. Analizando los datos de la Encuesta CAF realizada en Lima en 2016, se tiene que el gasto promedio en la capital peruana es casi tres veces mayor que lo recomendado y que aproximadamente el 68% de los ocupados gasta más de ese 6% objetivo. De ellos, más del 81% son personas con salarios mensuales menores a 2.000 nuevos soles, unos 609 dólares americanos.

Además, si se analiza el gasto en transporte en Lima Metropolitana desagregado por nivel salarial, se observa que son precisamente las personas con menores ingresos las que emplean una mayor parte de su salario en el transporte (Figura 5).

El concepto económico de Poverty Trap supone que las condiciones de vida en la pobreza hacen más difícil escapar de ella (Azariadis & Starchurski, 2005). Desde esta perspectiva, en tanto una persona pobre en Lima Metropolitana necesita gastar más para transportarse desde los hogares –mayoritariamente en la periferia– hacia mejores empleos –mayoritariamente en el centro– se puede concluir que el gasto en transporte urbano de las personas con menos recursos actúa como un mecanismo de perpetuación de la pobreza. Ello parece congruente con los datos de diferentes ciudades de América Latina que muestran que existe un porcentaje de la población que no utiliza el transporte público porque no puede pagarlo. En ciudades de Brasil, por ejemplo, se estima que un 40% de la población más pobre se encuentra en esta situación (Vasconcellos, 2016).

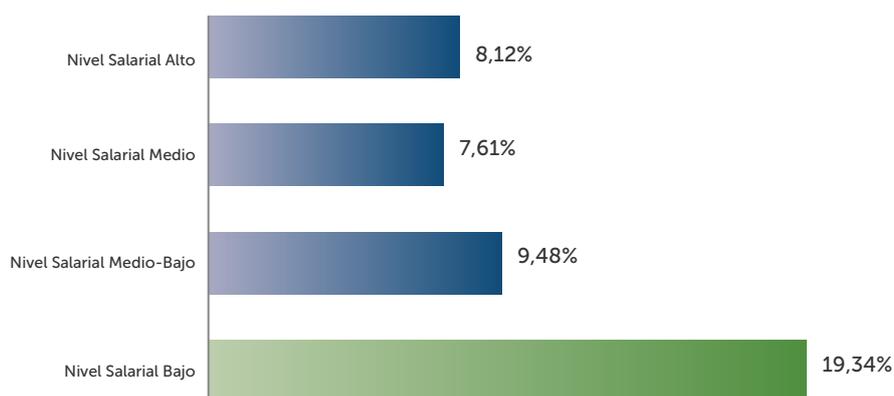


Figura 5. Gasto en transporte como porcentaje del salario mensual<sup>11,12</sup>. Elaboración propia en base a Encuesta CAF 2016 (CAF, 2017)

11. De acuerdo a diversas fuentes, se establece para este análisis el nivel salarial bajo como aquel con ingresos del trabajador menores o iguales a 1000 nuevos soles mensuales (≈USD 304); nivel salarial medio-bajo para ingresos mayores a 1000 y menores o iguales a 2000 nuevos soles (≈USD 609); nivel salarial medio para ingresos mayores a 2000 y menores o iguales a 4500 nuevos soles (≈USD 1370); y nivel salarial alto para ingresos mayores a 4500 nuevos soles.

12. Base de encuestados que gastan más de 30 nuevos soles al mes. Promedio del porcentaje que representa el transporte sobre el salario para cada encuestado, en cada estrato socioeconómico.

**Todos los ciudadanos sufren las externalidades  
pero los más pobres están más expuestos**

A la inadecuada accesibilidad y el exceso de gasto y tiempos dedicados a transportarse en Lima Metropolitana deben sumarse aquellos efectos que siendo menos directos tienen un impacto significativo en la calidad de vida de los ciudadanos.

Se sabe que a nivel mundial la contaminación atmosférica causa 4,2 millones de muertes al año (OMS, 2018). Las áreas urbanas de países en desarrollo son las zonas que presentan mayores niveles de polución, debido al crecimiento del parque automotor: los vehículos son los principales emisores de material particulado –PM, que por su tamaño es respirado por los ciudadanos, quedando acumulado en los pulmones.

Lima Metropolitana no escapa a esta realidad: los niveles de PM<sub>2.5</sub> y PM<sub>10</sub> se estiman en 39 y 58 µg/m<sup>3</sup>, respectivamente, muy por encima de los límites máximos recomendados, de 10 y 20 µg/m<sup>3</sup> (WHO, 2018). La polución se ha convertido en uno de los principales factores de riesgo para personas de todas las edades y la causa de que el asma sea la enfermedad crónica más frecuente en niños. Se ha estimado que cada incremento de 10 µg/m<sup>3</sup> de PM<sub>10</sub> aumenta un 2.7% la mortalidad general, un 3.4% la respiratoria y un 1.4% la cardiovascular (CONAM, 2006). En la última década las emisiones provenientes de vehículos en la ciudad han llegado a contribuir a la contaminación del aire en hasta un 90% (Miranda, 2006), causando aproximadamente 2.300 muertes prematuras cada año (Gonzales & Steenland, 2014).

De acuerdo con la información de la Figura 6, las ocho estaciones de monitoreo de calidad ambiental en distritos de Lima Metropolitana muestran valores entre tres y seis veces por encima del máximo recomendado de PM<sub>10</sub> y entre cuatro y seis veces por encima de lo recomendado para PM<sub>2.5</sub>. En concreto, en los distritos periféricos –marcados más oscuros– los niveles son significativamente más altos que en los distritos de Cercado de Lima y San Borja. Teniendo en cuenta que los más altos niveles de polución se encuentran en distritos donde viven en mayor medida las personas de bajos recursos, se deduce que éstas son más propensas a sufrir enfermedades respiratorias y cardiovasculares. Ello implica que en este grupo de población se presenten mayores tasas de absentismo laboral y escolar, lo que debe impactar en la capacidad para desarrollar habilidades y para generar ingresos.

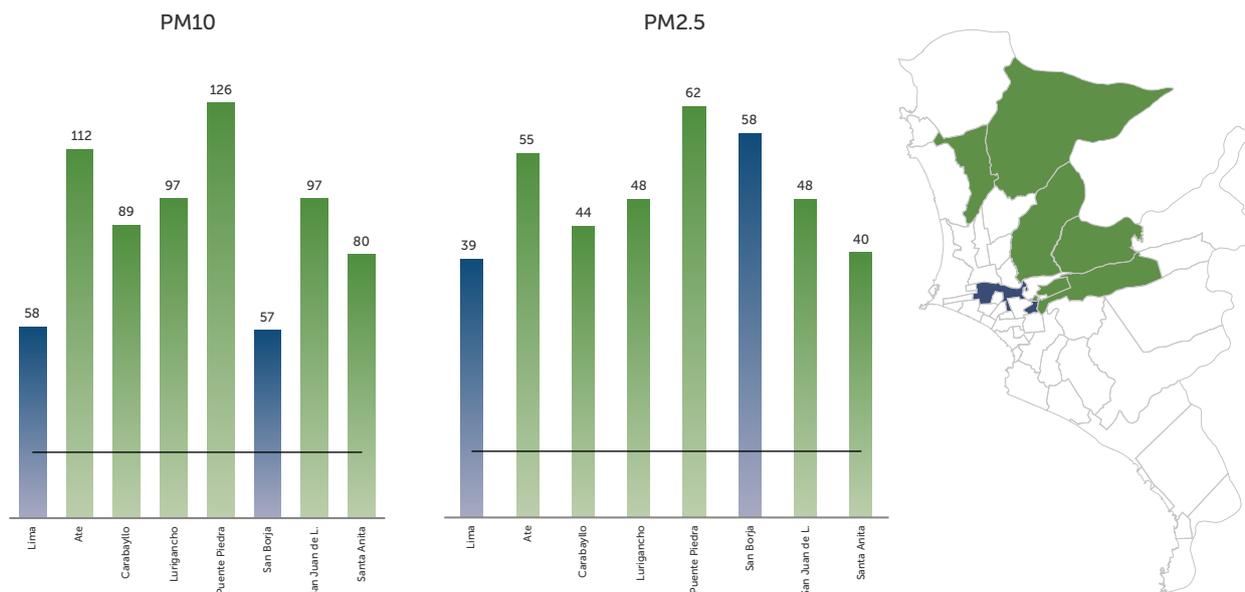


Figura 6. Niveles de PM10 y PM2.5 en Lima Metropolitana. Elaboración propia en base a Air Quality Data Base de la OMS (OMS, 2018)

La segunda externalidad importante es la elevada siniestralidad vial. En Lima Metropolitana suceden anualmente más de 50.000 incidentes de tránsito relacionados con la seguridad vial, que están intrínsecamente relacionados con el hecho de carecer de un sistema adecuado de transporte urbano, público y privado. En 2017 los siniestros dejaron en la ciudad 761 fallecidos y 26.252 heridos, un crecimiento respecto al año anterior del 54% y del 2%, respectivamente (Policía Nacional del Perú, 2018). Se estima que más del 20% de los lesionados, unas 5.200 personas, quedan discapacitados cada año, de forma temporal o permanente (Ministerio de Salud, 2013). La Figura 7 muestra la distribución etaria y por género de las víctimas de siniestros de tránsito en Lima Metropolitana.

En Lima Metropolitana, alrededor del 69% de los muertos y del 55% de los heridos son hombres mayores de 19 años. Es decir, hombres en edad productiva que habitualmente representan el motor económico de sus hogares. Estos datos implican que, todos los años, más allá del daño emocional, miles de familias en Lima Metropolitana se ven seriamente perjudicadas económicamente como consecuencia de los elevados índices de siniestralidad vial en la ciudad.

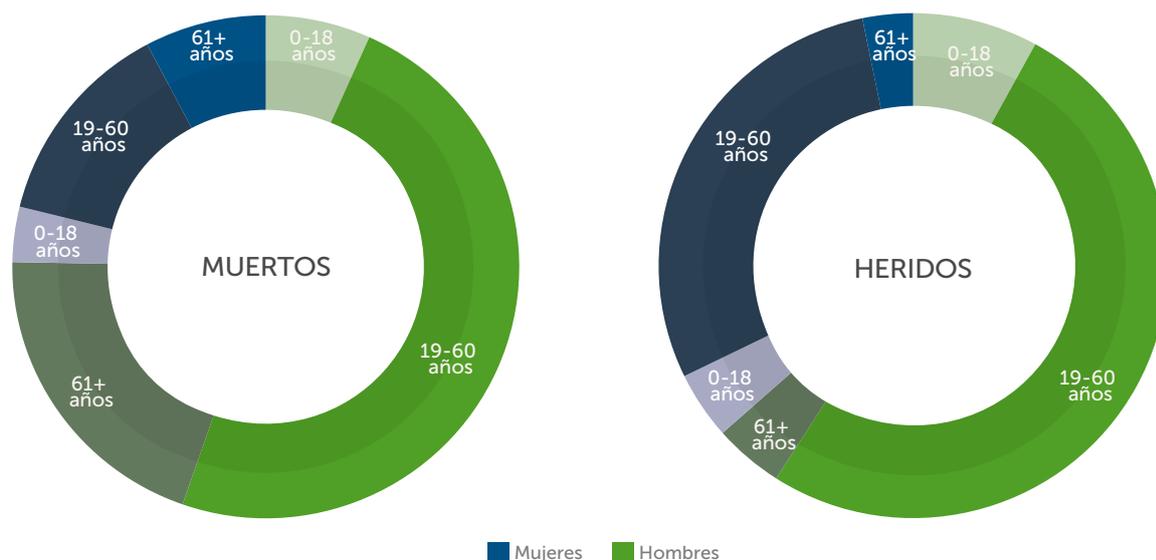


Figura 7. Caracterización de víctimas de siniestros viales en Lima Metropolitana. Elaboración propia en base a Anuario Estadístico 2017 (Policía Nacional del Perú, 2018)

La incidencia de siniestralidad es muy alta: casi el 9% de los ciudadanos de la capital reportan haberse visto involucrados<sup>13</sup> en un siniestro de tránsito. De ellos, la mayoría son hogares con ingresos menores a 1.000 dólares (Lima Cómo Vamos, 2018), indicando que son las personas con menos recursos las que tienen mayor probabilidad de sufrir los impactos físicos, emocionales y económicos de la siniestralidad vial.

### III. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS PÉRDIDAS ECONÓMICAS PARA LA SOCIEDAD

De acuerdo con lo anterior, en Lima Metropolitana la falta de un sistema de transporte de mejor calidad, con amplia cobertura, una tarifa asequible y una adecuada integración, tiene impactos directos e indirectos en la calidad de vida de los ciudadanos, incidiendo en mayor medida en los grupos de menores recursos. En un contexto con una gran proporción de personas pobres, dichos impactos afectan al conjunto de la sociedad y a su desarrollo económico.

En efecto, el absentismo laboral debido a una mayor tasa de enfermedades, las horas de descanso dedicadas a transportarse o los altísimos niveles de estrés y la agresividad en el tránsito tienen un impacto en la productividad general hoy. Asimismo, un excesivo gasto en transporte conlleva una menor capacidad de gasto y ahorro, incidiendo en el consumo,

13. 8.76% de los encuestados reporta haber sufrido ellos o alguno de sus familiares un accidente de tránsito.

y una alta morbilidad infantil incrementa el absentismo escolar, incidiendo en el desarrollo de capacidades y, por lo tanto, en el crecimiento económico futuro.

A continuación se discuten cuatro consecuencias principales del sistema precario de transporte urbano en Lima Metropolitana y se presenta una aproximación cuantitativa sencilla para cada una de ellas, con el objetivo de estimar a cuánto asciende el perjuicio a la sociedad en términos económicos.

## EL IMPACTO ECONÓMICO DE LA INFORMALIDAD DE CERCANÍA

Se estima que el 54% de los ocupados en Lima Metropolitana y el 72% en todo el país trabajan de manera informal (INEI, 2017). La discusión tradicional pone la mira en las dificultades burocráticas y en las cargas impositivas como desincentivo a la formalidad. Numerosas políticas públicas se han diseñado en este sentido, así como bajo la lógica de la necesidad de crear más oportunidades laborales formales. Sin embargo, quizá el reto no está en la creación de más empleo formal sino en la creación de más empleo formal geográficamente accesible, cercano. De acuerdo con Hausmann, es muy posible que los experimentos tradicionales, a través de cambios en los sistemas de registros de empresas o reducción de la carga tributaria, no consigan reducir significativamente la informalidad. Es probable que un problema fundamental tenga que ver con que las personas están mal comunicadas con las oportunidades laborales formales. Y, en consecuencia, muchas personas eligen la informalidad cercana a sus hogares frente a la formalidad alejada (Hausmann, 2013). Como se muestra en la segunda parte, en Lima Metropolitana las oportunidades laborales formales se encuentran concentradas lejos de los distritos donde vive la mayoría de la fuerza laboral. Y, si se analizan los resultados de las encuestas más recientes, parece que, efectivamente una parte no menor de los ciudadanos elige emplearse cerca: más del 18% de los ocupados no gastan para transportarse a su lugar de empleo (CAF, 2018), sugiriendo un empleo cercano a sus hogares<sup>14</sup>; y el 77% de los que declaran trabajar en su casa o fuera de ésta, pero caminan a su lugar de ocupación, viven en distritos periféricos (Lima Cómo Vamos, 2018). Dado que los empleos formales se encuentran mayoritariamente en el centro de la ciudad y no en los distritos periféricos, es posible deducir que gran parte de esos empleos de cercanía son informales.

14. Se considera que no gastan en transportarse aquellos encuestados que gastan 30 nuevos soles ( $\approx$ USD 9) mensuales o menos. Para obtener cifras realistas, se han filtrado los resultados descartando aquellas personas que declaran no gastar pero sí se mueven, por ejemplo, los que utilizan vehículo propio, shuttle de empresa o el metro o Metropolitano con tarjetas recargables.

Para estimar la informalidad de cercanía, consecuencia de la distancia geográfica del empleo formal, deberían tenerse datos de informalidad laboral a nivel distrital. Si bien dicha información no está disponible, para este artículo se ha estimado que aproximadamente el 71% de los trabajadores de la ciudad empleados en el sector informal residen en distritos periféricos y que de ellos, más del 58% trabaja cerca de sus hogares, esto es, 623.168 personas<sup>15</sup>. Para el análisis se utiliza el rango de que entre el 10% y el 70% de estos trabajadores se sumarían al sector formal si tuvieran una mejor accesibilidad a dicho mercado.

Para estimar el costo económico a la sociedad, por cada empleo informal se suman las pérdidas por recaudación fiscal y las pérdidas por productividad. La recaudación fiscal se calcula en función del nivel salarial del empleo formal<sup>16</sup>, en un rango entre el salario promedio actual de Lima Metropolitana, de unos 510 dólares mensuales y que, por su cuantía anual, no está sujeto a tributación, y un salario equivalente a unos 1.000 dólares. En el cálculo de la productividad se considera una ganancia conservadora del 10% respecto a la de un trabajador informal promedio<sup>17</sup>, aunque las cifras formales indican que la productividad en el empleo formal alcanza el 530% de la del empleo informal (INEI, 2017). El resultado del cálculo, en función del salario, se presenta en la Figura 8, donde las líneas verde y azul representan el rango de trabajadores formalizados mínimo y máximo, respectivamente.

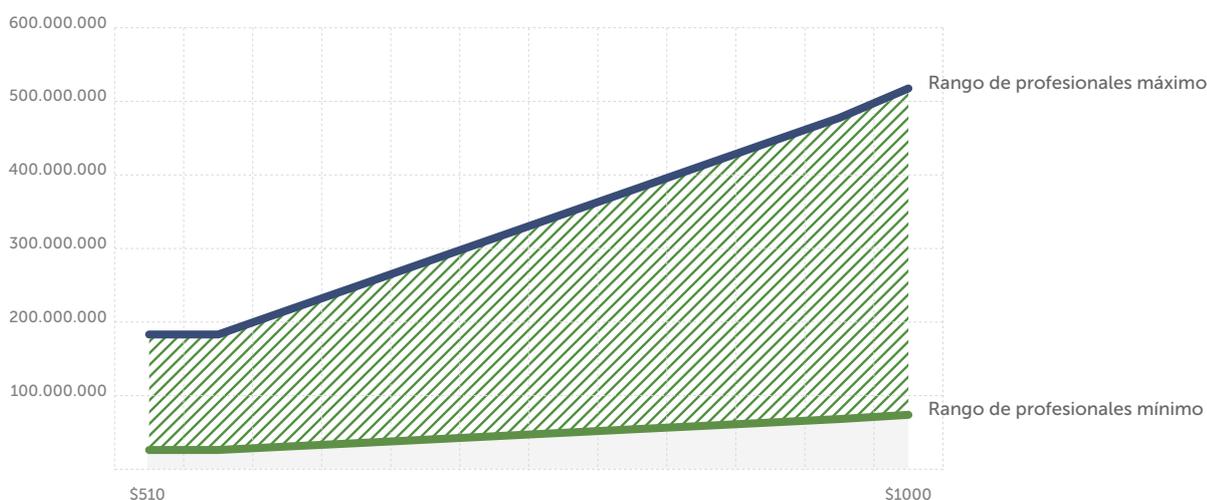


Figura 8. Aproximación cuantitativa de la informalidad de cercanía. Elaboración propia

15. Se distingue entre trabajadores informales dentro del sector formal y trabajadores informales dentro del sector informal. Los porcentajes del 71% y 58% se han calculado con base a (CAF, 2017) y sub-sectores que son tradicionalmente informales, y se han aplicado al total de trabajadores informales del sector informal en Lima Metropolitana de acuerdo al INEI.

16. Para simplificar el cálculo, se consideran sólo rentas de quinta categoría, es decir, aquellas de los trabajadores por cuenta ajena.

17. La diferencia de productividad anual del trabajador peruano formal y el informal es S/. 59.442 anuales (≈USD 18.185), de acuerdo con (INEI, 2017). También se ha estimado la específica de Lima Metropolitana, obteniendo valores muy similares al promedio nacional. Sin embargo, se ha preferido tomar una cifra mucho más conservadora, un aumento del 10% de la productividad promedio de un trabajador informal, esto es S/. 1.373 anuales por trabajador (≈USD 420)

De acuerdo a las hipótesis y estimaciones realizadas basadas en la información oficial disponible, se obtiene que el costo social de la informalidad de cercanía, es decir, de la informalidad que es atribuible a una deficiente accesibilidad, fluctuaría entre 26 y 518 millones de dólares anuales, para valores muy conservadores de ganancias en productividad. En todo caso se destaca que el principal componente son precisamente las pérdidas por productividad que, aun suponiéndose muy conservadoras, implican entre el 35% y el 100% del costo total y entre el 62% y el 100% para el caso de aumentos de productividad del 30%.

## EL IMPACTO ECONÓMICO DEL DETERIORO DE LA CAPACIDAD DE GASTO

En la teoría de la economía de transporte suele considerarse que la demanda es elástica en relación al precio. Se asume que los usuarios realizan sus elecciones modales en función de lo que deben pagar en uno u otro modo. Sin embargo, en ciudades como Lima, donde las necesidades de movimiento son enormes pero la oferta disponible insuficiente, la realidad rompe la teoría: ni un excesivo gasto ni los eventuales aumentos de tarifas desembocan necesariamente en descensos significativos de la demanda. Entonces, los usuarios, en su mayoría personas de recursos limitados, gastan más en transporte de lo que sería razonable en un sistema eficiente. Es así que analizando las encuestas más recientes se encuentra que casi tres de cada 100 personas gasta más de la mitad de sus ingresos en el transporte e incluso, más de seis de cada 1.000 trabajadores gastan en transporte más de lo que ingresan con sus salarios (CAF, 2018) (CAF, 2017).

En todo caso, como se muestra en la Parte 2, se ha encontrado que en todos los niveles salariales existe un exceso de gasto en transporte. Esta situación puede ser entendida como un costo social en términos de calidad de vida, en la medida en que supone un deterioro de la capacidad de gastar y de cubrir mejor las necesidades. Efectivamente, constituye un costo de oportunidad porque el exceso de gasto en transporte son recursos no invertidos en una mejor cobertura de salud, en formación y desarrollo de habilidades, o en descanso y ocio, entre otros y, en suma, son recursos no introducidos de manera eficiente en la economía.

Para realizar la estimación de este costo a la sociedad se ha dividido al total de la población activa ocupada de Lima Metropolitana en cuatro grupos en función de sus ingresos mensuales<sup>18</sup>. El número de trabajadores correspondiente a cada uno de los grupos se ha determinado en función a la distribución por nivel de ingreso obtenida en (CAF, 2018)<sup>19</sup>.

18. Ver nota 11 para determinación del nivel de ingresos en cada grupo.

19. Se han realizado comprobaciones con encuestas de otros años y otras variables, como nivel de estudios, a fin de determinar la representatividad de la distribución en la encuesta y se considera suficientemente representativa en términos de realizar las estimaciones aproximadas de este artículo. Para un cálculo afinado deberían obtenerse datos de población total desagregados del INEI, que al momento no están disponibles públicamente.

Asimismo, se han utilizado las encuestas disponibles para calcular cuántas personas dentro de cada grupo gastan para movilizarse por motivo de trabajo. Finalmente se ha aplicado una hipótesis de cálculo, para obtener cifras más conservadoras: de los dos grupos de trabajadores con ingresos más bajos, se toma la totalidad de las personas que gastan; del grupo de trabajadores con ingresos medios se toma el 70% de los que gastan; y, del grupo de trabajadores con ingresos más altos, se toma la mitad. Los resultados del cálculo se muestran a continuación.

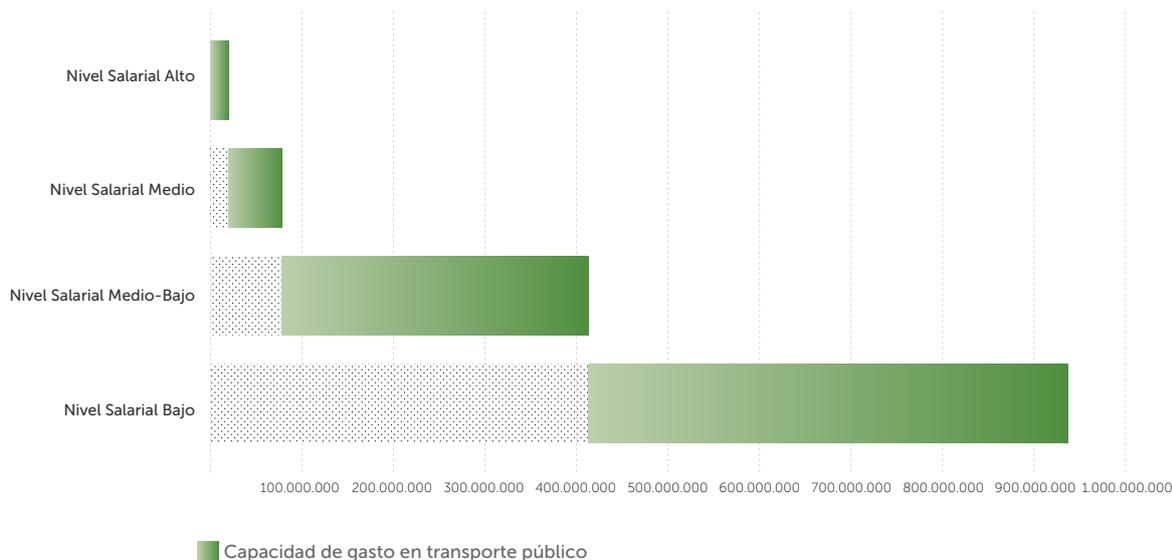


Figura 9. Aproximación cuantitativa del deterioro de la capacidad de gasto (USD, año). Elaboración propia en base a (CAF, 2018), (CAF, 2017) y (INEI, 2018)

El impacto económico del deterioro de la capacidad de gasto así estimado asciende a más de 937 millones de dólares anuales. El mayor costo se encuentra en el grupo de trabajadores de ingresos bajo, sumando más de 524 millones de dólares anuales, seguido del costo dentro del grupo de ingresos medio-bajos, de casi 335 millones de dólares anuales (Figura 9). El grupo de ingresos medio implica un costo social de 58 millones de dólares anuales, mientras que el grupo de salario alto agrega un costo social de casi 20 millones de dólares anuales.

## EL IMPACTO ECONÓMICO DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE A CAUSA DEL TRANSPORTE

El uso mayoritario de combustibles fósiles en el sector transporte es una causa principal de la polución en las urbes de todo el mundo y, por tanto, del aumento de emisiones de gases de efecto invernadero que aceleran el cambio climático. Se sabe, además, que dichos efectos son más pronunciados en los países de rentas medias y bajas, por lo que imponen restricciones adicionales a su crecimiento económico. En 2015, un estudio del gobierno de

Estados Unidos estimó que el costo social de la contaminación del aire en ciudades ascendía a 37 dólares por tonelada de dióxido de carbono. Posteriormente, investigadores de la Universidad de Stanford concluyeron que la cifra no era correcta, especialmente en países en desarrollo, porque la metodología teórica habitual no consideraba variación del crecimiento económico como consecuencia del cambio climático. Aplicando una base empírica más amplia que en modelos anteriores, encontraron que el efecto en el crecimiento económico de los países es más de seis veces mayor, alcanzando los 220 dólares (Moore & Diaz, 2015). Si esa cifra es aplicada a las toneladas de dióxido de carbono emitidas en Lima Metropolitana en el sector transporte, aproximadamente 4,2 millones en el año 2017 (SENAMHI, 2014), se obtendría un costo social de más de 924 millones de dólares anuales.

Si bien en términos de peso el dióxido de carbono es el contaminante principal del conjunto de gases de efecto invernadero emitidos en la ciudad<sup>20</sup>, como se menciona en la segunda parte, las emisiones más dañinas para la salud, y que por lo tanto ocasionan un perjuicio a la sociedad, son las de las partículas en suspensión. En efecto, el enfoque de cambio climático explicado considera los efectos económicos de largo plazo teniendo en cuenta el impacto que sufrirían los factores de producción –incluido el capital humano. Pero estos son considerados como consecuencia de un aumento de las temperaturas en el futuro y no como los impactos que tienen hoy en la salud de las personas. Por ello, se ha realizado un cálculo adicional desde el enfoque de la morbilidad actual a causa del sector transporte. Se ha utilizado un modelo de investigaciones anteriores en Lima Metropolitana, en función del valor de PM10. Se ha estimado que, del valor total de PM10, el sector transporte contribuye en un 32%, es decir, 18,47  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en valores de 2017 (DIGESA, 2005) (SENAMHI, 2014). Se han respetado los coeficientes del modelo original pero se han actualizado las cifras poblacionales al 2017, usando la porción de PM10 atribuible al transporte (Miranda, 2006). Con él se calcula el número de casos de enfermedades típicamente relacionadas con un alto contenido de material particulado en el aire<sup>21</sup> y a cada una de ellas se le asigna un costo (Kroeger, 2004), también actualizado para 2017. Este componente de morbilidad se suma al costo económico del cambio climático, mantenido constante. Sin embargo, para no invisibilizar los impactos sobre la salud en el presente, para el efecto del cambio climático se toma un 20% de los 220 dólares mencionados. El resultado se muestra a continuación mostrando el costo correspondiente al valor actual de PM10 en el punto intermedio, así como los correspondientes a los niveles 0,5PM10 y 2PM10 en los límites mínimo y máximo.

20. En términos de peso (toneladas emitidas al año) el reparto para 2017 se estima: 85.10% CO<sub>2</sub>, 7,70% CO, 6,08% COV, 1,03% NO, 0,08% PM10 y 0,004% SO<sub>2</sub>.

21. Se consideran y calculan por separado: ingresos hospitalarios por enfermedades cardiovasculares y respiratorias, enfermedades en vías bajas de los niños, bronquitis crónica, síntomas respiratorios agudos, ataques de asma y días de actividad restringida.

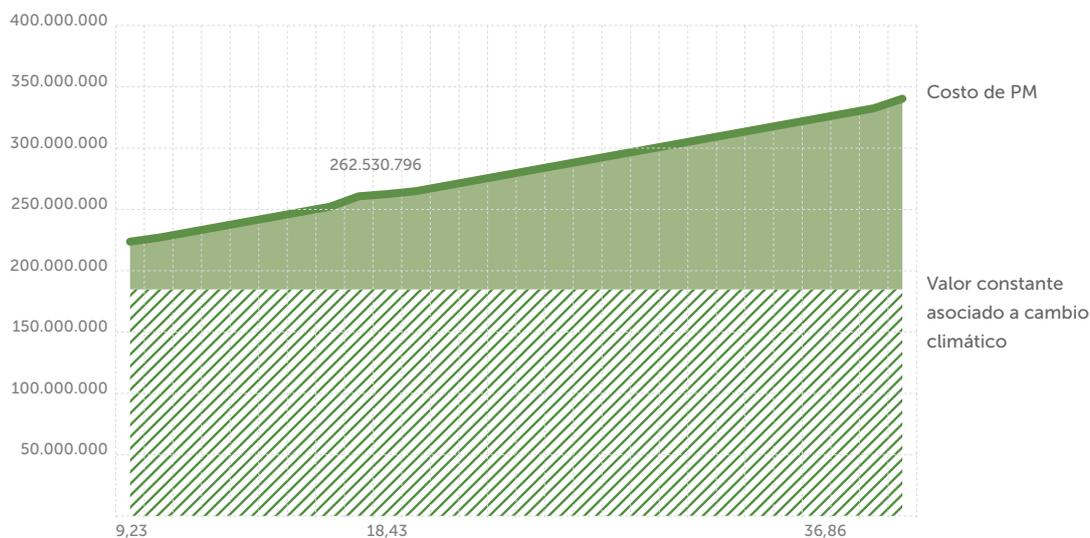


Figura 10. Aproximación cuantitativa del costo de la contaminación (USD, año). Elaboración propia

Como se observa, las pérdidas económicas por la contaminación del aire debida al transporte urbano en Lima Metropolitana alcanzan en el presente 263 millones de dólares anuales. El componente asociado al cambio climático, con los supuestos explicados, contribuye con 185 millones de dólares, mientras que la morbilidad supone pérdidas anuales de 78 millones de dólares.

Si, manteniendo constante la emisión de dióxido de carbono, consiguiera reducirse la emisión de partículas a la mitad del nivel actual, el costo de la morbilidad se reduciría a 39 millones de dólares. Si por el contrario se duplicara la emisión de partículas, el costo de la morbilidad sobrepasaría los 155 millones de dólares anuales.

## EL IMPACTO ECONÓMICO DE LA PÉRDIDA DE VIDAS EN EL TRANSPORTE URBANO.

El cálculo más tradicional para monetizar las pérdidas por las víctimas en siniestros de tránsito consiste en sumar los costos directos en los que se incurre. Sin embargo, ese cálculo no toma en cuenta los impactos económicos futuros que ocasiona cada vida perdida. Como se menciona en la segunda parte, en Lima Metropolitana cada año miles de familias pierden el sustento económico de su hogar a causa de un siniestro vial y el mismo razonamiento podría aplicarse a la sociedad que pierde parte de su mano de obra y de sus consumidores, entre otros. La metodología de cálculo que más se aproxima a esta concepción es la del capital humano, que asigna a la víctima el valor presente de los ingresos futuros que habría percibido, esto es, el Valor Estadístico de la Vida (VEV). Un estudio reciente del Banco Mundial utiliza este enfoque en cinco países de Asia y África y encuentra que, reduciendo a la mitad la morbilidad y la mortalidad a causa de siniestros viales, el ingreso per cápita incrementaría entre el 7% y el 22% durante un periodo de 24 años.

Para este artículo se han estimado los costos a la sociedad por la pérdida de vidas en Lima Metropolitana también con base en el VEV, para cuyo cálculo se han analizado varios métodos. El Programa Internacional de Evaluación de Carreteras (iRAP) estima que el VEV es aproximadamente 70 veces el PBI per cápita (iRAP, 2010), valor que se considera correcto para PBI per cápita en el entorno de los 7.000 dólares (Milligan, 2014), por lo que podría considerarse correcto si para Lima Metropolitana se aplicase el promedio nacional<sup>22</sup>, obteniendo un valor de 423.636 dólares, pero menor al real si se tiene en cuenta que el PBI per cápita en la capital debe de ser mayor al del resto del país. En Perú también existen cálculos específicos: para el sector de la energía se estima en 557.920 dólares (Cordano, 2006), mientras que una investigación universitaria lo estimó en más de 2,6 millones de dólares (García Hernández, 2014). Recientemente el Ministerio de Economía y Finanzas encargó un estudio que da un valor oficial para el cálculo de políticas públicas: 138.007,70 dólares<sup>23</sup> (Bruno & Seminario de Marzi, 2017). Si bien es significativamente menor a los anteriores, se escoge este último para la estimación objeto de este artículo. No es posible saber qué fatalidades corresponden a cada tipo de causa<sup>24</sup>, pero se supone, de manera conservadora, que al menos el 50% de las víctimas son consecuencia directa de las deficientes condiciones en las que se encuentra el sistema de transporte. La Figura 11 muestra el costo total para el número de víctimas fatales de 2017.

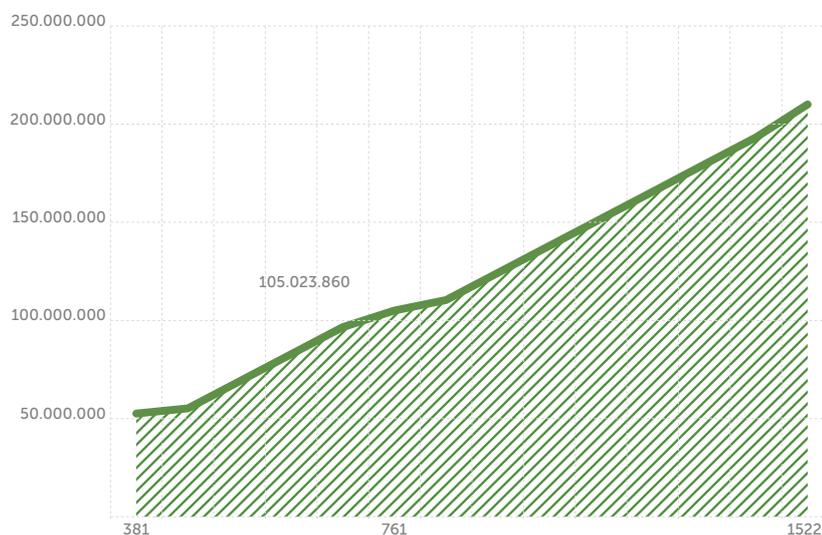


Figura 11. Aproximación cuantitativa del costo de la mortalidad (USD, año). Elaboración propia.

22. Se usa un PBI per cápita en precios corrientes de \$6.368,32 para 2017, de acuerdo con (IMF, 2018).

23. Valor promedio para hombres y mujeres y todas las edades.

24. La PNP sí da tipos de causas pero las aplican al total de incidentes (con víctimas fatales o no). Se considera que las causas pueden agruparse entre las relacionadas directamente con la calidad del sistema (señalización, infraestructura, normas de transporte), las indirectamente relacionadas con la calidad del sistema (imprudencias de alguno de los actores, educación vial, políticas de transporte, fenómenos meteorológicos), y las no relacionadas con el sistema (fenómenos meteorológicos muy adversos y las no identificadas).

El costo a la sociedad por las víctimas fatales de siniestros viales en Lima Metropolitana supera los 105 millones de dólares al año. El costo a la sociedad por las víctimas atribuibles al precario estado del sistema, de acuerdo con la hipótesis anterior, ascendería a casi 53 millones de dólares al año. Se hace notar que con la tasa de crecimiento de las fatalidades de 2016 a 2017, para el año 2021, los fallecidos por siniestros viales en Lima Metropolitana se habrán quintuplicado, alcanzando costos de más de 596 millones de dólares anuales.

**El costo social total de un sistema de transporte ineficiente**

Como trata de demostrar este artículo, las deficiencias de un sistema de transporte en una ciudad como Lima Metropolitana conllevan grandes costos porque los impactos que sufre el conjunto de la sociedad van más allá de lo evidente: la precaria conexión entre la mayoría de la población y los centros formales de empleo supone un incentivo a la informalidad; el sobregasto en transporte representa un costo de oportunidad, especialmente en una población de rentas bajas; las excesivas emisiones de todos los vehículos motorizados contribuyen a incrementar la morbilidad y los efectos del cambio climático; y la falta de calidad del sistema causa cientos de muertes todos los años. El costo social total de la ineficiencia del sistema de transporte de Lima Metropolitana se ha estimado en 1.525 millones de dólares anualmente, en promedio, que equivale al 0.53% del PBI anual de la ciudad y el 0,24% del PBI de Perú.

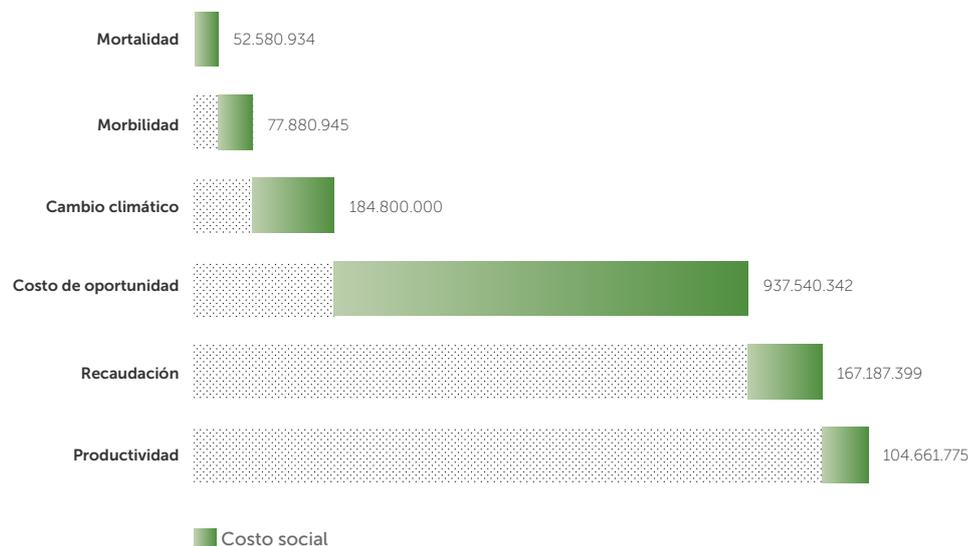


Figura 12. El costo social total, por componente<sup>25</sup> (USD, año). Elaboración propia.

25. Se han tomado los valores promedio de productividad y recaudación.

Como se observa en la Figura 12, el costo de oportunidad que representa el exceso de gasto empleado en movilizarse es el mayor componente del total, un 61%. En segundo lugar, los dos subcomponentes del costo de la informalidad de cercanía suman el 18% del total, seguidos de los subcomponentes del costo por contaminación que suman el 17% del total. Por su parte, el costo de la mortalidad sumaría algo más del 3% del total, aunque, con las elevadas tasas de crecimiento de fatalidades, este componente del costo total podría crecer significativamente. A continuación, se presenta el análisis de los componentes sin considerar el costo de oportunidad, sumando un total de 511 millones de dólares anuales, o el equivalente al 95% de las transferencias realizadas por el Ministerio de Economía y Finanzas a Lima Metropolitana en 2017<sup>26</sup> (Figura 13).

En el caso de no tomar en cuenta el costo de oportunidad, el principal costo sería el asociado al cambio climático, seguido por la recaudación, la productividad, la morbilidad y la mortalidad. Es importante resaltar que en las estimaciones –y en especial en la de la productividad– se seleccionaron parámetros muy conservadores.

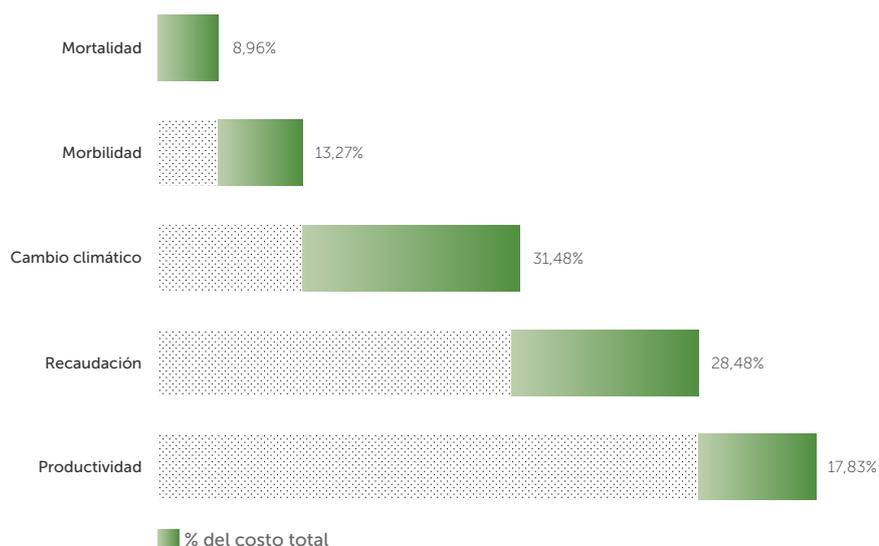


Figura 13. El costo social total, sin el costo de oportunidad (USD, año). Elaboración propia

26. Incluye las transferencias a los gobiernos provinciales de Lima y Callao, pero no las realizadas por gobiernos distritales.

## IV. CONCLUSIONES E IMPLICACIONES DE POLÍTICA PÚBLICA

---

Si bien otras investigaciones abordan los costos de siniestralidad vial y de los efectos a la salud por la contaminación del sector del transporte urbano, hasta donde se ha podido investigar, este artículo es el primero que ofrece una estimación integral que incorpora el costo de oportunidad por el exceso de gasto y asocia la informalidad a las deficiencias del sistema y las cuantifica.

En el artículo se analiza el caso de Lima Metropolitana, desde la perspectiva de los impactos en la calidad de vida de los ciudadanos y desde un enfoque macro que permite extrapolar los impactos ciudadanos al conjunto de la sociedad.

La capital peruana es el motor económico del país, concentrando un tercio de la población total y casi la mitad de la producción nacional. La ciudad continúa creciendo en extensión y en población y parece hacerlo a un ritmo más acelerado que el del crecimiento de oportunidades para la mayoría. La mayoría de la población vive en distritos de la periferia, que crecen a más del doble de velocidad que los distritos céntricos. Al mismo tiempo, las oportunidades laborales formales continúan concentradas, alejadas de la mayoría y sin una cobertura eficiente en términos de infraestructura y servicio. Ello implica que los que se transportan para acceder a sus centros de empleo o estudios lo hacen empleando tiempos demasiado prolongados y gastando más de lo que sería recomendable. También parece implicar que algunos decidan permanecer cerca de sus hogares, especialmente en los distritos de la periferia, donde las oportunidades de educación son menores y las de empleo, habitualmente informales. Además, la mortalidad y morbilidad resultado del transporte urbano, en términos de contaminación del aire y siniestralidad vial, suman miles de víctimas cada año. En una ciudad como Lima Metropolitana, con importantes bolsas de pobreza, resulta especialmente preocupante el hecho de que todos los impactos analizados parecen ser padecidos en mayor medida por los grupos de personas con menores ingresos, posiblemente funcionando como mecanismos de perpetuación de la pobreza, alimentando sus trampas.

El artículo ha discutido, asimismo, cuatro efectos macro y ha ofrecido estimaciones sencillas para su cálculo como un costo a la sociedad. Todos los componentes del costo –informalidad de cercanía, costo de oportunidad, polución y mortalidad– alcanzan magnitudes mayores a varias decenas de millones de dólares al año. Ello da cuenta a su vez de la magnitud del problema del transporte urbano en Lima Metropolitana, sea éste analizado por componentes individuales, o integralmente. A pesar de las consideraciones conservadoras empleadas, el impacto económico total a la sociedad asciende a valores cercanos al 0.53% del PBI de la ciudad y 0.24% del PBI del país, equivalente a la construcción de 12 kilómetros de metro subterráneo o a la compra de 3.050 autobuses eléctricos cada año.

Aunque son aproximaciones sencillas, las cifras presentadas se consideran suficientemente correctas y deben ser entendidas como los costos del status quo en los que la ciudad –y el país que depende de ella– están incurriendo innecesariamente. Dichos costos pueden ser ahorrados mediante la implementación de políticas públicas adecuadas y la inversión en infraestructura de transporte público.

En materia de desarrollo urbano, las entidades del Estado deben proveer apoyo técnico y económico a los distritos periféricos más pobres que son también los más poblados, para controlar la expansión territorial y favorecer la densificación, a través de la adopción de herramientas de planificación como los planes integrales de desarrollo urbano o los catástrofes. De hecho, muchos de estos distritos, por su extensión y el volumen de su población, posiblemente deban ser tratados como ciudades independientes con sus propias políticas de fomento a la creación de empresas, a la innovación y competitividad, y a la instalación de industrias que hagan uso intensivo de mano de obra.

Dentro del grupo de políticas de movilidad, debe crearse una autoridad metropolitana que planifique, coordine, financie, ejecute y supervise los proyectos de un sistema integrado que conecte a toda la ciudad. Además, deben priorizarse aquellas políticas que devuelvan la condición de servicio público al transporte urbano de pasajeros, hoy altamente liberalizado. El sistema sólo podrá dotarse de calidad si el costo de las mejoras es asumido por el sector público a través de subsidios: para que el transporte público ejerza su rol de forma eficiente, las tarifas no pueden sobrepasar los límites mostrados en este artículo. De otro modo, los usuarios optarían bien por no usar el servicio, bien por renunciar a otros servicios esenciales en favor del transporte. En los distritos de la periferia debe invertirse tanto en la pavimentación de calles y veredas que permitan transitar con seguridad, como en la implementación de subsistemas de transporte urbano de calidad conectados con el resto del sistema metropolitano. La movilidad urbana a nivel de distrito debe permitir a los ciudadanos acceder a oportunidades, en tiempos razonables y a precios asequibles. El Gobierno tendrá que desincentivar el uso de los modos de transporte medioambientalmente menos sostenibles, eliminando posibles subsidios al combustible u otras distorsiones. Asimismo, deberá continuar sin dilación la ejecución de la red del metro de la ciudad y completar las inversiones iniciales en la próxima década, especialmente aquellas que conecten los distritos centrales con el norte y el sur de la ciudad, donde las poblaciones no sólo son mayores sino que crecen al ritmo más rápido. De no ser así, los problemas crecerán en escala y los costos acabarán siendo significativamente mayores.

## REFERENCIAS

- Azariadis, C., & Starchurski, J. (2005). Poverty Traps. En *Handbook Of Economic Growth*. Chapter 5, Poverty Traps (págs. 295–384). North Holland.
- Bruno, L., & Seminario de Marzi. (2017). Estimación del costo social por fallecimiento prematuro. Lima, Perú. Retrieved from [https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv\\_publica/docs/parametros\\_evaluacion\\_social/Valor\\_Estadistico\\_Vida.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/parametros_evaluacion_social/Valor_Estadistico_Vida.pdf)
- CAF. (2017). CAF Banco de Desarrollo de América Latina. Obtenido de Investigación para el Desarrollo – Encuesta CAF 2016: <https://www.caf.com/es/temas/i/investigacion-para-el-desarrollo/encuesta-caf/>
- CAF. (julio de 2018). Base de datos de la Encuesta CAF de Hogares de 2017. Lima.
- CONAM. (2006). Valoración Económica de los Impactos de la Contaminación Atmosférica por PTS y PM10 en la Salud para Lima Metropolitana. Consejo Nacional del Ambiente, Perú.
- Cordano, A. V. (2006). El Valor Estadístico de la Vida y su Aplicación para la Fiscalización de la Industria de Hidrocarburos. OSINERG.
- DIGESA. (2005). Resultados del Inventario de Fuentes Fijas Cuenca Atmosférica Lima–Callao. Lima.
- El Comercio. (12 de 01 de 2017). BBVA Research:¿Cuánto empleo informal hay en el Perú? (Estudio). Lima, Lima, Perú.
- García Hernández, H. J. (2014). ESTIMACIÓN DEL VALOR ESTADÍSTICO DE LA VIDA EN EL PERÚ 2014.
- Gomide, Alexandre de Ávila. (2003). Transporte Urbano e Inclusao Social: Elementos para Políticas Públicas. Instituto de Pesquisa Economica Aplicada, Brasilia.
- Gonzales, G. F., & Steenland, K. (2014). Environmental health in Peru: outdoor and indoor. *Pan American Journal of Public Health*, 141.
- Hausmann, R. (09 de Junio de 2013). The Logic of the Informal Economy, Project Syndicate. Cambridge, Massachusetts, Estados Unidos.
- Helliwell, J. F., Sachs, J. D., & Layard, R. (2016, 2017, 2018). World Happiness Report. Sustainable Development Solutions Network.
- IMF. (2018). World Economic Outlook.
- INEI. (2015). Mapa de Pobreza Provincial y Distrital 2013. Lima.
- INEI. (2017). Perú: Estructura Empresarial 2016.
- INEI. (2017). Producción y Empleo Informal en el Perú.
- INEI. (2018). Evolución de la pobreza monetaria 2007–2017. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- INEI. (2018). Situación del Mercado Laboral en Lima Metropolitana Trimestre móvil: Diciembre 2017 – Enero–Febrero 2018.

- INEI. (s.f.). PERÚ Instituto Nacional de Estadística e Informática. Recuperado el 15 de 05 de 2018, de Población y Vivienda 2005–2015: <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/poblacion-y-vivienda/>
- Instituto de Economía y Desarrollo Empresarial Cámara de Comercio. (2017). Perú Lideró Crecimiento de Productividad Laboral en La Región. Revista La Cámara, 8.
- iRAP. (2010). Road Safety Toolkit.
- Kroeger, T. (2004). Estimación del Costo Beneficio de Medidas para el Sanamiento Atmosférico. CONAM, Lima.
- Lima Cómo Vamos. (21 de Marzo de 2018). Base de Datos del Informe sobre la Percepción de la Calidad de Vida. Informe sobre la Percepción de la Calidad de Vida. Lima, Lima, Perú.
- Lima Cómo Vamos. (24 de 05 de 2018). Encuestas de Percepción. Obtenido de <http://www.limacomovamos.org/encuestas/>
- Mendoça, A., & Vasconcellos, E. A. (2016). Observatorio de Movilidad Urbana. Informe 2015–2016. Resumen Ejecutivo. CAF – Banco de Desarrollo de América Latina.
- Milligan, C. A. (2014). Risk Analysis of Performance Measure Forecasts in Road Safety Engineering. Manitoba.
- Ministerio de Salud. (2013). Análisis Epidemiológico de las lesiones casuadas por accidentes de tránsito en el Perú.
- Miranda, J. J. (2006). Impacto Económico en la Salud por Contaminación del Aire en Lima Metropolitana. Lima: IEP.
- Moore, F. C., & Diaz, D. B. (12 de Enero de 2015). Temperature Impacts on Economic Growth Warrant Stringent Mitigation Policy. *Nature Climate Change*, 127–131.
- Municipalidad Metropolitana de Lima. (2015). PLAM Lima Callao 2035. Plan Metropolitano de Desarrollo Urbano al 2035. Lima, Lima, Perú: UN Habitat.
- OMS. (02 de mayo de 2018). Comunicado del Director General Tedros Adhanom Ghebreyesus .
- OMS. (2018). WHO Global Ambient Air Quality Database (update 2018).
- Perú21. (30 de 05 de 2017). Se registra más del 80% de informalidad en el interior del país. Lima, Lima, Perú.
- Policía Nacional del Perú. (2018). Anuario Estadístico 2017.
- SENAMHI. (2014). Evaluación de emisiones vehiculares en Lima Metropolitana. Lima: SENAMHI.
- Vasconcellos, E. A. (2016). Presentación CLATPU 2016. Montevideo.
- WHO. (2018). WHO Global Ambient Air Quality Database.



**Carlosfelipe Pardo,**

Director Ejecutivo, *Despacio.org*

*pardo@despacio.org*

El autor agradece la revisión de los borradores de este documento por parte de Eduardo Vasconcellos, Adriana Hurtado-Tarazona, Camilo Urbano, Bruce Appleyard, Germán Lleras y Daniel Rodríguez que ayudaron a que fuese más claro y con mejores argumentos. Cualquier omisión o error del artículo es responsabilidad del autor.

# IR DESPACIO PARA LLEGAR ANTES: IMPLICACIONES DE REDEFINIR LA VELOCIDAD COMO POLÍTICA DE TRANSPORTE

## ABSTRACT

*The article debates the importance of redefining speed as a main axes of urban transport policies. It reviews the relative importance of speed in transport as a value and as an indicator, followed by a discussion on how this has been operationalized in the discourse of planning and traffic engineering. This is followed by a description of the negative problems that this generates in cities. The article continues by describing theoretical, empirical examples and specific measures that are useful to demonstrate why the role of speed must be re-assessed. Finally, a discussion on the reasons for which speed has received greater importance and steps to move forward.*

## RESUMEN

El artículo debate la importancia de redefinir la velocidad como eje de las políticas de transporte urbano. Hace un recorrido por la importancia relativa que ha tenido este concepto en el transporte como valor y como indicador, seguido de la discusión sobre cómo se ha operacionalizado esta idea en el discurso de la planificación y la ingeniería de tráfico. Esto se sigue de una descripción de los problemas negativos que genera esto en las ciudades. Se continúa el artículo describiendo los ejemplos teóricos, empíricos y medidas concretas que son útiles para mostrar por qué se debe reevaluar el rol de la velocidad. Finalmente, se discuten las razones por las que se le ha dado tanta importancia a la velocidad y se describen pasos específicos para avanzar.

## I. LA IMPORTANCIA RELATIVA DE LA VELOCIDAD EN EL TRANSPORTE

---

***“La bicicleta era cerca de cuatro veces más rápida que caminar y se publicaron avisos sobre la posibilidad de sufrir de “cara de bicicleta” por moverse contra el viento a esas altas velocidades” (Kern, 1983)***

La velocidad se ha convertido en un valor cuyos beneficios han sido más prominentes que sus problemas para la sociedad contemporánea y que, además, genera efectos adversos que se perciben como beneficios. En la ingeniería (y el urbanismo moderno en general) la velocidad ha sido presentada como uno de sus objetivos principales. Históricamente, la velocidad como concepto concreto y útil existe desde la inauguración de los sistemas férreos en el siglo XIX (véase Schivelbusch, 1986) y luego la declaración enfática de la velocidad como un valor en el principio del Siglo XX (Marinetti, 1909). Esto se materializó en las ciudades a través del modernismo y la propuesta de Le Corbusier de producir ciudades que respondieran a parámetros “racionales” que buscaran generar mayor eficiencia en la forma como funcionaban (Le Corbusier & Etchells, 1929). Todo esto implicó que el transporte urbano debía ser veloz.

El debate sobre la relevancia de la velocidad como valor es relativamente reciente y se ha restringido a contextos relacionados con la vida cotidiana (Gleick, 2000; Honoré, 2004; Parkins & Craig, 2006; Virilio, 1997) pero no con los aspectos técnicos de la producción de ciudades (excepto la crítica explícita a la velocidad en el transporte de Ilich (Illich, 1973).

Este artículo busca responder a esta pregunta aplicada específicamente al contexto actual del transporte. A partir de una revisión de conceptos, investigaciones empíricas y algunas intervenciones de política pública, se argumenta que estamos en un momento adecuado para cambiar el punto de vista respecto a la velocidad. Además, este cambio puede generar beneficios en las ciudades de América Latina para mejorar las condiciones de los sistemas de transporte, mientras se reducen las externalidades negativas que han sido perennes en estos sistemas. A su vez, el artículo busca ampliar la discusión ya existente sobre la reducción de la velocidad, la cual se ha restringido principalmente a la seguridad vial y a las intervenciones físicas.

## II. LOS OBJETIVOS CLÁSICOS DEL TRANSPORTE

**“Declaramos que el esplendor del mundo se ha enriquecido por una nueva belleza: la belleza de la velocidad. Un automóvil en carrera con su capó adornado por grandes tubos como serpientes y un aliento explosivo... un carro que parece correr con fuego de metralleta, es más bello que la Victoria de Samotrace”. (Marinetti, 1909)**

La planificación del transporte debería responder a la planificación urbana, y con base en los objetivos planteados desde esa disciplina se debería aplicar la ingeniería de tráfico. Lamentablemente, en la realidad, la planificación del transporte en países de América Latina ha sido que las ciudades se han desarrollado con mayor prelación del punto de vista de la ingeniería de tráfico, o que la planificación urbana ha sido formulada desde el punto de vista de la eficiencia –una meta tradicional de la ingeniería de tráfico (un ejemplo clásico de esta visión es Le Corbusier & Etchells, 1929).

Se podrían encontrar tres fenómenos críticos que han hecho que lleguemos a ese punto:

Un primer fenómeno es que el transporte en ocasiones se planifica por diferentes disciplinas que no dialogan entre sí, y las políticas públicas se estructuran de tal forma que requieren “experticia” de profesiones específicas. Las entidades de gobierno solicitan formalmente un estudio de transporte donde el equipo de trabajo debe estar compuesto por una gran cantidad de ingenieros, un científico social y tal vez un arquitecto o urbanista (estos últimos muy pocas veces se aceptan como directores de proyecto). El equipo de trabajo se consolida entonces desde la ingeniería y las otras disciplinas raras vez tienen la posibilidad de incidir sobre la forma como se estructura el proyecto y solo deben responder a las solicitudes de ingenieros. Hay ejemplos extremos de este fenómeno: en la experiencia personal del autor, psicólogo y urbanista, en más de una ocasión ha tenido que redefinir metodologías de participación social de un proyecto de transporte después de la revisión de uno o varios ingenieros.



Figura 1. Distinción de contextos para definir la tipología de vía necesaria. Fuente: (Ministerio de Transporte de Colombia, 2016)

Un segundo fenómeno radica en la confusión del tipo de infraestructura que se necesita para uno u otro contexto, específicamente la falta de distinción entre la calle y la carretera (en inglés la distinción es más clara: street vs road). Es decir: la definición del tipo de vía que se debe construir o la forma como se debe diseñar una vía siempre debería estar definido por el contexto en que está. La Figura 1 describe esto de manera sucinta. Los ingenieros suelen confundir estos dos conceptos, y olvidar las características de las calles (streets) por el impulso de construir carreteras (roads) cuyas características son definitivamente para que los vehículos logren mayor velocidad. La solución al construir carreteras dentro de contextos de mucha actividad y gran cantidad de cruces pierde mucha lógica además por el hecho de que de todas formas debe ser inmerso en un contexto de tráfico interrumpido.



Figura 2. Confusión entre "Street" y "road" en una sola vía. Foto del autor.

Una tercera parte del problema (que puede resultar de los dos fenómenos anteriores) es que el transporte como preocupación, sistema y disciplina se ha formulado principalmente desde la ingeniería de tráfico (de carreteras / roads) sin conversar con la planificación urbana. Aunque esta visión está cambiando, los documentos técnicos de ingeniería del tráfico presentan principalmente dos objetivos:

- **Eficiencia:** los sistemas de transporte deben ser eficientes en la medida en que lo-  
gran transportar personas y productos en poco tiempo, y entre los lugares de origen  
y destino desde y hacia dónde deben transportarse
- **Capacidad:** Los sistemas de transporte deben mover la mayor cantidad de personas  
o carga (kg) en un espacio determinado (por ejemplo, un carril de 4 metros de an-

cho debe tener la mayor cantidad de personas moviéndose por hora y por sentido para ser exitoso). La discusión típica de mayor capacidad siempre se busca calcular con la curva de flujo vehicular que depende de velocidad y densidad. No obstante, la ingeniería de tráfico admite que el modelo que ha definido esta curva – el modelo Greenshields – “no representa bien el comportamiento moderno de tráfico” (Roess, Prassas, & McShane, 2004, p. 118).

Hay que aclarar que la velocidad en las vías urbanas también está fuertemente supeditada a la cantidad de cruces, semáforos y el tráfico interrumpido, no tanto por la capacidad vial que ofrezcan varios carriles. La ingeniería de tráfico a veces indica que la solución a esto es construir puentes vehiculares u otro tipo de desnivel, lo que exacerba la prelación del automóvil frente a otros vehículos y reduce sustancialmente la importancia de la vida urbana para quienes caminan y residen en las ciudades –el argumento ya clásico de (Jacobs, 1972).

Para cumplir estos dos objetivos se han buscado diferentes medidas orientadas a la oferta y la demanda:

- **Soluciones orientadas a la gestión de la oferta:** generar sistemas que puedan mover la mayor cantidad de personas en el menor tiempo y a la mayor cantidad de destinos posible. En ocasiones, esto implica la provisión de infraestructura (rieles, carriles, autopistas) que respondan a la demanda de viajes existente (N. R. C. (U. S. ). H. R. Board, 1965; N. R. C. (U. S. ). T. R. Board, 2010; Heanue, 1998). Esto, a su vez, tiene críticas relacionadas con el fenómeno de demanda inducida: mayor oferta genera mayor demanda, y a su vez puede producir mayor congestión.
- **Soluciones orientadas a la gestión de la demanda:** gestionar los sistemas existentes para entregar señales de precio o regulación que prioricen los sistemas y vehículos más eficientes (Broadbuss, Litman, & Menon, 2009; Litman, 2006; Victoria Transport Policy Institute, 2010).

Hay que admitir que los documentos de ingeniería del tráfico sí son claros sobre varios temas relevantes para esta discusión. Primero, hacen explícito que la velocidad per se no es una solución. De otra parte, presentan claramente la dificultad de resolver el “problema fundamental de la congestión” donde tienen relación el flujo, la velocidad y la densidad vehicular en una vía (Roess et al., 2004). No obstante, la obsesión principal de la ingeniería del tráfico es mantener una capacidad alta, preferiblemente a través de mayores velocidades, y no poder interrumpir el flujo. Dos citas textuales de Roess et al lo muestran explícitamente:

“Cualquier tasa de flujo puede existir bajo dos condiciones: 1) una condición de velocidad relativamente alta y baja densidad (en la porción estable de las relaciones de flujo); 2) una condición de velocidad relativamente baja y densidad alta (en la porción inestable de las relaciones de flujo). **Obviamente, los ingenieros de tráfico preferirían que todas las facili-**

**dades operen en la porción estable de las curvas”** (Roess et al., 2004, p. 116)<sup>1</sup>. Es evidente, de todas formas, que este tipo de frases se refieren a carreteras, pero debido al fenómeno descrito arriba de querer diseñar y construir carreteras en lugar de calles, termina aplicándose las mismas reglas en entornos urbanos.

“En capacidad, sin espacios utilizables en el arroyo del tráfico, una perturbación ligera causada por un vehículo que entra al flujo o cambia de carril, o simplemente un conductor que pisa los frenos, causa una reacción en cadena que no puede mitigarse” (Roess et al., 2004, p. 116).<sup>2</sup>

O’Flaherty indica algo similar, pero asignándole la preocupación a los conductores: “mientras que los ingenieros de tráfico se preocupan por lograr buenos flujos... los conductores individuales estarán más preocupados por la calidad de sus viajes. Su preocupación principal será con la velocidad a la que puedan viajar” (O’Flaherty & Bell, 1997, p. 274). No es claro si este autor tiene información para inferir que la preocupación de alguien viajando sea su velocidad y no su tiempo de viaje. Ese supuesto podría indicar una preferencia por la velocidad como una variable clave para la calidad de un viaje.

Es claro que la función esencial de la ingeniería de tráfico es, básicamente, generar soluciones para mejorar las condiciones de tráfico y reducir la probabilidad de problemas e incertidumbres. Pero, asumir que esto cuenta sólo para vehículos motorizados y que es preferible que sea a velocidades relativamente altas, genera un problema en la forma de planificar las ciudades. Un pensamiento puramente utilitario del flujo de cualquier elemento de su origen a su destino es fundamental para la operación de una fábrica en su línea de producción, pero asumir que el transporte debe seguir esta misma lógica para el bienestar de las ciudades es errado y genera muchos problemas, como se describirá más adelante.

Algo importante es que esto que aquí se ha presentado es lo que indica la literatura de ingeniería de tráfico publicada hace menos de veinte años. Desafortunadamente, en la práctica de esta disciplina prevalece una visión menos benévola y orientada principalmente al flujo del automóvil como primera medida. Esto resulta en parte porque el aprendizaje de quienes aplican esta disciplina como funcionarios públicos o consultores en países en desarrollo fue con la visión enseñada hace varias décadas. Aunque hay excepciones de consultores y funcionarios que han actualizado su punto de vista a uno donde se protege a los usuarios vulnerables, la experiencia personal del autor en decenas de ciudades de países en desarrollo es que prevalece la visión auto-centrista (en el contexto de Estados Unidos, Norton *et al* dan una explicación de por qué terminó esto así (Norton, Bijker, Carlson, & Pinch, 2011)).

1. Traducción realizada por el autor. Negrilla fuera de texto

2. Traducción realizada por el autor

Ahora bien, es importante resaltar qué parte de la literatura técnica de ingeniería de tráfico sí ha reconocido un cambio reciente en esta visión pero que continúa siendo debatida. Sobre esto Slinn et al indican: “Ahora es generalmente (pero de ninguna manera universalmente) reconocido que nunca podremos acomodar la demanda de viajes en automóvil sin restricciones y por esto, de manera creciente, la ingeniería de tráfico se ha enfocado en compartir el espacio y asegurarse de que se suplan las necesidades de las formas de transporte más sostenibles como caminar y andar en bicicleta” (Slinn, Matthews, & Guest, 2005, p. 2)<sup>3</sup>.

En suma, la forma recurrente y “tradicional” como se ha medido la eficiencia, capacidad y el éxito de las soluciones de transporte ha sido esencialmente a través de su velocidad y el tiempo de viaje promedio, en el sentido en que mayor velocidad promedio y menores tiempos de viaje son un indicador del éxito de un sistema de transporte<sup>4</sup>. A su vez, una menor velocidad promedio se interpreta como una situación indeseable, difícil de predecir o simplemente un fracaso. No obstante, lo que se muestra en el resto de este artículo es que no es malo que un automóvil frene, sino que de hecho es bastante positivo para la vida en las ciudades. Frenar los automóviles o reducir sus velocidades no debería verse como un fracaso sino como una situación positiva en la mayoría de los contextos urbanos. De hecho, como lo indica O’Flaherty al hablar de congestión, indica que la velocidad promedio en las ciudades no ha cambiado mucho a lo largo de muchas décadas (O’Flaherty & Bell, 1997, p. 133), con lo cual todo el trabajo que se ha hecho para tratar de mejorar esas condiciones no parece haber dado frutos – y tal vez demuestra que es la meta de “mayor velocidad” es una meta inútil.

### III. EL PROBLEMA DE LA VELOCIDAD COMO INDICADOR Y META

***“Los ferrocarriles son halados a la enorme velocidad de 20 km/h por ‘motores’... El Todopoderoso seguramente nunca buscó que la gente viajara a esa velocidad” –  
Atribuida a Martin Van Buren (Gobierno de Nueva York)***

A partir de lo descrito en la sección anterior, se puede afirmar que es errado establecer la velocidad como indicador principal de la eficiencia del transporte. Esto radica en que la afirmación parte de un supuesto equivocado y sintomático: se asume que lo necesario para

3. Traducción realizada por el autor

4. Debe aclararse que existen situaciones en que el acceso de los ciudadanos a oportunidades también se usa en algunas ocasiones para medir el éxito de un sistema de transporte, pero esto no es algo ampliamente conocido ni aplicado.

resolver el transporte es incrementar la velocidad de un viaje porque esto reduce los tiempos de viaje y por consiguiente incrementaría el acceso a las oportunidades de cualquier ciudadano. No obstante, esto genera un problema mayor pues exacerba las distancias recorridas (como se explica más adelante) y, en consecuencia, es imposible reducir los tiempos de viaje. Lo anterior puede ser uno de los factores que genera inequidad en el acceso a los modos de transporte como la bicicleta y caminar<sup>5</sup>.

Parte de esta confusión en la forma como se caracteriza la velocidad tiene su raíz en que se están resolviendo síntomas de un problema en lugar de sus causas. Esto se ha formulado de maneras distintas en el urbanismo, y la frase más conocida es la que formuló Lewis Mumford aludiendo a que construir autopistas para solucionar la congestión era como comprar pantalones más grandes para curar la obesidad (Mumford, 1956)<sup>6</sup>. Este fenómeno se pudo formular de manera más precisa por los economistas del transporte en el término de “demanda inducida”, un fenómeno según el cual la ampliación o construcción de vías genera más congestión (Gorham, 2009). Esto tiene tres explicaciones: el uso de una nueva ruta por personas que antes no la usaban, la mayor cantidad de viajes de quienes antes no lo hacían, y tal vez la más importante que se refiere a los cambios en la forma urbana por el desarrollo de infraestructura vial y que redefinen la ciudad y la inhabilidad de manejar la expansión urbana – esta última podría ser la razón por la que se generan más viajes por demanda inducida (Lee, Jr., Klein, & Camus, 1999).

Por las mismas razones por las que el desarrollo de oferta vial no soluciona la congestión, el énfasis en la velocidad como objetivo no resuelve el problema de tiempos de viaje sino que lo exacerba. Esto ha sido identificado hasta cierto punto por Ivan Ilich (Ilich, 1973), Whitelegg (Whitelegg, 1993), Newman y Kenworthy (Newman & Kenworthy, 1999), quienes solo enuncian el problema y no lo desarrollan. Whitelegg sí hizo una indicación a la “contaminación del tiempo” pero no la desarrolló en detalle.

Todas estas concepciones erradas del transporte resultan de la noción equivocada de asumir que el transporte es un fin en sí mismo y no el resultado de necesidades de acceso (una “demanda derivada”). Sobre el tema, Daniel Rodríguez indica: “hay quienes argumentan que pensar en el transporte solo como una demanda derivada es errado. Nos lleva a pensar en las calles, vías, espacios para movilidad, únicamente con fines derivados de la necesidad utilitaria de llevar personas de X a Y. Pero las calles y espacios públicos pueden ser ese tercer espacio (en el contexto anglosajón, complementando casa e iglesia, los otros dos espacios).

5. Un error adicional que genera mayores problemas en la disciplina de la ingeniería del transporte es que se asume que una respuesta para lograr los objetivos de mayor capacidad y eficiencia de un sistema de transporte es incrementar la velocidad máxima y de operación de los sistemas de transporte. Esto está en la raíz de muchos problemas de planificación de transporte, y en realidad es porque se confunden los conceptos de velocidad máxima y de operación con el de velocidad promedio

6. Esta frase ha sido reformulada de distintas maneras y atribuida a distintas personas. La cita original es la indicada en la referencia, de un artículo de Lewis Mumford en *The New Yorker*.

Esto implicaría que los espacios de movilidad pueden ser también espacio para estar y ser... espacios de congregación y comunidad”<sup>7</sup>.

Aunque se ha hecho reconocimiento explícito del cambio de un punto de vista de tráfico y transporte a uno de movilidad, es importante comprender que el transporte responde a necesidades derivadas y que las ciudades bien planificadas (compactas y de usos mixtos de suelo) no necesitan sistemas de transporte de alta velocidad para todos los viajes. Cuando se cambia el punto de vista de la movilidad al acceso de oportunidades, se hace más claro que la situación crítica a resolver es la de mejorar las condiciones de ese acceso (y oportunidades) a la mayor población posible.

A su vez, se producen entonces problemas de inseguridad vial en las ciudades, debido a que la velocidad ya ha sido identificada como una de las razones principales por la que hay mayores muertes en las vías (OECD Transport Research Centre, 2006; Transport Research Centre, 2004; World Health Organization, 2015). Además, el incremento en velocidad genera distancias excesivas en los viajes de quienes pueden viajar a altas velocidades, mayor dispersión urbana, problemas en mayores emisiones contaminantes y segregación socioespacial en las ciudades. Es decir, poder ir más rápido nos hace querer vivir más lejos, lo que a su vez nos hace querer ir más rápido, y así sucesivamente. La consecuencia nefasta relacionada con esto es que quienes no pueden ir más rápido solo sufren de una condición inequitativa de vivir más lejos y tener viajes más largos en sistemas de transporte más caros que antes (en el caso del transporte público) o menos adecuados para viajes largos (como sucede con la bicicleta, y en extremo con la caminata).

Es decir, a pesar de que se pueda incrementar la velocidad de los sistemas de transporte, la dependencia de la velocidad puede generar una situación en la que las personas de bajos ingresos no pueden necesariamente acceder a las oportunidades que les puede ofrecer la ciudad pues no tienen forma de pagar los servicios que les den acceso a éstas. Además, la forma urbana de una ciudad veloz les va a distanciar mucho más de los centros de trabajo debido a la dispersión urbana.

Peor aún, la velocidad genera un contexto donde quienes más mueren son las personas de menores ingresos que usan modos no motorizados y están en situaciones vulnerables y viajes largos. Por ejemplo, en un estudio realizado en Bogotá se encontró que caminar en esa ciudad genera ocho veces más riesgo que andar en automóvil (Quiñones et al., 2017).

No es atrevido afirmar que la velocidad es un factor que genera mayor inequidad en las ciudades (Virilio, 1997).

7. Conversación por correo electrónico, Julio 13 de 2018.

## IV. TENDENCIAS RECIENTES DE LA PLANIFICACIÓN DEL TRANSPORTE

***“De aquí a 2030, proporcionar acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles para todos y mejorar la seguridad vial, en particular mediante la ampliación del transporte público, prestando especial atención a las necesidades de las personas en situación de vulnerabilidad, las mujeres, los niños, las personas con discapacidad y las personas de edad.” Meta 11.2 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. (ONU, 2016)***

Existen acuerdos globales y políticas recientes que han retornado la atención hacia otros valores del transporte distintos a la velocidad. Algunos de ellos son acuerdos entre gobiernos, también nuevos principios que dan prelación de unos modos, y otros enfoques que se relacionan con cambios conceptuales en la forma como se deben planificar las ciudades y sus sistemas de transporte. Esto ha hecho posible que se pueda renovar el interés hacia políticas más amplias de reducción de velocidad.

Los acuerdos globales incluyen los Objetivos del Desarrollo Sostenible – ODS (ONU, 2016) y la Nueva Agenda Urbana (Organización de las Naciones Unidas, 2017), en los que se ha planteado un mejoramiento de los sistemas de transporte con mayor preocupación hacia las condiciones de acceso para las personas de bajos ingresos, las mejores condiciones del transporte público y no motorizado, y la restricción de sistemas de transporte individuales y motorizados.

Por su parte, la prelación de peatones, usuarios de bicicleta y transporte público ha sido uno de los esfuerzos más significativos en las políticas urbanas y de entidades multilaterales en las últimas dos décadas (Goldman & Gorham, 2006; GTZ, 2003; Rahman, 2000).

En términos de desarrollo urbano, se ha visto un interés creciente en las ciudades más compactas, de densidades mayores a las típicas de ciudades de América del Norte, y usos mixtos de suelo (ITDP, 2017; Wessels, Pardo, & Bocarejo, 2012).

Finalmente, se ha reforzado el discurso de la seguridad vial hacia uno donde el indicador principal es la reducción de muertes y heridos en las vías, y en muchas ocasiones siguiendo las políticas de “Visión Cero” formuladas en Suecia desde finales del Siglo XX (Zukang, 2010). Esto reitera el valor de la vida como un concepto central en la planificación del transporte y podría desplazar a la velocidad como indicador principal. Así, una política exitosa de transporte sería una donde se dé mayor prelación a tener menos muertes en las vías por encima de tener un menor tiempo de viaje.

Es importante resaltar también que, cuando la literatura de ingeniería de tráfico incluye secciones sobre pacificación de tránsito, sí reconoce los efectos benéficos de estas medidas en la reducción de siniestros (véase, por ejemplo, Slinn et al., 2005, p. 163). O’Flaherty indica también que incluso desde 1935 se habían encontrado pruebas de la efectividad de reducción de velocidad en la reducción de siniestros viales (O’Flaherty & Bell, 1997, p. 316).

## V. LA VELOCIDAD ADECUADA COMO ESTRATEGIA: TEORÍA, LO EMPÍRICO Y EXPERIENCIAS

***“Este era el secreto de aquel barrio: cuanto más lentamente caminaban, tanto más de prisa avanzaban. Y cuánto más se apresuraban, menos se adelantaban” Momo. (Ende, 1992)***

A través de ejercicios teóricos, empíricos y de aplicación de medidas concretas, se ha logrado demostrar que la aplicación de una velocidad adecuada puede generar efectos positivos en seguridad vial, así como se ha demostrado que la reducción de velocidad máxima en las vías no genera una reducción drástica en la velocidad promedio. Al mismo tiempo, se ha demostrado que la velocidad promedio es mucho más importante que la velocidad máxima para lograr tiempos de viaje menores. A continuación, se hace un recuento de ejemplos representativos de los ejercicios conceptuales y las experiencias prácticas que demuestran este punto de vista.

### EJERCICIOS TEÓRICOS

A través de análisis de conceptos teóricos y algunos datos se ha podido demostrar que la velocidad no es tan importante para la eficiencia de un sistema de transporte pero que sí genera un riesgo significativo para todos los actores viales.

Un primer ejercicio es el de la curva de riesgo de velocidad. La curva tiene varias versiones con diferentes umbrales, pero la forma típica de la curva y los umbrales principales siguen siendo los mismos (ver Figura 1): a partir de una velocidad de 30 km/h, una colisión puede resultar fatal en mayor medida, y a partir de 50 km/h la muerte en la colisión es casi una certeza. Estos valores se han obtenido con datos de colisiones reales en varios estudios (Rosén & Sander, 2009).

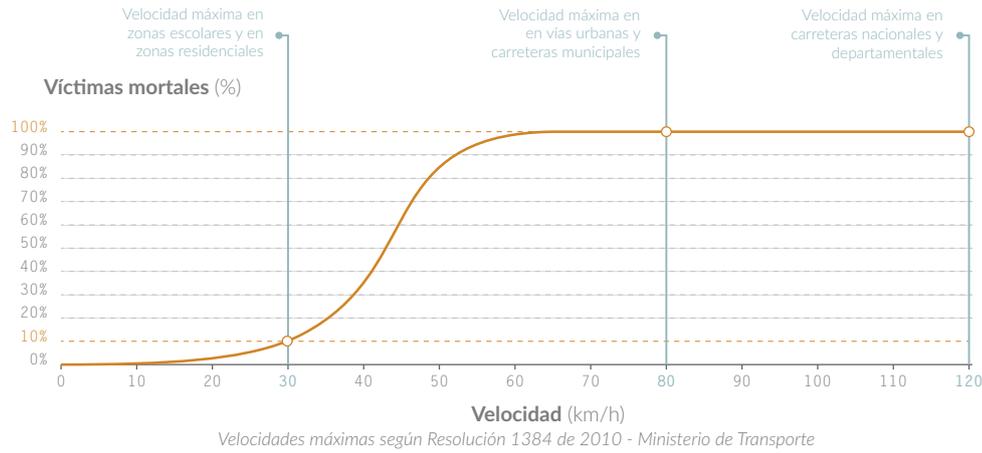


Figura 3. Curva de probabilidad de siniestros según velocidad de la colisión. Fuente: Despacio.org

El mismo concepto se ha reformulado con una analogía más clara donde se equipara la velocidad de una colisión con el piso del que cae una persona (Véase Figura 4). Este ejemplo (desarrollado inicialmente por (OECD Transport Research Centre, 2006)) tiene mayor impacto en presentar el concepto para la ciudadanía en general.



Figura 4. Esquema representando el riesgo de una colisión a diferentes velocidades como caer de diferentes pisos. Fuente: Despacio.org

Un segundo ejercicio con base en información de capacidad de percepción del ser humano es el que presenta el campo visual del ser humano (véase Figura 3), que se reduce a medida que incrementa la velocidad. Esto busca mostrar el riesgo que se genera ante los demás actores viales en altas velocidades (Bartmann, Spijkers, & Hess, 1991).



Figura 5. Esquema ilustrativo del cambio en percepción visual según la velocidad de una persona conduciendo. Fuente: Despacio.org

Tabla 1: Ejercicio ilustrativo de duración de viaje según velocidad promedio. Elaboración propia

Velocidad promedio de viaje	Distancia de viaje (km)									
	2	3	4	5	5,7	6	7	8	9	10
	2 km	3 km	4 km	5 km	5,7 km	6 km	7 km	8 km	9 km	10 km
10 km/h	12.0	18.0	24.0	30.0	34.2	36.0	42.0	48.0	54.0	60.0
20 km/h	6.0	9.0	12.0	15.0	17.1	18.0	21.0	24.0	27.0	30.0
30 km/h	4.0	6.0	8.0	10.0	11.4	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0
40 km/h	3.0	4.5	6.0	7.5	8.6	9.0	10.5	12.0	13.5	15.0
50 km/h	2.4	3.6	4.8	6.0	6.8	7.2	8.4	9.6	10.8	12.0
60 km/h	2.0	3.0	4.0	5.0	5.7	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0
70 km/h	1.7	2.6	3.4	4.3	4.9	5.1	6.0	6.9	7.7	8.6
80 km/h	1.5	2.3	3.0	3.8	4.3	4.5	5.3	6.0	6.8	7.5
90 km/h	1.3	2.0	2.7	3.3	3.8	4.0	4.7	5.3	6.0	6.7
100 km/h	1.2	1.8	2.4	3.0	3.4	3.6	4.2	4.8	5.4	6.0
110 km/h	1.1	1.6	2.2	2.7	3.1	3.3	3.8	4.4	4.9	5.5
120 km/h	1.0	1.5	2.0	2.5	2.9	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
130 km/h	0.9	1.4	1.8	2.3	2.6	2.8	3.2	3.7	4.2	4.6

Un ejercicio aritmético (véase Tabla 1) presenta la duración de un viaje según su velocidad promedio. Esto sirve para presentar las diferencias despreciables que hay entre un viaje con velocidad promedio por encima de 20 km/h y uno igual o de menor velocidad, con lo cual es evidente que la diferencia de tiempo no es mayor a unos pocos minutos.

Otro ejercicio teórico es el del “problema fundamental del tráfico”, según el cual se ha invertido bastante tiempo intentando explicar con modelos matemáticos por qué se genera congestión en situaciones donde no hay un cuello de botella específico (incluso en vehículos avanzando en un círculo sin ningún tipo de obstáculo distinto de los demás que se encuentran avanzando en velocidades similares). Un ejercicio realizado por (Sugiyamal et al., 2008) encontró que el problema de la “congestión fantasma” comienza a presentarse desde una velocidad de 20 km/h. Una razón por la cual puede ser este el punto de quiebre es que la conducción de un vehículo por encima de esta velocidad está más allá de la capacidad de un ser humano debido a sus capacidades perceptuales – es decir, una persona no puede ir en una velocidad constante con otros vehículos cuando van a una velocidad muy alta pues sus capacidades perceptuales no lo permiten.

Appleyard (Appleyard & Appleyard, 2019) indican lo siguiente:

“por qué vemos un salto tan dramático de 20 a 30 millas por hora (32 a 48 km/h), pero no tanto de 30 a 40 millas por hora (48 a 64 km/h)? Después de presentar estos datos en varios talleres, la teoría de un neurocirujano parece ser la mejor explicación: los humanos han evolucionado para resistir trauma craneal a la velocidad más rápida en que pueden correr, aproximadamente 20-25 millas por hora (32 a 40km/h). Con esto en mente, deberíamos asignar velocidades de tránsito a los aspectos físico-biológicos de nuestra humanidad, en lugar de nuestros automóviles”<sup>8</sup>.

Un segundo experimento entró a revisar el fenómeno anteriormente descrito y encontró un hallazgo similar: a medida que se incrementa la velocidad, hay mayores problemas de congestión de los vehículos en un grupo (Jiang et al., 2014). Aquí, las capacidades perceptuales del ser humano también inciden de manera negativa con la velocidad con respecto al campo visual (como se presenta arriba) y el tiempo de reacción en el frenado – a mayor velocidad se generan situaciones de mayor riesgo.

## EJERCICIOS EMPÍRICOS

Hay experiencias de carácter empírico que han sido de utilidad para demostrar los efectos reales de la velocidad o sus implicaciones.

Un primer ejemplo se refiere al efecto del tráfico y la velocidad en la vida en las ciudades. Es el estudio de 1981 de Donald Appleyard (Appleyard, Gerson, & Lintell, 1981), donde presentó la diferencia entre tres calles de su ciudad con condiciones similares excepto por

8. Cita enviada por Bruce Appleyard por correo electrónico en Julio 10 de 2018. La publicación en edición es Donald and Bruce Appleyard, *Livable Streets 2.0*, Elsevier (2019).

las características de ancho y velocidad. Appleyard encontró que en las calles con menor velocidad y volumen de tráfico había mayor cohesión entre vecinos, y que además entendían el “barrio” como algo más grande en un mapa..

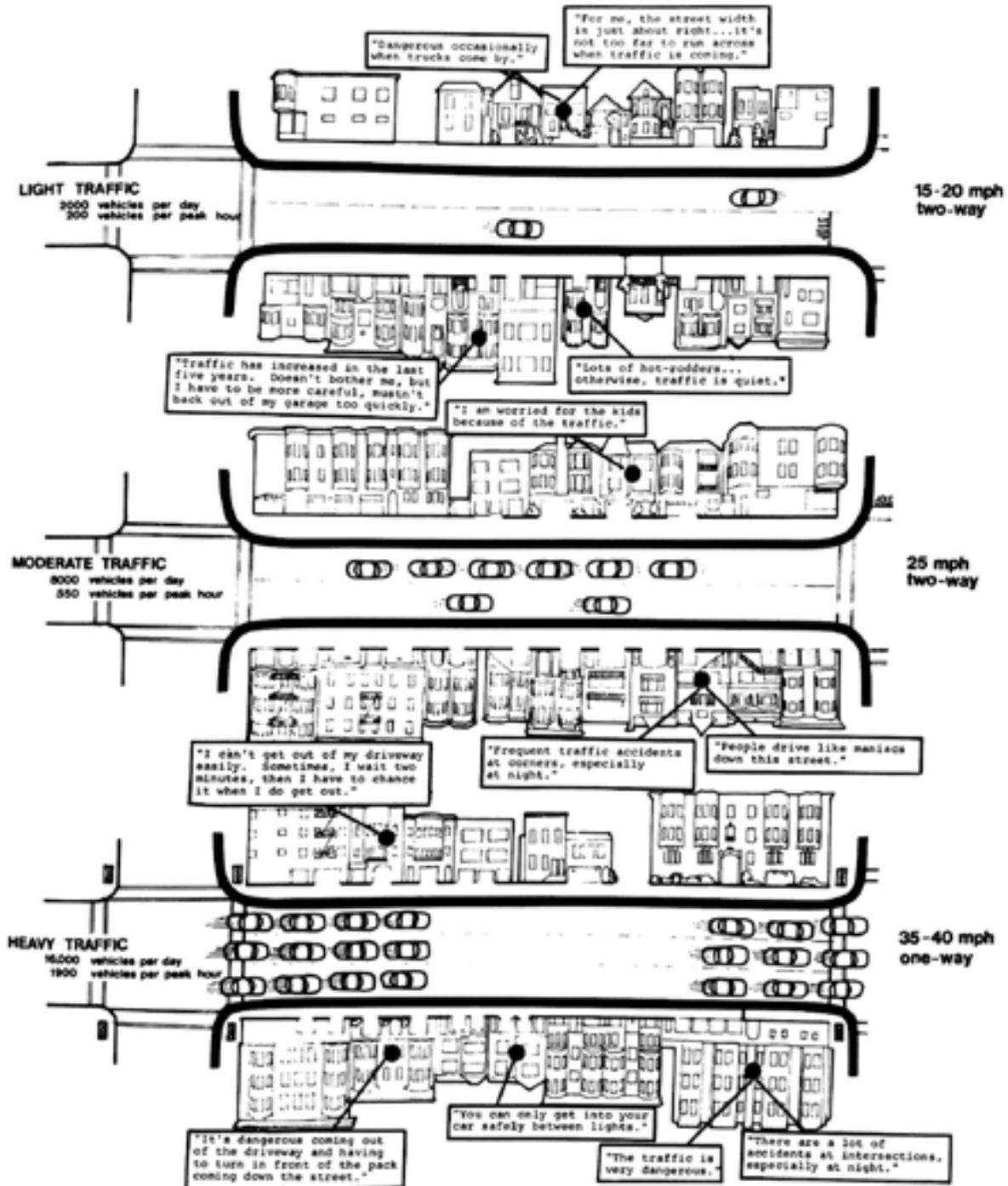


FIGURE 1. San Francisco. Traffic hazard on three streets

Figure 6. Uno de los resultados encontrados por Appleyard. Fuente: (Appleyard & Appleyard, 2019 (in press))

Un segundo ejemplo relacionado con el ejercicio conceptual de la Tabla 1 es el que realizó Despacio.org en Bogotá (Quiñones & Pardo, 2017). A manera de ejercicio de valoración de dos casos (Popper, 2002), se midió la velocidad de varios modos de transporte y se compararon sus velocidades máximas y promedio. Se encontró que la bicicleta, aunque no excedió los 35 km/h más de una vez, tenía una velocidad promedio mayor (15 km/h) que un bus que excedía los 60 km/h (y cuya velocidad promedio era de 10) (Figura 7<sup>9</sup>).

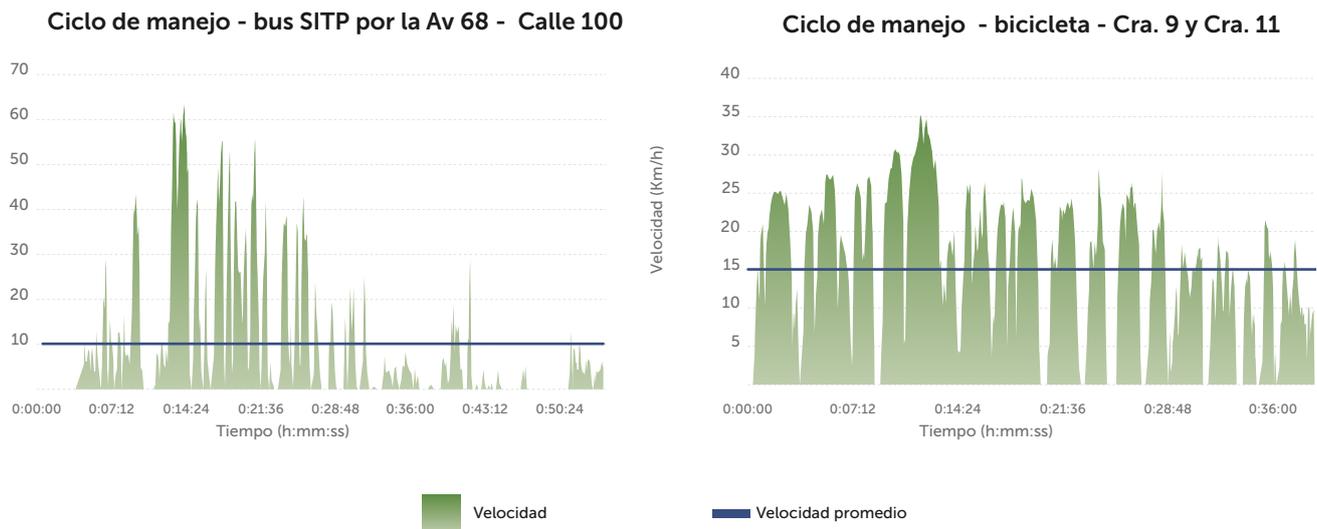


Figura 7. Dos casos de velocidad de operación (línea negra) y promedio (línea azul) de un viaje en Bogotá en transporte público (izquierda) y en bicicleta (derecha)

## IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS CONCRETAS

En términos más generales hay otros ejemplos de implementación de políticas, regulaciones o cambios. Algunos países (Proyecto de ley 24449 de Argentina, Ley 21.103 promulgada el 4 de Agosto de 2018 en Chile) han implementado reducciones de velocidades máximas, y a nivel de ciudad también se han logrado cambios concretos (Sao Paulo, Nueva York, Madrid, Bilbao, Los Ángeles). Esto ha implicado procesos largos y burocráticos de redefinición de límites de velocidad urbana y de estándares de diseño y del discurso general de velocidad como un valor hacia la velocidad como un aspecto a tener cuidado. En algunos casos, como

9. Aquí es relevante indicar que al mostrar este ejemplo no se está buscando una generalización del fenómeno de la aceleración ni se quiere concluir a partir de estos dos ejemplos que la población completa tiene estos patrones de conducción. Lo que se busca en este ejercicio es presentar dos casos concretos para valorar sus velocidades máximas y promedio y así fomentar una discusión en torno a este fenómeno. Otro ejercicio distinto (que no se hizo acá) es el de conseguir aleatoriamente una muestra representativa de la población en la que se midan sus velocidades y concluir que la población completa tiene estos patrones de conducción. Sobre las diferencias del método inductivo y deductivo, sus características y objetivos se recomienda consultar documentos de epistemología como Popper, 2002.

el de Sao Paulo, los cambios políticos han hecho que se revierta la velocidad máxima a la establecida anteriormente, generando más siniestros.

Los cambios también incluyen redefinir estándares de diseño de calles, para que estos puedan ser utilizados en la implementación de nuevos proyectos de transporte. Esto consiste en cambios pequeños, como permitir que un carril pueda tener menos de tres metros de ancho. Un ejemplo reciente de un esfuerzo de este tipo es el que realiza NACTO en Estados Unidos con sus Guías de diseño (NACTO, 2013, 2014, 2016).

También se han realizado zonas y corredores de baja velocidad de diferentes tipos:

- **Woonerf y Spielstrasse:** Las “calles vivientes” (*Living Streets*), también apodadas como “*Woonerf*” en Los Países Bajos y “*Spielstrasse*” (*Spielstraße* – calle de juego) en Alemania, son un concepto desarrollado a finales de la década de 1960 en la ciudad de Delft en Holanda Meridional como consecuencia de los vehículos a altas velocidades que transitaban por los vecindarios. En esta intervención física se modifican las calles para automóviles por suelos similares a los usados en las zonas peatonales. Estas modificaciones les otorgan prioridad a los peatones y provoca que los conductores manejen a velocidades menores a 15 km/h en el caso de Los Países Bajos y 7 km/h en Alemania (Buehler & Pucher, 2012).
- **Zonas 30:** Esta intervención busca la regulación, legalización y aplicación de una normatividad que obligue a los conductores a reducir su velocidad a un máximo de 30 km/h en zonas de alto tránsito peatonal como las zonas escolares, residenciales, hospitalarias y ciertas zonas comerciales (20's Plenty, 2015).
- **Shared Space:** El Shared Space es un concepto de ingeniería de tráfico y diseño urbano propuesto por el ingeniero holandés Hans Monderman y acuñado el término por el diseñador urbano Benjamin Hamilton-Bailie en el 2003. Esta propuesta tiene como objetivo mejorar la seguridad vial en zonas de alto flujo peatonal mediante la distribución y la negociación de la prioridad entre conductores y peatones. Este cambio se logra mediante la modificación de las vías con el fin de provocar incertidumbre en conductores y peatones, promoviendo así una continua interacción entre ambos actores y manteniendo la responsabilidad social entre ellos (Joyce, 2012).

Una revisión de los efectos de la implementación de estos tipos de zonas y corredores de menores velocidades encontró que las reducciones de los choques fue entre el 15% y 37,5%, las reducciones en heridos del 14% y 61%, y las reducciones en muertes entre el 44% y 70% (30km/h, 2015). En los últimos años se ha incrementado sustancialmente la literatura demostrando los efectos positivos de este tipo de intervenciones (Baum, Lund, & Wells, 1989; RoSPA, 2015; ROSPA, 2017).

No obstante, estas se han implementado predominantemente en zonas residenciales. En muchos casos se ha asumido que el uso de una señal de 30 ya es una zona de límite de 30 kilómetros por hora. Sin embargo, la instalación de la señal, en la realidad, no determina que sea una zona 30 ni genera comportamiento vial de bajas velocidades.

Otra forma de controlar la velocidad ha sido a través de dispositivos que no permiten que un vehículo exceda la velocidad máxima. Esto es común en vehículos de carga o en algunos taxis, pero no es una práctica común en absoluto para vehículos comerciales de uso privado. No obstante, sí hay otras dos formas como se ha controlado la velocidad más recientemente:

- Las bicicletas y las motos eléctricas tienen velocidad máxima controlada acorde a la regulación del país donde operen (entre 25 y 40 km/h según el caso).
- Los automóviles autónomos están diseñados para cumplir los límites de velocidad y las demás normas viales (Lipson & Kurman, 2016), y pueden representar un cambio crucial en la forma como se mueve el tránsito y reduce los riesgos por velocidad<sup>10</sup>.

## VI. DISCUSIÓN

***“En términos morales, lo que se debe retar ahora son los supuestos culturales y expectativas de falta de esfuerzo, ubicuidad y entrega sin cesar en un mundo rápido, repleto de tecnología y telemediado”. (Tomlinson, 2007)”***

De lo anterior queda claro que las altas velocidades representan un riesgo concreto para los actores viales y que la forma como la ha planteado la ingeniería y la planificación del transporte tradicional es errada, puesto que ha enfatizado en la velocidad como una solución y como valor. Sin embargo, existen ejemplos tanto conceptuales como prácticos que han demostrado los impactos positivos de revertir esta tendencia. En este artículo se responden dos preguntas: por qué ha sido tan predominante la visión de la velocidad como valor, y cómo se puede avanzar para revertir esta tendencia y reforzar las pruebas recientes de la velocidad adecuada.

10. No es el tema de este artículo evaluar los posibles riesgos de los automóviles autónomos en otro sentido, y en este momento es difícil evaluar esto de forma comprensiva debido a la poca evidencia disponible hasta el momento de operación de estos vehículos en condiciones totalmente normales.

11. Traducción del autor. El texto original es el siguiente: *“in moral terms, it is the cultural assumptions and expectations of effortlessness, ubiquity and endless delivery in a fast-paced, technologically replete and telemediated world that now need to be challenged”*.

## ¿POR QUÉ?

La concepción errada de la velocidad como valor y como solución proviene de la confusión y malinterpretación de supuestos básicos de la vida urbana relacionados con:

- La idea del transporte como un fenómeno urbano que debe ser solucionado de la misma forma que se solucionan problemas de eficiencia (p. ej. como líneas de producción en fábricas) y a partir de los parámetros de la ingeniería de tráfico, sin preguntarse por las mejores prácticas en planificación urbana;
- La concepción del transporte como una necesidad derivada de la búsqueda de oportunidad, bienes y servicios;
- La diferenciación entre velocidad promedio, de operación y máxima
- Supuestos con respecto a las capacidades de percepción humanas y su consecuente habilidad para conducir vehículos a altas velocidades.
- La confusión entre calles (streets) y carreteras (roads) en la planificación y diseño de vías.
- La rigidez para establecer equipos de proyecto con prevalencia de ingenieros.
- La percepción errada de que la velocidad es un valor.

Estas malinterpretaciones han generado un efecto de bola de nieve en el sentido en que gran parte de la planificación del transporte, basada en varios supuestos errados, ha formulado soluciones que generan efectos negativos en términos de seguridad vial, dispersión urbana, inequidad y calidad de vida. Esta bola de nieve es en parte responsable entonces por los más de 1 millón de muertes anuales en las vías a nivel global, la baja densidad urbana y su consecuente consumo energético y emisiones contaminantes incrementadas, así como la segregación espacial de las ciudades contemporáneas.

Por ende, para resolver estos efectos adversos es necesario corregir dichas malinterpretaciones e implica la reformulación de muchos supuestos que están en el centro de la planificación del transporte y su medición de desempeño. Requiere, además, de voluntad política en muchos niveles de gobierno e instancias técnicas y de toma de decisión. Por encima de todo, se necesita tiempo y constancia en la corrección de estos supuestos en instancias académicas, técnicas y políticas.

Al reflexionar sobre la dificultad de cambio en las políticas de seguridad vial (y su relación con la velocidad), Vasconcellos (Vasconcellos, 1995, 1997) indica que la falta de prioridades adecuadas en las políticas públicas de transporte están en la raíz de estos problemas, pues se da mayor énfasis a otras preocupaciones (de reducir la congestión con soluciones de infraestructura que incrementan la velocidad, en parte por la búsqueda de menores emisiones) y no a la seguridad vial que es más urgente para los países en desarrollo. La explicación de Vasconcellos a esta elección de prioridades es que hay un supuesto (errado) de que el uso del automóvil no debería ser restringido ni impedido de ninguna forma.

El cambio implica entonces un camino difícil. No obstante, el esfuerzo por cambiar esta situación reasignándole su lugar adecuado a la velocidad permitirá lograr la ampliación del alcance de la idea de tener velocidades más adecuadas en las ciudades de tal forma que se pueda pensar en los efectos positivos en las políticas urbanas en términos de seguridad, ciudades compactas, con calidad de vida y equitativas.

### ¿CÓMO AVANZAR DE MANERA MÁS EFECTIVA?

El uso de estas estrategias regulatorias, físicas y tecnológicas es fácil de aplicar en comparación con otras medidas de mejoramiento del transporte (por ejemplo, mejorar un sistema de transporte público involucra varios estudios, modelos de negocio, financiero y operacional, entre otros que toman varios años).

Recientemente, las tecnologías móviles y de vehículos han permitido que se pueda controlar (o señalar) la velocidad máxima de un vehículo de manera directa (controlando la velocidad del vehículo) o indirecta (indicando la velocidad máxima de una zona en tiempo real a través de dispositivos móviles). Por ejemplo, los automóviles autónomos respetan siempre el límite de velocidad y las aplicaciones de orientación en vía (por ejemplo, Waze) indican la velocidad máxima y resaltan gráficamente cuando ésta se excede.

Para avanzar, las soluciones podrían lograrse concentrándose en seis temas:

- Una mayor prelación a la planificación urbana en la decisión de políticas de transporte en las ciudades y la aplicación de ingeniería de tráfico según las prioridades planteadas desde dicha planificación;
- El establecimiento de términos de referencia para estudios de transporte donde haya un mayor balance entre profesiones y que no prevalezca únicamente la ingeniería entre los especialistas y directores de proyecto;
- Una actualización de la literatura técnica que se utiliza para educar en ingeniería, donde se corrijan los errores que se han perpetuado con respecto a la velocidad;
- Una mejora de las capacidades técnicas de los funcionarios de gobierno para que comprendan la relevancia de la reducción de la velocidad como política pública;
- Cambios regulatorios en normas de velocidad máxima y diseños de vías donde prevalezca las zonas y corredores de menor velocidad;
- Aplicación de intervenciones piloto concretas con monitoreo y evidencia clara del efecto positivo en reducción de muertes y heridos y los cambios específicos en velocidad promedio de los vehículos;
- Reforzar, desde los gobiernos, a la actividad del sector tecnológico en la implementación de medidas activas y pasivas que reducen la velocidad y la hacen respetar desde el vehículo.

## REFERENCIAS

- 20's Plenty. (2015). Trendsetter cities for a 20mph speed limit. Recuperado a partir de <http://en.30kmh.eu/2015/11/27/trendsetters-for-30-kmh-research-with-surprising-results/>
- 30km/h. (2015). How road safety in European cities is increasing, thanks to 30 km/h (20mph). Recuperado el 1 de julio de 2018, a partir de <http://en.30kmh.eu/2015/12/07/how-road-safety-in-european-cities-is-increasing-thanks-to-30-kmh-20mph/>
- Appleyard, D., & Appleyard, B. (2019). *Livable Streets 2.0*. Elsevier (in press).
- Appleyard, D., Gerson, M. S., & Lintell, M. (1981). *Livable streets*. Berkeley: University of California Press.
- Bartmann, A., Spijkers, W., & Hess, M. (1991). Street environment, driving speed and field of vision. *VISION IN VEHICLES—III/EDITED BY AG GALE; CO-EDITED BY ID BROWN... ET AL..—*.
- Baum, H. M., Lund, A. K., & Wells, J. K. (1989). The mortality consequences of raising the speed limit to 65 mph on rural interstates. *American Journal of Public Health*, 79(10), 1392–1395.
- Board, N. R. C. (U. S. ). H. R. (1965). *Highway Capacity Manual*. Highway Research Board of the Division of Engineering and Industrial Research, National Academy of Sciences—National Research Council. Recuperado a partir de <https://books.google.com.co/books?id=icIqQAAMAAJ>
- Board, N. R. C. (U. S. ). T. R. (2010). *HCM 2010: Highway Capacity Manual*. Transportation Research Board. Recuperado a partir de <https://books.google.com.co/books?id=oe7hnAAACAAJ>
- Broadbuss, A., Litman, T., & Menon, G. (2009). *Gestión de la Demanda de Transporte*. Documento de entrenamiento. Eschborn: GTZ. Recuperado a partir de [http://www.sutp.org/files/contents/documents/resources/H\\_Training-Material/GIZ\\_SUTP\\_TM\\_Transportation-Demand-Management\\_ES.pdf](http://www.sutp.org/files/contents/documents/resources/H_Training-Material/GIZ_SUTP_TM_Transportation-Demand-Management_ES.pdf)
- Buehler, R., & Pucher, J. (2012). Walking and Cycling in Western Europe and the United States Trends, Policies, and Lessons. *TR NEWS*, 39. Recuperado a partir de <http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/trnews/trnews280.pdf#page=36>
- Ende, M. (1992). *Momo* (Primera Ed). Bogotá: Alfaguara. Recuperado a partir de [www.librosalfaguarainfantil.com/co](http://www.librosalfaguarainfantil.com/co)
- Gleick, J. (2000). *Faster: The acceleration of just about everything*. New York: Vintage.
- Goldman, T., & Gorham, R. (2006). Sustainable urban transport: Four innovative directions. *Technology in Society*, 28, 261–273.
- Gorham, R. (2009). Demystifying induced travel demand. (GTZ, Ed.). Eschborn, Alemania: GTZ.

- GTZ. (2003). Introductory module: sourcebook overview, and cross-cutting issues of urban transport. (Gtz, Ed.), Sustainable transport: a sourcebook for policy-makers in developing cities (Vol. i). Eschborn: gtz.
- Heanue, K. (1998). Transportation Research Circular, no. 481: Highway Capacity and Induced Travel: Issues, Evidence and Implications. (N. R. C. Transportation Research Board, Ed.), Transportation Research Circular, no. 481. Transportation Research Board, National Research Council.
- Honoré, C. (2004). Elogio de la lentitud: un movimiento mundial desafía el culto a la velocidad. Buenos Aires: Nuevo extremo.
- Illich, I. (1973). Energy and Equity. Paris: Le Monde. Recuperado a partir de [http://www.cogsci.ed.ac.uk/~ira/illich/texts/energy\\_and\\_equity/node5.html#SECTION00005000000000000000](http://www.cogsci.ed.ac.uk/~ira/illich/texts/energy_and_equity/node5.html#SECTION00005000000000000000)
- ITDP. (2017). TOD Standard (3a ed.). New York. Recuperado a partir de <https://www.itdp.org/wp-content/uploads/2014/03/TOD-2017-v3.pdf>
- Jacobs, J. (1972). The death and life of great American cities. Pelican books. Harmondsworth: Penguin.
- Jiang, R., Hu, M. Bin, Zhang, H. M., Gao, Z. Y., Jia, B., Wu, Q. S., ... Yang, M. (2014). Traffic experiment reveals the nature of car-following. PLoS ONE, 9(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0094351>
- Joyce, M. (2012). Shared Space in Urban Environments Guidance Note July 2012. Recuperado el 3 de octubre de 2017, a partir de [http://www.transportationgroup.nz/publications/120706\\_Shared Space Guidance Note\\_Issue 3.pdf](http://www.transportationgroup.nz/publications/120706_Shared Space Guidance Note_Issue 3.pdf)
- Kern, S. (1983). The culture of time and space 1880-1918. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Le Corbusier, & Etchells, F. (1929). The city of to-morrow and its planning. London: J. Rodker.
- Lee, Jr., D. B., Klein, L. A., & Camus, G. (1999). Induced Traffic and Induced Demand. Transportation Research Record, 1659(July), 68-. <https://doi.org/10.3141/1659-09>
- Lipson, H., & Kurman, M. (2016). Driverless: Intelligent Cars and the Road Ahead. MIT Press. Recuperado a partir de <https://books.google.com.co/books?id=YrLKDAEACAAJ>
- Litman, T. (2006). Gestión de la movilidad. (GTZ, Ed.). Eschborn, Alemania: GTZ.
- Marinetti, F. T. (1909). The Futurist Manifesto. Recuperado a partir de <http://www.cscs.umich.edu/~crshalizi/T4PM/futurist-manifesto.html>
- Ministerio de Transporte de Colombia. (2016). Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas. (C. Pardo & A. Sanz, Eds.). Bogotá D.C.: Ministerio de Transporte de Colombia. Recuperado a partir de <http://www.despacio.org/portfolio/guia-de-ciclo-infraestructura-de-colombia/>

- Mumford, L. (1956). *From the Ground Up: Observations on Contemporary Architecture, Housing, Highway Building, and Civic Design*. Harcourt, Brace. Recuperado a partir de <https://books.google.com.co/books?id=PcVzuAEACAAJ>
- NACTO. (2013). *Urban Street Design Guide*. New York, N.Y.: Island Press.
- NACTO. (2014). *Urban Bikeway Design Guide (Second)*. New York, NY: NACTO.
- NACTO. (2016). *Global Street Design Guide*. Island Press.
- Newman, P., & Kenworthy, J. (1999). *Sustainability and Cities: Overcoming Automobile Dependence*. Island Press. Recuperado a partir de <http://books.google.com.co/books?id=pjatbiavDZYC>
- Norton, P. D., Bijker, W. E., Carlson, W. B., & Pinch, T. (2011). *Fighting Traffic: The Dawn of the Motor Age in the American City*. MIT Press. Recuperado a partir de <https://books.google.com.co/books?id=RxfqJoqhtpUC>
- O'Flaherty, C., & Bell, M. G. H. (1997). *Transport Planning and Traffic Engineering*. Taylor & Francis. Recuperado a partir de <https://books.google.com.co/books?id=BjJPAAAAMAAJ>
- OECD Transport Research Centre. (2006). *Speed Management*. Management. Paris. Recuperado a partir de <http://www.internationaltransportforum.org/Pub/pdf/06Speed.pdf>
- ONU. (2016). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Recuperado a partir de <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Organización de las Naciones Unidas. (2017). *Nueva Agenda Urbana*. Recuperado a partir de <http://habitat3.org/wp-content/uploads/NUA-Spanish.pdf>
- Parkins, W., & Craig, G. (2006). *Slow living*. Oxford, UK: Berg.
- Popper, K. R. (2002). *The Logic of Scientific Discovery*. Routledge. Recuperado a partir de <https://books.google.com.co/books?id=Yq6xeupNStMC>
- Quiñones, L. M., & Pardo, C. (2017). *Acelerar para llegar tarde – Despacio*. Recuperado el 12 de julio de 2018, a partir de <http://www.despacio.org/2017/05/01/acelerar-para-llegar-tarde/>
- Quiñones, L. M., Pardo, C., Moscoso, M., Sánchez, C. F., López, J. S., & López, J. (2017). *Caminar en Bogotá: Las cuentas 2017*. Bogotá: Despacio. Recuperado a partir de <http://www.despacio.org/portfolio/caminar-en-bogota-las-cuentas-2017/>
- Rahman, A. B. and R. T. (2000). *Taking steps: A community Action guide to people-centred, equitable and sustainable urban transport*. Kuala Lumpur: Sustainable Transport Action network for Asia and the Pacific (The SUSTRAN Network).
- Roess, R. P., Prassas, E. S., & McShane, W. R. (2004). *Traffic Engineering*. Pearson/Prentice Hall. Recuperado a partir de <https://books.google.com.co/books?id=OYNPAAAAMAAJ>

- Rosén, E., & Sander, U. (2009). Pedestrian fatality risk as a function of car impact speed. *Accident Analysis and Prevention*, 41(1), 536–542. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2010.04.003>
- RoSPA. (2015). 20mph zones and speed limits. Recuperado a partir de <http://www.rospace.com/road-safety/advice/drivers/speed/20mph-zones-and-limits/>
- ROSPA. (2017). 20mph Zones and Speed Limits Factsheet. London, UK. Recuperado a partir de <https://www.rospace.com/rospaweb/docs/advice-services/road-safety/drivers/20mph-zone-factsheet.pdf>
- Schivelbusch, W. (1986). *The railway journey : the industrialization and perception of time and space in the 19th century (New)*. Leamington Spa: Berg.
- Slinn, M., Matthews, P., & Guest, P. (2005). *Traffic Engineering Design: Principles and Practice*. Elsevier Butterworth-Heinemann. Recuperado a partir de <https://books.google.com.co/books?id=MPok86UiVcsC>
- Sugiyamal, Y., Fukui, M., Kikuchi, M., Hasebe, K., Nakayama, A., Nishinari, K., ... Yukawa, S. (2008). Traffic jams without bottlenecks-experimental evidence for the physical mechanism of the formation of a jam. *New Journal of Physics*, 10. <https://doi.org/10.1088/1367-2630/10/3/033001>
- Tomlinson, J. (2007). *The culture of speed : the coming of immediacy*. (M. Featherstone & University Nottingham Tren, Eds.), *Theory, culture & society* (1st Ed). London ; Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Transport Research Centre. (2004). *Speed Management: Summary document*. Recuperado a partir de <http://www.internationaltransportforum.org/jtrc/safety/SpeedSummary.pdf>
- Vasconcellos, E. A. (1995). Reassessing traffic accidents in developing countries. *Transport Policy*, 2(4), 263–269. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0967-070X\(95\)00019-M](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0967-070X(95)00019-M)
- Vasconcellos, E. A. (1997). *Transport and Environment in Developing Countries : Comparing Air Pollution and Traffic Accidents as Policy Priorities*, 21(1), 79–89.
- Victoria Transport Policy Institute. (2010). *TDM planning and implementation*. Recuperado a partir de <http://www.vtppi.org/tdm/tdm50.htm>
- Virilio, P. (1997). *Open sky*. London: Verso.
- Wessels, G., Pardo, C., & Bocarejo, J. P. (2012). *Bogotá 21: Hacia una metrópoli de Clase Mundial Orientada al transporte Público (Primera)*. Bogotá: Despacio. Recuperado a partir de <http://www.despacio.org/portfolio/bogota-21/>
- Whitelegg, J. (1993). *Transport for a sustainable future : the case for Europe*. London New York: Belhaven Press ; Co-published in the Americas by Halsted Press.
- World Health Organization. (2015). *Global status report on road safety 2015*. World Health Organization, 19(2), 150. <https://doi.org/10.1136/injuryprev-2013-040775>
- Zukang, S. (2010). *Shanghai Manual: A guide for Sustainable Urban Development in the 21st Century*, 320.



